



Ministerio de Ambiente  
y Cambio Climático



# **INVENTARIO DE HUMEDALES PROVINCIA DE SANTA FE**

## **SISTEMA DE PAISAJES DE HUMEDALES DE SANTA FE.**

**Santi, J.; Ascolani, F. (Ex-aequo); Di Leo, N.  
Universidad Nacional de Rosario**

**Colaboradores:**

**Emiliano Zgaib Chemini - Universidad Nacional de Rosario  
Sara Berenice Martin - Universidad Nacional de Rosario  
Ing. Clara Mitchell - Ministerio de Ambiente y Cambio Climático y  
Universidad Nacional de Rosario**

# INVENTARIO DE HUMEDALES PROVINCIA DE SANTA FE

## SISTEMA DE PAISAJES DE HUMEDALES

### ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	5
INTRODUCCIÓN	
Capítulo 1: EL TERRITORIO Y LOS HUMEDALES	7
1.1 IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN DE LOS HUMEDALES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	8
1.2 IMPORTANCIA DEL INVENTARIO DE HUMEDALES	9
Capítulo 2: LOS HUMEDALES	12
2.1 FUNCIONES SOCIOECOSISTÉMICAS QUE BRINDAN LOS HUMEDALES	13
2.2 HUMEDALES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	15
INVENTARIO DE HUMEDALES	16
3.1 NIVEL I – REGIONES Y SUBREGIONES DE HUMEDALES	18
3.2 NIVEL II – SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES	22
3.3 NIVEL III – UNIDADES DE PAISAJES DE HUMEDALES	30
ABORDAJE METODOLÓGICO OPERATIVO	
Capítulo 4. ABORDAJE METODOLÓGICO	32
4.1 GEOMORFOLOGÍA DE SANTA FE	33
4.2 HIDROLOGÍA DE SANTA FE	36
4.3 SUELOS DE SANTA FE	39
4.4 UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS/ECORREGIONES DE SANTA FE	42
Capítulo 5. INTERPRETACIÓN, PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL E INSUMOS UTILIZADOS	45
5.1 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	46
5.2 TELEDETECCIÓN APLICADA A LA IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES	47
5.3 RELEVAMIENTO A CAMPO Y VALIDACIÓN	49
	3

Capítulo 6. FICHAS DE CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LOS SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES DE SANTA FE

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES	51
Capítulo 7. Descripción de los Sistemas de Paisajes de humedales	67
7.1 Sistema de paisajes de humedales asociados a los Bajos Submeridionales	67
7.2 Sistema de paisajes de humedales asociados al Domo Occidental	80
7.3 Sistema de paisajes de humedales asociados a hoyas de deflación	90
7.4 Sistema de paisajes de humedales asociados a cañadas paralelas	98
7.5 Sistema de paisajes de humedales asociados al interfluvio San Antonio y cañadas centrales	107
7.6 Sistema de paisajes de humedales asociados al tramo superior y medio de ríos y arroyos del sur de Santa Fe	116
7.7 Sistema de paisajes de humedales asociados a Pampa de las Lagunas	126
BIBLIOGRAFÍA	140

## RESUMEN EJECUTIVO

En la provincia de Santa Fe existe gran cantidad de humedales que brindan servicios ecosistémicos y son hábitat de numerosas especies de flora y fauna. Asociado a estos beneficios y sumando la importancia de su permanencia para la continuidad de las interacciones ecológicas y biológicas, constituyen ecosistemas de gran valor para la conservación.

La realización del Inventario Provincial de Humedales tiene por objetivo ubicar estos ambientes en el territorio de Santa Fe y conocer sus características y dinámica hidrológica. A su vez, se pretende identificar las actividades humanas o amenazas que condicionan o afectan su preservación; siendo principalmente la agricultura, la ganadería, las construcciones y las canalizaciones, que alteran el flujo y velocidad del agua, modificando consecuentemente la estructura y funcionamiento de los humedales.

En este documento se describen los Sistemas de Paisajes de Humedales del sector occidental de la provincia de Santa Fe, enmarcado en el Nivel 2 del Inventario Nacional de Humedales. Se presenta como un complemento de la delimitación previa de los Sistemas del área de la provincia ubicados dentro del Corredor Fluvial Paraná - Paraguay, realizada en el año 2013 por un equipo de la Universidad Nacional de San Martín.

Se identificaron y delimitaron siete Sistemas de Paisajes de Humedales en el área occidental de la provincia. La clasificación de estos ambientes se basa principalmente en sus características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y ecológicas. Se incluye además en el capítulo final, una caracterización general de cada uno de los Sistemas, en la que se describen aspectos físicos, ecológicos, demográficos y de conservación.

La delimitación de los Sistemas de Paisajes de Humedales en el inventario resulta una herramienta útil para la gestión de los mismos con el fin de su preservación y

uso racional, contribuye a otorgarles visibilidad y relevancia, y sirve para la toma de conciencia sobre las problemáticas y desafíos asociados a la pérdida y degradación de estos ecosistemas.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Capítulo 1: EL TERRITORIO Y LOS HUMEDALES**

El territorio puede definirse como el espacio geográfico organizado por la sociedad humana, es decir, la porción de la corteza terrestre en donde se desarrollan las actividades de la sociedad en su interrelación con el ambiente. Es una construcción social, que se estudia como concepto geográfico de paisaje en sus distintas manifestaciones (paisajes natural, humanizado, agrario, industrial, urbano, etc.).

Se entiende como paisaje a un sistema espacio-temporal complejo, abierto y dinámico que se ubica en la interfase naturaleza-sociedad. Su disposición en el espacio, así como su estructura y funcionamiento, son producto de la interacción entre procesos naturales, económicos, sociales y culturales, presentes y pasados, al igual que el territorio. El estudio y conocimiento de los paisajes y sus componentes y su cartografía, posibilitan un análisis integral del espacio geográfico, que debería ser tomado como base o fundamento para la planificación y el ordenamiento territorial (Mazzoni, 2014).

El territorio se encuentra organizado como un sistema, por lo que se pueden identificar sus componentes y establecer relaciones causales y de intercambio entre ellos, determinar sus límites y reconocer su propósito (Villatoro, 2017). El territorio posee una configuración actual determinada por un proceso histórico de interacción del hombre y la naturaleza. La dinámica de esta interacción fue, es y será influenciada por ideales, aspiraciones, deseos, principios y comportamientos, así como también por leyes, normas y regulaciones del Estado. Por lo tanto, el sistema territorial presenta una complejidad en el que los recursos o procesos naturales no son componentes independientes o de autorregulación, sino que se encuentran modificados, afectados o controlados por actuaciones del hombre.

Un componente determinante del territorio son los humedales, cuya compleja interacción y función de estos ecosistemas en la sociedad, hace que sea necesario un abordaje profundo para su estudio, al igual que su inventario y cartografía para resguardar su integridad y preservación en el tiempo. Los humedales son unos de los ecosistemas más amenazados siendo ambientes vulnerables por su estructura y la interdependencia de sus componentes. Las principales amenazas que presentan son el cambio en el uso del suelo, la modificación de los cursos de agua y su régimen hidrológico (caudal, calidad y temperatura), entre otros, lo que reduce su capacidad para proporcionar funciones socio-ecosistémicas esenciales como la purificación del agua, la protección contra inundaciones, el mantenimiento de la biodiversidad, el almacenamiento de gases de efecto invernadero, entre otros (Kandus y Minotti, 2018).

Para poder hacer un uso sostenible y sustentable, mucho más si se pretenden dinámicas regenerativas, de los bienes naturales comunes es de vital importancia entender su funcionamiento o dinámica, además de su estado actual y su degradación en el tiempo. Una vez alcanzado este conocimiento será posible utilizarlo como insumo para el ordenamiento ambiental del territorio.

### 1.1 IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN DE LOS HUMEDALES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El ordenamiento territorial es definido como “un proceso y un instrumento de planificación, de carácter técnico-político-administrativo, con el que se pretende configurar, en el largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos de desarrollo” (Massiris Cabeza, 2002). Si bien la definición suele ser subjetiva y acorde a las expectativas y aspiraciones de la sociedad, hay un punto determinante: las limitaciones del territorio. Entendiendo a los bienes naturales comunes, y especialmente a los humedales,

como los componentes del sistema más vulnerables a las actividades humanas, es necesario determinar su ubicación y caracterización para su uso sustentable. La incorporación de los humedales en el ordenamiento ambiental del territorio se fundamenta sobre la base del análisis de las condiciones naturales, para establecer sus potencialidades desde el punto de vista natural, en estrecha interacción con las demandas socioeconómicas del desarrollo. A su vez, se cumple con acuerdos internacionales como la Convención de Ramsar, tratado internacional que promueve la conservación y el uso sostenible de los humedales. Por consiguiente, la inclusión de los humedales en el ordenamiento ambiental del territorio es esencial para cumplir con los compromisos de este acuerdo, proteger y conservar estos ecosistemas a nivel global, garantizar su conservación a largo plazo, promover un desarrollo sostenible y resiliente y cumplir con los objetivos de mitigación del cambio climático.

### 1.2 IMPORTANCIA DEL INVENTARIO DE HUMEDALES

El principal objetivo de la realización del Inventario de Humedales es generar información sobre la distribución geográfica, estado y conservación de los humedales. A través de estos documentos se brinda una herramienta con fundamentos para la gestión ambiental y un insumo al ordenamiento ambiental del territorio.

Como es potestad de cada provincia la ejecución del inventario y entendiendo la complejidad de la delimitación de humedales por su dinámica y variabilidad, en el documento "Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos" (Kandus y Minotti, 2018) se definen los lineamientos y metodologías mediante las cuales se pueden armonizar bancos de información., se establecen las bases y condiciones que deben presentar los inventarios, como así también una guía metodológica para su correcta interpretación.

Considerando que los humedales constituyen unidades funcionales que forman parte de otras unidades mayores, con las cuales existen fuertes relaciones e intercambios, se divide a los inventarios en niveles, los cuales van desde delimitar regiones de humedales, es decir, ambientes con características climáticas y ecológicas similares, a unidades de humedales definidas y delimitadas en el espacio.

Según el documento mencionado, las escalas espaciales o niveles del inventario de humedales son:

- **Nivel 1: Regiones de humedales.** Las Regiones de Humedales agrupan áreas con condiciones climáticas (considerando el balance hídrico y la temperatura) y relieve común, que operan y condicionan la dinámica de los paisajes que contienen y los procesos ecohidrogeomórficos que dan lugar a la ocurrencia de humedales. Las Regiones pueden a su vez estar divididas en subregiones por sus características similares o distintivas.

- **Nivel 2: Sistema de Paisajes de humedales.** La delimitación de los Sistemas se basa en una visión ecohidrogeomórfica, donde cada Sistema es un territorio que presenta un origen geológico, climático y geomorfológico común, donde la acción del agua de lluvia, de la escorrentía superficial y subterránea, ha generado modelos de drenaje y permanencia del agua distintivos. Se parte de la base de que la geomorfología es el principal factor que gobierna la distribución espacial de los humedales, ya que define la topografía y la naturaleza de los depósitos y, por consiguiente, el tiempo de residencia como también los recorridos-caminos del agua. Varios Sistemas de Paisajes de Humedales pueden conformar una Región de Humedales de Nivel I.

- **Nivel 3: Unidades de paisaje de humedales.** Aumentando el nivel de detalle las Unidades de Paisaje son áreas en donde existe una conexión e intercambio en sus humedales dado por los flujos locales de agua superficial y subterráneas. No presentan límites definidos debido principalmente al relieve en términos de

génesis, posición topográfica, dinámica hídrica ya sea superficial y subterránea, que determinan homogeneidad de oferta de emplazamientos geomórficos de humedales. La conjunción de estas variables con la vegetación, los suelos y sus usos, da lugar a una variedad de parches y mosaicos hidrogeomórficos con distinto funcionamiento ecológico. Unidades de Paisajes similares en cuanto a su estructura, funcionamiento y régimen de disturbios forman un mismo Sistema de Paisaje de Humedal.

- **Nivel 4: Unidades de humedal.** Las Unidades de Humedal corresponden a los humedales en sí mismos, delimitados por su constitución geológica que permiten la acumulación de agua y en general se encuentran localizadas en las posiciones deprimidas o más bajas del paisaje, aunque esta posición a nivel regional sea relativa. Cabe destacar que sólo en el nivel IV se delimitan humedales, a excepción del Nivel III cuando se trate de mosaico de humedales.

Por lo tanto, el inventario de humedales es una herramienta crucial para el manejo sostenible de estos valiosos ecosistemas. Permite monitorear su estado de conservación e identificar amenazas como la urbanización descontrolada, la contaminación, la agricultura intensiva y el cambio climático. Con esta información, las autoridades pueden tomar decisiones informadas para proteger y restaurar estos ecosistemas frágiles. Al comprender su importancia ecológica, económica y social, es posible tomar medidas efectivas para preservarlos.

## Capítulo 2: LOS HUMEDALES

Sobre la definición de humedales, se pueden mencionar la propuesta por la Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional (1971): **“son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros”**, a través de la cual, por su generalidad, es complejo establecer los parámetros para distinguir los ambientes de humedales. En contraposición, se tienen definiciones más específicas, de regiones más acotadas, donde la diversidad de paisajes de humedales se reduce y se incorporan características territoriales particulares, como es el caso de la provincia de Santa Fe.

Según el Inventario de la Provincia de Santa Fe - Nivel I (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, 2022) y en concordancia con el Inventario Nacional, los humedales se definen como **“ambientes en los cuales la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos. Rasgos distintivos son la presencia de biota adaptada a estas condiciones, comúnmente plantas hidrófitas, y/o suelos o sustratos con rasgos de hidromorfismos permanentes en el subsuelo”**.

En el documento del NIVEL 2 del Corredor fluvial Paraná - Paraguay (Benzaquen et al., 2013), si bien se adopta la definición de Ramsar mencionada anteriormente, se aclara que las características que debe cumplir un ambiente para considerarse humedal son: que el sustrato sea en su mayor medida un suelo hídrico no saturado o el sustrato no es suelo y está saturado con agua o cubierto con agua por algún tiempo; suelos donde dominan procesos anaeróbicos y espacios donde la biota presenta adaptaciones para tolerar periodos de aguas altas.

La principal característica que distingue a estos ambientes es el agua, siendo el principal factor modelador del paisaje. Si bien su presencia en superficie o subterránea no es excluyente, se considera necesario que el perfil permanezca saturado por lo menos durante un determinado periodo de tiempo.

## 2.1 FUNCIONES SOCIOECOSISTÉMICAS DE LOS HUMEDALES

Para poder conocer, identificar y describir los humedales de la provincia de Santa Fe es sumamente necesario contemplar las funciones socio-ecosistémicas que provee la biodiversidad de humedales. Es importante destacar que las funciones que se mencionan a continuación en la tabla 1 no son propiedad de un conjunto de personas o responden a límites políticos ni geográficos, sino que son para el beneficio de la totalidad de los habitantes del planeta.

**Tabla 1.** Funciones socio ecosistémicas de los humedales. Elaborado a partir de Kandus et al. (2010).

Función genérica	Funciones específicas	Beneficios (ejemplos)
<b>Regulación hidrológica</b>	- Desaceleración de los flujos y disminución de turbulencia del agua	- Estabilización de la línea de costa
	- Regulación de Inundaciones	- Disminución del poder erosivo
	- Retención de agua	- Disminución de la intensidad de los efectos de las inundaciones sobre ecosistemas vecinos
	- Almacenaje a largo y corto plazo	- Presencia de reservorios de agua para consumo y producción
	- Recarga de acuíferos	- Reservas de agua dulce tanto para consumo directo como para utilización en sus actividades productivas
<b>Regulación biogeoquímica</b>	- Retención y estabilización de sedimentos	- Mejoramiento de la calidad del agua
	- Regulación de procesos de evapotranspiración	- Atemperación de condiciones climáticas extremas
	- Ciclado de nutrientes (nitrógeno, carbono, fósforo, etc.)	- Retención de contaminantes
	- Almacenaje/retención de nutrientes (ej. fijación/acumulación de CO <sub>2</sub> , liberación de NH <sub>4</sub> )	- Mejoramiento de la calidad del agua
	- Transformación y degradación de contaminantes	- Acumulación de carbono orgánico como turba
- Exportación	- Regulación climática	
- Regulación de salinidad	- Mejoramiento de la calidad del agua	
	- Regulación climática	
	- Vía agua: sostén de cadenas tróficas vecinas	
	- Regulación climática: emisiones de CH <sub>4</sub> a la atmósfera	
	- Provisión de agua dulce	
	- Protección de suelos	

<b>Ecológicas</b>	- Producción primaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción de sal</li> <li>- Secuestro de carbono en suelo y en biomasa</li> <li>- Producción agrícola (ej. arroz)</li> <li>- Producción de forraje para ganado doméstico y especies de fauna silvestre de interés</li> <li>- Producción apícola</li> <li>- Producción de combustible vegetal y sustrato para cultivos florales y de hortalizas (turba)</li> </ul>
	- Producción secundaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción de proteínas para consumo humano o como base para alimento del ganado doméstico (fauna silvestre, peces e invertebrados acuáticos)</li> <li>- Producción de especies de interés cinético</li> <li>- Producción de especies de peces para pesca deportiva y comercial</li> <li>- Producción de especies de interés turístico-recreativo (aves, mamíferos, reptiles, anfibios)</li> </ul>

Los humedales son esenciales para la conservación de la biodiversidad. Sirven como hábitat para una amplia variedad de especies de flora y fauna, muchas de las cuales son altamente especializadas y adaptadas a estas condiciones únicas. Al preservar los humedales, se protege la diversidad biológica, especialmente las poblaciones de especies amenazadas.

A su vez, estos ecosistemas desempeñan un papel crucial en la purificación del agua. Actúan como filtros naturales, eliminando contaminantes y mejorando la calidad del agua en ríos y cuencas fluviales cercanas. Esto tiene un impacto directo en la salud humana y en la provisión de agua potable para las comunidades.

Por último, los humedales tienen un valor económico significativo, ya que proporcionan oportunidades para el turismo sostenible, la pesca, la apicultura y otras actividades sustentables, siempre y cuando no modifiquen la dinámica natural. La gestión adecuada de estos bienes naturales comunes puede generar ingresos y empleo para las comunidades locales, promoviendo un desarrollo económico equitativo y sostenible.

## 2.2 HUMEDALES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Según la Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, los humedales, en su variada y vital diversidad, desempeñan un papel esencial en la lucha contra el cambio climático y la preservación de nuestro planeta. Su importancia radica en su capacidad de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático de varias maneras cruciales (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015).

En primer lugar, los humedales actúan como auténticos "guardianes del carbono", como se mencionó en la tabla 1. Estos ecosistemas acumulan y almacenan grandes cantidades de carbono orgánico en forma de materia orgánica muerta y sedimentos. Al hacerlo, retiran dióxido de carbono de la atmósfera y ayudan a reducir la concentración de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a mitigar el calentamiento global.

Además, los humedales tienen un impacto positivo en la regulación del clima al influir en los patrones de precipitación y temperatura en sus áreas circundantes. Actúan como esponjas naturales, absorbiendo agua durante períodos de lluvia intensa y liberándola gradualmente en momentos de sequía. Esta función de regulación hídrica ayuda a prevenir inundaciones y sequías, lo que resulta fundamental para la resiliencia de las comunidades locales.

El cambio climático está teniendo un impacto significativo en los humedales, y su protección es parte de la adaptación al mismo, tal como se menciona en la Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015. La degradación de los humedales puede provocar inundaciones, la erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad. El aumento de las temperaturas y las sequías está provocando a su desertificación y el aumento del nivel del mar también está amenazando a los humedales costeros.

Por las razones mencionadas en párrafos anteriores, los humedales son aliados cruciales en la lucha contra el cambio climático. Su conservación y gestión adecuada son esenciales para preservar la salud del planeta, proteger a las comunidades vulnerables y asegurar un futuro más sostenible para las generaciones venideras. Reconocer y valorar la importancia de estos ecosistemas es un paso fundamental hacia un mundo más resiliente y en equilibrio con la naturaleza.

## **INVENTARIO DE HUMEDALES**

El Inventario de Humedales se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS) y en su agenda 2030 (Naciones Unidas, 2018), donde se establecen las metas globales destinadas a abordar desafíos ambientales, sociales y económicos a nivel mundial. La vinculación del Inventario de Humedales se puede ver reflejada principalmente en los siguientes siete objetivos:

- ODS 6 - Agua Limpia y Saneamiento: Los humedales son ecosistemas que desempeñan un papel crucial en la purificación del agua y la gestión de los recursos hídricos. El inventario de humedales puede contribuir a la identificación y protección de áreas que desempeñan un papel importante en la provisión de agua limpia y saneamiento.
- ODS 13 - Acción por el Clima: Los humedales son sumideros de carbono naturales y ayudan a mitigar el cambio climático. La inclusión de humedales en el inventario puede respaldar la acción climática y la conservación de estos ecosistemas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- ODS 15 - Vida en Ecosistemas Terrestres: Los humedales son hábitats importantes para la biodiversidad, y su inclusión en el inventario puede

contribuir a la conservación de la vida terrestre y acuática, promoviendo la diversidad biológica y la protección de especies amenazadas.

- ODS 14 - Vida Submarina: Muchos humedales están interconectados con cuerpos de agua y desembocan en el océano. La conservación de humedales puede tener un impacto positivo en la vida submarina, al mantener la calidad del agua y los hábitats marinos.
- ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles: La gestión sostenible de humedales puede beneficiar a las comunidades locales al proporcionar servicios ecosistémicos como la pesca, el turismo y la protección contra inundaciones.
- ODS 1 - Fin de la Pobreza y ODS 2 - Hambre Cero: Los humedales pueden contribuir a la reducción de la pobreza y el hambre al ofrecer oportunidades de subsistencia a las comunidades locales a través de la pesca y la agricultura sostenible.
- ODS 17 - Alianzas para lograr los objetivos: El inventario de humedales también puede ser una plataforma para la colaboración y la creación de alianzas entre gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y otros actores para trabajar juntos en la protección y gestión sostenible de estos ecosistemas.

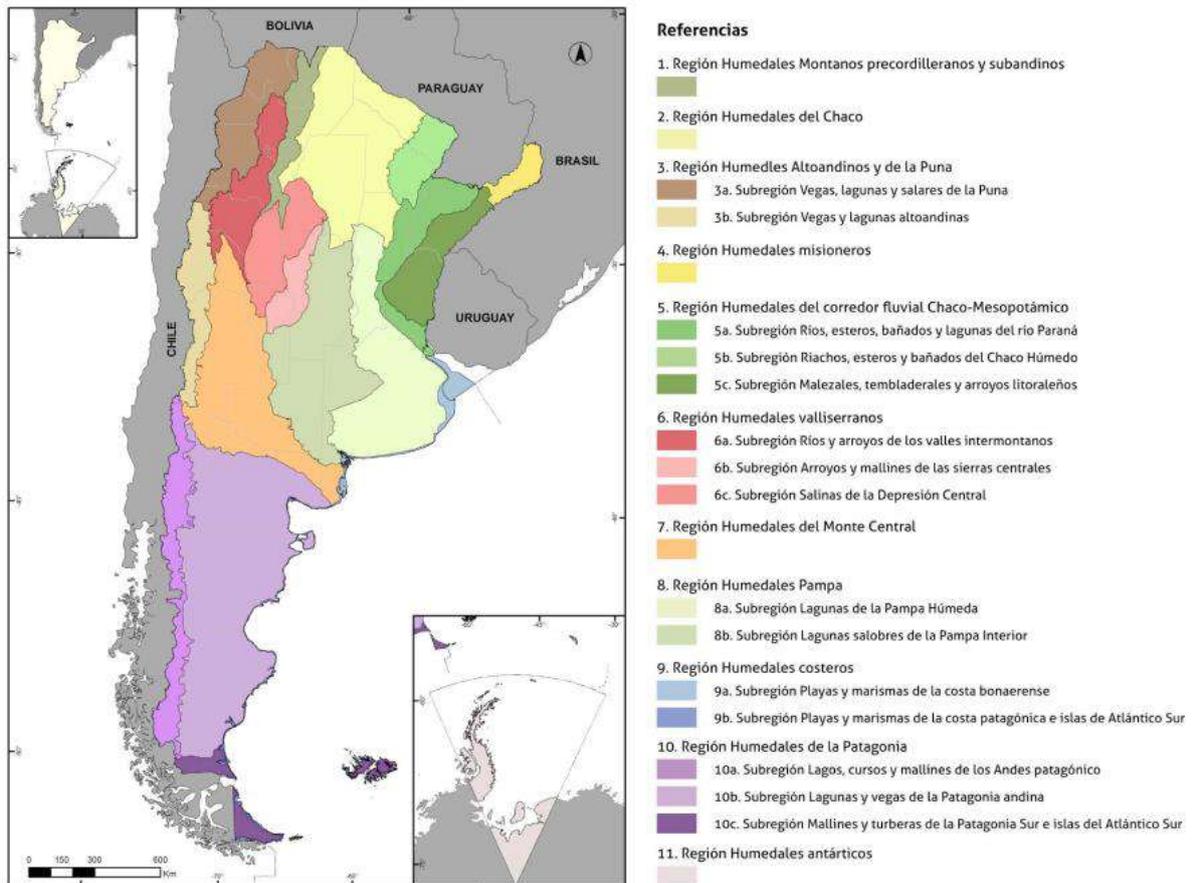
En Argentina, se está avanzando en la implementación del Inventario Nacional de Humedales (INH) en conformidad con la Convención sobre los Humedales, aprobada mediante la Ley Nacional N° 23.919. Esto se lleva a cabo en consonancia con la Ley General de Ambiente (Ley Nacional N°25.675) y el Programa de Humedales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, tal como se establece en la Resolución MAdS 80/2021.

El desarrollo del Inventario Provincial de Humedales (IPH) sigue las regulaciones establecidas en la provincia de Santa Fe, que incluyen la Ley Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable N° 11.717, la Ley Provincial N° 12.175 que instituye el Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, la Ley Marco de Acción Climática N° 14.019 y la Ley General del Ambiente N° 25.675, entre otras. Además, se adhiere a acuerdos a nivel provincial, nacional e internacional relacionados con esta temática.

El Inventario Provincial de Humedales (IPH) se enmarca en el Programa “Regenera Santa Fe” (Figura 2) aprobado por el decreto 007/22 y cuyo objetivo es la coordinación de políticas de gestión de las Áreas Naturales Protegidas, incluyendo tanto la ampliación como la creación de nuevas reservas, la evaluación del estado de los humedales a los fines de establecer pautas de gestión, preservación y recuperación de los mismos, el fomento a la investigación sobre estos ecosistemas, entre otros. Así, el IPH es uno de los instrumentos de materialización de este programa y una decisión política de conocer las características del territorio santafesino y amplificar los niveles de conservación de estas regiones.

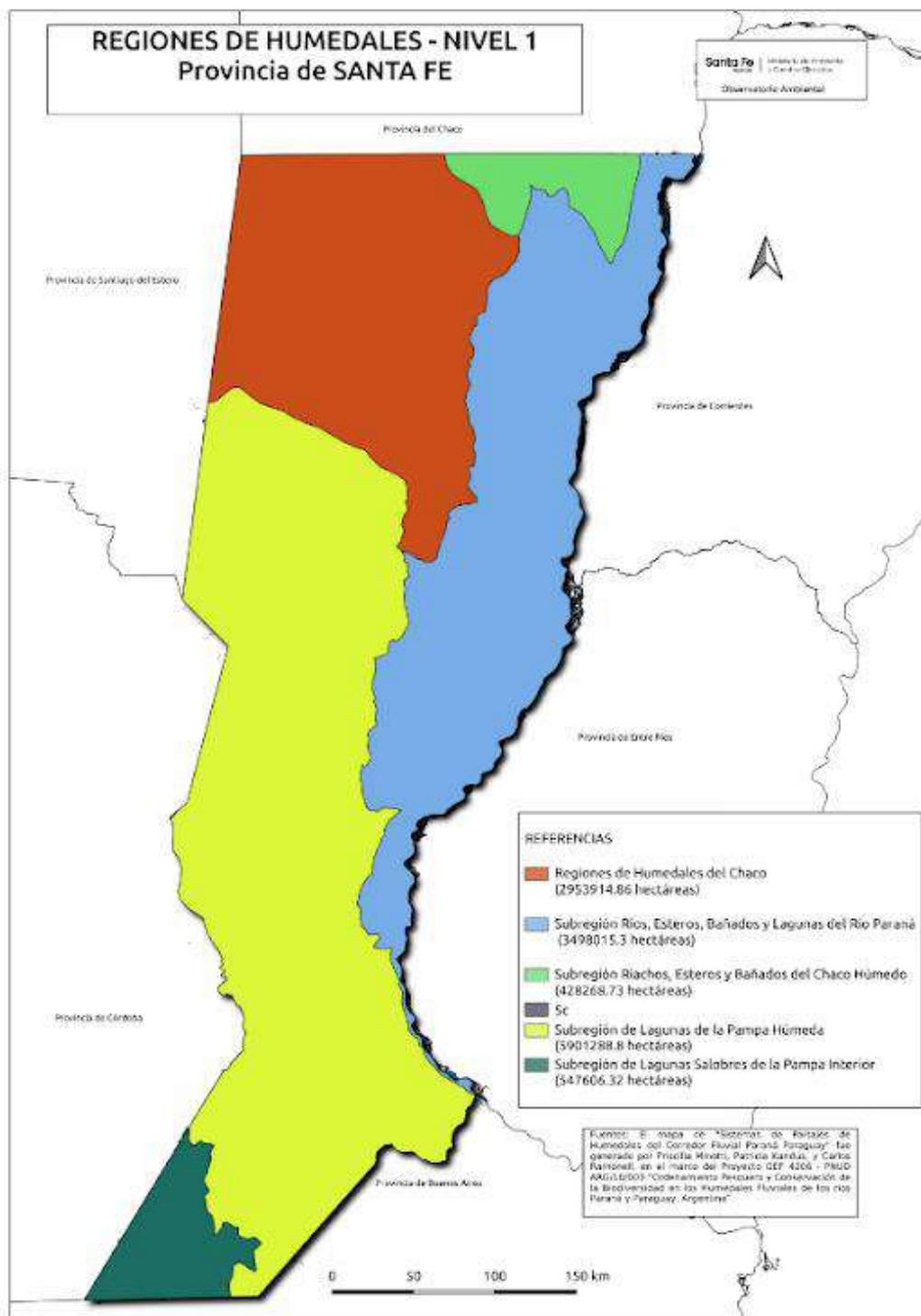
### 3.1 NIVEL I - REGIONES Y SUBREGIONES DE HUMEDALES

En el documento “Regiones de humedales de la Argentina” realizado por Benzaquen *et al.* (2017), se delimitaron las Regiones y Subregiones de Humedales de la República Argentina. Se identificaron ocho Regiones en el país, principalmente, a partir de la elevación (altura sobre el nivel del mar), y variables climáticas como diferencias mensuales entre precipitación y evapotranspiración y temperaturas positivas (suma de las temperaturas medias mensuales mayores a cero grados), ajustados a criterios geomorfológicos e hidrológicos (figura 1).



**Figura 1:** Regiones de humedales de Argentina según Benzaquen et al. (2017).

En el año 2022, el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de la provincia de Santa Fe, publica el “Documento Preliminar de Unidades de Paisaje de Humedales, Santa Fe, Argentina” (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, 2022) con el objetivo de desarrollar el Inventario Provincial de Humedales para generar un insumo multifocal que sirva al Ordenamiento Ambiental del Territorio. En el desarrollo del trabajo se mencionan las Regiones y Subregiones de la provincia de Santa Fe como también la definición de humedales y los lineamientos a seguir (figura 2).



**Figura 2.** Regiones y Subregiones de humedales según el Nivel 1 de la provincia de Santa Fe. Recuperado de (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, 2022).

Según este documento en la provincia de Santa Fe se reconocen tres grandes regiones, subdivididas en subregiones (tabla 2):

**Tabla 2.** Regiones y Subregiones de la provincia de Santa Fe.

Región	Subregión	Superficie
<b>Humedales del Chaco</b>	-	29.53.914,86 ha
<b>Humedales de la Pampa</b>	Laguna de la Pampa Húmeda	5.901.288,80 ha
	Lagunas Salobres de la Pampa Interior	547.606,32 ha
<b>Humedales del Corredor Fluvial Chaco-Mesopotámico</b>	Riachos, Esteros y Bañados del Chaco Húmedo	428.268,73 ha
	Ríos, Esteros, Bañados y Lagunas del Río Paraná	3.498.015,30 ha

- Región de Humedales del Chaco.** Los tipos de humedales que conforman esta región están constituidos principalmente por acción de las lluvias estacionales y la dinámica de los cuatro ríos principales de la región (Pilcomayo, Bermejo, Juramento-Salado y Salí-Dulce), combinadas con un relieve heterogéneo. Algunos lugares muestran características y dinámicas claramente distintivas en comparación con el resto del paisaje. Los humedales característicos de la región son complejos formados por lagunas, bañados, esteros y meandros abandonados, con diferentes grados de conectividad entre ellos, como los Bajos Submeridionales, ubicados al norte de la provincia, pero trasciende los límites provinciales, formado por una depresión inundable de aproximadamente 4.000.000 ha., el Bañado La Estrella en Formosa y los bañados del Río Dulce, entre otros. El ciclo alternante de épocas lluviosas y secas es el factor principal que influye en las características y la dinámica de estos humedales.
- Región de Humedales del Corredor Fluvial Chaco-Mesopotámico.** Engloba las llanuras de inundación de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay, así como sus afluentes hasta llegar a su desembocadura en el Río de la Plata. Esta área constituye la mayor extensión de humedales en el país, ofreciendo una amplia diversidad de tipos de humedales. Estos humedales se manifiestan

en extensiones de elevada superficie que a menudo dominan completamente el panorama, conformando una matriz de humedales. Las vastas áreas de humedales exhiben una red intrincada de cursos de agua, madrejones, bañados, esteros y cañadas interconectados, mayormente sujetos a ciclos de inundación y sequía. Destacan especialmente tres subregiones: la subregión de ríos, esteros, bañados y lagunas del río Paraná, resaltando el valle de inundación del río Paraná; la subregión de riachos, esteros y bañados del Chaco húmedo en el norte de la provincia; y, finalmente, la subregión de malezales, tembladerales y arroyos litoraleños.

- **Región Humedales de la Pampa.** En la totalidad de esta región, caracterizada por un relieve mayormente plano o ligeramente ondulado, se hallan esparcidas numerosas lagunas, tanto permanentes como temporales, que exhiben una notable diversidad. En la dominante matriz terrestre, se observan otros tipos de humedales, como bañados, cañadas y diversos cursos de agua. La actividad agropecuaria ha generado un marcado reemplazo de los entornos naturales originales en esta área. Se han identificado dos subregiones distintas: las lagunas de la Pampa húmeda y las lagunas salobres de la Pampa interior.

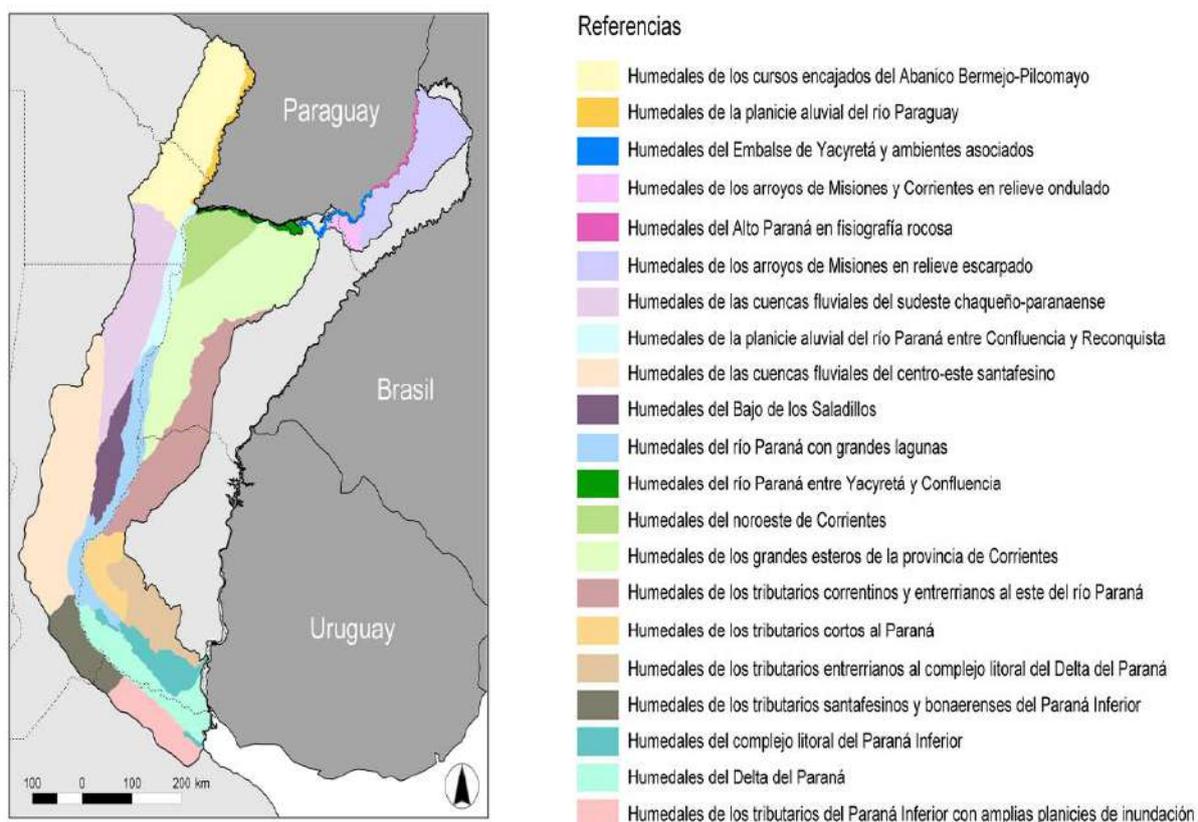
### 3.2 NIVEL II - SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES

Como se mencionó anteriormente, en el Nivel II del Inventario se delimitan Sistemas de Paisajes de Humedales, definidos como “territorios que presentan un origen geológico y geomorfológico común, donde la acción del agua de lluvia, de la escorrentía superficial y subterránea han generado modelos de drenaje y permanencia del agua distintivos. Los sistemas de paisajes están conformados por conjuntos de unidades de paisaje semejantes en términos de su configuración espacial y funcionamiento” (Kandus y Minotti, 2018).

En el documento "Inventario de los humedales de Argentina: Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay" realizado por Benzaquen et al. (2013) se delimitan los Sistemas de paisajes de humedales de la zona este de la Santa Fe que corresponde al Corredor Fluvial Paraná-Paraguay (figura 3).

Se distinguen zonas homogéneas en cuanto a morfogénesis y funcionalidad, teniendo en cuenta principalmente:

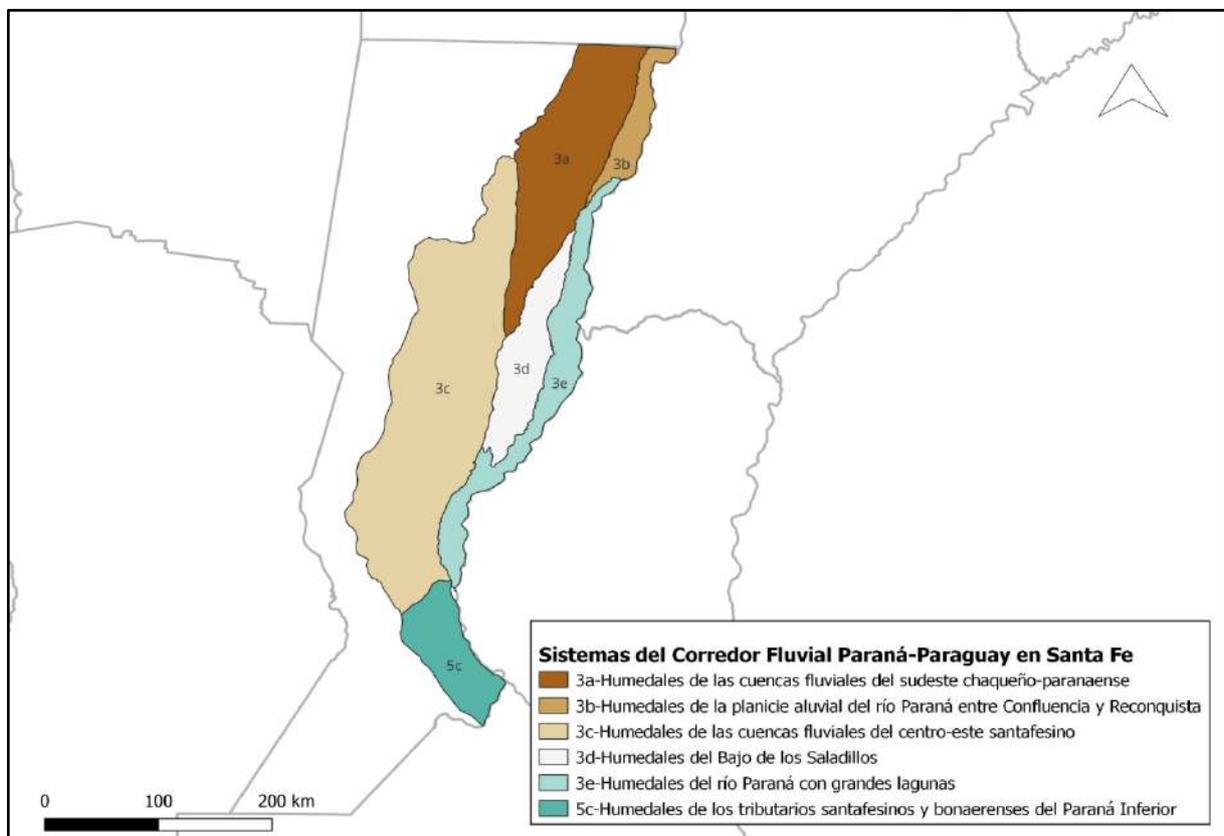
- Patrones de drenaje superficial.
- Génesis: geología y modelado del relieve.
- Expresión regional de inundación o anegamiento de carácter extraordinario.



**Figura 3.** Sistemas de Paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná Paraguay según Minotti et al. (2013), recuperado del Inventario de Humedales de la Región del Complejo Fluvio-Litoral del Bajo Paraná (Benzaquen et al., 2013).

Para la provincia de Santa Fe, Benzaquen et al. (2013), reconocen los siguientes Sistemas de Paisajes de humedales: Humedales de las cuencas fluviales del sudeste chaqueño-paranaense (3a), Humedales de la planicie aluvial del río

Paraná entre Confluencia y Reconquista (3b), Humedales de las cuencas fluviales del centro-este santafesino (3c), Humedales del Bajo de los Saladillos (3d), Humedales del río Paraná con grandes lagunas (3e), Humedales de los tributarios santafesinos y bonaerenses del Paraná Inferior (5c) (figura 4).



**Figura 4.** Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Paraná - Paraguay, en la provincia de Santa Fe, modificado de Benzaquen et al. (2013).

- **3a-Humedales de las cuencas fluviales del sudeste chaqueño-paranaense:** El sistema, ubicado al noreste de la provincia, presenta redes hidrográficas bien definidas que drenan un área que estuvo sujeta a acciones eólicas de deflación y fluviolacustres, la cual conforma la matriz terrestre de este sistema de paisajes. Los sectores funcionales registrados fueron:
  - a) Colectores principales activos, con cursos bien definidos, meandriformes y de bajo orden, con bancos laterales semicirculares

de arena. Alcanzan el Paraná atravesando dos terrazas fluviales bien definidas.

b) Paleoredes de drenaje con patrón de drenaje subparalelo a dendrítico en parte. En épocas de crecientes se forman lagunas y las aguas son captadas por los cursos activos y drenadas hacia el Paraná.

c) Esteros y bañados que forman las cabeceras del sistema de paleovalles, sin bordes marcados, con espejos de agua cubiertos por gramíneas.

d) Cubetas u hoyas circulares de distintos tamaños, ubicadas en los interfluvios actuales, pero alineadas sobre esterios o paleocauces colmatados cuyo cauce está ahora mal definido.

- **3b-Humedales de la planicie aluvial del río Paraná entre Confluencia y**

**Reconquista:** Ocupa la planicie aluvial del río Paraná entre su confluencia con el Paraguay, hasta la línea que une la desembocadura del riacho San Jerónimo en Santa Fe con la ciudad de Goya en Corrientes. El paisaje está compuesto por los siguientes sectores funcionales:

a) El curso principal del Paraná, sus bancos e islas de cauce, y franjas de islas adosadas recientemente, que conforman el eupotamon.

b) Brazos activos del Paraná con sus fajas aluviales, siempre conectados con el curso principal, como el San Javier y el San Jerónimo.

c) Planicies colmatadas en sedimentos con fajas de cursos abandonados localizadas en un nivel de terraza superior formando el llamado paleopotamon, que sólo se conecta con el curso principal durante crecientes extraordinarias.

d) Una planicie colmatada en sedimentos, con fajas de cursos abandonados y otros provenientes de las márgenes continentales que continúan utilizando dichas paleofajas, que se conecta en las crecientes ordinarias, conformando el llamado plesiopotamon.

e) Los ambientes lénticos como bañados y lagunas.

f) Ambientes lótico-lénticos como madrejones, cursos inactivos y tributarios de las márgenes continentales.

- **3c-Humedales de las cuencas fluviales del centro-este santafesino:** El límite oeste es un bloque tectónico elevado -Bloque de San Guillermo. Se extiende desde la cuenca inferior del río Salado de Santa Fe, hasta la cuenca inferior del río Carcarañá. El paisaje está compuesto por los siguientes sectores funcionales:

a) Paleofajas drenadas por cañadas y cursos inactivos, como la cañada de Carrizales o la del arroyo Monje.

b) Paleofajas drenadas con cursos activos de distinto tamaño; se destaca el curso del Salado por su gran planicie aluvial. El arroyo Aguiar es el último hacia el norte que drena las paleofajas, pero desemboca en la laguna Setúbal.

c) Hoyas de deflación de los interfluvios; tienen entre 200 a 500 m de diámetro, se encuentran prácticamente colmatadas y presentan profundidades que en general no exceden los 20 ó 30 cm, pero algunas pueden llegar hasta 1 m, y conservar agua aún en épocas secas, por aportes freáticos.

d) Bañados con tacurúes e isletas de leñosas sobre viejos hormigueros de hormigas del género Atta.

- **3d-Humedales del Bajo de los Saladillos:** Es una zona deprimida e inundable de 35 a 40 km de ancho, cuyo límite sur lo constituye el complejo de lagunas El Capón-Setúbal (sistema 3e) con el delta del arroyo Leyes. Se encuentra separada del Paraná actual por el llamado Albardón Costero que es, en realidad, un remanente alargado de un campo de dunas longitudinales. La matriz terrestre de este sistema de paisajes está formada por un conjunto de paleofajas originadas en viejas planicies del Paraná, que conforman una superficie con sentido general de drenaje norte-sur. El modelo de drenaje característico de este sistema de paisajes está compuesto por los siguientes sectores funcionales:

a) Faja del Saladillo Dulce. Está ubicada en la parte central de la unidad y presenta canales meandriiformes tortuosos que corren sobre un paleocauce meándrico que puede seguirse a lo largo de unos 70 km, con dimensiones similares a las del curso principal del Paraná actual. Está colmatado, con la superficie actual sólo unos centímetros por debajo de la superficie general, con presencia de unas pocas lagunas someras relativamente pequeñas.

b) Faja del Saladillo Amargo. Discurre sobre el borde occidental del sistema, sobre una faja aluvial de ancho muy irregular donde se integran el curso activo del río, paleocauces de cauce múltiple y lagunas de distintos tamaños de forma rectangular como las lagunas del Cristal, Redonda, del Plata y otras.

c) Fajas intermedias con rellenos de paleovalles, con lagunas alineadas meridionalmente, rectangulares o elongadas en sentido norte-sur.

d) Paleocauces meandriiformes que recorren el sector oriental de la unidad en sentido noreste-suroeste. Estos paleocauces pueden

*haber constituido brazos secundarios del Paraná como el actual Colastiné. El límite este desde la mitad del sistema hasta Helvecia, está separado del Paraná actual por un conjunto de remanentes de un cuerpo de dunas longitudinales. Los bajos entre esos remanentes llegaban en épocas históricas hasta los Saladillos, siendo afectados por crecidas extraordinarias como las de 1966 y de 1983, pero este funcionamiento ha sido interrumpido por alteos sucesivos de la Ruta Provincial N° 1 y el desarrollo de terraplenes en establecimientos arroceros.*

*e) Canalizaciones y ambientes de arrocera ubicados entre el río San Javier y el Saladillo Dulce, con mayor superficie cubierta en las cercanías de la localidad de San Javier.*

- **3e-Humedales del río Paraná con grandes lagunas:** *El sistema se caracteriza por presentar una mayor proporción de su superficie ocupada por mosaicos de ambientes acuáticos de tipo plesio y parapotamon, que junto con los ambientes del curso principal (eupotamon) le confieren a esta unidad una naturaleza predominantemente acuática. Esta matriz principal es acuática en años normales y de crecientes extraordinarias, pero puede tornarse terrestre durante sequías extremas o prologadas. El modelo de drenaje está compuesto por los siguientes sectores funcionales:*

*a) El curso principal del río Paraná, sus bancos e islas de cauce, y franjas de islas adosadas recientemente.*

*b) Brazos activos del río Paraná con sus fajas aluviales, siempre conectados con el curso principal, como el Colastiné o el Coronda.*

*c) Una planicie aluvial llena de grandes lagunas, en proceso de relleno con derrames laterales y deltaicos del Paraná, sus brazos y*

*cursos secundarios, que se conectan en las crecientes ordinarias y la cubren completamente en extraordinarias.*

*d) Grandes lagunas y bañados en sus sectores deprimidos. e) Ambientes lótico-lénticos como madrejones, cursos inactivos y tributarios de las márgenes continentales.*

- **5c-Humedales de los tributarios santafesinos y bonaerenses del Paraná Inferior.**  *Este sistema de humedales presenta una matriz netamente terrestre, dada por una planicie de dominio pampeano, con una fuerte impronta de sedimentos eólicos (loess). Está caracterizada por la presencia de paleoredes de drenaje de orientación general noroeste-sureste, de diseño rectangular y flabeliforme que presentan cauces funcionales en sus tramos inferiores. Hacia la desembocadura de los cursos existen saltos de desnivel variable, interpretado por algunos como saltos de origen tectónico, dados por afloramientos rocosos, y por otros, como resultado de la acción erosiva por cambios en el nivel de base debido a la última ingresión marina (Ramonell et al. 2010). El paisaje está compuesto por los siguientes sectores funcionales:*
  - a) Pequeños bañados de cabeceras.*
  - b) Cursos activos cuyos tramos inferiores presentan cascadas ubicadas entre 1 a 5 km de la desembocadura del Paraná, como el arroyo del Sauce, del Medio, Ludueña, Saladillo, Frías, Seco, Pavón, Ramallo, y de las Hermanas. Este segmento inferior es dependiente y está regido por la dinámica hídrica del Paraná.*
  - c) Planicies de inundación de los cursos activos superiores y medios amplias, que ahora no son funcionales.*

*d) Hoyas de deflación o cubetas circulares en los interfluvios, junto a paleocursos rectilíneos de bajo orden que constituían las cabeceras de las paleoredes de drenaje.*

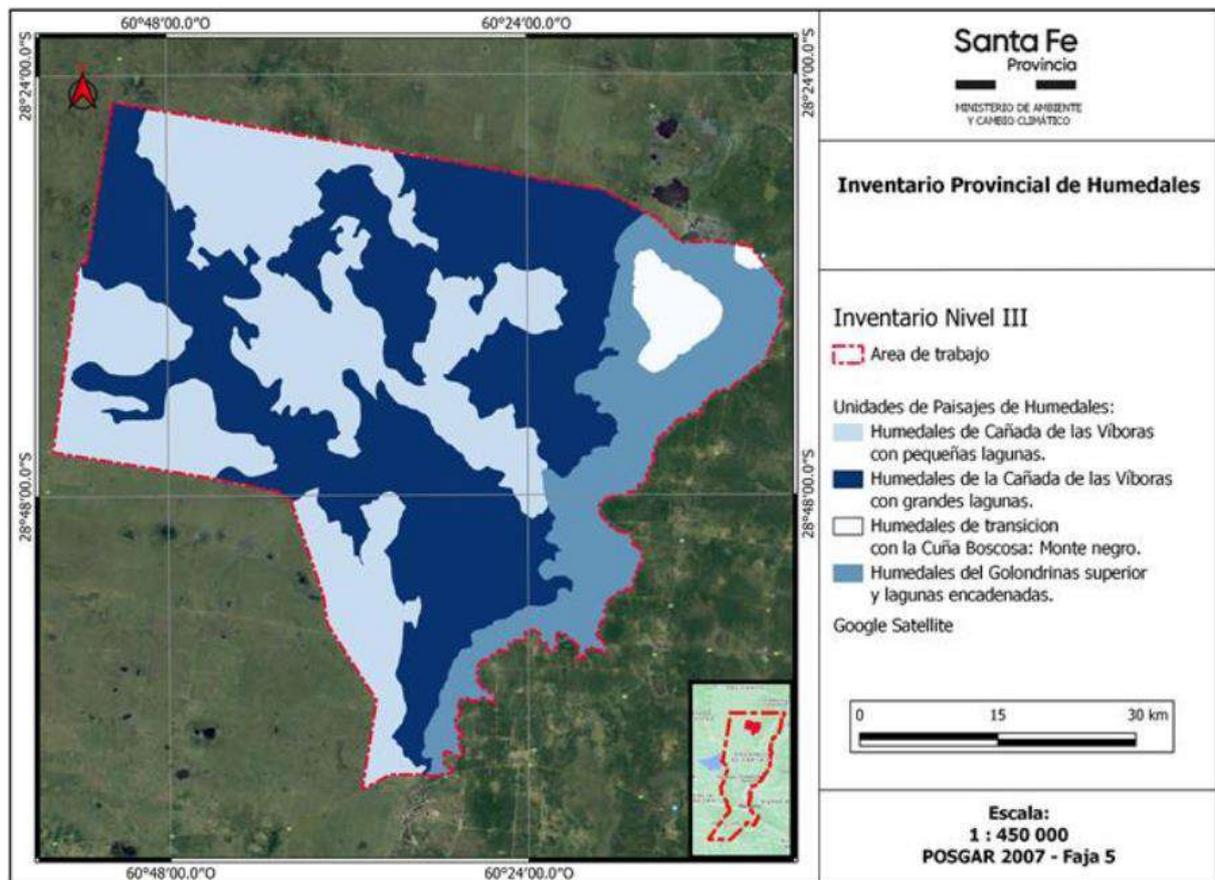
*e) Numerosas canalizaciones antrópicas de origen agropecuario y vial.*

Para completar el Nivel II de la provincia en cuestión, el objetivo de este trabajo es clasificar los Sistemas de Paisajes de Humedales de la zona occidental de Santa Fe.

### 3.3 NIVEL III - UNIDADES DE PAISAJES DE HUMEDALES

En el año 2023, el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe culmina el documento "Inventario Provincial de Humedales: Unidades de paisaje de humedales de una zona de los Bajos Submeridionales" donde se proponen como objetivo realizar la identificación y delimitación de las Unidades de Paisaje de Humedales (Nivel III) del INH de un sector de los Bajos Submeridionales ubicado dentro del departamento de Vera. Dicha región se encuentra limitada al norte con la Ruta Provincial N° 31, al oeste con la Ruta Provincial N° 13, al suroeste limita con la Ruta Provincial N° 32, hacia el sur con la Ruta Provincial N° 40, en dirección este con la ecorregión denominada Cuña Boscosa, y el Arroyo Golondrinas. Las unidades de paisajes de humedales definidas en este nivel fueron clasificadas debido a su homogeneidad según variables como formas de relieve, génesis y modelado del relieve, patrones de inundación y/o anegamiento, y patrones de vegetación. Como resultado se mencionan las cuatro Unidades descriptas en el documento: humedales con Cañada de las Víboras con pequeñas lagunas, humedales de la Cañada de las Víboras con grandes lagunas, humedales de transición con la Cuña Boscosa: Monte Negro y por último humedales del Golondrinas superior y lagunas encadenadas (figura 5) (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe,

2022). A su vez, enmarcado en el Nivel III, se encuentra en desarrollo la delimitación de Unidades de Paisaje de Humedales del valle de inundación del río Paraná desde Santa Fe capital hasta el límite con Chaco.



**Figura 5.** Identificación y delimitación de las Unidades de Paisaje de Humedales (Nivel III) del INH de un sector de los Bajos Submeridionales recuperado del Inventario Provincial de Humedales: "Unidades de paisaje de humedales de una zona de los Bajos Submeridionales" (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, 2023).

### Capítulo 4. ABORDAJE METODOLÓGICO

Para poder contemplar en el estudio de los Sistemas de Paisajes de Humedales de Santa Fe sus características distintivas, como su dinámica en el tiempo y en el espacio, se ha decidido utilizar un enfoque que combina e integra los aspectos geológicos y geomorfológicos con las variables ecológicas e hidrológicas para comprender cómo la dinámica del agua y la forma del terreno influyen en el funcionamiento del sistema

Tomando como referencia el documento de Semeniuk y Semeniuk, (1995) y contemplando a su vez, la propuesta de clasificación funcional de humedales basada en criterios hidrogeomórficos de Brinson (1993), la clasificación de Sistemas de Paisajes de Humedales fue en base a:

- el entorno geomorfológico/posición topográfica;
- la fuente dominante de agua;
- la hidrodinámica en la cual se tiene en cuenta el movimiento del agua, tanto su dirección como también la velocidad que presenta su movimiento dentro del humedal o hacia otros ecosistemas.

Los aspectos hidrogeomorfológicos son determinantes en los servicios ambientales que los humedales ofrecen, por lo que las variaciones en la hidrología, como puede ser la alternancia entre períodos de sequía e inundación, hace que se observen cambios significativos en las características ecológicas y la apariencia espacial de los humedales.

A continuación, se realiza una descripción de las principales variables tenidas en cuenta para la distinción de los Sistemas de Paisajes de Humedales de la porción oeste de la provincia de Santa Fe:

#### 4.1 GEOMORFOLOGÍA DE SANTA FE

Para definir los Sistemas de Paisaje de Humedales nos enfocamos en la geomorfología como un factor dinámico preponderante en la distribución de los humedales, de acuerdo al trabajo realizado por Lisenby *et al.* (2019). Para comprender la dinámica de los humedales es clave entender las relaciones procesos-forma de relieve y los cambios en los umbrales de equilibrio que controlan las geoformas ya sean por causas de origen natural y/o antrópica (Pereyra *et al.*, 2022).

El modelado geomorfológico está determinado principalmente por la geología y el clima. Ambas variables, las cuales pueden variar con el tiempo, son factores determinantes sobre el relieve. Los aspectos geológicos comprenden la litología, la estructura (fallas, pliegues y rasgos menores), así como la tectónica, o sea la dinámica de la corteza determinada por la tectónica de placas. Con respecto al clima, condiciona esencialmente el accionar de los procesos geomorfológicos (fluvial, glaciario, eólico, etc.), sus modalidades, intensidades y variabilidad (Pereyra, 2018).

El territorio santafesino se extiende casi en su totalidad sobre la pampa levantada u ondulada, a excepción del sudoeste de la provincia que se encuentra sobre la pampa hundida o pampa de las lagunas, separadas por la geofractura Tostado - Selva (Pasotti, 2000). En el mapa de regiones geomorfológicas de Pereyra (2018), las regiones que abarca Santa Fe son: los Bajos Submeridionales al norte y centro de la provincia, la llanura occidental santafecina al oeste, la llanura oriental santafecina al este, aledaña a las planicies y terrazas fluviales del río Paraná, la Pampa ondulada al sudeste y por último la pampa endorreica al suroeste.

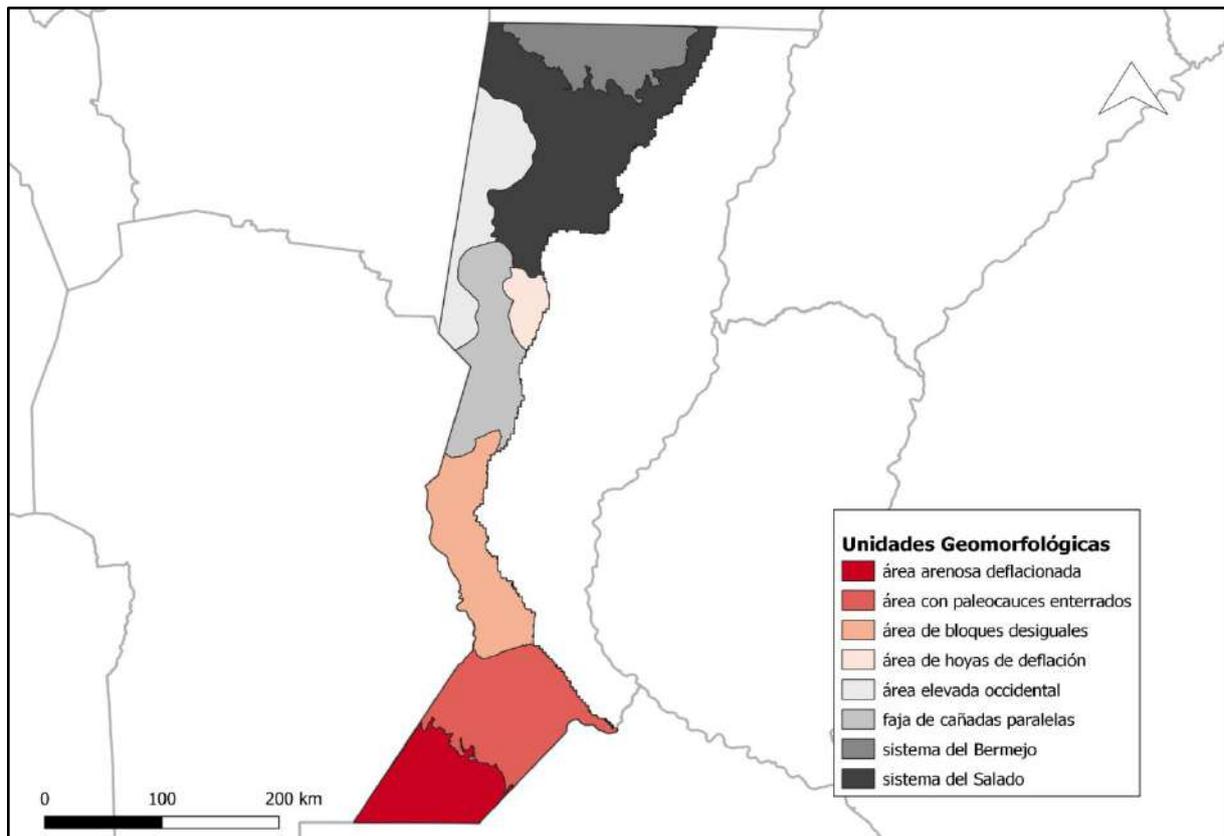
La bibliografía utilizada para definir las unidades geomorfológicas de nuestra zona de estudio fue la propuesta por Iriondo (1987), que divide a la provincia de Santa Fe en dos grandes dominios, el Fluvial y el Eólico. El Dominio Fluvial abarca la

porción noreste y se caracteriza por la acumulación de sedimentos transportados y depositados por los ríos Paraná, Salado y Bermejo a lo largo del tiempo.

Dentro de cada Sistema Fluvial (Bermejo, Salado y Paraná) perteneciente al "Dominio Fluvial", se han identificado unidades geomorfológicas específicas. El sistema del Salado se ha subdividido en: Área de Derrames, Planicie de Lagunas Irregulares, Cañada de las Víboras y Área de Cauces Antiguos. El del Bermejo en Área de Derrames y Área Elevada de Gato Colorado. Por último, el sistema del Paraná se ha subdividido en: Paleocauce Golondrinas-Calchaquí, Bajo de Los Saladillos, Faja con Relieve de Reconquista, Área Plana de Vera y Llanura Aluvial Actual. Cabe aclarar que el Sistema del Paraná fue abordado en su totalidad en el documento del Corredor Paraná - Paraguay.

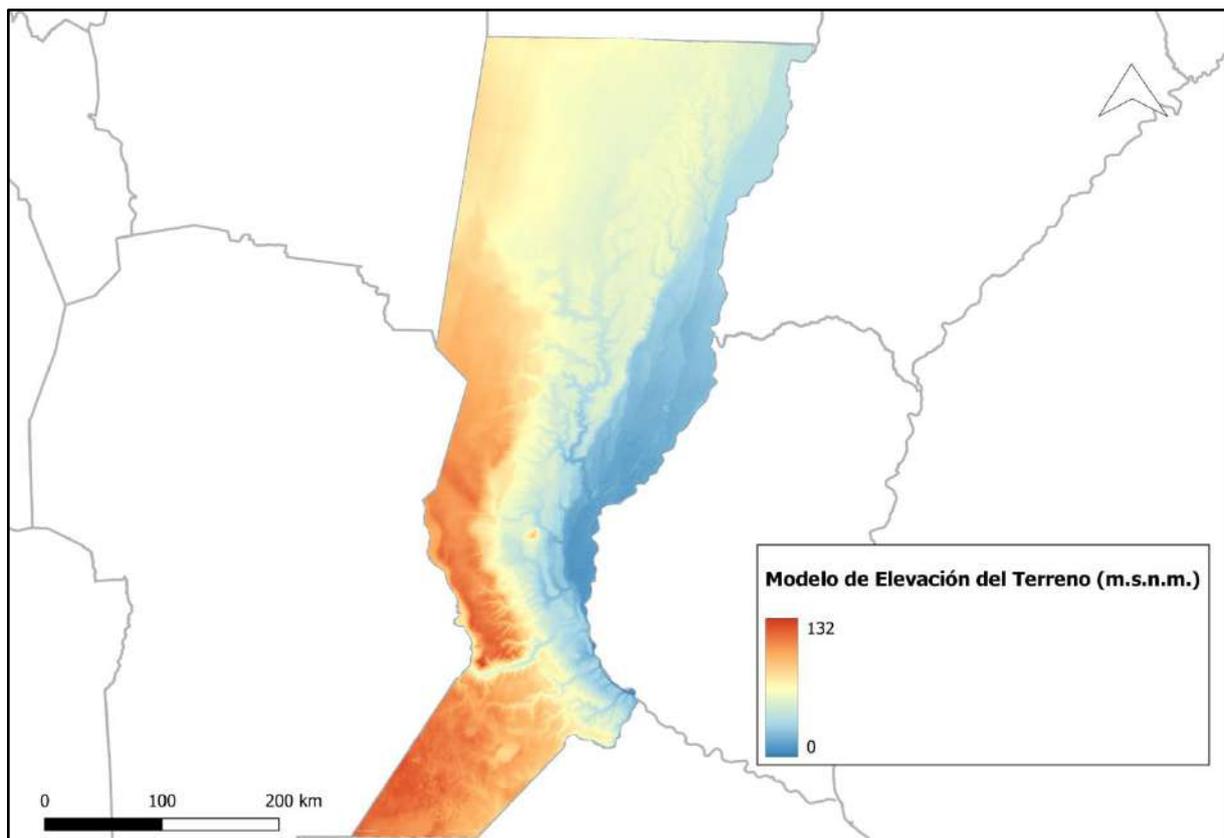
En cuanto al "Dominio Eólico" que se encuentra en el centro y sur de la provincia, está compuesta por sedimentos eólicos depositados durante el Pleistoceno tardío, en una época más seca que la actual. La mayor parte de estos sedimentos son limos loésicos y se han identificado facies eólicas y facies palustres. El Dominio a su vez se subdivide en una Región Loéssica y una Región Arenosa. La Región Loéssica se divide en: Área Elevada Occidental, Área de Bloques Desiguales, Hoyas de deflación, Cañadas Paralelas y Área con Paleocauces Enterrados. La región arenosa abarca la zona sur de la provincia y está compuesta por un sistema de dunas, formadas por arena fina y muy fina. Las unidades geomorfológicas de la provincia de Santa Fe están representadas en la figura 6.

Ambos dominios forman parte de sistemas más extensos dentro de la llanura argentina. A su vez, la Neotectónica ha tenido un impacto evidente en la llanura santafesina, con la identificación de fracturas de diferentes órdenes. Además, los cambios climáticos que han ocurrido durante el Pleistoceno y el Holoceno han tenido una influencia significativa en los ríos, los patrones de viento y los procesos de formación de suelos en esta región.



**Figura 6.** Geomorfología de la zona de estudio (región occidental de Santa Fe) propuesta por Iriondo (1987).

La geomorfología y la topografía, representada en este trabajo con Modelo de Elevación Digital (DEM) (figura 7), desempeñan un papel esencial en la comprensión de la historia y la configuración de la superficie terrestre, lo que resulta fundamental para la gestión del ambiente. La geomorfología proporciona la base conceptual y teórica sobre cómo se han forjado las características del terreno, mientras que la topografía utiliza herramientas y técnicas de medición para recopilar datos detallados sobre la topografía actual, constituyendo un factor determinante en la dinámica y movimiento del agua.



**Figura 7.** Modelo de Elevación Digital (DEM) realizado a partir del Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina versión 2.1 del Instituto Geográfico Nacional (Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina, 2021).

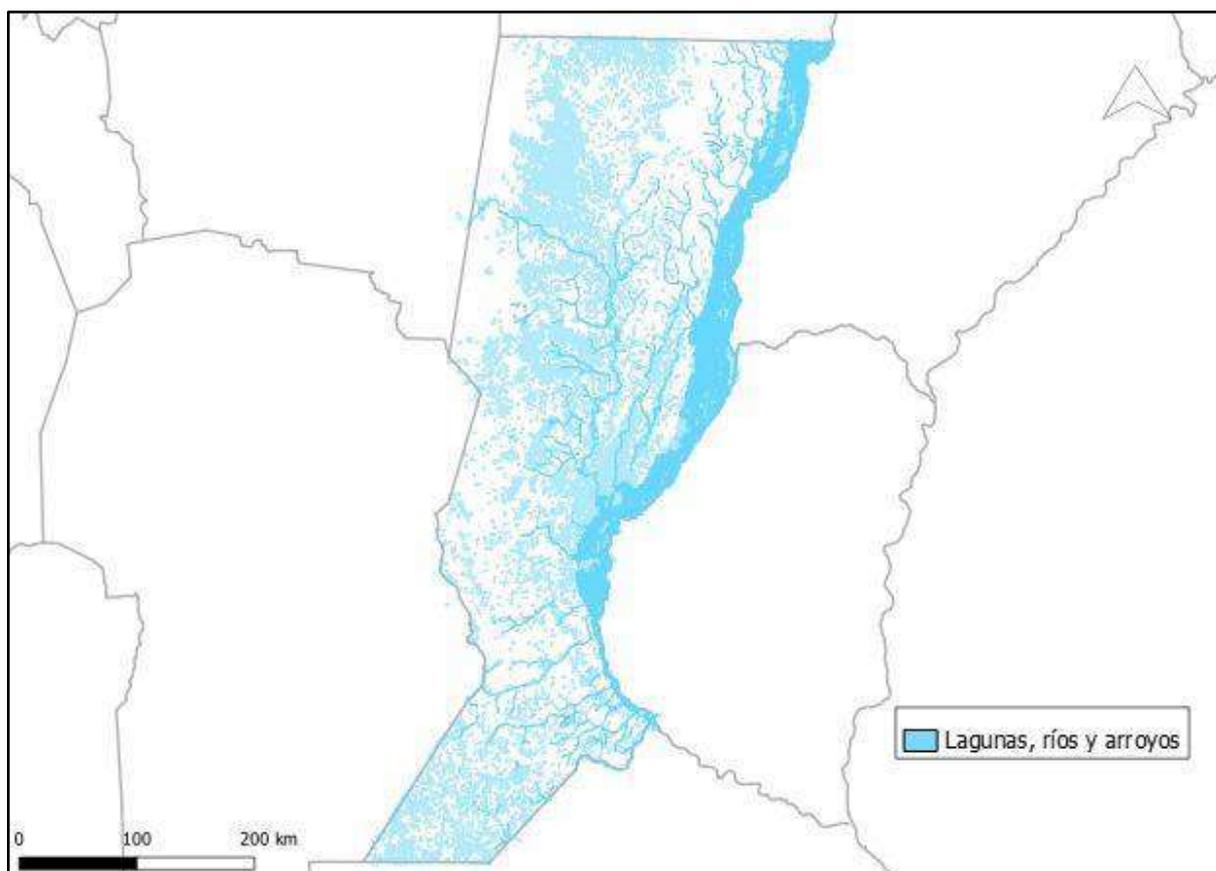
#### 4.2 HIDROLOGÍA DE SANTA FE

La baja pendiente topográfica es una característica determinante en la provincia de Santa Fe. Esta condición dificulta notoriamente el escurrimiento superficial y por consiguiente los anegamientos en períodos lluviosos y su persistencia en el terreno durante lapsos prolongados (Auge, 2004). Generalmente, las redes de drenaje de las llanuras están compuestas por lagunas o cuerpos de agua que se conectan cuando superan su capacidad de almacenamiento (Kovacs, 1978).

En el norte y noroeste de la provincia, las aguas son lentamente encauzadas hacia los arroyos Golondrinas y Calchaquí o al río Salado. En la zona central y el sector este, un intrincado sistema de cañadas drena hacia el río Paraná. En la porción sur, ríos y arroyos liberan sus aguas en el río Paraná, mientras que el sudoeste se destaca por sus cuerpos de agua lénticos, alguno de ellos endorreicos, otros se

conectan entre sí hasta desaguar en ríos ubicados en la provincia de Buenos Aires como el río Salado o Arrecifes (figura 8).

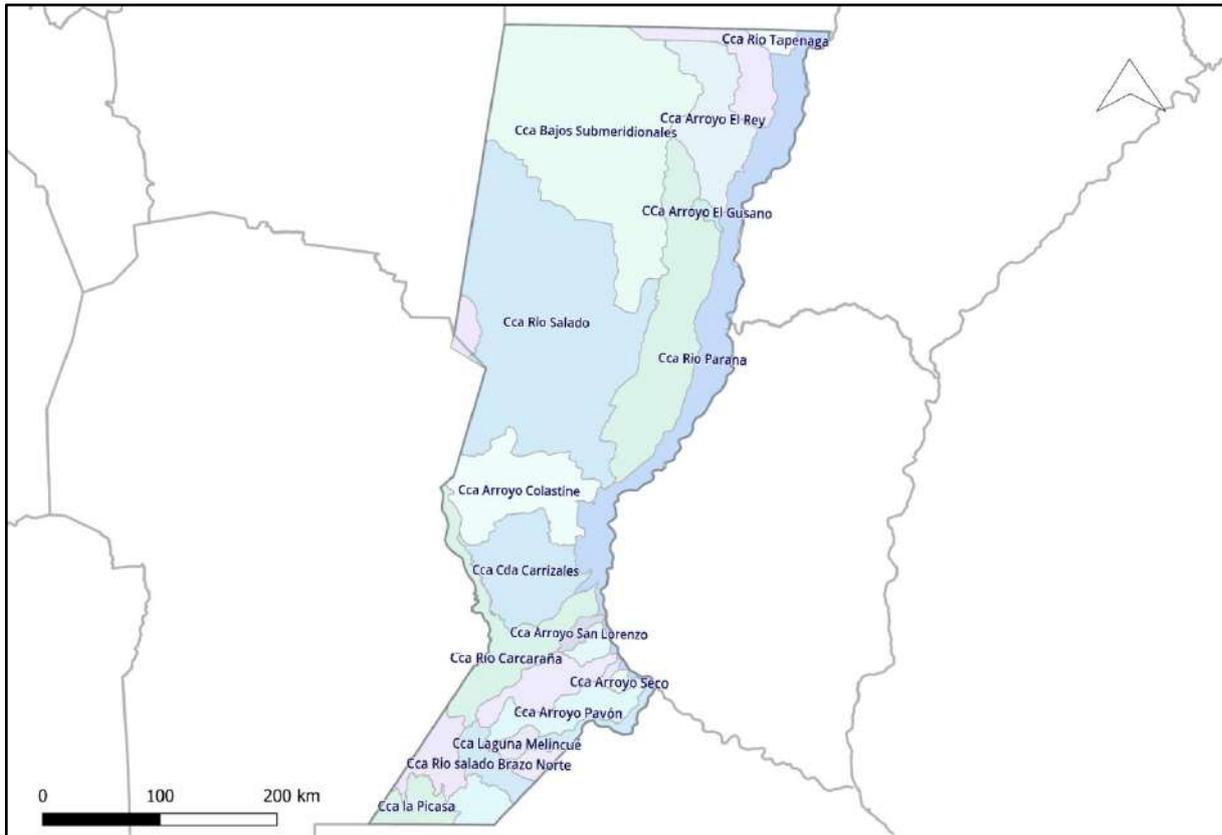
La red hidrográfica en general es muy escasa, destacándose en el límite este, por su caudal e importancia el río Paraná, que en su ribera se asientan ciudades como Santa Fe, Coronda, Fray Luis Beltrán, Rosario, Villa Constitución, etc. Otros ríos de menor caudal y trascendencia son el Salado y el Carcarañá. La concentración de la red hidrográfica sumado a los escasos caudales y la mala calidad de las aguas superficiales, ya sea por elevada salinidad o por contaminación, ocasiona que la mayoría de las zonas urbanas y rurales de la provincia deban abastecerse con agua subterránea. Otra característica que distingue a Santa Fe son los excedentes y déficit hídricos. En el sector occidental de la provincia predominan los déficits hídricos leves en el balance, teniendo en cuenta valores medios de precipitaciones y evaporación real, mientras que en el oriental lo hacen los excesos. Esta situación ejerce un control significativo en el comportamiento hidráulico y químico del agua subterránea (Auge, 2004).



**Figura 8.** *Lagunas, ríos y arroyos de Santa Fe. Elaborado a partir de información obtenida del servidor Web de Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF).*

Cabe destacar que muchas vías de escurrimiento han sido objeto de numerosas intervenciones (canales antrópicos) que han modificado el esquema estructural y funcional de los ecosistemas originales y las dinámicas hídricas propias de estos sistemas para acelerar la velocidad de drenaje.

En cuanto a las cuencas que cubren la provincia (figura 9) se observa en el noroeste y centro dos cuencas de gran extensión, los Bajos Submeridionales y la cuenca del río Salado, que colectan el exceso hídrico de gran parte de Santa Fe y además de provincias aledañas (Chaco y Santiago del Estero). En contraste a esta dinámica del agua, en el extremo sur, se presentan cuencas de menor tamaño que las ubicadas al norte. Muchas de estas cuencas desembocan en el río Paraná mientras que otras (las ubicadas en el sudoeste) son endorreicas, compuestas por lagunas salobres que alternan con lomadas medanosas (Biasatti *et al.*, 2016).



**Figura 9.** Cuencas hidrográficas de Santa Fe. Elaborado a partir de información de la Secretaría de Aguas, Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, obtenida del servidor Web de Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF).

#### 4.3 SUELOS DE SANTA FE

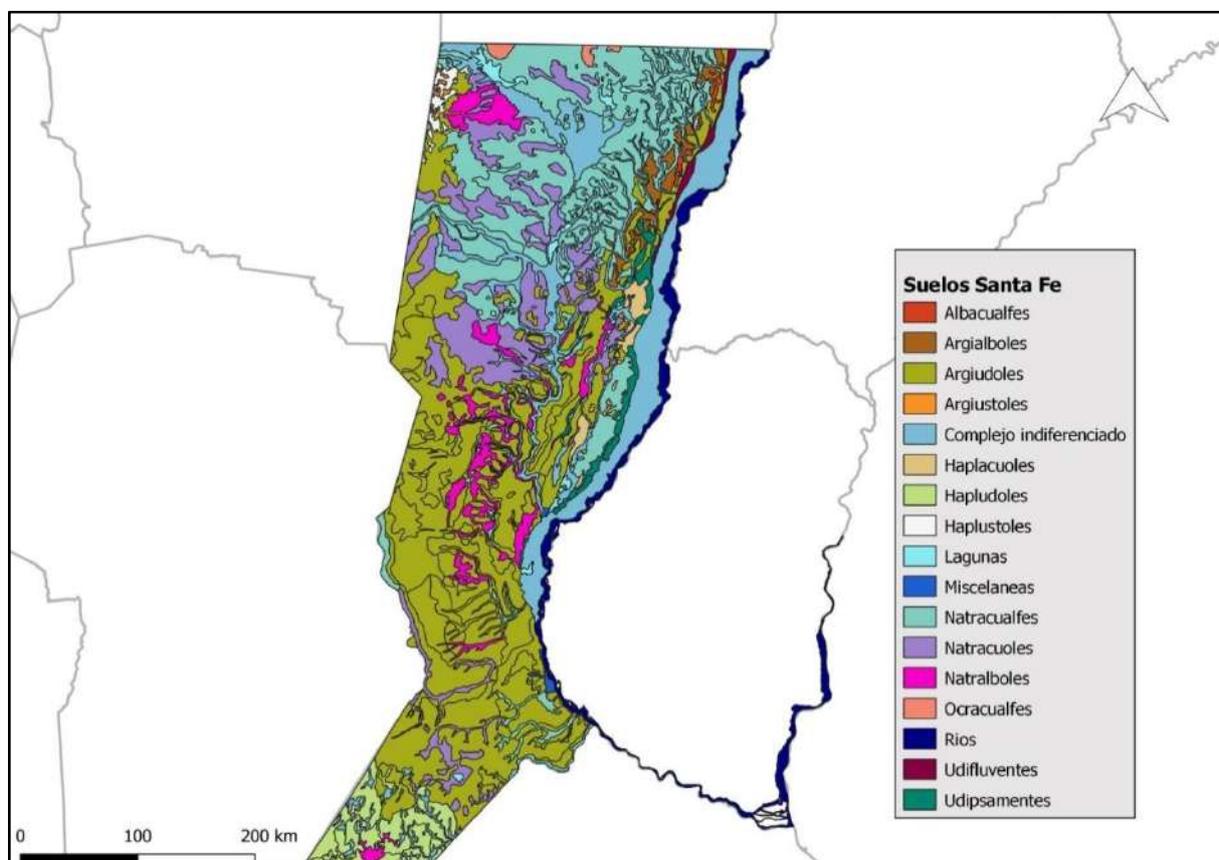
Tal como se menciona en el Documento del Nivel I del Inventario de Humedales de Santa Fe, el hidromorfismo en el suelo es un determinante de la presencia de un humedal. Se define como suelo hidromórfico a aquel que es afectado por exceso de humedad en algún momento del año (Quiroga *et al.*, 2018). Las inundaciones prolongadas, influenciadas por factores geomorfológicos e hidrológicos, provocan un exceso de agua en el suelo que desencadena procesos bio-geoquímicos responsables de la formación de suelos hidromórficos. La identificación de estos suelos se basa en diversos indicadores. Algunos de estos indicadores son evidentes a simple vista, como el tipo de vegetación, la ubicación topográfica y las características redoximórficas. Otros indicadores son medibles, mientras que algunos carecen de manifestaciones morfológicas, como el nivel de saturación del suelo.

La formación de suelos hidromórficos está estrechamente ligada a la reducción de oxígeno en el perfil del suelo debido a la entrada de agua en los poros del suelo. Esta situación puede tener varios efectos. En primer lugar, en suelos arcillosos, puede llevar a una expansión física que disminuye la permeabilidad. Además, la disminución del oxígeno afecta los procesos químicos aeróbicos, lo que resulta en un aumento significativo de los niveles de dióxido de carbono, cambios en el pH (que tiende hacia la neutralidad) y alteraciones en otros parámetros químicos. Ambos efectos contribuyen a la creación de condiciones de anaerobiosis en el suelo, y estas condiciones pueden establecerse en un período de tiempo variable, desde unos pocos días hasta alcanzar su máximo grado de reducción en sistemas influenciados por la actividad humana en aproximadamente 200 días (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, 2022).

En la provincia de Santa Fe se reconocen tres Órdenes de suelos (Alfisoles, Entisoles y Molisoles) subdivididos en siete Subórdenes (Acualfes; Fluventes y Psamentes; y Udoles, Arboles, Acuoles y Ustoles, respectivamente (figura 10). Se pueden reconocer, además, 13 Grandes Grupos y 26 Subgrupos. El 58,4% de los suelos son Molisoles, un 22,4% Alfisoles, un 1,8% Entisoles y un 17,4% está integrado por complejos indiferenciados, área insular, misceláneas y lagunas. Los Argiudoles representan el 35,4% de la provincia y los Natracualfes corresponden al 20,2%, presentándose en todos los departamentos. Los Udipsamentes y Udifluventes se disponen en la zona costera del Paraná, y en los departamentos Vera, San Justo, San Jerónimo, San Javier, General Obligado, Garay y La Capital (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990).

El 58,7% de los suelos poseen aptitud agrícola, mientras que el 41,3% restante es de aptitud ganadera (Clases V, VI, VII, VIII), ubicados principalmente en los departamentos al norte. El 16,1% de los suelos de la provincia tienen una aptitud agrícola (Clase I), sin restricciones, ubicándose en los departamentos, San Justo, San Lorenzo, La Capital, Las Colonias, Constitución, Iriondo, San Jerónimo, Belgrano,

Castellanos, San Martín. General Lopez y Caseros. El 10,3% es de agrícola-ganadero (Clase II) ubicados en el sur y centro de la provincia, en los departamentos San Lorenzo, Rosario, Iriondo, Constitución, Las Colonias, San Justo, San Martín, San Jerónimo, La Capital y Castellanos. Los suelos Clase III y IV, ganaderos-agrícolas, equivalen a un 32,3%, localizados principalmente en los departamentos San Cristobal, Garay, Las Colonias, 9 de Julio, Castellanos, San Jerónimo, San Justo, San Javier, General Lopez, General Obligado y San Martín. A pesar de que los suelos principalmente del centro y sur de la provincia son considerados fértiles, la intensificación y expansión de las actividades agrícola-ganaderas están provocando una acelerada degradación de este recurso (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990).



**Figura 10.** Suelos de la provincia de Santa Fe del Atlas de Suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990).

#### 4.4 UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS/ECORREGIONES DE SANTA FE

En la provincia de Santa Fe se encuentran representadas 5 ecorregiones: Pampa (en el sur), Espinal (centro), Chaco Húmedo (gran parte del centro-norte), Chaco Seco (extremo noroeste) y Deltas e Islas del Paraná (este) (Burkart *et al.*, 1999; Pensiero *et al.*, 2005; Biasatti, 2016). Morello *et al.* (2012) realiza una descripción detallada de las ecorregiones de Argentina; registrándose en el territorio de nuestro análisis, los siguientes Complejos:

##### **Ecorregión Chaco Seco**

Complejo Chaco Subhúmedo Central: comprende el oeste del departamento 9 de julio y el rincón noroeste de San Cristóbal, las comunidades características son bosque alto, abierto, con abras, incluye sábanas con parches de arbustos caducifolios y de bosques (isletas) muy inflamables.

##### **Ecorregión Chaco Húmedo**

- Subregión de la Gran Depresión Central

Complejo Bajos Submeridionales: ocupa la mitad occidental del departamento de Vera, la mitad oriental del de 9 de Julio, y el extremo Norte del de San Cristóbal. Más de las tres cuartas partes del área está cubierta de espartillares de *Sporobolus spartinus*, que disimulan las cubetas y lagunas temporarias pequeñas.

##### **Ecorregión Espinal**

- Subregión llanura chaco pampeana con algarrobo

Complejo Pampas Llanas Altas: ocupa gran parte del departamento Castellanos y Oeste de los departamentos San Cristóbal y San Martín, el Complejo está atravesado de SO a NE por una serie de cañadas interrumpidas paralelas. Estas cañadas forman bañados que las bordean. Algunos de los canales artificiales drenan estos bañados.

## **Ecorregión Pampa**

- Subregión de la Pampa Húmeda

Complejo Pampa Llana: el Complejo comprende gran parte de los departamentos San Martín y San Jerónimo, y bordes de los departamentos Iriondo, Belgrano, Las Corondas y Castellanos de la provincia de Santa Fe. La vegetación característica es el pastizal, el cual ha sido reemplazado en gran parte por cultivos y campos ganaderos. En parches aislados se encuentran matorrales o bosques bajos (llamados Monte), con especies leñosas del espinal.

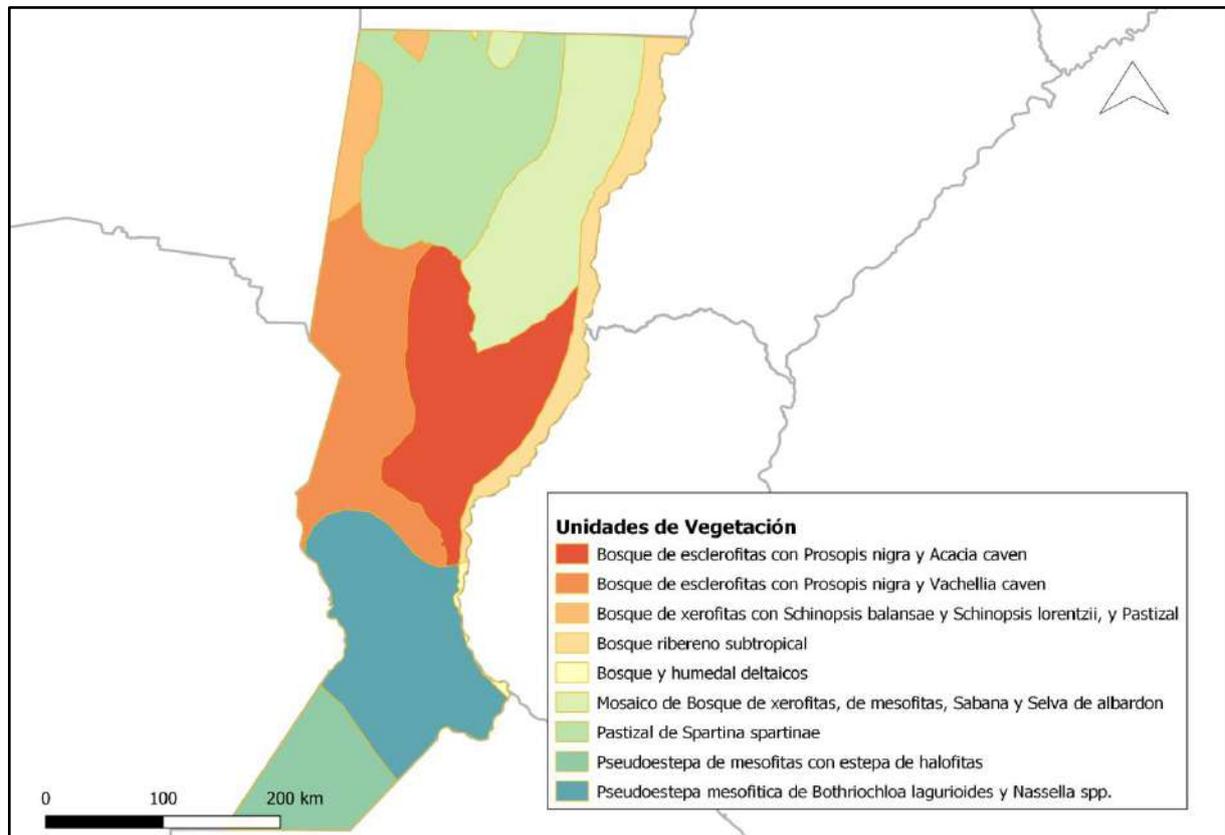
Complejo Pampa Ondulada: en la provincia de Santa Fe ocupa totalmente los departamentos Caseros, San Lorenzo, Rosario, San Nicolás y Constitución, gran parte de los departamentos Belgrano e Iriondo, y una delgada franja Norte del departamento General López. La vegetación natural predominante es el pastizal, también descritas como estepa gramínea, pseudoestepa gramínea o estepa pampeana.

- Subregión de la Pampa Subhúmeda

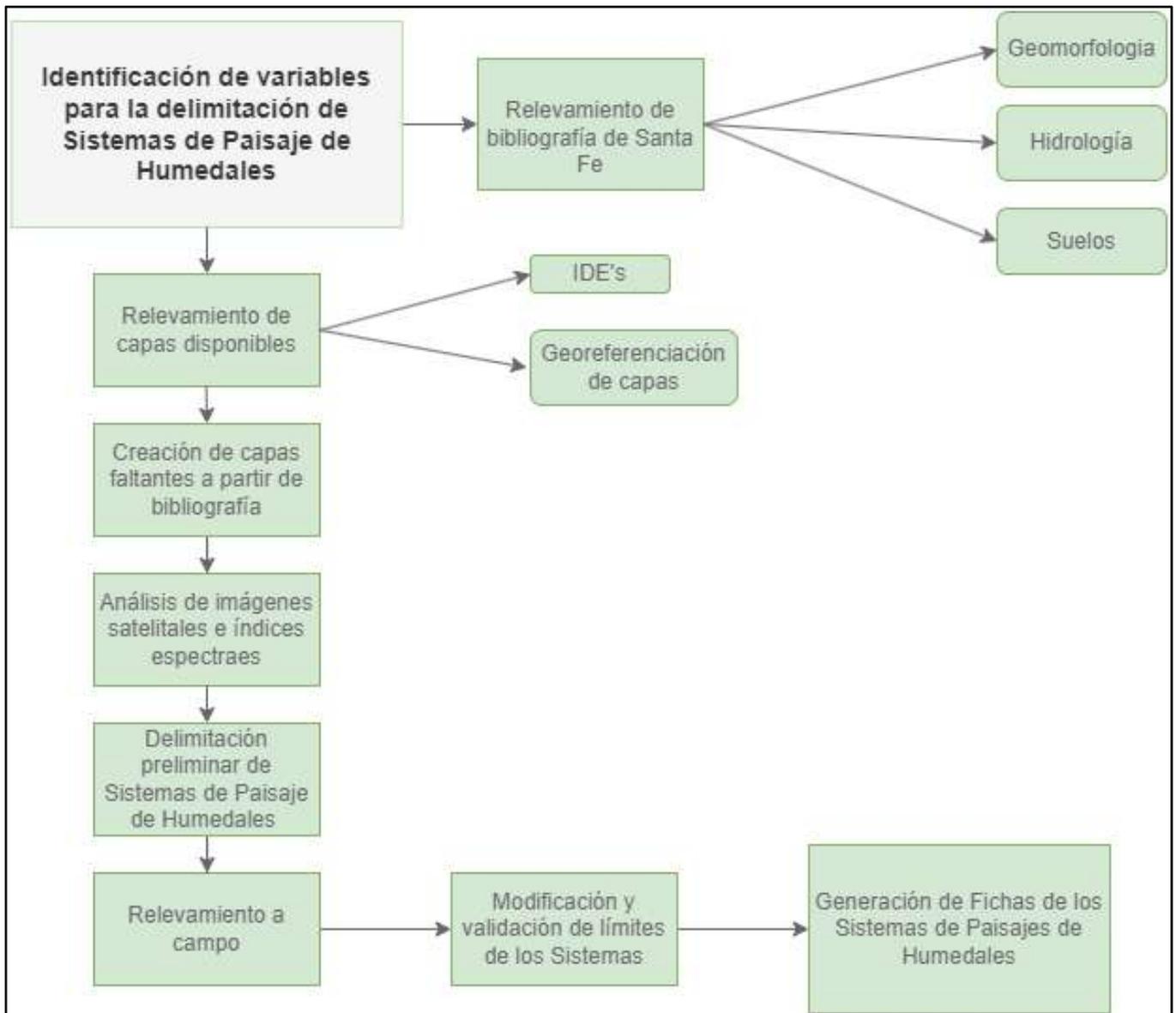
Complejo Pampa Arenosa: ocupa casi totalmente el departamento General López. Predominan los pastizales psamófilos, y se encuentran pastizales halófilos y pajonales en los sitios bajos y alrededor de las numerosas lagunas.

En cuanto a la vegetación, variable que nos brinda información sobre el tipo de suelo, la presencia de suelos hidromórficos, el régimen climático y los posibles disturbios frecuentes en el ecosistema, nos enfocamos en el trabajo de Oyarzabal *et al.* (2018) donde se describen el tipo fisonómico de vegetación y las dominantes florísticas de las unidades presentes en Argentina relacionadas con la geomorfología. La totalidad de nuestra área de análisis de la provincia de Santa Fe pertenece a la Región Neotropical, Dominio Chaqueño. Las provincias Fitogeográficas presentes son: Chaqueña, del Espinal y Pampeana. Y a una escala de mayor detalle, dentro de las provincias mencionadas anteriormente, las

unidades fitogeográficas, las cuales son el resultado de factores geográficos y climáticos se detallan en la figura 11.



**Figura 11.** Unidades fitogeográficas de Santa Fe, elaborado a partir de Oyarzabal et al.(2018).

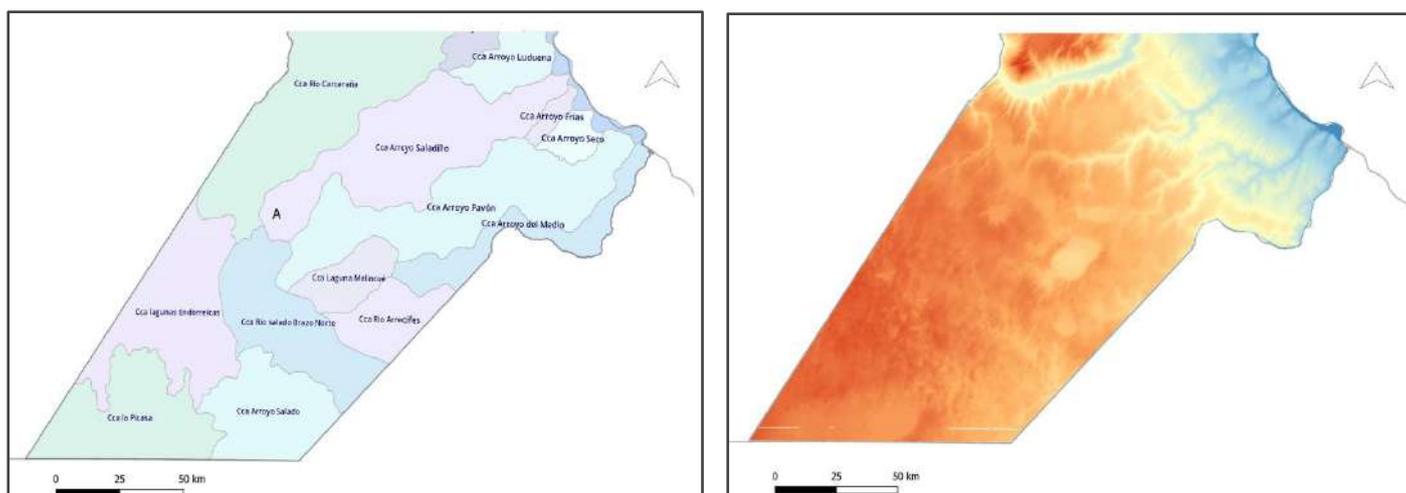


**Figura 12.** Diagrama de tareas realizadas para la realización de las fichas de Sistemas de Paisajes de Humedales.

## Capítulo 5. INTERPRETACIÓN, PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL E INSUMOS UTILIZADOS

La información recopilada, traducida en capas, junto a las capas adquiridas en servidores web, y la descarga y procesamiento de imágenes satelitales, fueron los insumos principales para la delimitación de los Sistemas de Paisajes de Humedales como se detalla en el diagrama de la figura 12.

Se utilizó como entorno de trabajo el Software QGIS. El marco de referencia geodésico adoptado fue el Sistema de Referencia Cartográfico (SRC) de Posiciones Geodésicas Argentinas 2007 (POSGAR 07) basado en la Proyección Gauss-Kruger, el cual divide el país en siete fajas meridianas. Cabe destacar que la Faja 5 es la correspondiente a la provincia de Santa Fe. Los tipos de datos utilizados son de tipo ráster (grilla) y vectoriales, y se utilizan los formatos Geotiff (ráster) y ESRI Shapefile (formato vectorial) (figura 13). Los resultados se presentan en formato vectorial.



**Figura 13.** Ejemplos de formatos vectoriales (izquierda, representación cuencas hídricas del sur de Santa Fe) y raster (derecha, modelo digital de elevaciones sur de Santa Fe).

### 5.1 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la sistematización de la información recopilada se recurrió a la georeferenciación o digitalización de la información espacial obtenida en la bibliografía. A su vez, se seleccionó información georeferenciada publicada por los diferentes organismos e instituciones públicas, provinciales y nacionales disponibles a través de servicios WFS y WMS. Además, se sumó material producto de la digitalización de bibliografía (tabla 3).

**Tabla 3.** Insumos utilizados en la delimitación de Paisajes de humedales de la provincia de Santa Fe.

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Dataset</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Resolución espacial o tamaño de pixel</b>	<b>Fuente</b>
	Elementos de drenaje superficial	Cursos y cuerpos de agua	Raster	-	IDESF
			Raster	-	IDESF
			Raster	1:500.000	SSRH (Subsecretaría de Recursos Hídricos). Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina Versión 2002.
		Cuencas	Raster	1:250.000	SSRH. (Subsecretaría de Recursos Hídricos). Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina. Versión 2010.
		Altimetría	Modelo de Elevación digital	Raster	30 m
<b>Patrones de drenaje superficial</b>	Imágenes satelitales	Landsat, Sentinel 2	Raster	10, 20, 30 m	USGS ESA Landviewer
<b>Áreas inundadas o anegadas durante crecientes y/o lluvias extraordinarias</b>	Imágenes satelitales de media y baja resolución	EVI, NDVI, NDWI, MNDWI	Raster	10 m	USGS ESA Landviewer
<b>Génesis del terreno</b>	Unidades geomorfológicas	Unidades geomorfológicas	Vector	-	Iriondo (1987)
	Unidades geológicas	Mapa Geológico Provincial de Santa Fe	Vector	Escala 1:750.000	SEGEMAR Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales.
		Suelos de la Provincia de Santa Fe	Vector	Escala 1:50.000	INTA
	Suelos	Suelos de la República Argentina	Vector	Escala :500.000	INTA

## 5.2 TELEDETECCIÓN APLICADA A LA IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES

El sensoramiento remoto o la teledetección definida por como “la técnica que permite obtener información a distancia de objetos sin que exista un contacto material, para esto es necesario que, exista algún tipo de interacción entre los objetos observados; situados sobre la superficie terrestre, marina o en la

atmósfera y un sensor situado en una plataforma”, constituyó una herramienta muy importante para la visualización de humedales en superficie. La composición de índices espectrales y las diversas bandas que proveen las misiones satélites, permitieron facilitar o realzar las diferencias para detectar la presencia de agua en los ecosistemas. Para esto se visualizaron imágenes satelitales principalmente de las misiones Landsat 8/9 y Sentinel 2, la resolución de las imágenes permitió registrar la integridad de nuestras zonas de estudio.

Los índices, definidos como operaciones aritméticas entre bandas, se elaboraron con el objetivo de crear una banda artificial que realce determinada superficie de interés aprovechando las diferencias reflectivas de las bandas involucradas (Chuvienco, 1995). Debido a que nuestra superficie de interés era principalmente la superficie cubierta por agua, los índices realizados fueron los siguientes:

- Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI) (McFeeters, 1996):

$$NDWI = \frac{V - IRc}{V + IRc}$$

- Índice de Agua de Diferencia Normalizada Modificado (MNDWI) (Xu, 2006):

$$MNDWI = \frac{V - SWIR2}{V + SWIR2}$$

- Índice de Extracción de Agua Automatizado (AWEI\_sh) (Feyisa *et al.*, 2014):

$$AWEI_{sh} = (A + 2.5 * V - 1.5 * (IRc + SWIR1) - 0.25 * SWIR2)$$

- Nuevo Índice de Agua (NWI) (Ding *et al.*, 2009):

$$NWI = \frac{(A - (IRc + SWIR1 + SWIR2))}{(A + (IRc + SWIR1 + SWIR2))}$$

- Índice de Ratio de Agua (WRI) (Shen y Li, 2010):

$$WRI = \frac{V + R}{IRc + SWIR2}$$

Donde A: Azul, V: Verde; R: Rojo; IRc: Infrarrojo cercano; SWIR1: Infrarrojo de onda corta 1; SWIR2: Infrarrojo de onda corta 2.

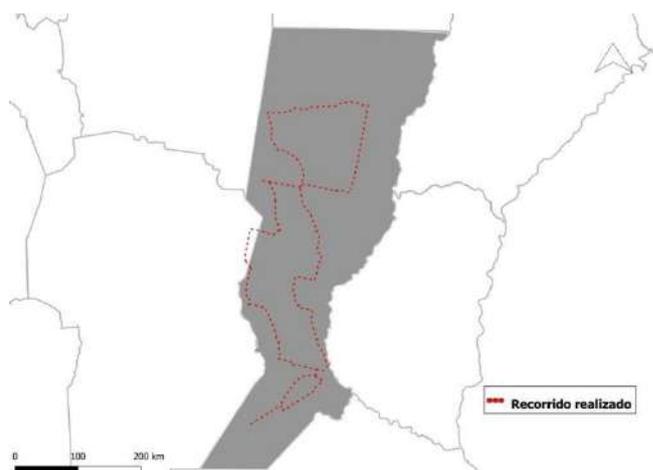
Para determinar las fechas de las imágenes satelitales a analizar, utilizamos imágenes de Google Earth con el objetivo de identificar períodos en los que se

presentó abundante agua en superficie, y de esta manera, poder observar cómo fue la dinámica, la permanencia y el drenaje en el terreno.

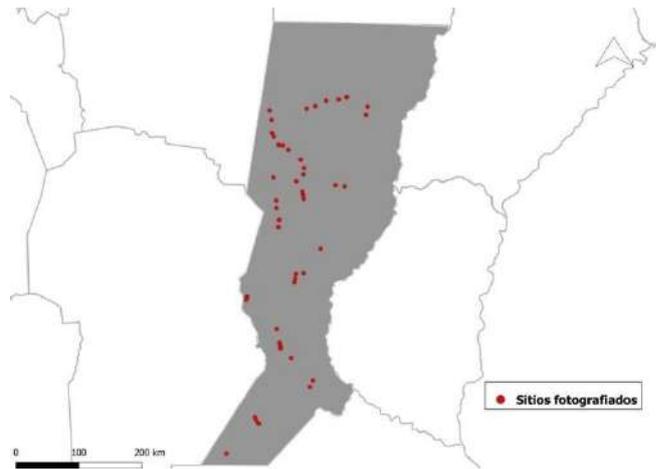
### 5.3 RELEVAMIENTO A CAMPO Y VALIDACIÓN

Definidos los Sistemas de Paisajes de Humedales en gabinete y utilizando como insumo las capas e imágenes satelitales, procedimos a planificar las rutas para el relevamiento a campo de la zona de estudio con el objetivo de identificar las zonas de humedales y validar o redefinir los límites establecidos para cada Sistema (figura 14). Para generar un registro de la información, se tomaron fotografías de los humedales característicos de cada Sistema (figura 15 y 16).

Al estar atravesando durante los últimos años un período de sequía generalizado en la provincia, a pesar de que existen zonas más afectadas que otras, se observó que un gran número de cuerpos de agua, arroyos y canales estaban secos. No obstante, su presencia permanecía marcada de forma evidente en el terreno, tanto por la salinidad observada en la superficie, como por la vegetación hallada.



**Figura 14.** Recorrido realizado para la validación a campo de los Sistemas de Paisajes definidos.

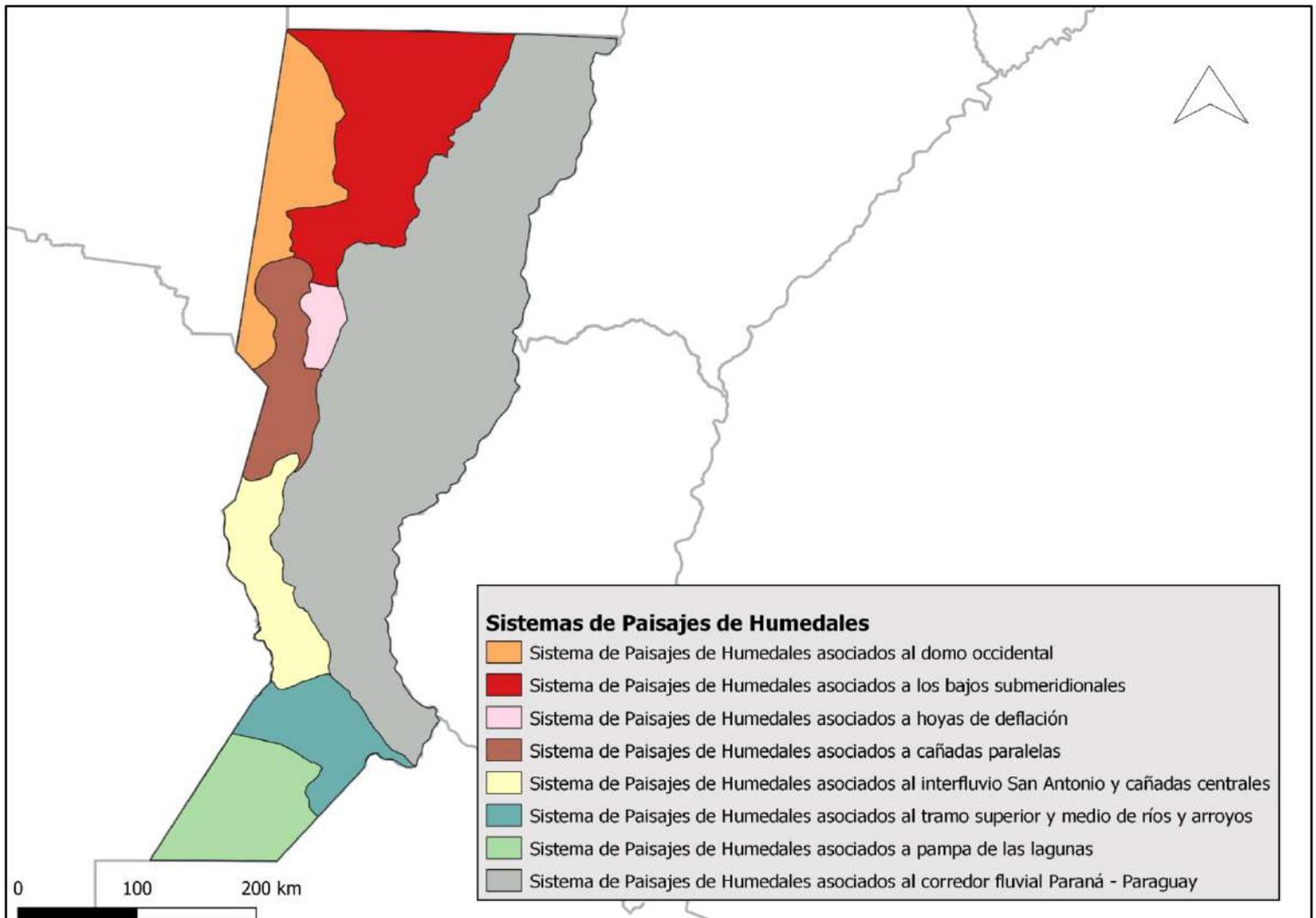


**Figura 15.** Sitios de registros fotográficos para los distintos Sistemas de Paisajes de Humedales.



**Figura 16.** Fotos del relevamiento a campo de los sistemas delimitados: a: Área del valle de inundación del arroyo Golondrinas. b: Bajos Submeridionales, Ruta 98. c: Arroyo Cañada de Gómez. d: Cañada Las Parejas. e: Hormigueros en área baja en las cercanías de la localidad de Landeta. f: Río Bajo las Turbios, Ruta 13, entre Las Rosas y Los Cardos.

**Capítulo 6. FICHAS DE CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LOS SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES DE SANTA FE**



**Figura 17. Sistemas de paisajes de humedales de la región occidental de Santa Fe.**

**Tabla 4.** Superficie ocupada por cada Sistema de Paisajes de humedales de la región occidental de Santa Fe.

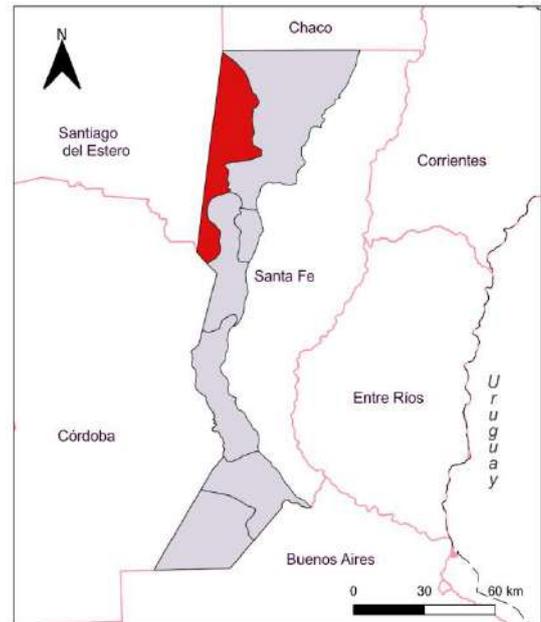
<b>Nombre del Sistema de Paisajes de humedales</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>
Sistema de Paisajes de Humedales asociados al domo occidental	10.491,42
Sistema de Paisajes de Humedales asociado a los Bajos Submeridionales	21.372,64
Sistema de Paisajes de Humedales asociado a hoyas de deflación	1.977,64
Sistema de Paisajes de Humedales asociado a cañadas paralelas	7.298,92
Sistema de Paisaje de Humedales asociado al interfluvio San Javier y cañadas centrales.	8.015,51
Sistema de Paisaje de Humedales asociado al tramo superior y medio de ríos y arroyos	7.519,75
Sistema de Paisaje de Humedales asociado a Pampa de las Lagunas	9.978,78

## Sistema de paisaje de humedales asociados al área elevada occidental

Se ubica en la porción occidental de la provincia. Delimitado por las regiones conformadas principalmente por el sureste del departamento 9 de julio y el este del departamento San Cristóbal.

En cuanto a su geomorfología, corresponde al dominio eólico y pertenece a la unidad denominada "Área elevada occidental" que se encuentra determinada por un conjunto de bloques sobreelevados manifiestos en superficie. Su límite occidental, en el sector meridional, está formado por el talud de la falla Tostado-Selva (25 - 30 m de altura frente a Mar Chiquita).

La región es relativamente alta, si bien presenta una leve pendiente en sentido NO-SE, su relieve es plano. Su connotación topográfica determina las zonas de drenaje, en la porción superior el agua se dirige hacia los bajos submeridionales y en la zona sur hacia la laguna Mar Chiquita (Córdoba).



Sectores funcionales de humedales asociados al área elevada occidental:

- Escasas hoyas de deflación.
- Cavas de origen antrópico que acumulan agua.
- Escasos cursos de agua.

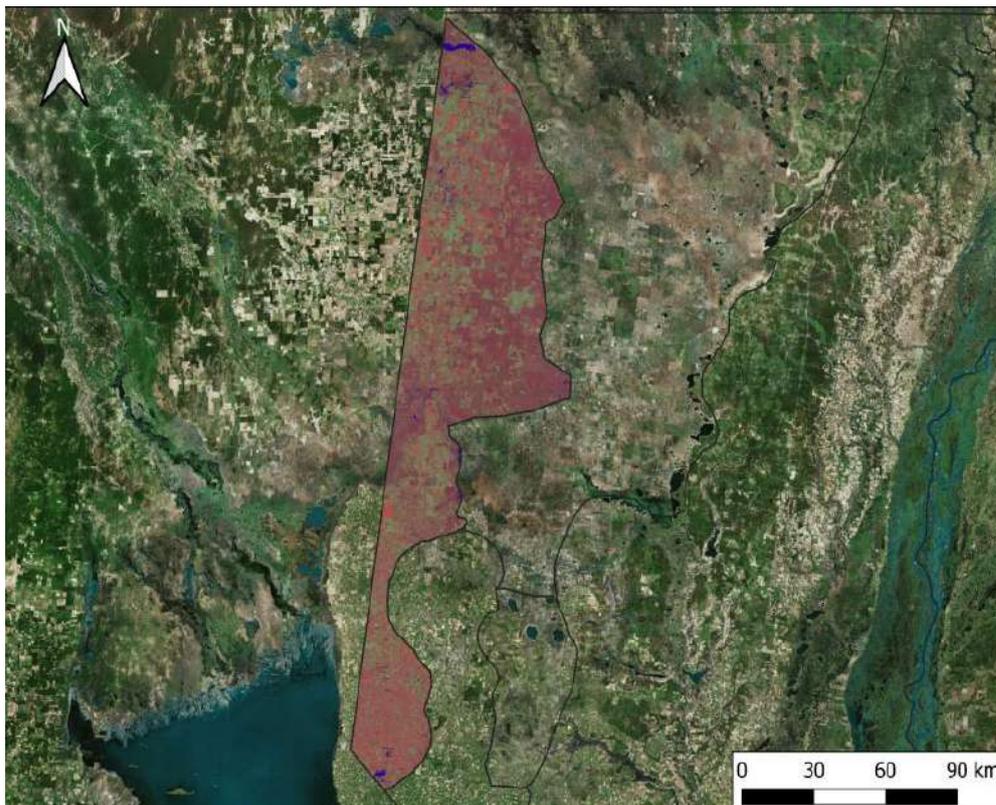
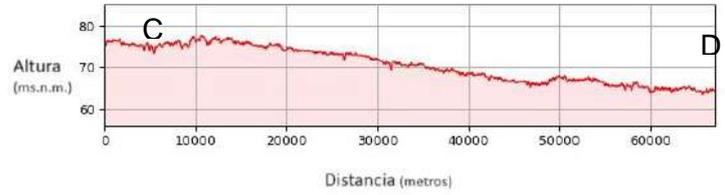
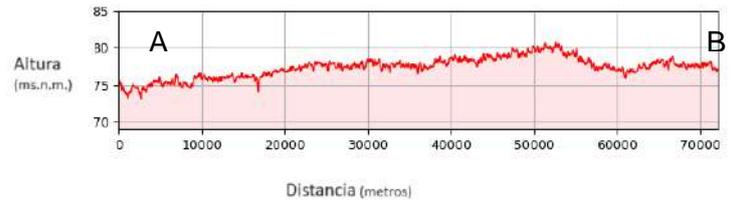
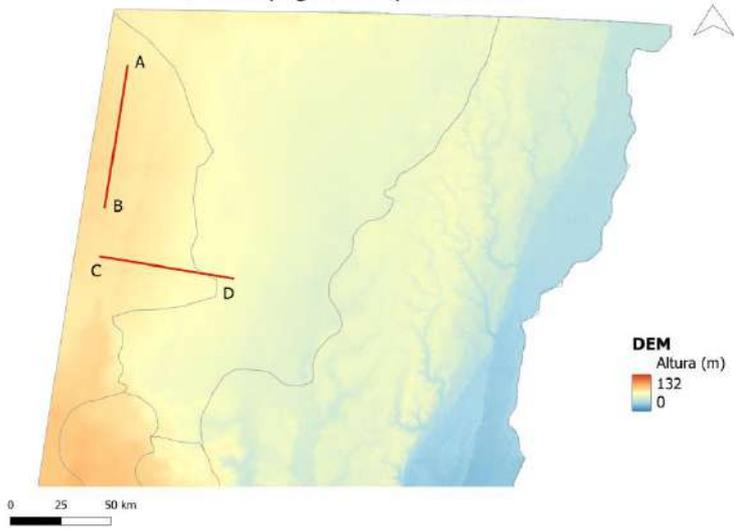


Imagen Sentinel 2.  
Fecha de adquisición: 27/01/2017  
Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo



Juliana Santi

Emiliano Zgaib Chemini



Bañado del Río Salado.

Federico Ascolani



Laguna sobre ruta 2 llegando a Logroño.



Río Salado, localidad de Tostado.

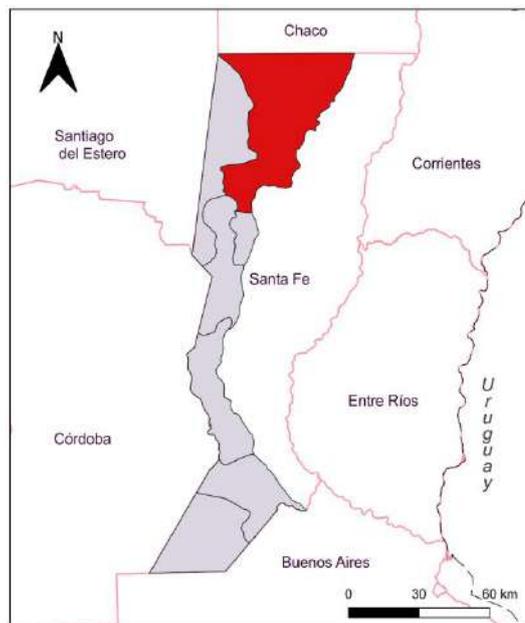
## Sistema de paisaje de humedales asociados a Los Bajos Submeridionales

Se localiza en el extremo norte de la provincia de Santa Fe, abarcando los departamentos de 9 de Julio al este, Vera al oeste, General Obligado al noroeste y San Cristóbal al sur.

Este sistema de paisaje pertenece al dominio geomorfológico fluvial, el cual se encuentra vinculado a la dinámica de los antiguos cursos de agua de los ríos Bermejo (en el norte), y Salado (en el sur). La región forma parte de la gran unidad geológica conocida como Llanura Chaco-pampeana.

El relieve presenta una depresión central anegable e inundable que recibe aportes hídricos de la cuenca de los Bajos Submeridionales en las provincias de Santiago del Estero y Chaco. Se encuentra limitada por un sistema de dorsales (occidental y oriental) estructuradas por un conjunto de bloques que se manifiestan en superficie. Presenta una pendiente muy suave, con lento escurrimiento de tipo laminar. Esta conformación del paisaje permite que, durante los períodos de precipitaciones, el agua permanezca en superficie y se observen espejos de agua de baja profundidad. Se destaca una gran alternancia de periodos de inundación y sequía.

Sectores funcionales de humedales asociados a los bajos submeridionales:



- Paleocauces generalmente colmatados.
- Hoyas de deflación también colmatadas y otras transformadas en lagunas semipermanentes.
- Hormigueros.
- Planicies de lagunas irregulares.
- Cañadas.
- Áreas de cauces antiguos cubiertos por loess
- Derrames del bermejo constituidos por zonas bajas que alternan con terrenos más elevados.

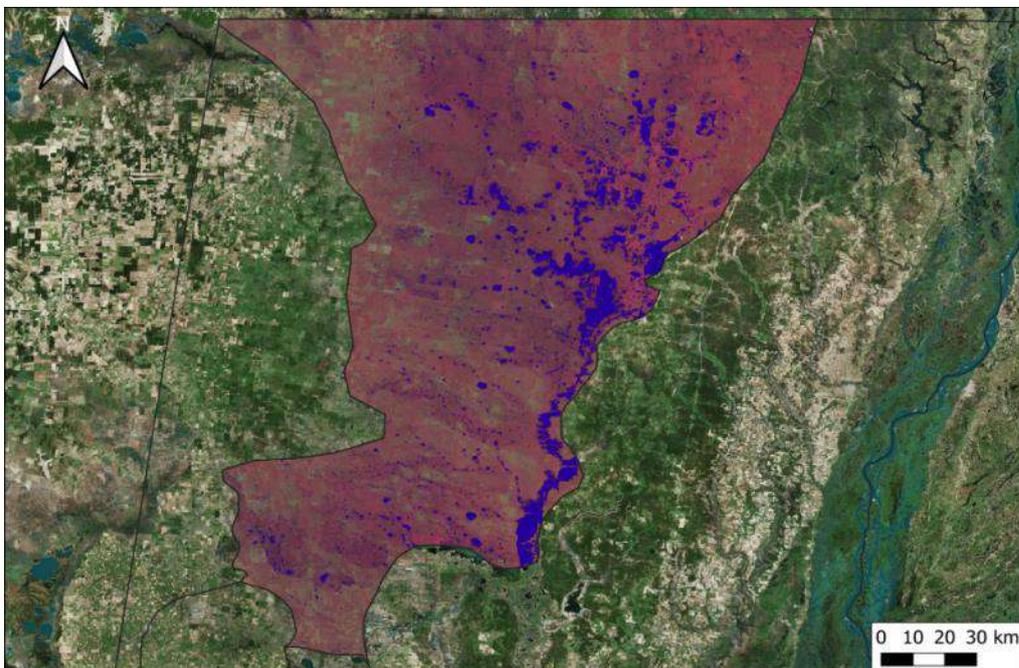
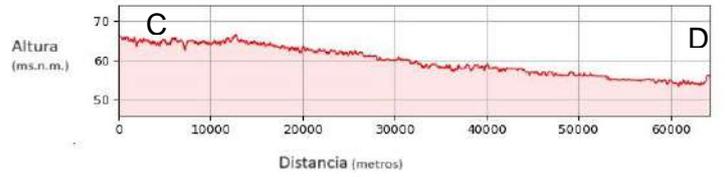
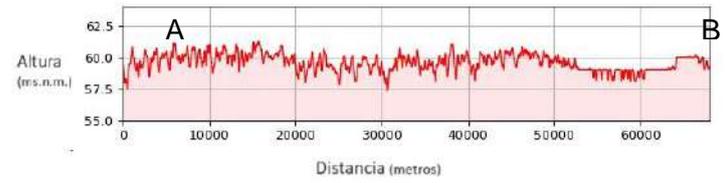
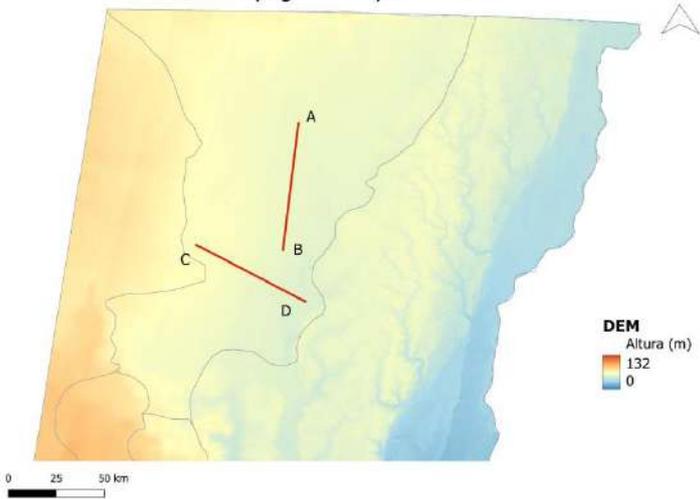


Imagen Sentinel 2  
Fecha de adquisición: 27/01/2017  
Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo



Juliana Santi



Vegetación característica de los Bajos llegando a Fortín olmos (ruta 40).  
Federico Ascolani



Laguna ruta 3 norte de Toba

Imagen aérea del valle de inundación del arroyo Golondrinas.

## Sistema de paisaje de humedales asociados a hoyas de deflación

Se ubica en el sector central de la provincia, en el centro del departamento San Cristóbal.

En cuanto a su geomorfología, corresponde al dominio eólico y se encuentra caracterizada por la unidad geomorfológica "Área de Hoyas de Deflación".

Su característica sobresaliente es la gran cantidad de hoyas de deflación de 200 a 300 metros de diámetro.

Su pendiente general oscila alrededor de 0,5%, con sentido oeste-este

Recibe las aguas de las "Fajas de Cañadas Paralelas" (unidad geomorfológica ubicada al oeste). La gran cantidad de depresiones hace que casi toda la superficie se comporte como una cuenca cerrada sin conexión superficial con el sistema del Salado, por lo menos durante ciertos estados hidrológicos.

Sectores funcionales de humedales asociados:

- a) Paleocauces generalmente colmatados.
- b) Hoyas de deflación colmatadas y otras transformadas en lagunas permanentes o semipermanentes.
- c) Hormigueros.
- d) Planicies de lagunas irregulares.
- e) Cañadas.

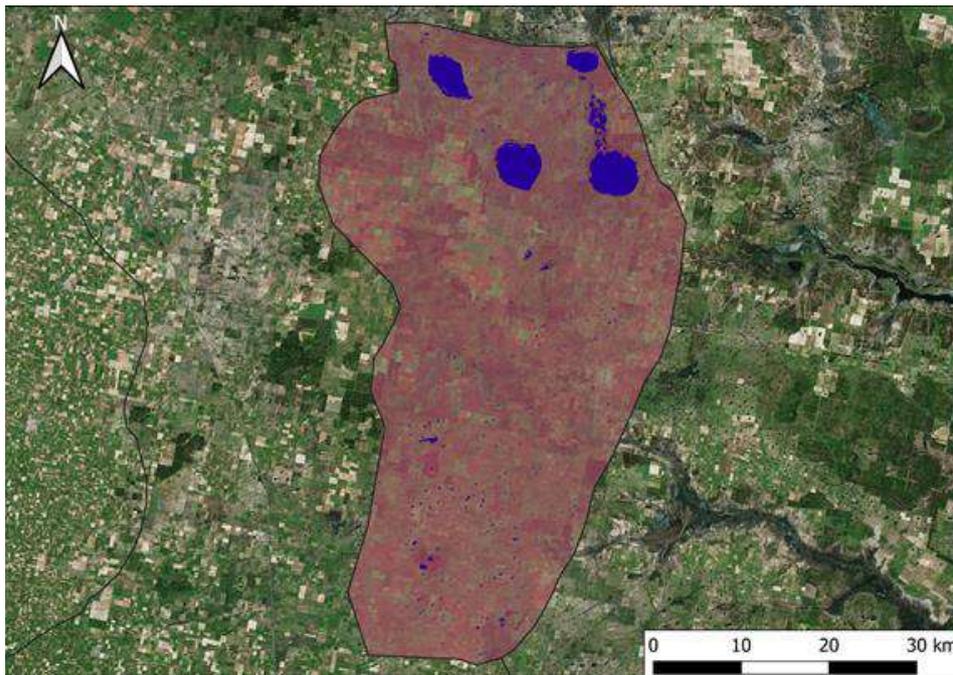
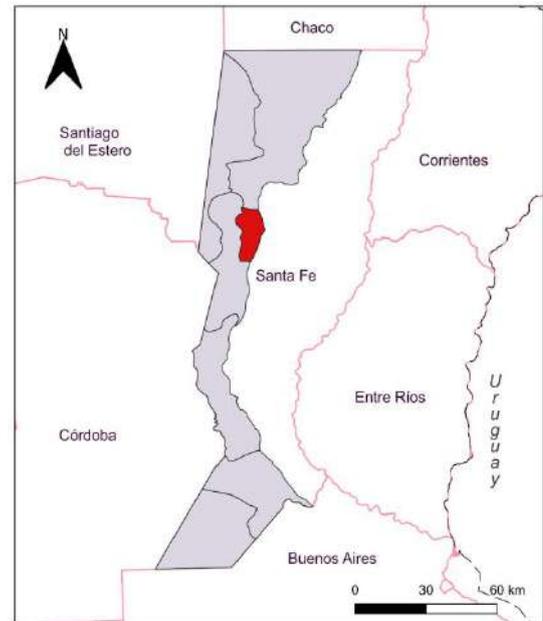
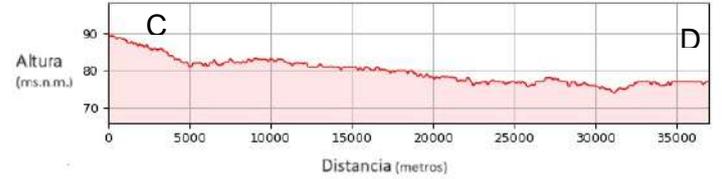


Imagen Sentinel 2  
Fecha de adquisición: 27/01/2017

Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo



Laguna La Verde.



Imagen aérea Laguna La Cabral.



Cría de ganado y hormigueros característicos de la región.

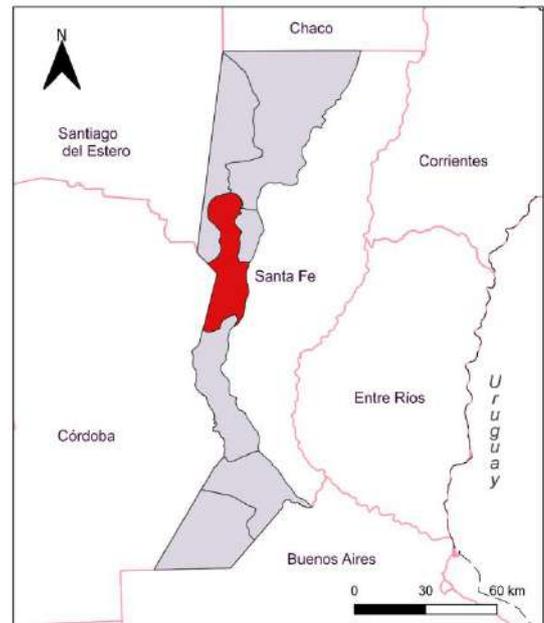
Emiliano Zgaib Chemini

## Sistema de paisaje de humedales asociados a cañadas paralelas

Se ubica en la porción central-oeste de la provincia. Abarca el centro-este del departamento San Cristóbal, el noreste del departamento Castellanos y un pequeño sector al sur del departamento 9 de Julio.

En relación a su geomorfología, corresponde al dominio eólico, y forma parte de la unidad geomorfológica "faja de cañadas paralelas". En la mayor parte de esta unidad se observa una pendiente definida en sentido suroeste-noreste, mientras que desde Sunchales hacia el sur la dirección de la pendiente se hace oeste-este.

En cuanto a su drenaje, se observan cañadas con sentidos suroeste-noreste (en el sector norte) y oeste-este (en el sector sur). Estas últimas se incorporan a redes hidrográficas de la cuenca del Salado, desembocando finalmente en el río Paraná. Al ser un área altamente intervenida, gran parte de las cañadas han sido canalizadas. En épocas de grandes lluvias, las cañadas transportan considerable cantidad de agua, pudiendo en determinados casos acarrear sedimentos en suspensión en grandes proporciones.



Sectores funcionales de humedales asociados al sistema de humedales asociados a cañadas paralelas:

- a) Cañadas paralelas y subparalelas

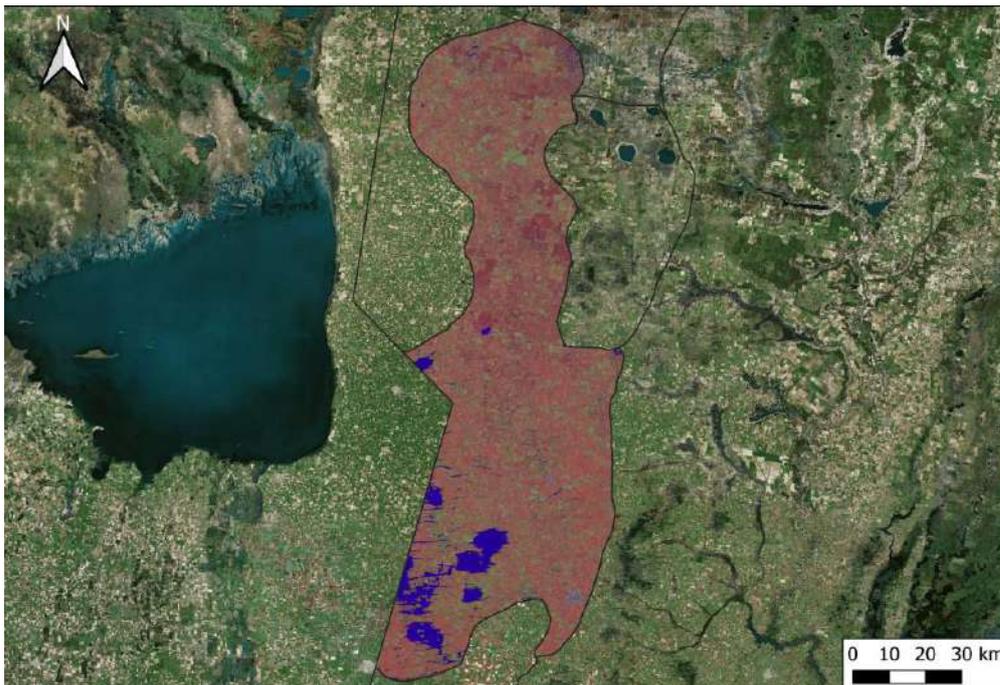
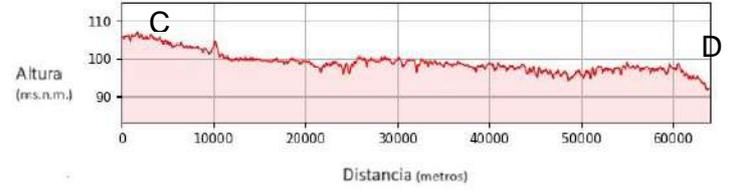
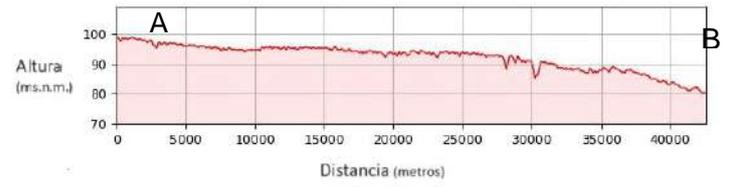
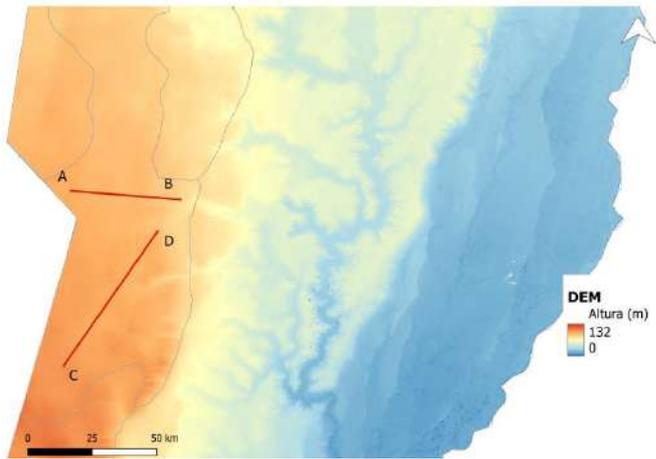


Imagen Sentinel 2  
Fecha de adquisición:  
27/01/2017

Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo



Juliana Santi

Laguna seca entre Monigotes y Las Palmeras.



Federico Ascolani

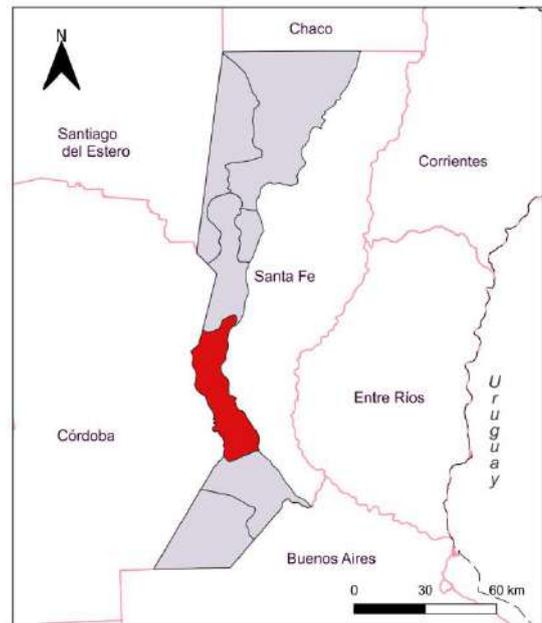
Laguna cercana a Tacuaral.

## Sistema de paisaje de humedales asociados al interfluvio Canal San Antonio y cañadas centrales

Se encuentra en la región centro-suroeste de la provincia. Abarca el sur del departamento Castellanos, la zona oeste del departamento San Martín, casi la totalidad del departamento Belgrano y la mitad suroeste del departamento Iriondo.

En cuanto a su geomorfología, corresponde al dominio eólico, moldeado por el sistema geomorfológico “área de bloques desiguales” y por la unidad geológica denominada “Formación San Guillermo”. El “área de bloques desiguales” se encuentra constituida por un conjunto de bloques tectónicos basculados limitados por largas y suaves pendientes, en cuyas porciones finales están ocupadas por depresiones pantanosas salinizadas.

En este sistema se observan cañadas menores perpendiculares a estas grandes depresiones. Está surcado por una red de arroyos y canales que conectan con los ríos Coronda y Carcarañá que finalmente desembocan en el Río Paraná. Representa al área típica de llanura santafesina, en la cual sus cursos de agua, dependen mayoritariamente de las precipitaciones.



Sectores funcionales de humedales asociados al interfluvio Canal San Antonio y cañadas centrales:

- Cañadas menores muy numerosas en algunas áreas.
- Arroyos naturales y canales antrópicos.

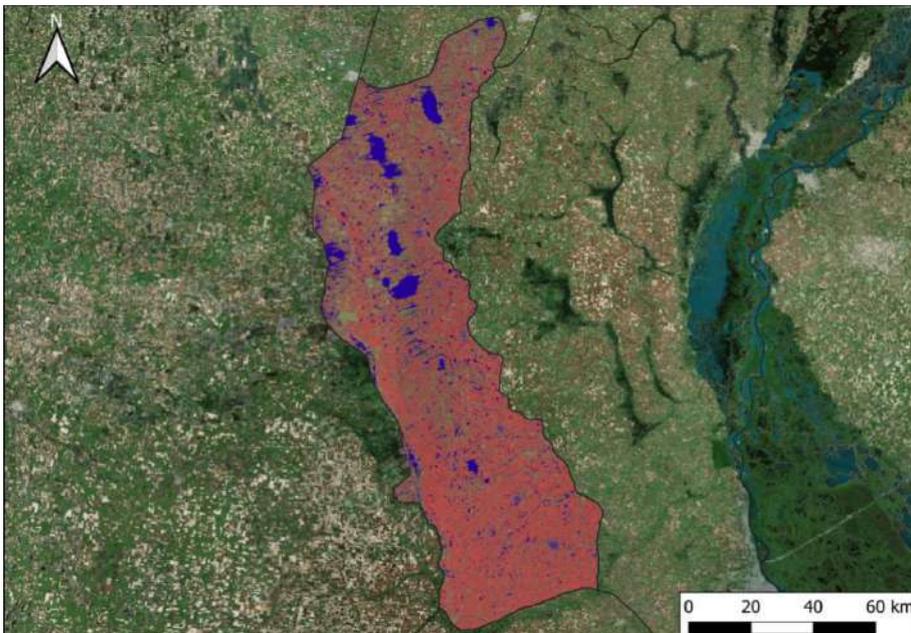
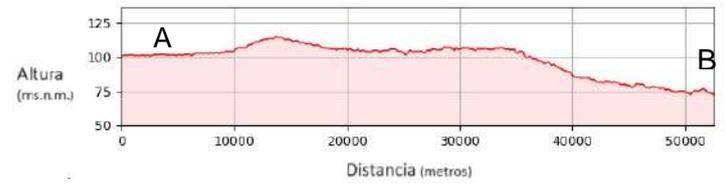
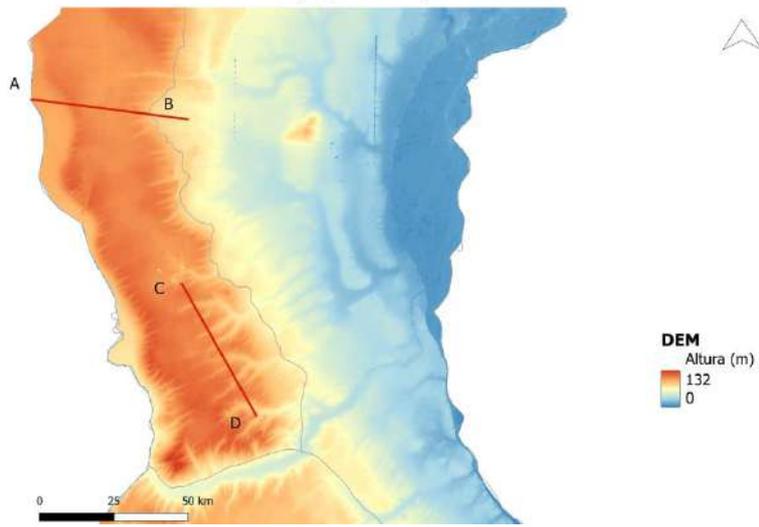


Imagen Sentinel 2  
Fecha de adquisición: 27/01/2017

Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo

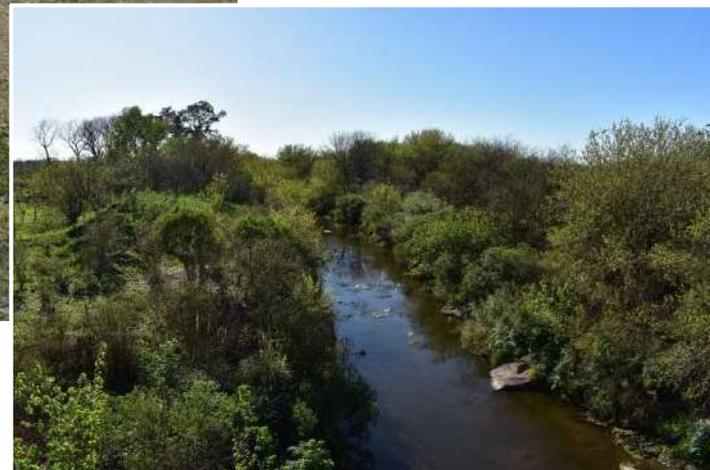


Emiliano Zgaib Chemini



Río Bajo las Turbias.

Juliana Santi



Arroyo Cañada de Gómez.

Imagen aérea Ruta 13, entre Las Rosas y Los Cardos. Río Bajo.

## Sistema de paisaje de humedales asociados al tramo superior y medio de ríos y arroyos del sureste de la provincia de Santa Fe y noreste de Buenos Aires

Está ubicado en la porción centro-sur de la provincia. Abarca la mayor parte del departamento Caseros, sur del departamento San Lorenzo, una porción al sureste del departamento Rosario, el sector este del departamento Constitución y norte del departamento General López.

Consiste en una planicie extensa con pendiente hacia el este y de relieve ondulado. En cuanto a su geomorfología, pertenece a la región "dominio loésico" y está asociado a la unidad geomorfológica "área con paleocauces enterrados", caracterizada por presentar un conjunto de cauces y redes hidrográficas cubiertas por un manto de loess. Las redes hidrográficas enterradas tienen un patrón dendrítico y característicamente de 70 a 90 kilómetros de longitud.

Este sistema está compuesto por una serie de arroyos, en sentido oeste-noreste, que desaguan al delta del Paraná. La hidrografía del área es la típica de la llanura ondulada con cursos de agua originados en cañadas.



Sectores funcionales de humedales asociados:

- Ríos y arroyos, y sus llanuras de inundación.
- Cañadas y bañados.

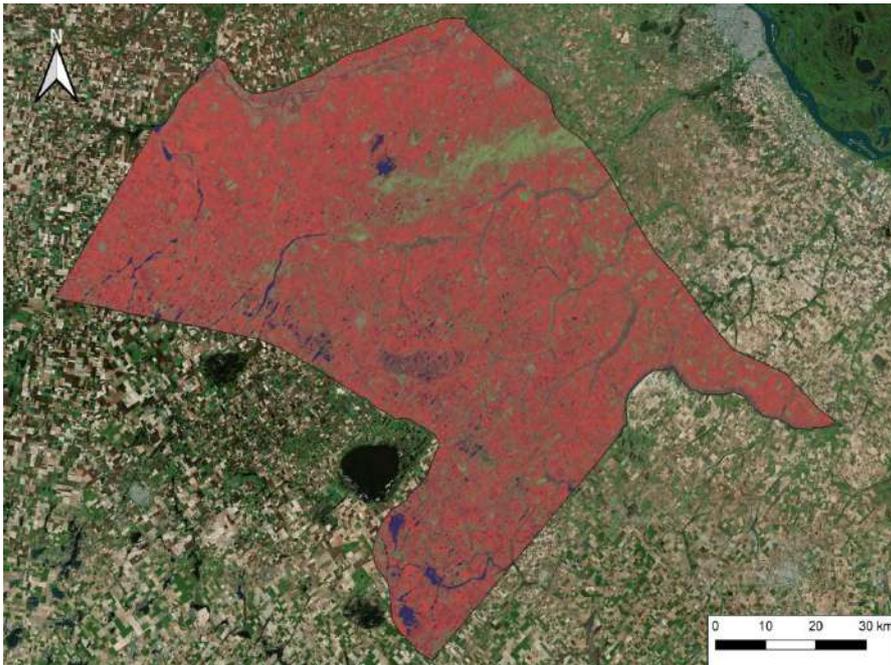
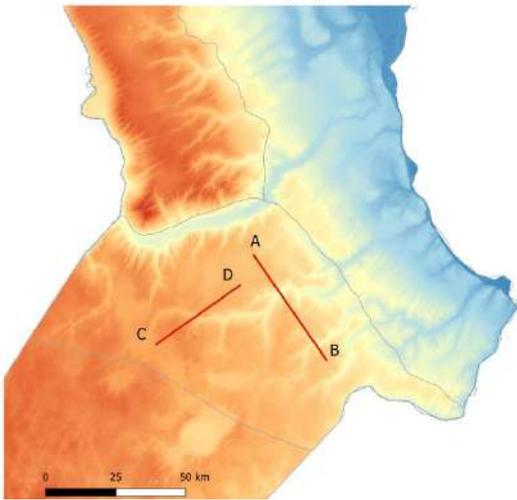


Imagen Sentinel 2

Fecha de adquisición: 27/01/2017

Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo



Arroyo Candelaria.  
Emiliano Zgaib Chemini



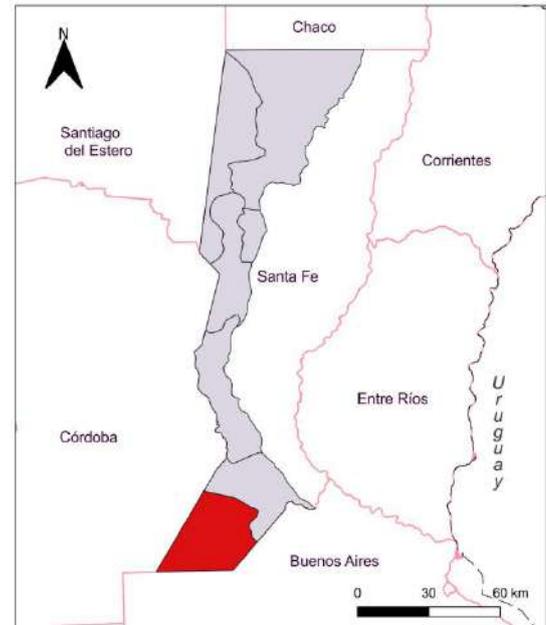
Arroyo Saladillo.

## Sistema de paisaje de humedales asociado a Pampa de las Lagunas

Se ubica en la porción sur y suroeste de la provincia. Comprende la mayor parte del área del departamento General López, y sectores al sur de los departamentos Caseros y Constitución.

En cuanto a su geomorfología, se encuentra en el dominio eólico. Se destaca por pertenecer a la geoforma "Pampa Deprimida" (Pampa de las Lagunas), mientras que el resto de la provincia de Santa Fe se encuentra en la "Pampa Levantada" (Pampa Ondulada). Coincide con las unidades geomorfológicas "área con paleocauces enterrados" (al norte) y "área arenosa deflacionada" (al sur).

Se presentan grandes paleocauces en forma de valles muy suaves, de 500 a 2000 m de ancho con lagunas y pantanos en la faja central. Algunos paleocauces poseen rumbo suroeste-oeste, mientras que otros presentan orientación general noreste-suroeste. Se observa la ausencia de una red marcada de drenaje. Los ambientes lóticos se ven representados por arroyos (temporales) y canales de drenaje artificiales.



Las lagunas y cañadas son cuencas de relictos, inundadas en períodos de lluvias prolongadas.

Sectores funcionales de humedales asociados:

- Lagunas, cañadas y bañados.
- Arroyos de llanuras y canales de drenaje artificiales.
- Paleocauces.

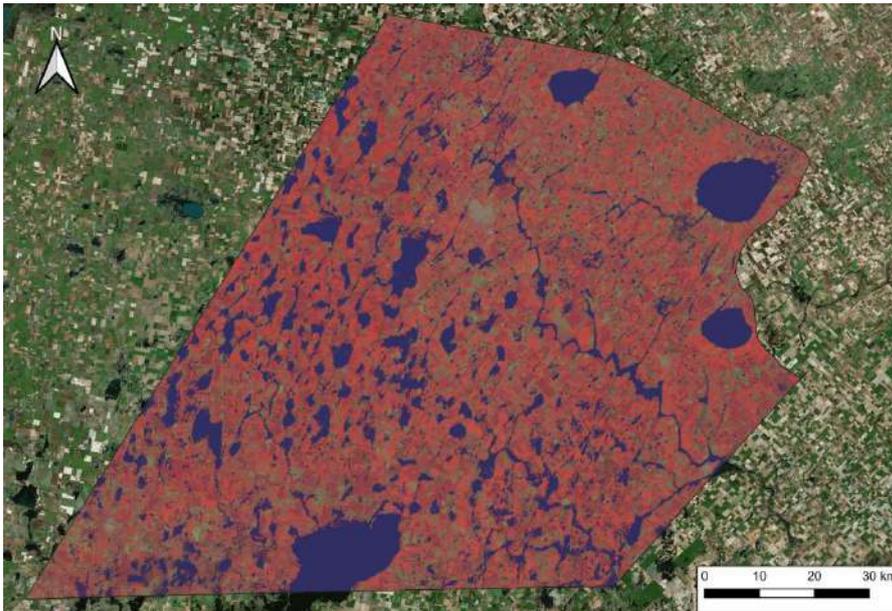
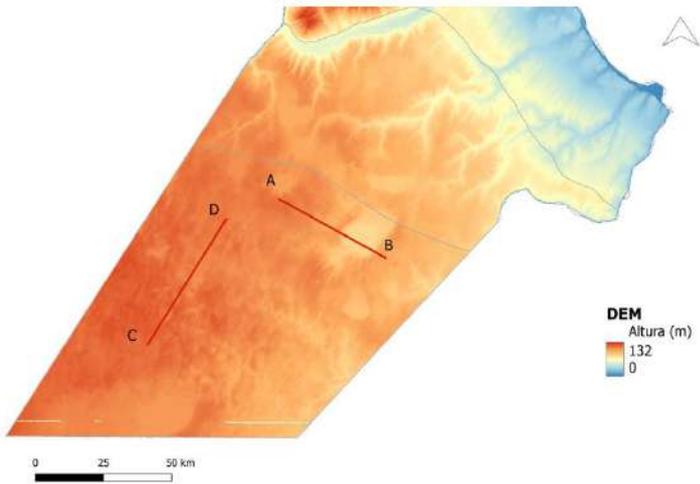


Imagen Sentinel 2

Fecha de adquisición: 27/01/2017

Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: Infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde.

Perfil topográfico representativo



Laguna cercana a Lazzarino.

Emiliano Zgaib Chemini



Laguna El Hinojo, Venado Tuerto.



Laguna entre Venado Tuerto y Murphy.

# CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE PAISAJES DE HUMEDALES

## Capítulo 7. Descripción de los Sistemas de Paisajes de humedales

### 7.1 Sistema de paisajes de humedales asociados a los Bajos Submeridionales

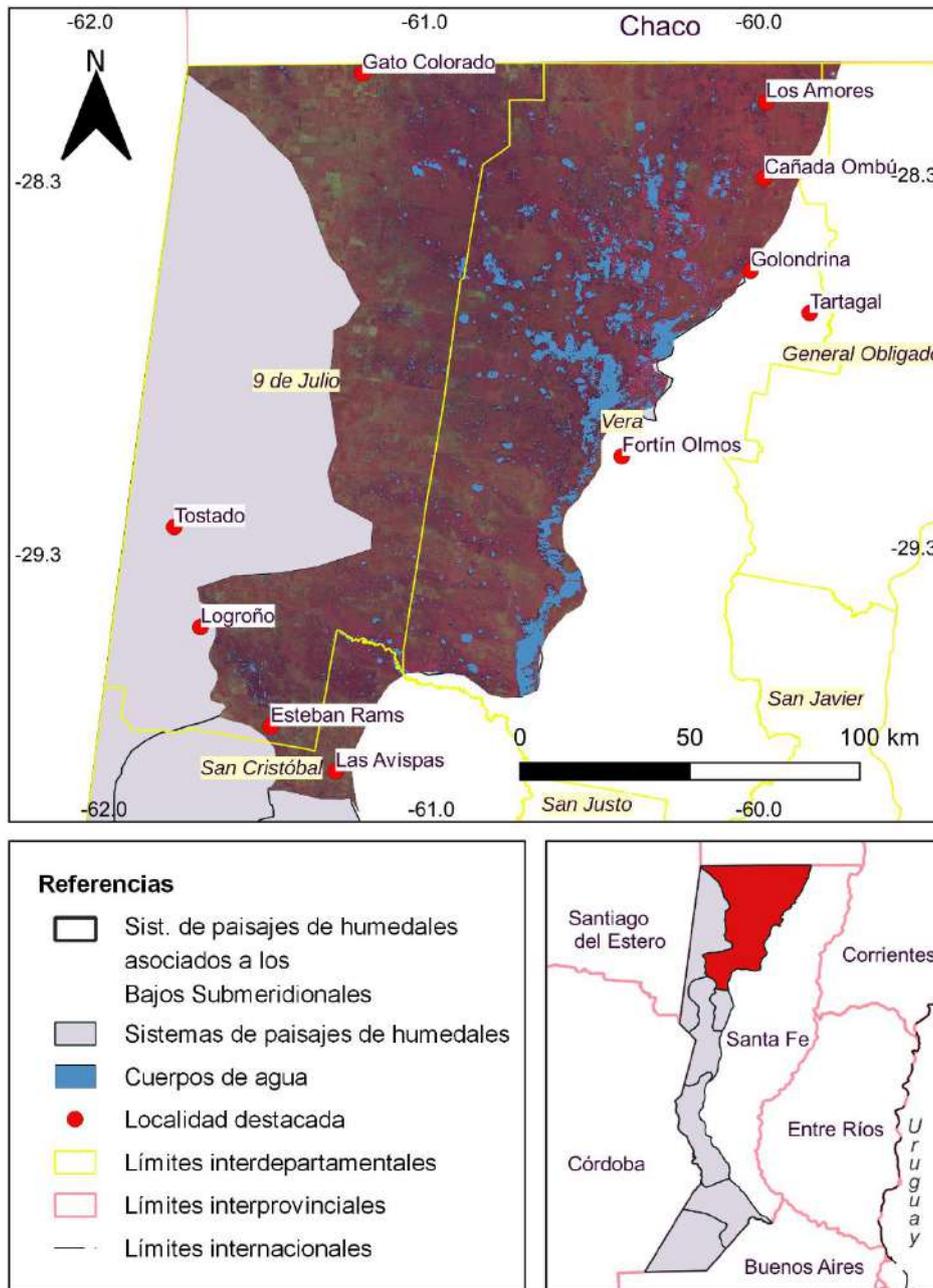


Figura 18. Sistemas de paisajes de humedales asociados a los Bajos Submeridionales

## **Localización y límites del Sistema**

Esta unidad se localiza en el extremo norte de la provincia de Santa Fe, abarcando los departamentos de 9 de Julio al este, Vera al oeste, General Obligado al noroeste y San Cristóbal al sur. Superficie aproximada: 21372,64 km<sup>2</sup>

## **Caracterización físico-ambiental**

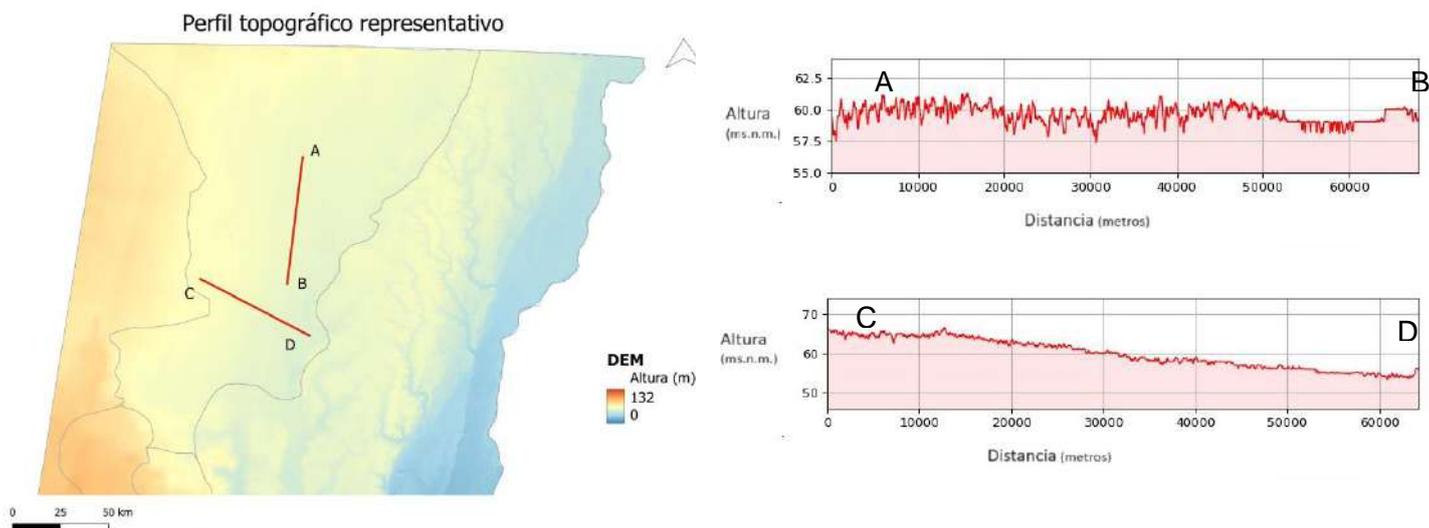
### **Clima**

La mayor parte de este sistema corresponde al tipo climático subtropical con estación seca, mientras que en la porción noroeste el tipo climático es subtropical con estación húmeda. La temperatura media anual varía entre los 19 °C y los 21 °C, disminuyendo de norte a sur. Las precipitaciones adoptan valores aproximados a los 800 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional).

### **Emplazamiento geológico y geomorfológico**

Este sistema de paisaje pertenece al dominio geomorfológico fluvial, el cual se encuentra vinculado a la dinámica de los antiguos cursos de agua de los ríos Bermejo (en el norte), y Salado (en el sur). La región forma parte de la gran unidad geológica conocida como Llanura Chaco-pampeana (Iriondo, 1987).

Es una extensa planicie cuya elevación decrece en dirección noroeste-sureste (figura 19).



**Figura 19.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital de los Bajos Submeridionales con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles topográficos representados.

## Suelos

En esta unidad se observan dos grupos de orden que constituyen la mayor parte de la extensión, los Molisoles y Alfisoles. Los primeros se ubican hacia el este, en las cercanías del Arroyo Golondrinas-Calchaquí; caracterizados por la ausencia de epipedón mólico, un horizonte superficial de poco espesor, y en general, bajo contenido de materia orgánica. Se registran Natracualfes típicos distribuidos por todo el sector, algunos Ocracualfes típicos hacia la porción norte, en el límite con la provincia de Chaco; y escasos Natracualfes albicos en el noreste. Hacia el sector oeste, se ubican los Molisoles, que presentan un epipedón mólico, son suelos oscuros desarrollados bajo coberturas de gramíneas, y que poseen una estructura granular característica que facilita el movimiento del agua. Se identifican los subórdenes Alboles (Argialboles y Natralboles típicos) y, Acuoles (Natracuoles típicos). Hacia el centro norte de la unidad, también se presentan complejos indiferenciados (Espinosa Gómez, 2021; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990).

## **Tipos de humedales**

- a) Paleocauces generalmente colmatados.
- b) Hoyas de deflación también colmatadas y otras transformadas en lagunas semipermanentes.
- c) Hormigueros.
- d) Planicies de lagunas irregulares.
- e) Cañadas.
- f) Áreas de cauces antiguos cubiertos por loess
- g) Derrames del bermejo constituidos por zonas bajas que alternan con terrenos más elevados.

## **Características hidrológicas y conectividad de los humedales**

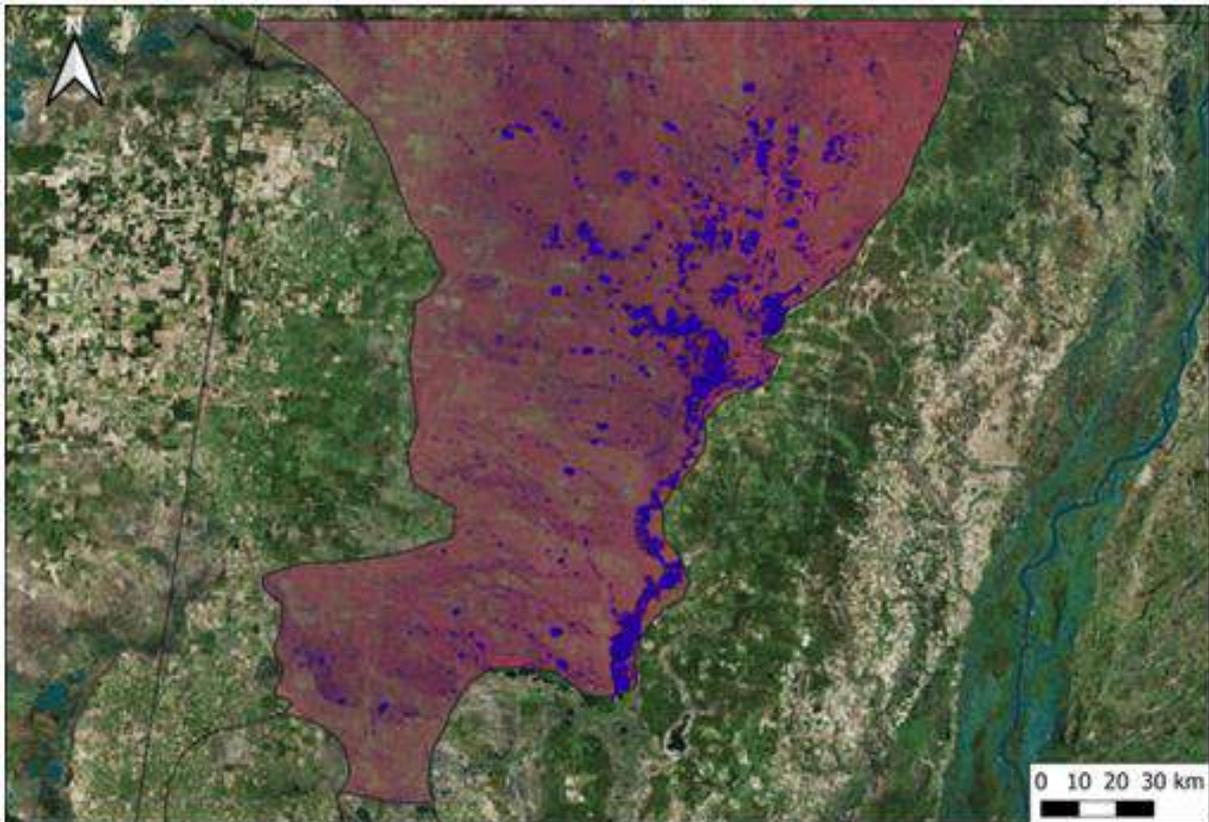
Los Bajos Submeridionales se destacan por experimentar una gran alternancia de periodos de grandes inundaciones y de extensas sequías.

El relieve presenta una depresión central anegable e inundable que está limitada por un sistema de dorsales (occidental y oriental) estructuradas por un conjunto de bloques que se manifiestan en la superficie.

El área recibe aportes hídricos de la cuenca de los Bajos Submeridionales en las provincias de Santiago del Estero y Chaco, siendo el colector final de la red de drenaje, el Arroyo Golondrinas-Calchaquí, aportante del Salado, que conecta a una serie de lagunas en dirección norte-sur, y solo posee un cauce en su tramo inferior (Espinosa Gómez, 2021). Entre las lagunas se pueden mencionar a las lagunas La Tigra, Martín García, La Linterna, Las Chuñas, El Tuyango, El Aguará y La Loca, algunas con bosques en sus márgenes con albardones. En periodos húmedos, debido a la escasa pendiente, se acumula una gran cantidad de agua que permanece anegando vastas extensiones durante largos periodos (Espinosa Gómez, 2021), produciéndose en periodos húmedos extremos la unión de las aguas

de las lagunas en un continuo hasta el arroyo Golondrinas-Calchaquí (Pautasso *et al.*, 2019) (figura 20).

En los períodos de sequías extensos los cuerpos de agua se secan, disminuyendo la conexión entre ellos drásticamente, incluso llegando a desaparecer, en casos extremos, hasta las lagunas “permanentes” (Pautasso *et al.*, 2019).



**Figura 20.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel-2, fecha de adquisición 27/01/2017).

### **Biodiversidad**

La unidad pertenece a la ecorregión Chaco Húmedo, Bajos Submeridionales (Morello *et al.*, 2012). En cuanto a las unidades fitogeográficas, este sistema pertenece a la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, presentando en su mayor extensión espartillares (Pastizal de *Spartina spartinae*), y, en menor superficie, a los Bosques de xerófitas con *Schinopsis balansae* y *Schinopsis lorentzii* hacia el noroeste y al mosaico de Bosques de xerófitas, mesófilas, Sabana y Selva de albardón hacia el noreste (Oyarzabal *et al.*, 2018).

La región se caracteriza por la escasez de árboles, predominando los espartizales de espartillo chuza (*Spartina spartinae*) y aibales de aibe (*Elionurus muticus*). En los sitios más secos o salinos se pueden encontrar halófitas como jume (*Sarcocornia perennis*) y de gama (*Heliotropium curassavicum*). En los suelos anegados se puede encontrar especies como capín (*Paspalum denticulatum*), gramilla flotadora (*Echinochloa helodes*), pastito de cañada (*Leersia hexandra*), arrocillo (*Luziola peruviana*) y cipero (*Cyperus corymbosus*), entre otras especies hidrófitas. En las depresiones que permanecen inundadas por mucho tiempo se presentan comunidades de *Schoenoplectus californicus* (juncales), comunidades de *Echinochloa helodes* (canutillares), comunidades de *Typha domingensis* (totorales) y comunidades de *Paspalum vaginatum* (Gramillares). En suelos salinos, con la napa freática cercana a la superficie, se presentan especies halófitas como pelo de chancho (*Distichlis spicata*) y jume (*Sarcocornia perennis*). En suelos altos pueden encontrarse isletas de monte dominados por algarrobo blanco (*Neltuma alba*), algarrobonegro (*N.nigra*), ñandubay (*N. affinis*), garabato (*Senegalia praecox*), y tusca (*Vachellia sp.*). Como especies acompañantes se encuentran quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), espinillos (*Vachellia caven*) y chañar (*Geoffroea decorticans*). Pueden presentarse chilcales de *Baccharis salicifolia* y *Tessaria dodoneifolia* bordeando las comunidades arbóreas. Otras comunidades que aparecen son los palmares de caranday (*Copernicia alba*), ubicadas hacia el este y noreste de la región (Pautasso et al., 2019).

En esta región habitan unas 200 especies de aves y al menos 26 especies de mamíferos. Debido a las extensas superficies de agua, permanentes y temporarias, los bajos constituyen una importante área para las aves, presentando un escenario repleto de aves acuáticas que se dispersan por todo el sistema. Durante los períodos de inundaciones, las grandes cañadas se convierten

en sitios de reproducción, al igual que ambientes con bosques abiertos y con suelos encharcados favoreciendo el desarrollo de colonias de biguás (*Phalacrocorax brasilianus*), garzas bueyeras (*Bubulcus ibis*), moras (*Ardea cocoi*) y brujas (*Nycticorax nycticorax*). En los períodos de sequías los pastizales son colonizados por aves caminadoras y se hacen más frecuentes las aves que forrajean y nidifican en el suelo como el ñandú (*Rhea americana*), inambú común (*Nothura maculosa*) y la colorada (*Rhynchotus rufescens*). Los pastizales son un ambiente propicio para el hábitat de otras especies amenazadas el águila coronada (*Buteogallus coronatus*), batitú (*Bartramia longicauda*), capuchinos canela (*Sporophila hypoxantha*), y capuchino garganta café (*Sporophila ruficollis*), coludo chico (*Emberizoides ypiranganus*) y cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*). Así también, los humedales albergan especies de aves amenazadas acuáticas o asociadas a este ambiente, como el flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), el burrito enano (*Coturnicops notatus*) y el federal (*Amblyramphus holosericeus*). Otras especies de aves amenazadas que se observan en la región son el burrito negruzco (*Porzana spiloptera*), playerito canela (*Calidris subruficollis*), espartillero enano (*Spartonoica maluroides*), espartillero pampeano (*Asthenes hudsoni*), tachurí canela (*Polystictus pectoralis*) y doradito pardo (*Pseudocolopteryx dinelliana*). Entre las especies migratorias que habitan el sector se encuentran la golondrina patagónica (*Tachycineta meyeri*), golondrina rabadilla canela (*Petrochelidon pyrrhonota*), gaucho común (*Agriornis micropterus*), cuclillo canela (*Coccyzus melacoryphus*). Otras aves que habitan esta región son: el jabirú (*Jabiru mycteria*), el tuyuyú (*Mycteria americana*), el tuyango (*Ciconia maguari*), el chajá (*Chauna torquata*), el carao (*Aramus guarauna*), la polla sultana (*Porphyrio martinica*), el aguatero (*Nycticryphes semicollaris*), aguilucho alas largas (*Geranoaetus albicaudatus*), aguilucho colorado (*Buteogallus meridionalis*), atajacaminos ala negra (*Eleothreptus anomalus*) cachirlas (Fam.

Motacillidae, género *Anthus*), cortarramas (*Phytotoma rutila*), gallaretas (Fam. Rallidae, género *Fulica*), gavián planeador (*Circus buffoni*), guaraniná (*Sideroxylon obtusifolium*), lechuza de campanario (*Tyto alba*), leñatero (*Anumbius annumbi*), pecho colorado (*Sturnella superciliaris*), pitiayumí (*Setophaga pitiauyumi*), y verdón (*Embernagra platensis*) (Pautasso et al., 2019).

En relación a los mamíferos se presentan especies chaqueñas como el aguará guazú (*Chrysocyon brachyurus*) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), y pampeanas como el venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*), peludos y mulitas pampeanas (Fam. Dasypodidae) y gato montés (*Leopardus colocolo*). En los humedales prevalecen los carpinchos (*Hydrochoerus hydrochaeris*), y coipos (*Myocastor coypus*) y es común la presencia del aguará popé (*Procyon cancrivorus*). Además, se encuentran especies de amplia distribución como la comadreja colorada (*Lutreolina crassicaudata*) y el hurón (*Galictis cuja*), el puma (*Puma concolor*) y el chancho cimarrón (*Sus scrofa domestica*) (Pautasso et al., 2019).

En cuanto a los reptiles destacan la ñacaní (*Hydrodynastes gigas*), que le da nombre a la Cañada de las Víboras en el extremo norte de la provincia de Santa Fe y el yacaré overo (*Caiman latirostris*) (Pautasso et al., 2019).

La fauna íctica está representada por moncholos o bagre blanco (*Pimelodus albicans*), sábalos (*Prochilodus lineatus*), tarariras (*Hoplias argentiniensis*), viejas del agua (Orden Siluriformes, Fam. Loricariidae), y palometas (Familia Characidae, Subfamilia Serrasalminae). En periodos húmedos extremos, como el período de El Niño 2018-19, las aguas de las lagunas se unen en un continuo hasta el arroyo Golondrinas-Calchaquí, favoreciendo el desplazamiento de estas especies (Pautasso et al., 2019).

En cuanto a los invertebrados son frecuentes y recurrentes en el paisaje los grandes hormigueros de *Camponotus punctulatus*, conocidos como tacurúes (Pautasso *et al.*, 2019).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

El sector está poco poblado, destacando las localidades de Los Amores (1.873 hab.), Gato Colorado (1.412 hab.) y Cañada Ombú (634 hab.).

### **Vías de comunicación**

En el sector sur, la Ruta Nacional N° 98 recorre horizontalmente la unidad, uniendo las localidades de Vera y Tostado. De forma similar se presenta la Ruta Provincial N°40 que conecta Tostado con Fortín Olmos. Además, las rutas provinciales 30, 31, y 32 recorren el sector horizontalmente, mientras que la ruta provincial 13 lo recorre en sentido vertical. En el extremo sur las vías del Ferrocarril General Manuel Belgrano pasan por la localidad de San Cristóbal. En el extremo noreste el ramal F de este ferrocarril recorre las localidades de Los Tábanos, Cañada Ombú y Los Amores.

### **Obras de infraestructura en humedales**

La situación de anegamiento afecta a la actividad ganadera y agrícola, y también a la población dispersa y concentrada en localidades, lo que ha motivado una apreciable intervención del sistema natural de escurrimiento a través de la ejecución de obras hidroviales de canalización y caminos. El área presenta numerosos canales artificiales que desaguan en sentido oeste-este.

### **Uso del suelo**

En este sector predomina la ganadería extensiva, siendo la cría la actividad principal y en menor medida la invernada (Giunta, 2015). Las inundaciones recurrentes afectan extensas superficies y perjudican el desarrollo de actividades socio-productivas (Espinosa Gómez, 2021).

## **Amenazas y disturbios**

En relación con los disturbios, la región ha experimentado una expansión de la actividad agrícola, no obstante, sus efectos no han sido lo suficientemente cuantificados. Las canalizaciones, redes viales y las obras hídricas han distorsionado el escurrimiento natural, acentuando el efecto de las inundaciones y sequías, con la consecuente salinización y degradación de los suelos (Espinosa Gómez, 2021; Fertoni y Scioli, 2004). Un disturbio asociado a la ganadería, se encuentra la práctica de quemas, que en ocasiones pueden producir incendios de grandes magnitudes. Los incendios son utilizados como herramienta para mejorar la oferta forrajera. El verdeo de los espartillos es aprovechado por las vacas, a la vez que el espacio abierto favorece la aparición de otras plantas en la invernada. Los espartillos se recuperan rápidamente luego de las quemas, por lo que se considera que el fuego es inherente a este sistema (Pautasso *et al.*, 2019).

## **Conservación**

Esta región es conocida por albergar la última población santafesina del venado de las pampas, el aguará guazú (Monumento Natural de Santa Fe) y otras especies amenazadas.

En esta unidad se presentan dos áreas protegidas:

La **Reserva Privada de Usos Múltiples “Isleta Linda”** se encuentra en el distrito San Bernardo del departamento 9 de Julio. Presenta una superficie de 22178 ha, fue incorporada el 25 de noviembre de 2010 por la Ley Provincial 13158. Dentro de la misma se encuentran relictos de bosque clasificado (Ley 26.331/2007) como categoría I. Protegen especies como el Águila Coronada (*Buteogallus coronatus*) y el Cardenal Amarillo (*Gubernatrix cristata*).

La **Reserva Provincial La Loca**, ubicada en el departamento Vera, posee 2169 ha, fue creada el 29 de marzo de 1968 (Ley 6404/1968). La reserva comprende el sector sur de la Laguna La Loca y un mosaico boscoso ubicado en los márgenes del sudeste de esta. Se hallan protegidas poblaciones de carpinchos, zorros de monte

y guazunchos. El objetivo de conservación es la protección de las comunidades naturales de la cuña boscosa santafesina (IPEC, 2019).

A su vez, los Bajos Submeridionales se encuentran como una de las **Áreas Importante para la Conservación de Aves en Argentina**, debido a su importancia ornitológica y a que se registraron seis especies globalmente amenazadas, cuatro de ellas están asociadas principalmente a los pastizales: el ñandú (*Rhea americana*), el espartillero enano (*Spartonoica maluroides*), el tachurí canela (*Polystictus pectoralis*) y el capuchino garganta café (*Sporophila ruficollis*), además de que el águila coronada nidifica en la zona (Di Giacomo *et al.*, 2007).



**Curso de agua seco en los Bajos  
Submeridionales**



**Hormigueros recurrentes en el paisaje**

## Vegetación característica de los Bajos



7.2 Sistema de paisajes de humedales asociados al Domo Occidental

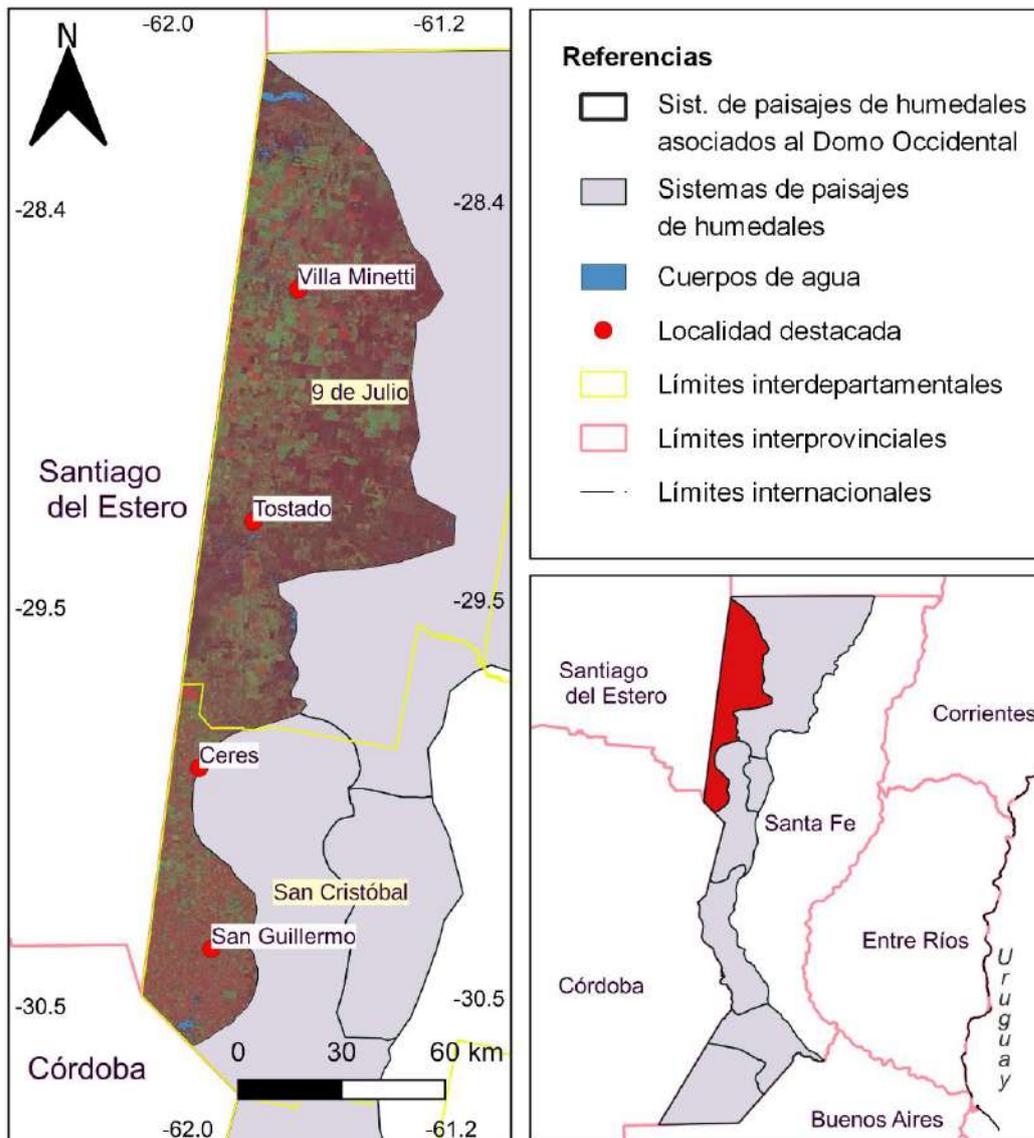


Figura 21. Sistemas de paisajes de humedales asociados al Domo Occidental

## **Localización y límites del Sistema**

Se ubica en la porción occidental de la provincia. Delimitado por las regiones conformadas principalmente por el sureste del departamento 9 de julio y el este del departamento San Cristóbal.

Superficie aproximada: 10491,42 km<sup>2</sup>

## **Caracterización físico-ambiental**

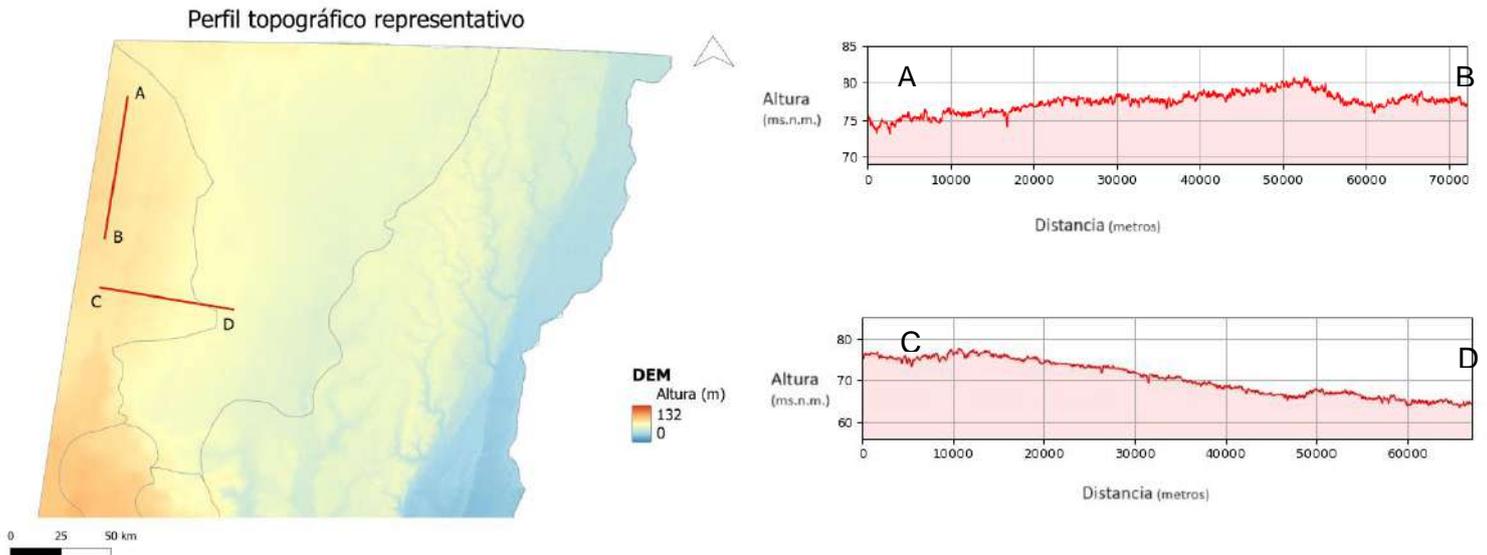
### **Clima**

Este sistema se encuentra en el tipo climático subtropical con estación seca, hacia su sector. La temperatura media anual varía entre los 19 °C y los 21° C, disminuyendo de norte a sur. Las precipitaciones son estivales y adoptan valores anuales, desde oeste a este, de 800 a 1000 mm. Se suceden ciclos más o menos periódicos de inundaciones y sequías extremas (Servicio Meteorológico Nacional).

### **Emplazamiento geológico y geomorfología**

En cuanto a su geomorfología, corresponde al dominio eólico y pertenece a la unidad denominada "Área elevada occidental" que se encuentra determinada por un conjunto de bloques sobreelevados manifiestos en superficie. Su límite occidental, en el sector meridional, está formado por el talud de la falla Tostado-Selva (25 - 30 m de altura frente a Mar Chiquita) (Iriondo, 1987).

La región es relativamente alta, si bien presenta una leve pendiente en sentido noroeste- sureste, su relieve es plano (figura 22).



**Figura 22.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital del Domo Occidental con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles representados.

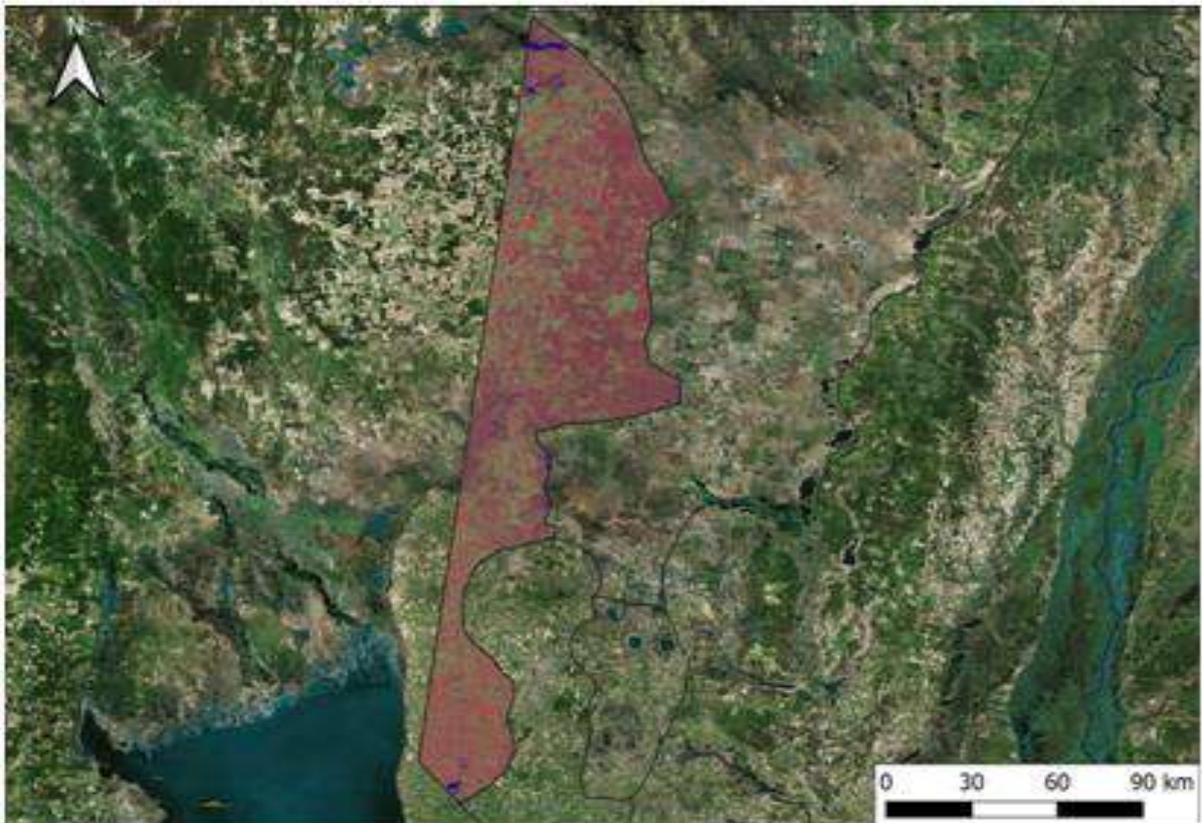
### Suelos

En los sectores altos los suelos evolucionan en condiciones de drenaje libre y esto permite el desarrollo de Hapludoles típicos o Argiudoles típicos. En los sectores transicionales, el drenaje es más limitado, presentándose suelos que son afectados algún grado por procesos hidromórficos, como Argiudoles acuicos. En los sectores planos y deprimidos, ubicados principalmente hacia el este, los excesos de agua recibidos por escurrimiento se eliminan con dificultad, y el nivel freático afecta periódicamente el perfil del suelo, generando condiciones de drenaje impedido y procesos de solidificación y salinización, dominando los Natracualfes. En lomas bajas planas, de mejor drenaje, se presentan Argialboles (por ejemplo, en San Guillermo) y Argiudoles acuicos.

### Tipos de humedales

- a) Escasas hoyas de deflación.
- b) Cavas de origen antrópico que acumulan agua.
- c) Escasos cursos de agua.

## Características hidrológicas y conectividad de los humedales



**Figura 23.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel, fecha de adquisición 27/01/2017).

Su connotación topográfica determina las zonas de drenaje, en la porción superior el agua se dirige hacia los bajos submeridionales, donde es lentamente encauzada hacia los arroyos Golondrinas y Calchaquí o al río Salado, y en la zona sur hacia la laguna Mar Chiquita (Córdoba). La red de avenamiento, poco desarrollada, está integrada por cañadas, cubetas y fajas deprimidas amplias. La escorrentía es sumamente pequeña comparada con la evaporación y la infiltración. Hacia el sector este existen problemas de inundaciones, encharcamientos, así como también se produce la formación de lagunas temporarias (INTA, 1990b) (figura 23).

## Biodiversidad

La unidad coincide con la ecorregión Chaco Seco (Chaco Subhúmedo Central) hacia el oeste, Chaco Húmedo hacia el este y una pequeña porción del Espinal hacia el sector sur (Morello *et al.*, 2012).

En cuanto a las unidades fitogeográficas, abarca la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, con Bosques de xerófitas con *Schinopsis balansae* y *Schinopsis lorentzii* (Quebrachales) en el sector noroeste, y Pastizales de *Spartina spartinae* (Espartillares) en el noreste. Hacia el sur corresponde a la Provincia Fitogeográfica del Espinal, con Bosques de esclerófitas, *Neltuma nigra* y *Neltuma alba* ("Algarrobales") (Oyarzabal *et al.*, 2018).

En los suelos altos, mejor drenados, pueden encontrarse aibales (comunidades de *Elionurus muticus*), que se caracterizan por tener un estrato alto de aibe unos 0,8 m de altura, densos y continuos y un estrato bajo compuesto por numerosas especies de gramíneas y especies de hoja ancha como *Baccharis coridifolia* (romerillo) y *Phyla canescens* (yerba del mosquito).

Otras especies arbóreas presentes en la zona son el Tala (*Celtis tala*), el chañar (*Geoffroea decorticans*), el espinillo (*Vachellia caven*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), brea (*Parkinsonia australe*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), tusca (*Vachellia aroma*), garabato (*Senegalia praecox*), molle (*Schinus molle*), mistol (*Sarcomphalus mistol*), guayacán (*Libidibia paraguariensis*) y ñandubay (*Neltumaaffinis*).

En la zona se registran más de 265 especies de aves (Giai,1950). Se destacan como especies amenazadas el ñandú (*Rhea americana*), el águila coronada (*Buteogallus coronatus*), el cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*) y el carpintero negro (*Dryocopus schulzi*). En los campos agrícolas es frecuente la presencia estival del aguilucho langostero (*Buteo swainsoni*). También se presentan aves como la chuña de patas negras (*Chunga burmeisteri*), la chuña de patas rojas (*Cariama cristata*), cuyos estados de conservación son desconocidos, y de

paseriformes como el batará estriado (*Myrmorchilus strigilatus*), el gallito de collar (*Melanopareia maximiliani*) y el hornero copetón (*Furnarius cristatus*) y el caserote (*Pseudoseisura lophotes*). Se debe confirmar la presencia actual de especies amenazadas como el pato crestudo (*Sarkidiornis melanotos*), el atajacaminos ala negra (*Eleothreptus anomalus*), el tachurí canela (*Polystictus pectoralis*), el yabirú (*Jabiru mycteria*), el playerito zancudo (*Calidris himantopus*), el loro hablador (*Amazona aestiva*), el jote real (*Sarcoramphus papa*) (BirdLife International, 2023). Existen registros de grandes mamíferos como el amenazado aguará guazú (*Chrysocyon brachyurus*) y el puma (*Puma concolor*). También es frecuente el gato colorado (*Herpailurus yagouaroundi*) y las mulitas (*Dasyopus spp.*). Además, el área se caracteriza por la simpatria de tres especies de cuisas (Caviidae) y la ocurrencia del Cabasú Chaqueño (*Cabassous chacoensis*), también llamado pichi ciego o rabo-molle (Biasatti *et al.*, 2016).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

Se destacan las localidades de Ceres (15.291 hab.), Tostado (15.533 hab.), San Guillermo (9.200 hab.), Suardi (6.933 hab.), Villa Minetti (5.698 hab.) y Villa Trinidad (3.141 hab.).

### **Vías de comunicación**

La unidad es recorrida de norte a sur por la Ruta Nacional N° 95 y cruzada lateralmente por las Rutas Nacionales N° 98 y N° 34, que recorren las localidades de Tostado y Ceres, respectivamente. Además, el área es recorrida lateralmente por las Rutas Provinciales 293, 32, 40, 38, 39, 22 y en sentido vertical por las rutas 91, 2, 17, 23. En cuanto a las vías férreas, la región es recorrida en sentido vertical por el Ferrocarril General Manuel Belgrano y es cruzada a la altura de la localidad de Ceres por el Ferrocarril General Bartolomé Mitre.

### **Obras de infraestructura en humedales**

Son frecuentes las canalizaciones, siendo que en algunos sectores se ha modificado la tendencia natural de escurrimiento (Biasatti *et al.*, 2016).

### **Uso del suelo**

En esta unidad, predomina la ganadería, desarrollándose invernada con algo de tambo y cría en los sectores de mayor aptitud hacia el oeste, mientras que la actividad de cría se distribuye hacia el este donde la aptitud es menor. Debido a la mayor aptitud de los suelos en los sectores elevados del domo occidental, hacia el oeste, se registra actividad agrícola pura o agrícola-ganadera, mientras que en el sector suroeste, se presentan sistemas agrícolas-ganaderos (Giunta, 2015).

### **Amenazas y disturbios**

En la región, en los años cincuenta, se ha llevado a cabo una significativa explotación selectiva de árboles de quebracho colorado, que ha ido de la mano de una ganadería. A partir de la década de 1980, se observa un cambio rápido hacia la agricultura y la ganadería intensiva, donde se han incorporado tierras a través de la deforestación y la transformación de las áreas de pastizales. Además, la caza furtiva, tanto con fines de caza como para la obtención de mascotas, también parece desempeñar un papel importante en la zona (Di Giacomo *et al.*, 2007).

Esta unidad al estar fuertemente intervenida por la actividad agrícola-ganadera, ha afectado considerablemente la vegetación autóctona/silvestre. Es por ello de la importancia de la existencia de relictos de comunidades naturales en espacios como banquinas, vías férreas, caminos. A su vez, es notable la ausencia de árboles, atribuible a la competencia con las poblaciones herbáceas (INTA, 1990b). Dentro de la extensión de dicho territorio se encuentran relictos de bosques (CIAM), que según su ubicación predomina una categoría diferente (Ley Nacional N° 26331): en la porción oeste mayoritariamente corresponde a la categoría I (rojo - muy alto

valor de conservación), mientras que, en la porción este, a la categoría II (amarillo - mediano valor de conservación).

Cabe destacar que la caza deportiva y de subsistencia tiene un impacto importante en el área (Di Giacomo *et al.*, 2007).

### **Conservación**

No hay áreas protegidas en este Sistema, sin embargo, por su importancia ornitológica y porque se ha registrado la presencia de siete especies de aves globalmente amenazadas, como el ñandú (*Rhea americana*), el águila coronada (*Buteogallus coronatus*) y el cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*), se incorpora al Dorso occidental subhúmedo de Santa Fe, dentro del listado de **Áreas Importantes para la Conservación de las Aves** - AICAS de Argentina (Di Giacomo *et al.*, 2007).



Jabirú (*Jabiru mycteria*)



Garcita bueyera (*Bubulcus ibis*)



Caracolero común (*Rostrhamus sociabilis*)



Gallareta Escudete Rojo (*Fulica ruffifrons*)



Nandú común (*Rhea americana*)

Daniel González Pippo



**Cuerpo de agua a la vera de la Ruta Nacional N° 95**

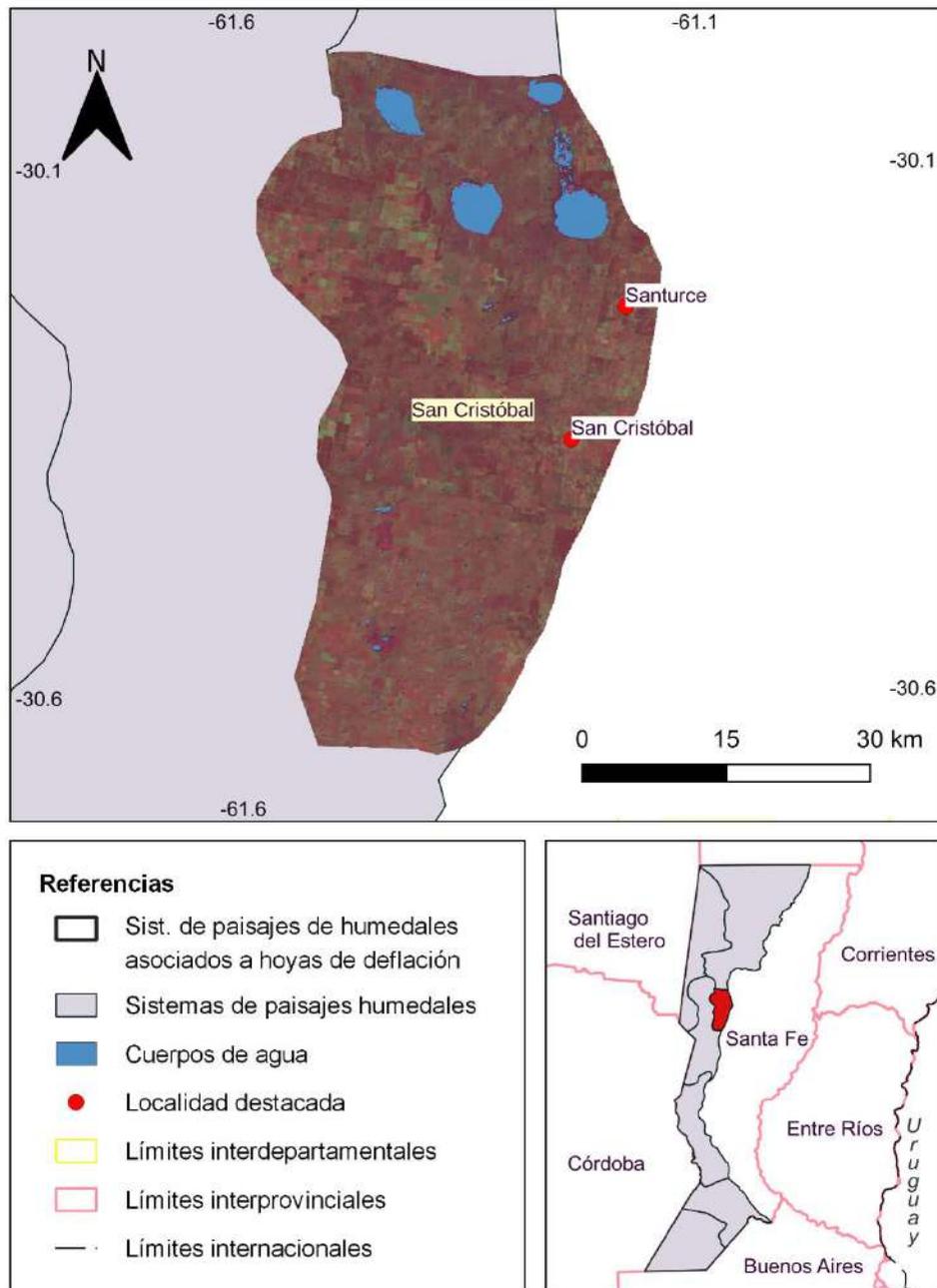


**Bañado del río Salado**



**Curso principal del río Salado**

### 7.3 Sistema de paisajes de humedales asociados a hoyas de deflación



**Figura 24.** Sistemas de paisajes de humedales asociados a las hoyas de deflación.

#### Localización y límites del Sistema

Este sistema de paisajes de humedales se ubica en la porción central del departamento de San Cristóbal, en la región centro de la Provincia.

Superficie aproximada: 1977,64 km<sup>2</sup>

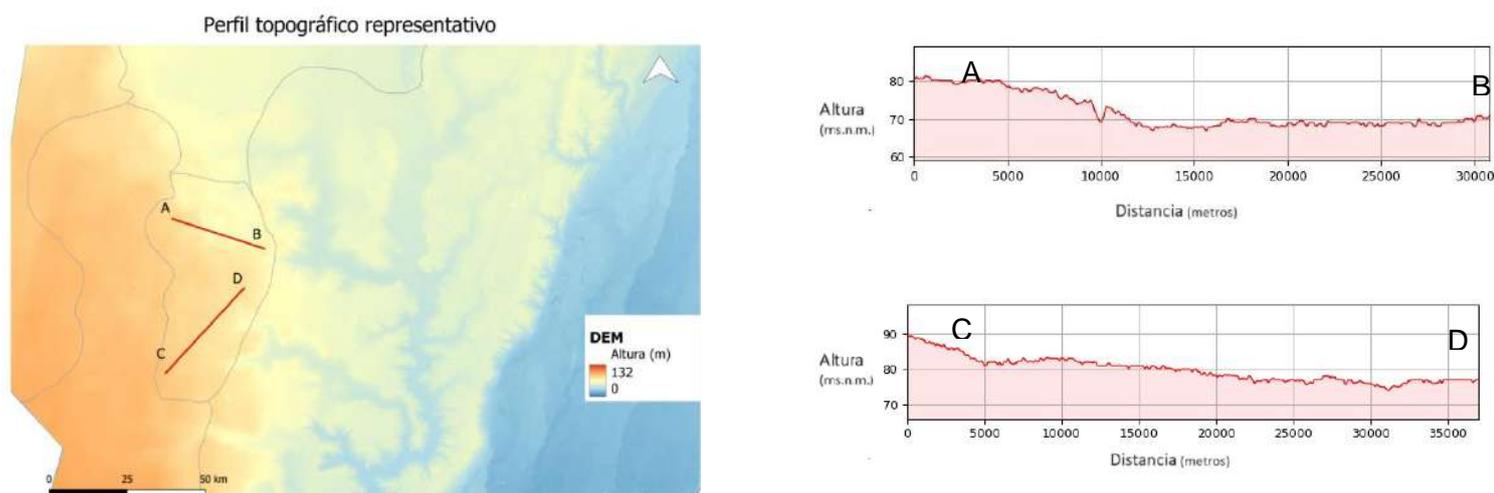
## Caracterización físico-ambiental

### Clima

Este sistema se encuentra comprendido en el tipo climático subtropical, hacia su sector norte, templado pampeano, hacia el sector sur; con lluvias cuya distribución no es uniforme, con alternancia de periodos de excesos hídricos y épocas de sequías. La temperatura media anual varía entre los 18 °C y los 20° C. Las precipitaciones adoptan valores entre los 800 mm y 1100 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional).

### Emplazamiento geológico y geomorfología

En cuanto a su geomorfología, corresponde al dominio eólico y se encuentra caracterizada por la unidad geomorfológica "Área de Hoyas de Deflación". Su característica sobresaliente es la gran cantidad de hoyas de deflación de 200 a 300 metros de diámetro.



**Figura 25.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital de las Hoyas de Deflación con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles representados.

El área presenta un relieve casi plano, su pendiente general oscila alrededor de 0,5%, con sentido oeste-este, con muy suaves ondulaciones, alternando suelos relativamente altos y con buen drenaje dominados por bosques, con zonas deprimidas de deficiente escurrimiento superficial y otras anegadas en forma casi permanente, con bañados y lagunas (figura 25).

## **Suelos**

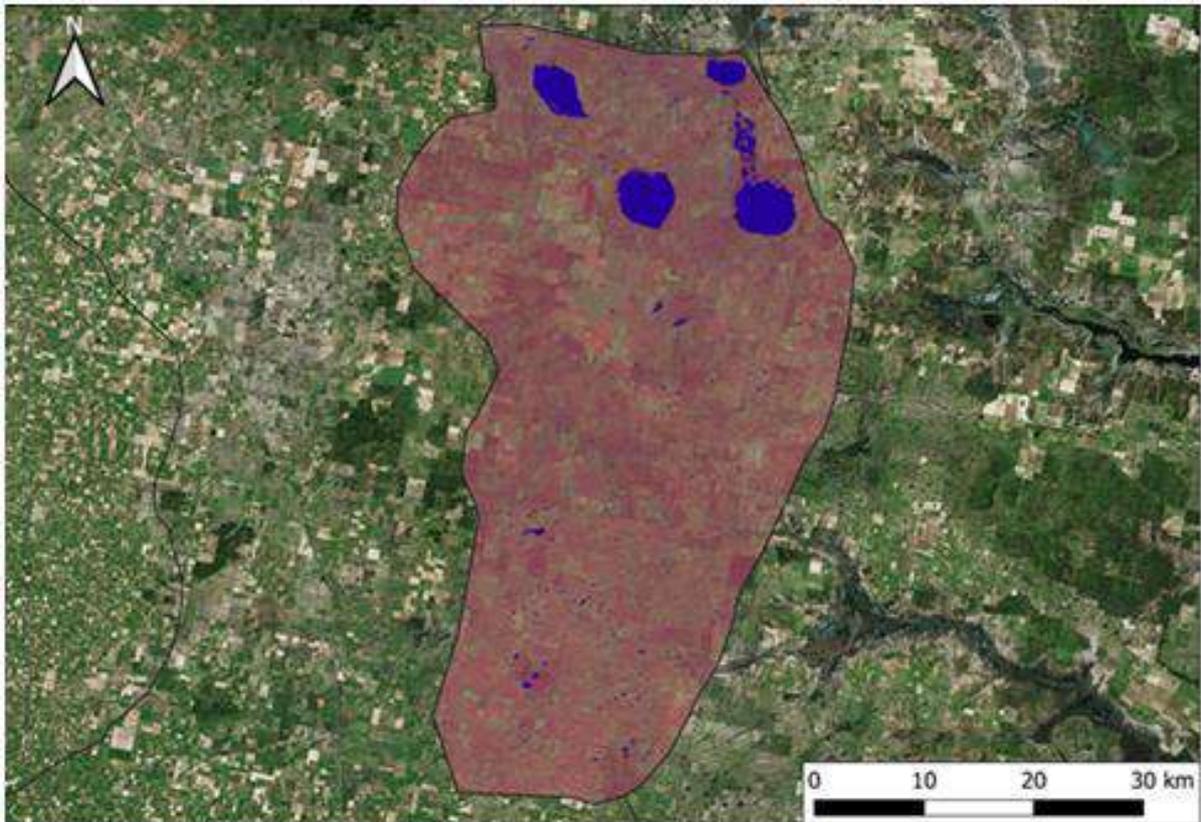
La característica principal que domina los suelos de este Sistema es la alcalinidad registrada a menos de 50 cm y la susceptibilidad a inundaciones o anegamientos. Bordeando las lagunas de mayor tamaño se presentan Natracualfes, suelos planos inundables. En las lomas altas se registran natracuoles y en las cubetas de drenaje deficiente Natralboles (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990). En cuanto a la aptitud de los suelos, el grupo 7 es el más representativo del área abarcada por el Sistema con un índice de productividad muy bajo (INTA, 1990a).

### **Tipos de humedales**

- a) Paleocauces generalmente colmatados.
- b) Hoyas de deflación colmatadas y otras transformadas en lagunas permanentes o semipermanentes.
- c) Hormigueros.
- d) Planicies de lagunas irregulares.
- e) Cañadas.

### **Características hidrológicas y conectividad de los humedales**

El sistema recibe las aguas de las "Fajas de Cañadas Paralelas"; unidad geomorfológica ubicada al oeste. La gran cantidad de depresiones (figura 26) hace que, durante ciertos estados hidrológicos, casi toda la superficie se comporte como una cuenca cerrada sin conexión superficial con el sistema del Salado. El arroyo Las Conchas, se comunica por un canal con la laguna La Verde que recibe aguas, a través de la comunicación con las otras 3 lagunas contiguas: La Cabral, Palos Negros y El Dentado. En general, las tierras no son inundables, aunque soportan encharcamientos generalizados durante lapsos prolongados (Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Fe, 2013).



**Figura 26.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel, fecha de adquisición 27/01/2017).

## Biodiversidad

Pertenece a la ecorregión del Espinal, Pampa Llana (Morello *et al.*, 2012) y la Provincia Fitogeográfica del Espinal, prevaleciendo en la mayor parte del territorio los Bosques de esclerófilas, *Neltuma nigra* y *Neltuma alba* (Algarrobales), salvo hacia el este donde se presentan Bosques de esclerofitas con *N. nigra* y *Vachellia caven* (Espinillar) (Oryasabal *et al.*, 2018).

Algunas de las especies arbóreas presentes en los bosques xerófilos ubicados en el departamento de San Cristóbal son: algarrobos (*Neltuma spp.*), chañar (*Geoffroea decorticans*), incienso (*Schinus longifolius*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), tusca (*Vachellia aroma*), mistol (*Sarcomphalus mistol*) y carandá (*Trithrinax campestris*). A su vez, se presentan pastizales de espartillo chuza (*Spartina spartinae*) y aibal (*Elionurus muticus*),

arroyos, bañados, lagunas temporarias y permanentes, y áreas con elevada presencia de sal en superficie (Fandiño *et al.*, 2015).

Probablemente sea el Sistema menos estudiado en cuanto a su biodiversidad, sin embargo, se han detectado especies amenazadas dentro del Sistema. Por la gran extensión y diversidad de ambientes con espartillares, cañadas, sabanas y bosques, es un sitio de importancia para el águila coronada (*Buteogallus coronatus*), estos ecosistemas son claves para la conservación de esta especie a nivel global, como también para el Ñandú (*Rhea americana*), el Flamenco Andino (*Phoenicopterus chilensis*), la Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*), el Batitú (*Bartramia longicauda*) y Cardenal Amarillo (*Gubernatrix cristata*) (Fandiño *et al.*, 2015). En los bosques y sabanas, se pueden observar aves habituales de la ecorregión del Espinal, pero también aparecen aves de bosques chaqueños de la provincia, a modo de ejemplo se menciona la perdiz (*Nothura maculosa*), tuyango (*Ciconia maguari*), chajá (*Chauna torquata*), martín pescador (*Megaceryle torquata*; *Chloroceryle americana*), carancho (*Caracara plancus*), carpinteros (*Colaptes spp.*), cardenales (*Paroaria coronata*), calandria (*Mimus saturninus*), tero (*Vanellus chilensis*), tero real (*Himantopus mexicanus*), benteveo (*Pitangus sulphuratus*), lechuzas, ñandú (*Rhea americana*), rayador (*Rynchops niger*), chingolo (*Zonotrichia capensis*), pico de plata (*Hymenops perspicillatus*), como diversos chorlos, palomas y cotorras (Biasatti *et al.*, 2016).

En la reserva El Fisco ubicada en cercanías de este Sistema, los mamíferos registrados fueron Peludo (*Chaetophractus villosus*), Gato montés (*Leopardus geoffroyi*), Gato eyra (*Herpailurus yagouaroundi*), Puma (*Puma concolor*), Zorro de monte (*Cerdocyon thous*), Aguará guazú (*Chrysocyon brachyurus*), Hurón (*Galictis cuja*), Aguará popé (*Procyon cancrivorus*), Jabalí (*Sus scrofa*), Chancho moro (*Pecari tajacu*), Guazuncho (*Mazama gouazoubira*), Coipo (*Myocastor coypus*), Carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), Vizcacha (*Lagostomus maximus*) Liebre europea (*Lepus europaeus*) (Pautasso *et al.*, 2010). A su vez, se

realizó una recopilación de observaciones de vertebrados, donde se definió la composición de la reserva, las especies sumadas a la lista anterior fueron nutria (*Myocastor coypus*), coatí (*Nasua sp.*), mulita (*Dasypus sp.*), zorros (*Lycalopex sp.*), lagarto overo (*Tupinambis teguixin*), yacaré overo (*Caiman latirostris*), yará grande (*Bothrops alternatus*), coral (*Micrurus sp.*), entre otros (Biasatti et al., 2016).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

La población se concentra en la localidad de San Cristóbal, con aproximadamente 14.922 habitantes.

### **Vías de comunicación**

Las principales vías de comunicación de esta unidad son las Ruta Provinciales N° 39 que la cruza horizontalmente por el centro, la ruta N° 38 hacia el norte, las rutas N° 2 y N° 13 ubicada en su sector este que la recorren en sentido vertical y la ruta 4 que llega hasta la localidad de San Cristóbal. También, se encuentran en el sector este, las líneas del Ferrocarril General Manuel Belgrano.

### **Uso del suelo**

Se la ubica en la Zona Agroeconómica Homogénea (ZAH) denominada Tostado-Reconquista, Subzona Ganadera del Noroeste - San Cristóbal. El principal uso de la tierra es ganadero, con algunos sectores aptos para la agricultura. Los cultivos principales son la soja y el girasol, y en menor medida maíz, sorgo, trigo y algodón (Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Fe, 2013). La actividad ganadera varía entre cría pura o con algo de invernada, invernada con algo de tambo o cría, y algunos sectores de tambo puro (Giunta, 2015). Según los datos del Ministerio de Agroindustria de la Nación del año 2017, el departamento San Cristóbal es uno de los principales productores de miel de la provincia (Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Fe, 2013).

## Amenazas y disturbios

En cuanto a las amenazas que presenta el Sistema se puede destacar la tala selectiva, la caza furtiva, el sobrepastoreo de ganado y los incendios en áreas naturales.

## Conservación

La “**Reserva Natural Manejada El Fisco**”, se ubica en el Departamento San Cristóbal, en cercanía del Sistema descrito. Presenta una superficie de 1.500 ha las cuales están destinadas a la conservación y manejo de la especie “yacaré overo” (*Caiman latirostris*) como objetivo principal.





**Cuerpo de agua a la vera de la Ruta Nacional N° 39**

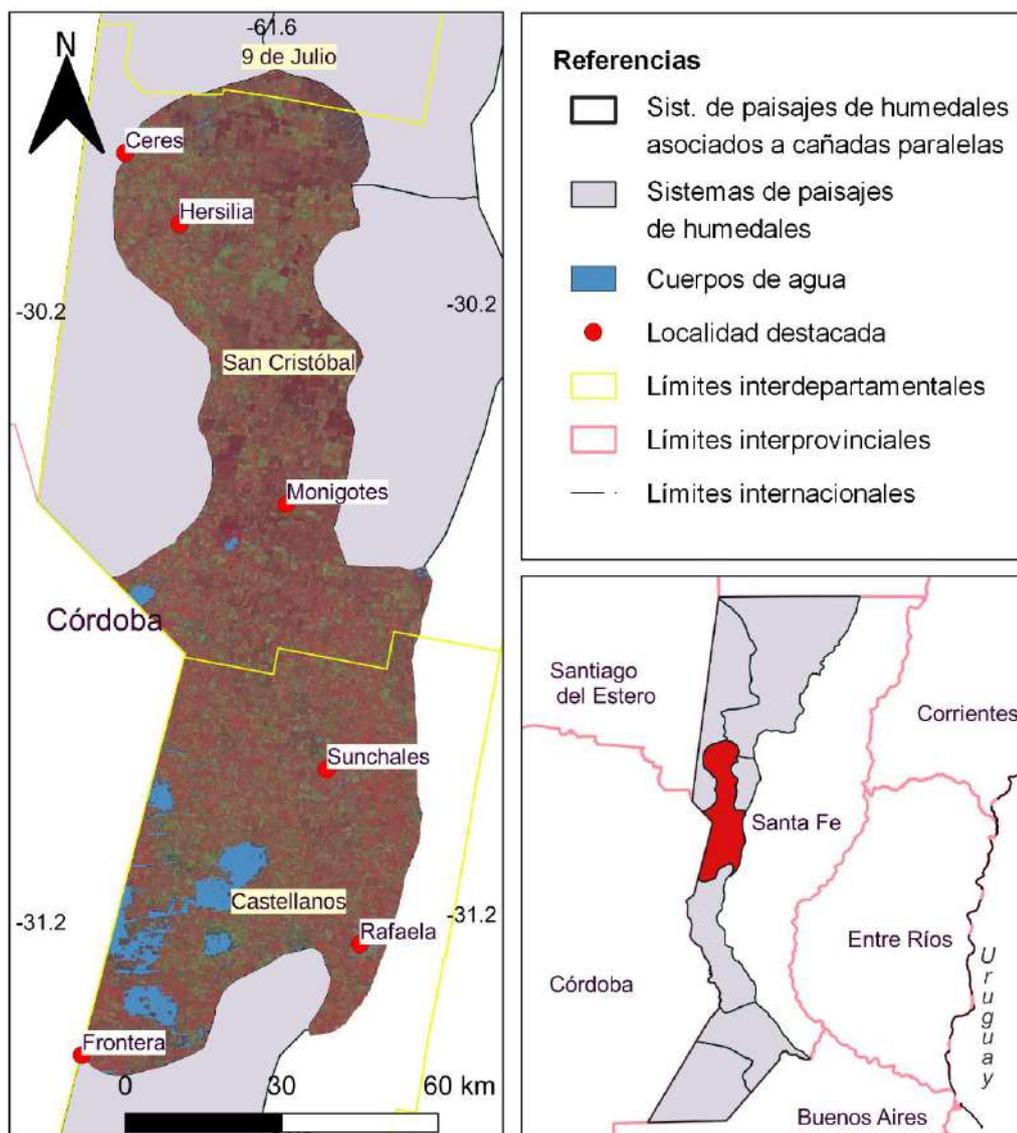


**Ganadería y hormigueros característicos de la zona**



**Laguna La Cabral**

7.4 Sistema de paisajes de humedales asociados a cañadas paralelas



**Figura 27.** Sistemas de paisajes de humedales asociados a cañadas paralelas.

## **Localización y límites del Sistema**

Se ubica en la porción central-oeste de la provincia. Abarca el centro-este del departamento San Cristóbal, el noreste del departamento Castellanos y un pequeño sector al sur del departamento 9 de Julio. Superficie aproximada: 7298,92 km<sup>2</sup>

## **Caracterización físico-ambiental**

### **Clima**

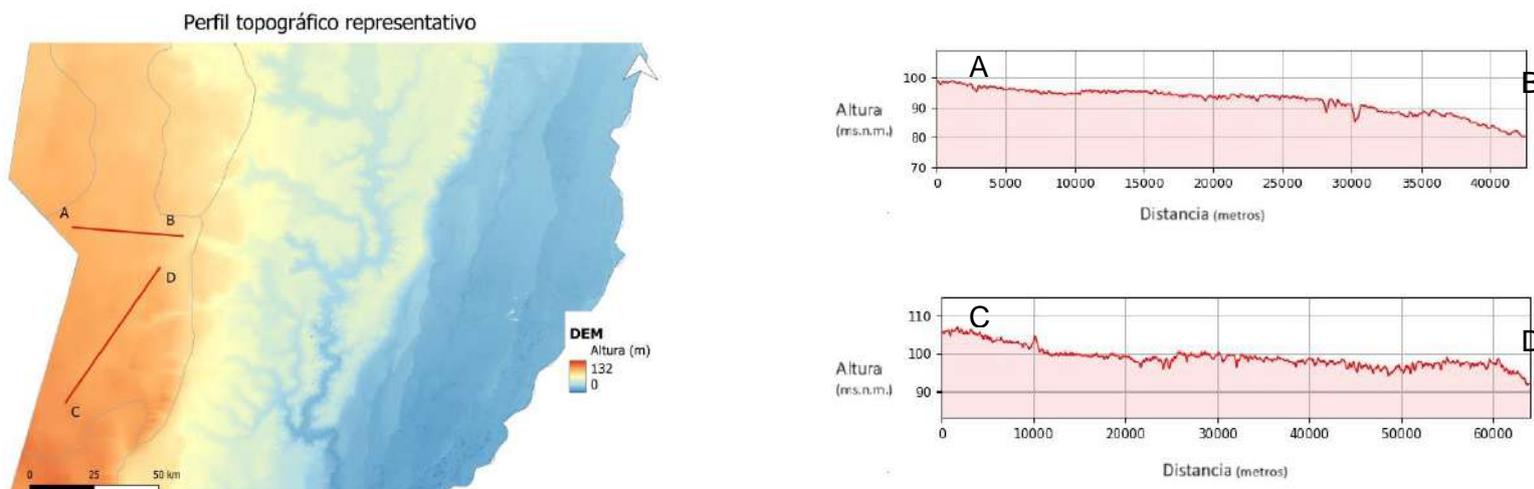
Este sistema se encuentra en los tipos climáticos subtropical con estación seca en la porción norte, y templado pampeano hacia el sur. La temperatura media anual varía entre los 18 °C y los 20° C. Las precipitaciones adoptan valores desde oeste a este entre 800 a 900 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional).

### **Emplazamiento geológico y geomorfológico**

En relación a su geomorfología, corresponde al dominio eólico, y forma parte de la unidad geomorfológica "Faja de Cañadas Paralelas" (Iriondo, 1987).

Como su nombre lo indica está constituido por un sistema bastante denso de cañadas paralelas y sub-paralelas. Tienen orillas de pendientes muy suaves, se observan en el terreno fajas de transición entre las cañadas y las tierras más altas. La definición de las cañadas se va modificando paulatinamente de norte a sur. En el norte, entre Tostado y Hersilia, hay un trecho de alrededor de 10 kilómetros de extensión alto y sin cañadas. A continuación, se extiende un segmento de 35 kilómetros hasta llegar a Curupaytí, que se caracteriza por la presencia de cañadas largas que varían en longitud de 25 a 35 kilómetros y están separadas por distancias que oscilan entre 1 y 2 kilómetros. A medida que nos dirigimos de Curupaity a Sunchales, las cañadas disminuyen en número, pero comienzan a mostrar una incipiente tendencia a conectarse en sistemas de ríos y arroyos. Esta tendencia se vuelve más evidente más al sur, donde las cañadas se interconectan formando parte de la red de afluentes de Las Prusianas, ubicada en la margen derecha del arroyo Cululú (Iriondo, 1987).

En la mayor parte de esta unidad se observa una pendiente definida en sentido suroeste-noreste, mientras que desde Sunchales hacia el sur la dirección de la pendiente se hace oeste-este (figura 28).



**Figura 28.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital de las Cañadas Paralelas con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles representados.

## Suelos

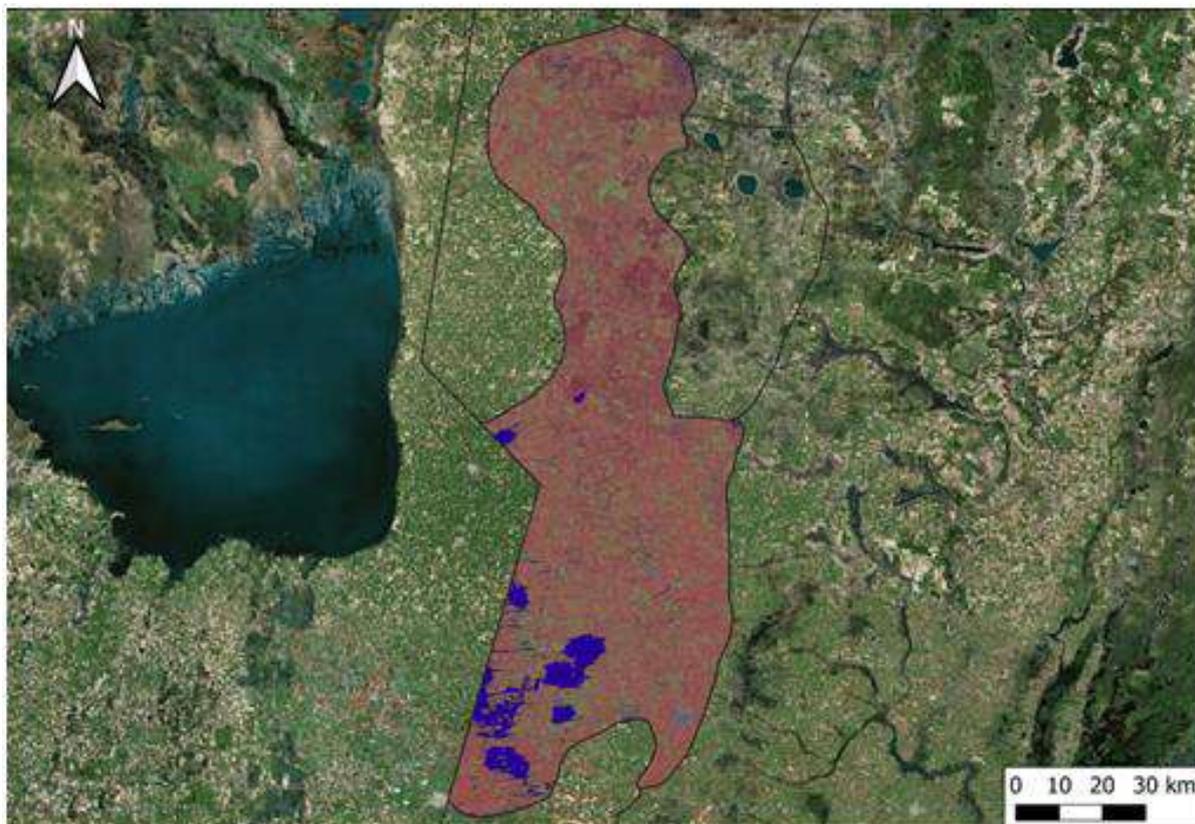
Se presentan Natracualfes (zona de Monigotes), Natralboles (localidad de Arrufo) Natracuoles típicos (Monigotes, Curupaity), Albacualfes (Ambrosetti). También se observan complejos con predominio de Argiudoles acuáticos (Hersilia) (INTA, 1990b).

La aptitud de los suelos presenta una variación a medida que se avanza de sur a norte. Esta tendencia se caracteriza por una disminución progresiva en la calidad y capacidad de los suelos para respaldar una amplia gama de actividades agrícolas y agrícolas-ganaderas. Este fenómeno, ampliamente observado en la región, puede atribuirse a factores geográficos, climáticos y edafológicos que impactan negativamente en la fertilidad, textura y estructura de los suelos, lo que a su vez influye en su capacidad para el desarrollo de cultivos y la producción ganadera.

## Tipos de humedales

- a) Cañadas paralelas y subparalelas

## Características hidrológicas y conectividad de los humedales



**Figura 29.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel, fecha de adquisición 27/01/2017).

En cuanto a su drenaje, se observan cañadas con sentidos suroeste-noreste (en el sector norte) y oeste-este (en el sector sur) (figura 29). Estas últimas se incorporan a redes hidrográficas de la cuenca del Salado, desembocando finalmente en el río Paraná. Al ser un área altamente intervenida, gran parte de las cañadas han sido canalizadas. En épocas de grandes lluvias, las cañadas transportan considerable cantidad de agua, pudiendo en determinados casos, acarrear sedimentos en suspensión en grandes proporciones (Iriondo, 1987).

### Biodiversidad

Esta unidad se encuentra, en toda su extensión, en la ecorregión del Espinal Pampa Llana (Morello *et al.*, 2012), y en la Provincia Fitogeográfica del Espinal, Bosques de esclerófitas con *Neltuma nigra* y *Neltuma alba* ("Algarrobales"). Dependiendo la posición topográfica se pueden hallar tres importantes comunidades: Bosque

abierto de *N. nigra* y *Vachellia caven* que desarrolla en lomadas, sabana de leñosas en áreas periódicamente anegables y está dominada por *Geoffroea decorticans*, *V.caven* y *Parkinsonia aculeata* y pradera de higrófitas y halófitas desarrolla en bajos y cañadas (Oyarzabal et al., 2018).

La fisonomía original de la vegetación más representativa de este Sistema, muy modificada en la actualidad, corresponde al tipo de sabana abierta, con un estrato leñoso de densidad variable, con predominancia de chañar (*Geoffroea decorticans*). El estrato herbáceo presenta una distribución en mosaico, con comunidades de gramillares de *Cynodon dactylon* (*Cyclosporum leptophyllum*, *Heliotropium curassavicum*, *Salicornia* sp., *Juncus bufonius*, *Ambrosia* sp., *Schoenoplectus californicus*, *Cyperus* sp., *Panicum miliodes*, *Phalaris angusta*, *Hordeum stenostachys*, *Melilotus alba*), praderas húmedas con *Paspalum* sp. (predominio de *Paspalum* y *Cyperaceas*, *Carex feddeana*, *Leptochloa chloridiformis*, *Heimia salicifolia*, *Rumex* sp., *Plantago myosuroides*, *Hordeum stenostachys*, *Panicum milioides*, *Deyeuxia viridiflavescens*, *Setaria parviflora*, *Holocheilus hieracioides*, *Aspilia pascalioides*, *Eleocharis montana*, *Cyclosporum leptophyllum*, *Verbena* sp., *Nasella hyalina*, *Polygonum* sp., *Eryngium paniculatum*, *Phalaris angusta*), un estrato herbáceo bajo los chañares donde las isletas de *Geoffroea decorticans* se presentan en los sectores topográficamente elevado, praderas saladas dominadas por pelo de chancho (*Distichlis spicata* y en ocasiones con presencia de chilca (*Tessaria dodoneifolia*) con especies como *Sporobolus pyramidatus*, *Cynodon dactylon*, *Chloris halophila*, *Diplachne fusca*, *Sporobolus phleoides*, *Spergularia* sp. *Heliotropium curassavicum*, *Pterocaulon purpurascens*, *Salicornia* sp., *Portulaca* sp.; praderas húmedas de "canutillos" con *Paspalum distichum* y *P. denticulatum*, *Luziola peruviana*, *Leersia hexandra*, acompañados por *Diplachne fusca*, *Borreria verticillata*, *Panicum miliodes*, *Rumex* sp., *Polygonum punctatum*, *Echinochloa helodes*, *Setaria geminata*, con *Cyperus luzulae*, *C. corymbosus*, *C. oxylepsis*, *Sesbania* sp., *Pluchea sagittalis*, *Eleocharis*

*elegans* y *E. montana*; flechillares de *Nassella* sp. y *Setaria* sp. con predominancia de *Nassella neesiana* y *N. hyalina*, *Setaria parviflora* y *S. fiebrigii*, acompañado de *Bothriochloa laguroides*, *B. saccharoides*, *Gamochaeta americana*, *Sisyrinchium* sp., *Medicago lupulina*, *Cynodon dactylon*, *Eryngium coronatum*, *Heimia salicifolia*, *Piptochaetium stipoides*, *Baccharis glutinosa*, *Verbena gracilescens*, *Cyperus aggregatus*, *C. rigens*, *Verbena intermedia*, *Conyza bonariensis*, *Symphotrichum squamatus*, *Sida rhombifolia*, *Senecio heterotrichus*; y Pajonales de *Leptochloa chloridiformis*.

Entre las aves más características que se registran en la zona encontramos algunos furnáridos como el leñatero (*Anumbius annumbi*), los espineros (*Phacellodomus* spp.) y los pijués (*Synallaxis* spp.). En las cañadas son características especies de aves asociadas a estos cuerpos de agua como garzas, cigüeñas, cuervillos de cañada, patos, entre otros. Algunos de los mamíferos que habitan la región son el zorro pampa (*Lycalopex gymnocercus*), el zorrino (*Conepatus chinga*), la comadreja overa (*Didelphis albiventris*) y los cuises (*Cavia aperea*). En algunos sectores puntuales aún quedan Vizcachas (*Lagostomus maximus*), especie que ha sufrido una importante disminución en la provincia (Biasatti et al., 2016).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

Las ciudades más significativas son Ceres (14.499 hab.), Rafaela (91.571 hab.), Sunchales (20.537 hab.), Frontera (10.520) y Hersilia (2780 hab.).

### **Vías de comunicación**

El Ferrocarril General Bartolomé Mitre conecta las localidades ubicadas en la unidad desde Rafaela hasta Ceres. El mismo trayecto presenta la Ruta Nacional N°34. Las líneas del Ferrocarril General Manuel Belgrano conectan San Francisco y Rafaela en el límite sur. En el sur de la unidad la Autopista N° 19 llega hasta la localidad de San Francisco. Además, la recorren las rutas provinciales N° 22, 20, 13,

19, 62, 39, 23 y 38. Se reconocen aeródromos en las localidades de Rafaela, Sunchales, San Clara de Saguier y Ceres.

### **Uso del suelo**

En esta zona predomina el uso ganadero, principalmente cría, y en menor medida tambo e invernada. En los sectores de mayor aptitud agrícola se presentan sistemas mixtos (Giunta, 2015).

En los departamentos Castellanos y San Cristóbal, en los que se ubica esta unidad, se concentran la mayor cantidad de productores de miel de la provincia, según los datos del Ministerio de Agroindustria de la Nación del año 2017 (Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Fe, 2013).

### **Amenazas y disturbios**

La ecorregión del Espinal es una de las más vulnerables y más afectadas por los cambios del uso del suelo en Argentina. Los sectores de bosques fueron transformados y reemplazados por pastizales que son utilizados principalmente para el pastoreo de ganado. En otras áreas, los pastizales naturales y los bosques fueron transformados en zonas agrícolas. Esto tuvo como resultado la pérdida de la biodiversidad de la región (Guida Johnson y Zuleta, 2013).

### **Conservación**

En la actualidad, no hay áreas protegidas en el territorio que comprende este Sistema. No obstante, según el Mapa de Ordenamiento de Bosques Nativos, el sector norte de la unidad corresponde a zonas de mediano valor de conservación, que a partir de la implementación de actividades de restauración pueden adquirir un alto valor (Ley Provincial 13372/13).



Garcita blanca (*Egretta thula*)

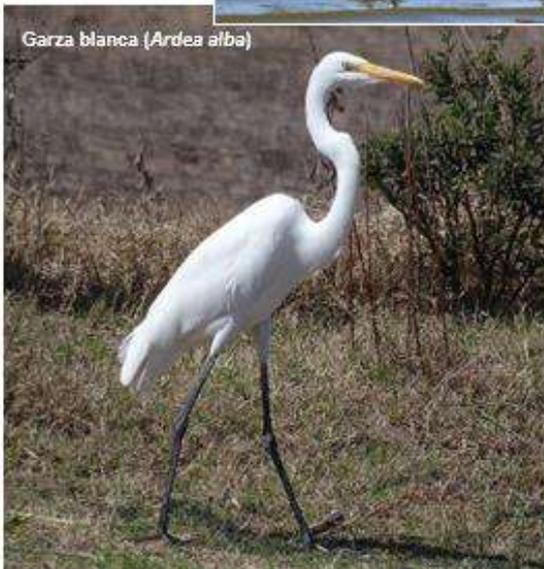


Garza bruja (*Nycticorax nycticorax*)



Cuervillo de cañada (*Plegadis chiri*)

Daniel  
Gonzalez Pippo



Garza blanca (*Ardea alba*)

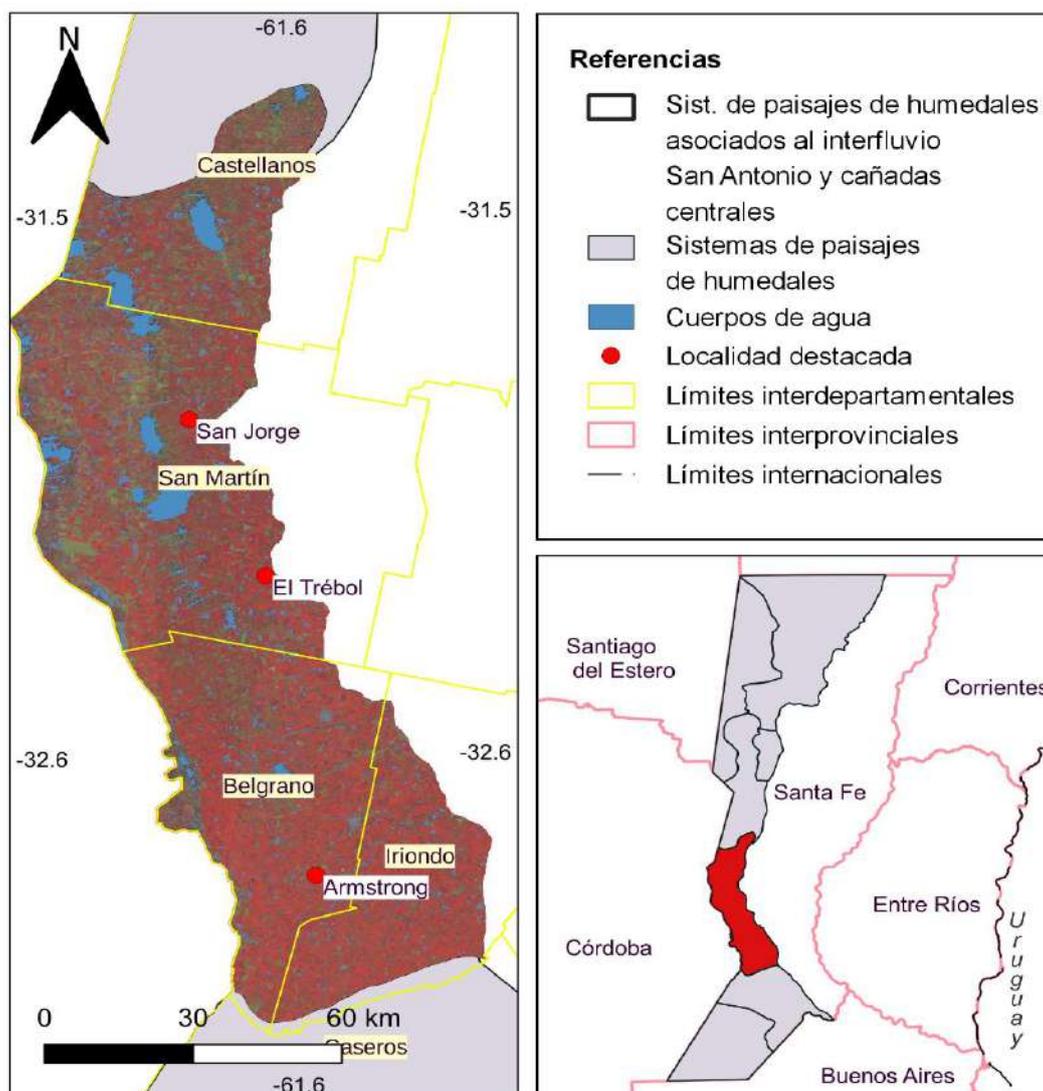


Cigüeña americana (*Ciconia maguari*)



**Cuerpo de agua a la vera de la Ruta Nacional Nº 34 y Vegetación de zonas inundables**

### 7.5 Sistema de paisajes de humedales asociados al interfluvio San Antonio y cañadas centrales



**Figura 30.** Sistemas de paisajes de humedales asociados al interfluvio San Antonio y cañadas centrales.

#### Localización y límites del Sistema

Se encuentra en la región centro-suroeste de la provincia. Abarca el sur del departamento Castellanos, la zona oeste del departamento San Martín, casi la totalidad del departamento Belgrano y la mitad suroeste del departamento Iriondo. Superficie aproximada: 8015,51 km<sup>2</sup>.

## Caracterización físico-ambiental

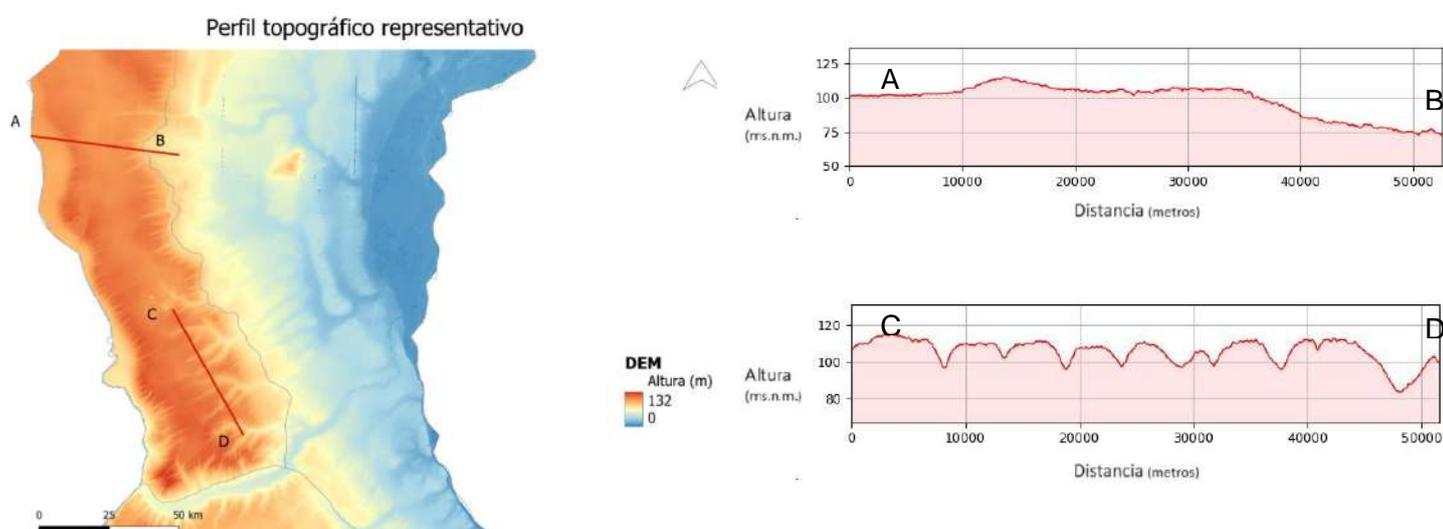
### Clima

Este sistema corresponde al tipo climático templado pampeano, con una temperatura media anual que ronda los 18 °C. Las precipitaciones adoptan valores que se aproximan a 900 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional).

### Emplazamiento geológico y geomorfología

En cuanto a su geomorfología, corresponde al dominio eólico, moldeado por el sistema geomorfológico "área de bloques desiguales" y delimitado en extremos sur, este y oeste por la unidad geológica denominada "Formación San Guillermo", que se extiende hacia el norte. La variación de la topografía de la línea A-B de la figura 31 refleja el ancho de la unidad mencionada. El "área de bloques desiguales" se encuentra constituida por un conjunto de bloques tectónicos basculados limitados por largas y suaves pendientes, en cuyas porciones finales están ocupadas por depresiones pantanosas salinizadas.

Presenta, en la parte central, un paisaje suavemente ondulado, con una pendiente de 0,5%.



**Figura 31.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital del Interfluvio San Antonio y Cañadas centrales con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles representados.

## **Suelos**

En los sectores bien drenados de lomas onduladas y lomas planas extendidas se encuentran suelos profundos, bien drenados, sin limitaciones para la penetración del agua y el aire, clasificados como Argiudoles típicos. Esta categoría de suelos es la que predomina en la unidad, ubicándose principalmente en la región central y este. En los sectores de pendientes hacia el canal San Antonio, los suelos presentan contenidos importantes de sales y sodio intercambiable. En estos sectores se encuentran Argiudoles acuicos, Natracualfes típicos y Natracuoles típicos. En las áreas aledañas a vías de escurrimiento permanentes (arroyos) se originan suelos de características hidromórficas más acentuadas, con materiales finos provenientes de las partes más altas del relieve y contenidos importantes de sodio intercambiable y sales solubles, como Argiudoles acuicos, Natralboles típicos, Natracuoles típicos y otros complejos indeterminados. En las vías de escurrimiento temporarias y pequeñas cubetas o lagunas semipermanentes se encuentran suelos de baja permeabilidad, con horizontes lixiviados e hidromórficos, como Argiudoles acuicos y Argialboles típicos. Los Argiudoles acuicos se concentran en la porción norte de la unidad (INTA, 1980).

En cuanto a la aptitud, los suelos de esta unidad son en general de alta aptitud en la mayor parte del territorio. En el sector noroeste se presentan suelos con aptitud-media alta y media baja. Los de menor aptitud se ubican en los bordes de los cursos de agua, hacia el canal San Antonio y los arroyos permanentes hacia el suroeste, con aptitudes que van de bajas a muy bajas (INTA, 1990a).

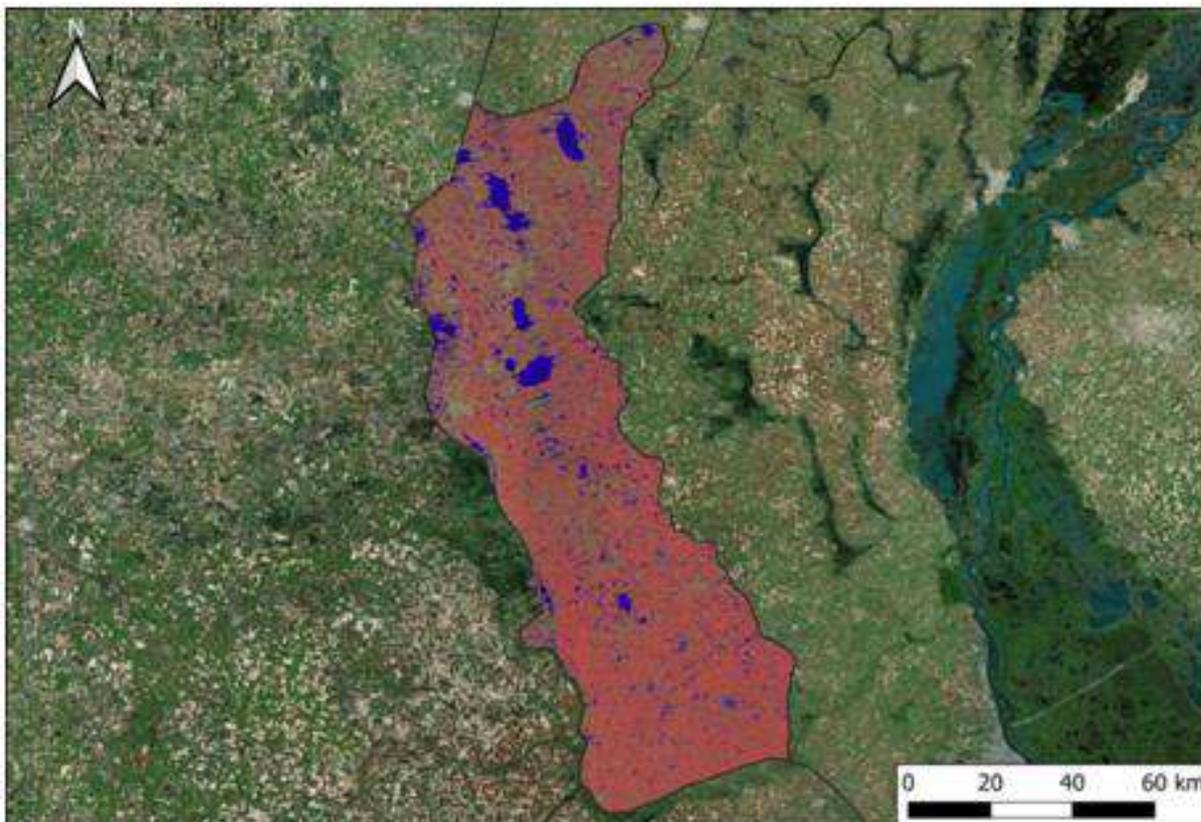
### **Tipos de humedales**

- a) Cañadas menores muy numerosas en algunas áreas.
- b) Arroyos naturales y canales antrópicos.

### **Características hidrológicas y conectividad de los humedales**

En este sistema se observan cañadas menores perpendiculares a grandes depresiones ubicadas al este del área (figura 32). Está surcado por una red de

arroyos y canales que conectan con los ríos Coronda y Carcarañá que finalmente desembocan en el Río Paraná. Representa al área típica de llanura santafesina, en la cual sus cursos de agua, dependen mayoritariamente de las precipitaciones.



**Figura 32.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel, fecha de adquisición 27/01/2017).

En su límite este se presenta el canal San Antonio, un desagüe de doble traza construido en la década de 1940 sobre el límite interprovincial (Córdoba y Santa Fe). Comienza al sur de las ciudades de San Francisco y Frontera y drena hasta desaguar en el Arroyo Tortugas. En sus 192 kilómetros recibe la descarga de 40 canales secundarios (Portugalete, Curupaity, Capivara Auxiliar, La Dorca, Capivara 1, Capivara 2, Capivara Sur, Canales terciarios y red de cunetas). Luego confluye con el río Tercero en Cruz Alta y da origen al río Carcarañá, que finalmente desagota en el río Paraná en Puerto Gaboto (Calzada *et al.*, 2019).

En la región pueden distinguirse cuatro unidades: las lomas planas con drenaje superficial bueno a moderadamente bueno y con suelos con algunos signos de hidromorfismo; planos ligeramente deprimidos con drenaje moderado a imperfecto en los cuales, durante las épocas de grandes precipitaciones, las vías de escurrimiento no alcanzan a desaguar normalmente el exceso de agua provocando encharcamientos temporarios; pendientes suaves y largas con suelos bien drenados de buena aptitud para la agricultura; y cubetas con drenaje moderado e imperfecto que durante los periodos de grandes lluvias se inundan.

### **Biodiversidad**

La unidad se encuentra ubicada en la ecorregión Pampa Ondulada al sur, Pampa Llana en el centro y al norte dentro del Espinal en la unidad Pampa llanas altas (Morello *et al.*, 2012). Coincidente en la mayor parte del territorio, con la Provincia Fitogeográfica Pampeana, y la unidad fitogeográfica Pseudoestepa mesofítica de *Bothriochloa laguroides* y *Nassella* spp. "Pampa Ondulada". En la porción noroeste corresponde a la ecorregión del Espinal, Provincia Fitogeográfica del Espinal, unidad fitogeográfica, Bosque de esclerófitas con *Neltuma nigra* y *N. alba* (Algarrobal).

Además, entre los árboles se destacan especies como el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), el chañar (*Geoffroea decorticans*), la tusca (*Vachellia aroma*), el aramo (*Vachellia caven*) y la cina cina (*Parkinsonia aculeata*). En cuanto a los arbustos, pueden mencionarse el tala del burro (*Lycium boerhaviaefolium*), el tala (*Celtis* sp.), el incienso (*Schinus longifolius*), la chilca (*Tessaria dodoneifolia*). En la porción sur, correspondiente a la ecorregión Pampeana, la vegetación dominante ha sido la estepa gramínea, pero actualmente ha sido destruida casi en su totalidad, manteniéndose sólo en zonas de vías férreas, costados de camino, bordes de cuerpos de agua o en algún campo no dedicado a la agricultura. Las comunidades autóctonas, debido a la actividad antrópica, han desaparecido o fueron reemplazadas por exóticas. Se

destacan especies como las flechillas (*Nassella hyalina* y *N. neesiana*), acompañadas por la cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), *Aristida venustula* y la gramilla (*Paspalum dilatatum*). En los sistemas anegados, crecen plantas hidrófitas flotantes y arraigadas como el trébol de cuatro hojas (*Marsilea concinna*), el helechito de agua (*Azolla* sp.), la totora (*Typha* sp.), la saeta (*Sagittaria montevidensis*) y los juncos (*Scirpus* sp.) (Biasatti et al., 2016)

En la unidad se presenta una gran variedad de aves que habitan y nidifican en los cuerpos de agua. Entre ellas destacan: el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), patos de las especies *Netta peposaca*, *Dendrocygna viduata*, *Spatula versicolor* y *Anas flavirostris*; garzas (*Egretta* spp., *Ardea* spp.), el tero (*Vanellus chilensis*), la gaviota capucho gris (*Chroicocephalus cirrocephalus*), el gaviotín lagunero (*Sterna trudeaui*), el flamenco (*Phoenicopterus chilensis*) y el cuervillo de cañada (*Plegadis chihui*). En los pastizales son frecuentes passeriformes como el espartillero enano (*Spartonoica maluroides*), la ratona común (*Troglodytes aedon*), el tordo músico (*Agelaius badius*) y el espartillero pampeano (*Asthenes hudsoni*); y otras especies como el lechuzón de campo (*Asio ammeus*), el chimango (*Milvago chimango*), el carancho (*Caracara plancus*), el aguilucho langostero (*Buteo swainsoni*) y el milano blanco (*Elanus leucurus*). En cuanto a los mamíferos, se tiene registro de la presencia de aguará guazú (*Chrysocyon brachyurus*), el zorro pampa (*Lycalopex gymnocercus*), el zorrino (*Conepatus chinga*), la comadreja overa (*Didelphis albiventris*) y cuisés (*Cavia aperea*) (Biasatti et al., 2016).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

Se destacan las localidades de Cañada de Gómez (35.000 hab.), Las Rosas (13.068 hab.), Las Parejas (12.375 hab.), Armstrong (11.484 hab.), El Trébol (11.523 hab.), San Jorge (18.056 hab.), Sastre (5.717 hab.), Carlos Pellegrini (5.311 hab.), María Juana (5.072 hab.) y Piamonte (3.533 hab.).

### **Vías de comunicación**

Se presentan varios aeródromos ubicados en las localidades de El Trébol, San Jorge, Las Rosas, Cañada de Gomez, Cruz Alta. En el sector sur se ubican la Ruta Nacional N° 9, que la recorre en sentido horizontal y la Ruta Nacional N°178 en sentido vertical. Se encuentran numerosas rutas provinciales, como por ejemplo las rutas N° 15, 20, 65, 66, 91, 13 y 63. El sector está surcado por las líneas férreas de los Ferrocarriles Nacionales General Bartolomé Mitre y General Belgrano.

### **Uso del suelo**

En esta unidad la actividad agrícola y agrícola-ganadera se distribuye hacia el sur, mientras que en la porción norte se observa ganadería, con producción tampera, invernada y algo de cría (Giunta, 2015).

### **Amenazas y disturbios**

La región ha sufrido un intenso proceso de transformación por lo que la composición de las comunidades vegetales originarias es difícil de determinar. Históricamente, la zona se dedica a la producción agropecuaria, siendo el paisaje original -sus bosques- alterados de forma profunda. Las especies nativas han sido confinadas a relictos reducidos en relación al territorio de esta región.

El sector sur de esta región se destaca por su aptitud para el desarrollo productivo, no obstante, esta se ve amenazada por la degradación de los suelos a causa de la generalización del monocultivo de soja y la consecuente pérdida de la flora y fauna nativas. Por otro lado, el aumento demográfico y la expansión productiva de la región en las últimas décadas dieron lugar a un mayor consumo de bienes, y por ende, una mayor cantidad de residuos producidos, que contaminan los suelos y aguas (Biasatti *et al.*, 2016).

En la zona de influencia del Canal San Antonio cuenta con un alto nivel de conflictividad ante las fuertes lluvias, ya que las canalizaciones realizadas en la provincia de Córdoba generan caudales que convergen al Canal San Antonio, Arroyo Tortugas y finalmente al Río Carcarañá, generando inundaciones

afectando a la cuenca en la provincia de Santa Fe y su zona rural. Otro problema importante es la elevación de las napas freáticas en la zona (Calzada *et al.*, 2019).

### Conservación

En esta unidad se encuentra la **Reserva Natural y Cultural Municipal de San Jorge**, aprobada en septiembre de 2022 por medio de la Ordenanza N° 2413. Cuenta con una superficie de 21 ha y constituye la primera Reserva Natural del departamento San Martín.

Daniel Gonzalez Pippo





Arroyo Cañada de Gomez



Arroyo Cañada de Gomez



Arroyo cercano a la localidad de Cañada de Gomez

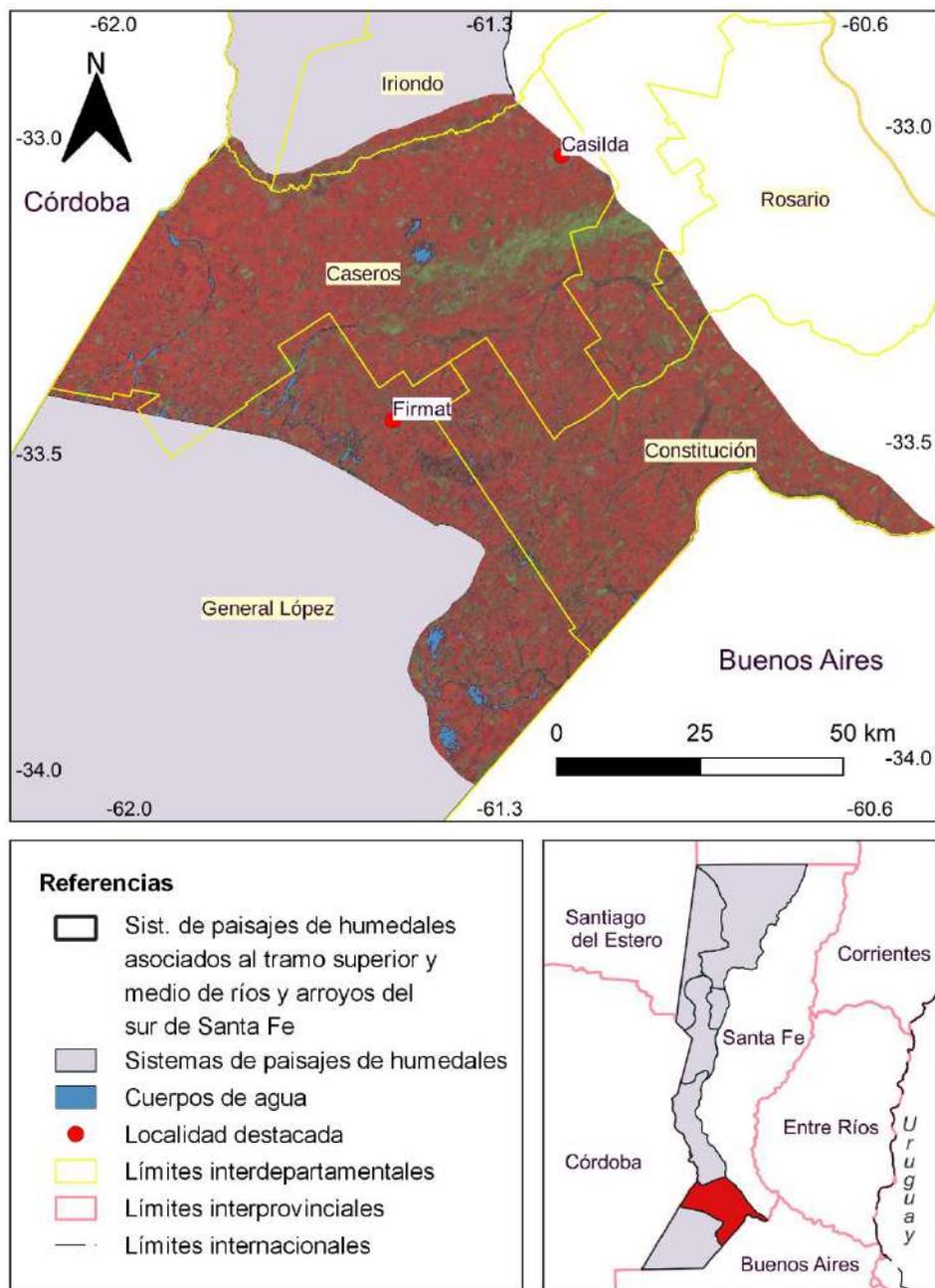


Arroyo Cañada Las Parejas



Arroyo Cañada Las Parejas

7.6 Sistema de paisajes de humedales asociados al tramo superior y medio de ríos y arroyos del sur de Santa Fe



**Figura 33.** Sistemas de paisajes de humedales asociados al tramo superior y medio de ríos y arroyos del sur de Santa Fe.

## **Localización y límites del Sistema**

Está ubicado en la porción centro-sur de la provincia. Abarca la mayor parte del departamento Caseros, sur del departamento San Lorenzo, una porción al sureste del departamento Rosario, el sector este del departamento Constitución y norte del departamento General López. Superficie aproximada: 7519,75 km<sup>2</sup>

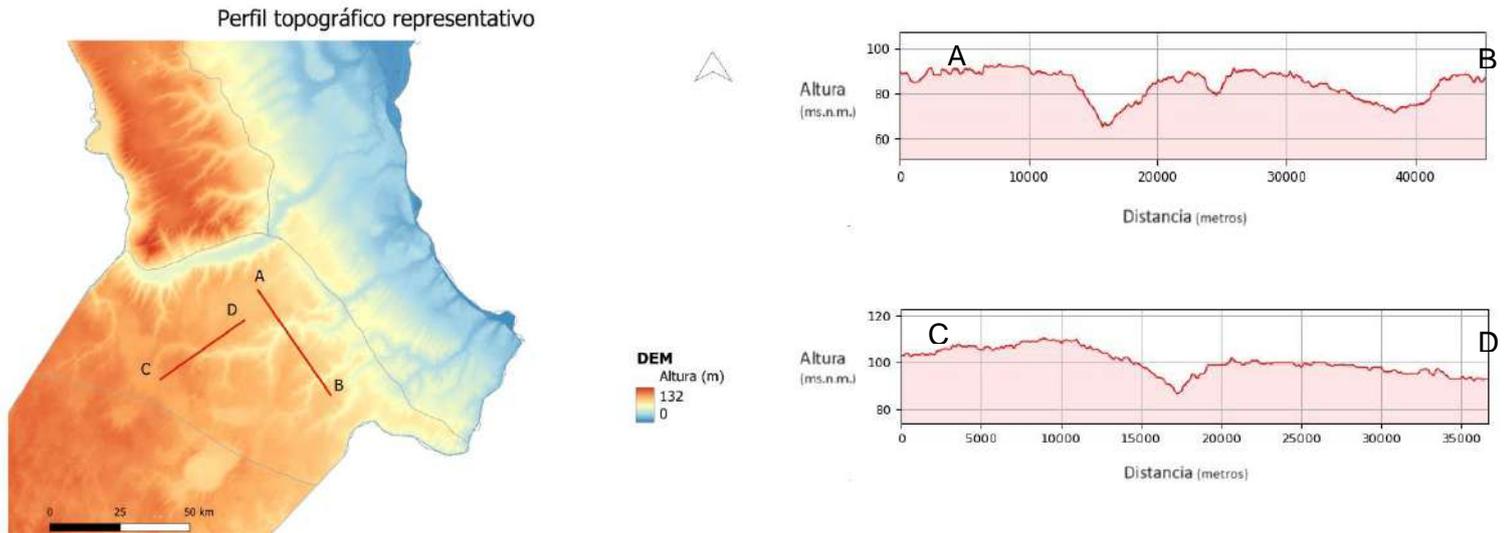
## **Caracterización físico-ambiental**

### **Clima**

Este sistema pertenece al tipo climático templado pampeano. La temperatura media anual varía entre los 16 °C y los 17 °C, aumentando de sur a norte. Las precipitaciones adoptan valores cercanos a los 900 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional).

### **Emplazamiento geológico y geomorfología**

Consiste en una planicie extensa con pendiente hacia el este y de relieve ondulado. En cuanto a su geomorfología, pertenece a la región "dominio loésico" y está asociado a la unidad geomorfológica "área con paleocauces enterrados", caracterizada por presentar un conjunto de cauces y redes hidrográficas cubiertas por un manto de loess. Las redes hidrográficas enterradas tienen un patrón dendrítico y característicamente de 70 a 90 kilómetros de longitud (Iriondo, 1987).



**Figura 34.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital del Tramo Superior y Medio de ríos y arroyos del sur de Santa Fe con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles representados.

La unidad fisiográfica Pampa ondulada se encuentra caracterizada por un relieve predominantemente ondulado, profusamente atravesado por cañadas, ríos y arroyos como se observa en los perfiles topográficos de la figura 34. El ascenso del bloque originario de esta unidad constituye la existencia de una red de drenaje densa y bien definida, con una marcada orientación de los cursos en dirección SO - NE, hacia el Paraná. Los movimientos del basamento y el sistema de fallas ortogonales han definido un conjunto de bloques menores que se han movido diferencialmente entre sí.

### Suelos

Suelos principalmente del orden molisol: argiudoles, argialboles, natralboles, argiacuoles, duracuoles. Y del orden de los alfisoles se registran natracualfes (INTA, 1986).

En la mayoría de la parte superior y media de la cuenca, los suelos son bien drenados, con una permeabilidad que va desde moderada a moderadamente lenta, lo que los hace no propensos a inundaciones y adecuados para la agricultura (Argiudoles Típicos). Por otro lado, en algunas áreas de la cuenca alta

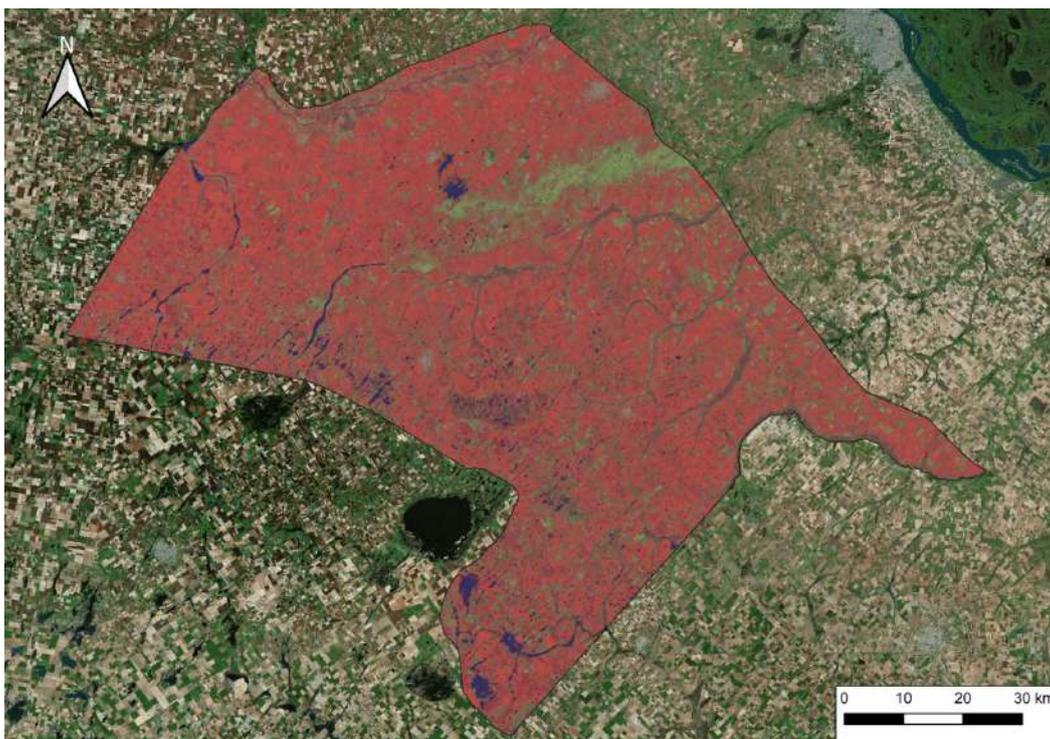
y en los valles de inundación de los cursos de agua, los suelos tienen un drenaje deficiente, lo que provoca problemas de anegamiento. Estas áreas tienen un paisaje caracterizado por llanuras aluviales con una topografía predominantemente plana y cóncava, y en general no son adecuadas para la agricultura (Natracuoles Típicos). Por último, en la parte baja de la cuenca, los suelos son adecuados para la agricultura, tienen una permeabilidad lenta y el paisaje se caracteriza por llanuras suavemente inclinadas (Argiudoles Vérticos) (INTA, 1990a).

### **Tipos de humedales**

- a) Ríos y arroyos, y sus llanuras de inundación.
- b) Cañadas y bañados.

### **Características hidrológicas y conectividad de los humedales**

Este sistema está compuesto por una serie de arroyos, en sentido oeste-noreste, que desaguan al delta del Paraná. La hidrografía del área es la típica de la llanura ondulada con cursos de agua originados en cañadas (figura 35).



**Figura 35.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel, fecha de adquisición 27/01/2017).

El curso de agua que presenta mayor caudal en esta área es el río Carcarañá, en el cual desagua el excedente hídrico la zona noroeste del Sistema en cuestión, como también la porción occidental del Sistema ubicado al norte (Sistema de Paisaje de Humedales asociado al interfluvio San Antonio y cañadas paralelas) a través del arroyo las Tortugas. Este arroyo fue canalizado para transportar el agua proveniente de desagües pluviales urbanos y del escurrimiento superficial en campos de la región centro-este de la provincia de Córdoba y del oeste de la provincia de Santa Fe lo que conlleva al aumento del caudal en determinadas épocas del año. Cabe destacar que el río Carcarañá nace en la provincia de Córdoba por la confluencia de los ríos Tercero o Ctalamochita y Saladillo por lo cual su dinámica se verá afectada por las subcuencas mencionadas (Díaz Lozada, 2014). El río Carcarañá descarga su agua en el río Paraná, luego de su intersección con el río Coronda.

La cuenca del arroyo Saladillo, se puede definir como una cuenca de llanura, con pendientes algo elevadas. El colector principal de este sistema de drenaje es el el Arroyo Saladillo, que recibe los aportes de arroyos y canales como: Arroyo La Candelaria, Arroyo Sanford - Arequito, Arroyo Pueblo Álvarez, Arroyo La Adela - La Esperanza, Canal Bombal, etc. (Zacarías y Zimmermann, 2011).

Otro importante arroyo que se encuentra en este Sistema de Paisajes de Humedales es el Arroyo Pavón, el cual constituye la red más meridional de la Provincia de Santa Fe. Su cuenca presenta una orientación de SO a NE y al igual que todos los cuerpos de agua de este Sistema, desaguan en el Paraná. En sus nacientes presenta una zona muy llana (lindera con la laguna Melincué), drenada artificialmente por el canal San Urbano, con encharcamientos y lagunas. El arroyo del Sauce recoge los aportes del Canal San Urbano y aguas debajo de la confluencia de los arroyos Sauce y Pavón aparecen los aportes del arroyo Cabral y la Cañada Rica. Es importante señalar que debido a la influencia humana y la creación de canales de drenaje, la cuenca recibe contribuciones de áreas que

naturalmente no se conectarían a ella. Por ejemplo, el Canal San Urbano redirige hacia este sistema los excedentes hídricos de una extensa zona que, en condiciones originales, formaba parte de la cuenca de la Laguna Melincué (Zacarías y Zimmermann, 2011).

### **Biodiversidad**

La unidad pertenece a la ecorregión Pampa Ondulada (Morello *et al.*, 2012). Se ubica en la Provincia Fitogeográfica Pampeana, abarcando, en la mayor parte del territorio, la unidad fitogeográfica denominada Pseudoestepa mesofítica de *Bothriochloa laguroides* y *Nassella spp.*, con excepción del sector suroeste donde se presenta una Pseudoestepa de mesófitas con estepa de halófitas (Pampa Interior Plana) (Oyarzabal *et al.*, 2018).

La vegetación prístina ha sufrido una profunda transformación producida por el hombre. Originalmente la comunidad predominante la constituían las gramíneas cespitosas. En nuestros tiempos el desmonte, el fuego y las prácticas agrícolas han alterado irreversiblemente la vegetación nativa.

Si bien el pastizal pampeano puede generalizarse como un paisaje homogéneo y monótono, se distinguen diversidad de elementos de paisaje con distintos ensambles de especies vegetales debido principalmente a la relativamente pequeña variación topográfica y los suelos (Lewis *et al.*, 1985). Las depresiones inundables de la cuenca del Carcarañá dan lugar a comunidades hidrófilas que se desarrollan en forma transitoria acompañando las épocas con excedentes hídricos y permanencia de agua. Allí es posible hallar *Eleocharis sp.*, *Sagittaria sp.*, *Scirpus sp.*, *Cyperus sp.* e inclusive *Typha latifolia*. Otras especies características son las de los géneros *Nassella sp.*, *Piptochaetium sp.*, *Elionurus sp.*, etc. que dieron lugar en sus comunidades prístinas a una estepa graminosa, hoy muy antropizada. La zona se caracteriza por comunidades clímax de Flechillas (*Nassella neesiana*, *Jarava plumosa*) o *Piptochaetium montevidense*, las que frecuentemente se acompañan o complementan con otras especies no

graminosas (*Chevreulia sarmentosa*, *Berroa gnaphalioides*, *Baccharis articulata*, *Baccharis salicifolia*, *Bromelia sp.*, etc.). Es frecuente encontrar asociados a los arroyos algunas comunidades representativas de la región, con presencia de *Spartina densiflora* alternando con formaciones afines a una pradera salada de *Paspalum vaginatum*, *Distichlis spicata*, *Hordeum euclaston* y *Polypogon monspeliensis*. En áreas más elevadas son frecuentes las flechillas (*Nassella hyalina*, *N. neesiana*), la cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), o la gramilla (*Paspalum dilatatum*; *Cynodon dactylon*). Existen algunas áreas en las que la fisonomía del paisaje está dominada por la cortadera (*Cortaderia selloana*). Y asociados al agua, la totora (*Typha latifolia*) y los juncos (*Scirpus spp.*)

En cuanto a las especies arbóreas, aparecen importantes ejemplares de talas (*Celtis tala*), chañar (*Geoffroea decorticans*), Aromito (*Vachellia caven*), cina cina (*Parkinsonia aculeata*), algarrobos (*Neltuma alba*) y falso molle (*Schinus molle*) (Biasatti et al., 2016). En la actualidad tanto este sistema como sus aledaños, se encuentran muy modificados por el hombre, asociados a cultivos y se pueden registrar parches formados por especies leñosas

exóticas acompañadas por arbustos, hierbas y gramíneas nativas (Morello et al., 2012).

En las zonas más elevadas se observa de manera directa o a través de indicios la existencia de diversas especies, como el zorro (*Lycalopex gymnocercus*), mulitas y/o peludos (*Dasyopus sp.*), iguana o lagarto overo (*Tupinambis teguixin*), hurones (*Galictis cuja*), y otras. En lo referente a las aves, se han identificado diferentes microhábitats donde las distintas especies de aves, ya sean residentes, permanentes o migratorias, se distribuyen. A modo de ejemplo se detallan algunas especies: inambú común (*Nothura maculosa*), biguá (*Phalacrocorax olivaceus*), garza mora (*Ardea cocoi*), chiflón (*Syrigma sibilatrix*), garza blanca (*Ardea albus*), garcita blanca (*Egretta thula*), cuervillo de cañada (*Plegadis Chihi*), siriri pampa (*Dendrocygna viduata*), pato maicero (*Anas georgica*), pato gargantilla (*Anas*

*bahamensis*), pato picazo (*Netta peposaca*), pato cutirí (*Amazonetta brasiliensis*), caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), carancho común (*Caracara plancus*), chimango (*Milvago chimango*), crestudo (*Coryphistera alaudina*), espartillero pampeano (*Asthenes hudsoni*), pijuí cola parada (*Synallaxis albescens*), coludito copetón (*Leptasthenura platensis*), monjita blanca (*Xolmis irupero*), viudita blanca (*Fluvicola pica*), picabuey (*Machetornis rixosa*), amarillo (*Satrapa icterophrys*), benteveo común (*Pitangus sulphuratus*), suirirí real (*Tyrannus melancholicus*), tijereta (*Tyrannus savana*), etc. Además, existen para el área registros históricos de dos especies (*Turdus chiguanco*, *Catamenia analis*) que son los únicos conocidos para Santa Fe (Biasatti *et al.*, 2016).

Los peces no son demasiado abundantes en los arroyos aguas arriba, sin embargo se presentan la tararira o tarucha (*Hoplias malabaricus*), mojarra (*Astyanax* spp.), madrecitas de agua (*Jenynsia* spp.), y algunos bagres. Por último, entre los reptiles, son comunes el lagarto overo (*Tupinambis teguixin*), la tortuga acuática de cuello largo (*Hydromedusa tectifera*) y la tortuga de laguna (*Phrynops hilarii*) (Biasatti *et al.*, 2016).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

Las principales localidades de la unidad son Casilda (35.058 hab.), Firmat (19.917 hab.), Alcorta (10.364 hab.), Hughes (7.479 hab.), San José de la Esquina (7.000 hab.), Chabas (6.871 hab.), Arequito (6.836 hab.), Chañar Ladeado (5.639 hab.) y Bigand (5.258hab.).

### **Vías de comunicación**

Las rutas nacionales presentes en esta unidad son la N°33 y la N° 178, mientras que las rutas provinciales son la N° 90, 14, 18, 93, 15, 92 y 26. La unidad es recorrida por una red de vías férreas del Ferrocarril Nacional General Bartolomé Mitre. Existen aeródromos ubicados en las localidades de Casilda, Firmat, Bombal, Chañar Ladeado

## **Uso del suelo**

En esta unidad predomina la agricultura pura. Se realiza ganadería (principalmente cría) en los sectores donde los suelos presentan menor aptitud agrícola (Giunta, 2015).

## **Amenazas y disturbios**

Al igual que el Sistema Pampa de las Lagunas al encontrarse en una matriz netamente productiva, en donde prevalece la agricultura intensiva, la problemática principal es la contaminación de los cuerpos de agua con agroquímicos. Otra cuestión es la construcción de canales clandestinos para acelerar el drenaje y escurrimiento del agua modificando la dinámica natural de estos ecosistemas.

## **Conservación**

Dentro de esta unidad se encuentran las siguientes áreas protegidos:

La **Reserva Hídrica Natural “Arroyo Saladillo”** se encuentra definida por una franja de cien metros a cada lado de los casi 200 km del cauce principal del arroyo y sus tributarios e incorpora a su área de captación, conocida como Bajo de los Leones. A su vez, incluye al predio del Parque Regional Sur de la localidad de Villa Gobernador Gálvez (Ordenanza 1093/95).

Esta reserva fue creada en el año 2015 (Decreto Provincial N° 2143) con el objetivo de implementar el Sistema Interconectado para la Conservación de la Diversidad Biológica (SIRECO-DB). La misma al encontrarse inmersa en una matriz muy afectada por actividades antrópicas, aporta discontinuidad al paisaje y es capaz de albergar comunidades nativas favoreciendo las interacciones entre las mismas.

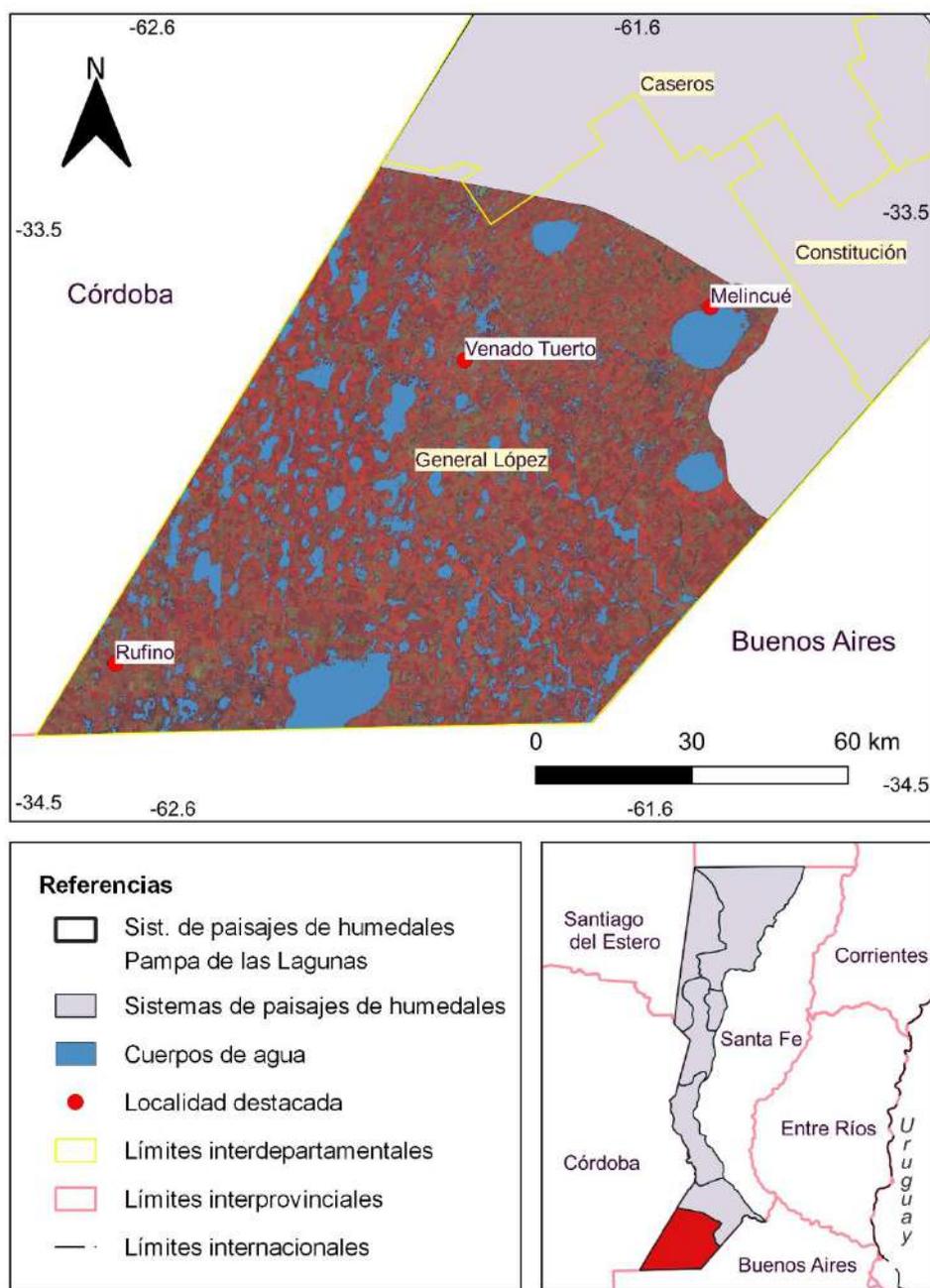
La **Reserva Hídrica Natural “Arroyo Sauce-Pavón”** fue creada en el año 2015 (Decreto Provincial N° 2143) incluye a toda la extensión del arroyo desde su nacimiento cerca de la cuenca de la laguna Melincué hasta su desembocadura en el Río Paraná y sus tributarios.

También cuenta con un sector del Sitio Ramsar “**Laguna Melincué**” es Área de Planificación Estratégica Ambiental y Reserva Natural del Humedal de la Laguna Melincué (Ley Provincial N° 11.634) y en 2008 fue declarado Sitio RAMSAR.

Daniel Gonzalez Pippo



### 7.7 Sistema de paisajes de humedales asociados a Pampa de las Lagunas



**Figura 36** Sistemas de paisajes de humedales asociados a Pampa de las Lagunas.

#### Localización y límites del Sistema

Se ubica en la porción sur y suroeste de la provincia. Comprende la mayor parte del área del departamento General López, y sectores al sur de los departamentos Caseros y Constitución. Superficie aproximada: 9978,78 km<sup>2</sup>

## **Caracterización físico-ambiental**

### **Clima**

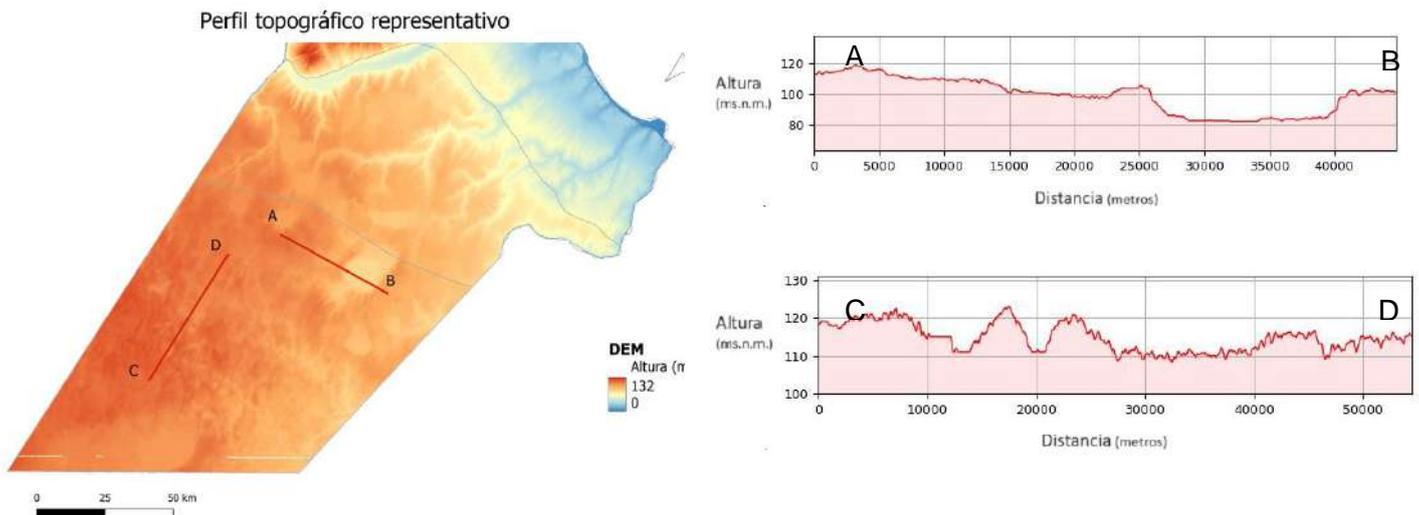
Este sistema pertenece al tipo climático templado pampeano. La temperatura media anual varía entre los 16 °C a 17 °C, disminuyendo de norte a sur. Las precipitaciones adoptan valores aproximados a los 800 a 1000 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional).

### **Emplazamiento geológico y geomorfología**

En cuanto a su geomorfología, se encuentra en el dominio eólico (Iriondo, 1987). Se destaca por pertenecer a la geoforma "Pampa Deprimida" (Pampa de las Lagunas), mientras que el resto de la provincia de Santa Fe se encuentra en la "Pampa Levantada" (Pampa Ondulada) (Pasotti, 2000). Coincide con las unidades geomorfológicas "área con paleocauces enterrados" (al norte) y "área arenosa deflacionada" (al sur).

Se presentan grandes paleocauces en forma de valles muy suaves, de 500 a 2000 m de ancho con lagunas y pantanos en la faja central. Algunos paleocauces poseen rumbo suroeste-oeste, mientras que otros presentan orientación general noreste-suroeste (Iriondo, 1987).

En Santa Fe, el área arenosa cubre el sector sur del departamento General López hasta la línea Maggiolo-Venado Tuerto-Teodelina. En algunos sectores del límite de la región arenosa con el área de paleocauces enterrados (compuesto por loess) se observa una faja de transición de pocos kilómetros de ancho en la que la arena y el loess se encuentran mezclados.



**Figura 37.** A la izquierda Modelo de Elevación Digital de Pampa de las Lagunas con dos líneas representativas de perfiles topográficos del terreno. A la derecha gráficos de perfiles representados.

La pendiente general es de dirección Norte - Sur y el gradiente es muy escaso (figura 37), por lo que no se observan cauces definidos y el drenaje se hace difuso. El sistema se caracteriza por estar constituido por una amplia llanura atravesada por cursos poco definidos y lagunas semipermanentes y permanentes (como la laguna de Melincué, La Picasa, La Soraida, El Hinojo, Los Leones, etc). Hacia el Oeste se presentan suaves lomadas, donde las unidades comprenden suelos livianos, de buen drenaje y aptitud agrícola. En el centro se manifiesta un relieve eólico estabilizado, con suelos de carácter medanoso, distribuidos en cordones cuya dirección predominante es noreste- suroeste.

Hacia el sur (Aarón Castellanos), se encuentran planos con escaso desagüe, donde se han descrito unidades con suelos afectados por alcalinidad y capa freática alta, durante gran parte del año. Estos sectores planos se vinculan a la laguna La Picasa, ubicada en el extremo sur del Sistema. La laguna constituye una gran depresión concentradora de la mayor parte del escurrimiento superficial de la zona.

## **Suelos**

En el sector transicional entre la Pampa Ondulada y la Pampa arenosa se presentan suaves lomadas donde se distribuyen suelos de escaso desarrollo o leve desarrollo.

Los suelos corresponden principalmente del orden Molisoles: Natralboles, Argialboles, Duracuales, Hapludoles, y al orden de los Alfisoles: Natracualfes. Los suelos Natralboles ocupan la periferia de ciertas depresiones, y los planos bajos con desagüe deficiente que se encuentran distribuidos en el sur del Departamento General López. En este suelo la capa freática puede hallarse cercana a la superficie y en general saturada la parte inferior del perfil gran parte del año (INTA, 1990a).

En los Natracualfes típicos, su drenaje es imperfecto, pues ocupan ambientes muy planos, con escurrimiento prácticamente nulo. Consecuentemente están sometidos a frecuentes encharcamientos cada vez que la precipitación supera las posibilidades del suelo para eliminar agua a través del perfil. En todo el perfil se encuentran evidencias de hidromorfismos, como concreciones de hierro y manganeso, moteados y nódulos de cementaciones.

Los suelos Duracuales nátricos, son suelos poco profundos y mal drenados, ocupan ambientes cóncavos correspondientes a ciertas depresiones o pequeñas lagunas semipermanentes. También muestran en todo el perfil moteados de Fe y concreciones de Fe y Mn, indicadores de una gran influencia de los excesos de agua freática y superficial, que afectan el suelo gran parte del año.

Los Hapludoles son suelos livianos, profundos y bien drenados que ocupan paisajes de loma planas y medias lomas con desagüe medio en el área de acumulación medanosa del suroeste del departamento General Lopez.

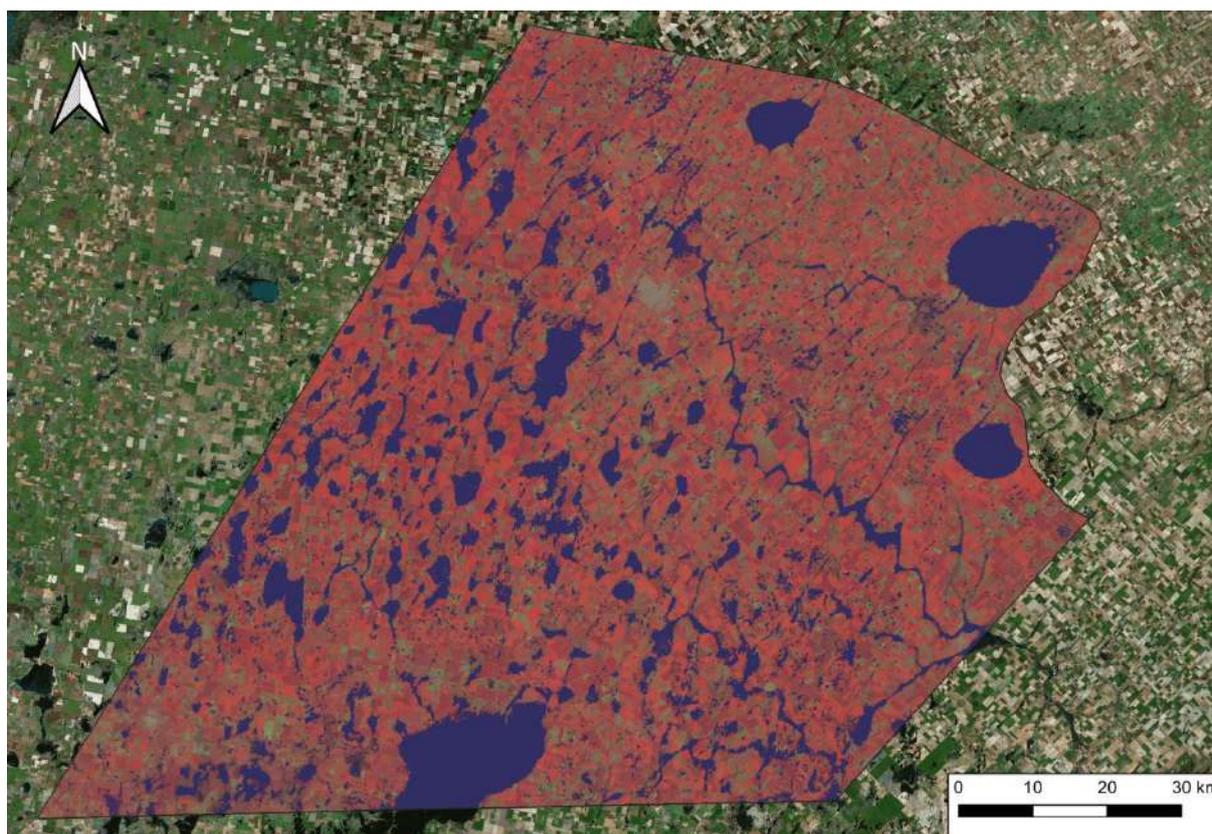
Por último, en cuanto a los Argialboles típicos, son suelos profundos, pobremente drenados, ocupan la periferia de ciertas hoyas y depresiones, que se encuentran diseminados en el sur de General Lopez. Es común encontrar moteados en el perfil y la capa freática suele hallarse cercana a la superficie y además por su posición

en relieve cóncavos y escasa permeabilidad, suele anegarse cuando ocurren precipitaciones (INTA, 1990a).

### Tipología de Humedales

- a) Lagunas, cañadas y bañados.
- b) Arroyos de llanuras y canales de drenaje artificiales.
- c) Paleocauces.

### Características hidrológicas y conectividad de los humedales



**Figura 38.** Máscara de agua realizada mediante el índice MNDWI sobre una composición de bandas en falso color, R: infrarrojo cercano, V: SWIR, A: Verde (Imagen Sentinel, fecha de adquisición 27/01/2017).

El Sistema presenta una conectividad que se ve reflejada en la relación e intercambio entre las lagunas en períodos húmedos. En épocas de lluvias los cuerpos de agua quedan conectados entre sí, formando un conjunto de lagunas, tal como se observa en la figura 38. Un claro ejemplo de la dinámica se detalla en los cuerpos de agua que nacen al sur de la Ruta 33 como la Laguna El Hinojo

(Venado Tuerto) que se van enlazando unas con otras a través de cañadas y canales artificiales. Las aguas fluyen a través de cañadas hacia las lagunas Encadenadas de Villa Cañas, y luego hacia la laguna el Chañar en Teodelina, donde nace el Río Salado de Buenos Aires.

Cabe destacar que, por encontrarse en una matriz productiva, son frecuentes los canales antrópicos para acelerar la velocidad de drenaje del terreno. Actualmente una canalización conduce el exceso de aguas desde lagunas como El Hinojo, hacia el Canal San Urbano que desagua en el arroyo Pavón. Cuando llegan largos períodos de sequía las conexiones entre los cuerpos de agua pueden quedar cortados observándose sólo un rosario de lagunas y charcos que marcan la extensa hondonada.

Si bien se observa la ausencia de una red marcada de drenaje, los ambientes lóticos se ven representados por arroyos (temporales) y canales de drenaje artificiales. Las cuencas ubicadas al este y sureste del Sistema desaguan en el río Salado y río Arrecifes (Buenos Aires), las cuencas al norte desaguan en el Paraná a través de los arroyos Saladillo y Pavón, y por último las ubicadas al oeste presentan una naturaleza endorreica.

### **Biodiversidad**

La unidad se encuentra ubicada en la ecorregión Pampa Arenosa (Morello *et al.*, 2012), y en la Provincia Fitogeográfica Pampeana, abarcando principalmente la unidad fitogeográfica denominada "Pseudoestepa de mesófitas con estepa de halófitas" ("Pampa Interior Plana") y en menor medida, en la región noreste, la unidad Pseudoestepa mesofítica de *Bothriochloa lagurioides* y *Nassella spp.* ("Pampa Ondulada") (Oyarzabal *et al.*, 2018).

En la ecorregión en la que se emplaza este sistema, predominan los pastizales psamófilos, y se encuentran pastizales halófilos y pajonales en los sitios bajos y alrededor de las numerosas lagunas (Morello *et al.*, 2012). Al ser considerable el número de lagunas y cañadas generalmente con aguas salobres presentes en el

territorio, el exceso de sales determina una flora halófila y la vegetación constituye un verdadero espejo de las condiciones edáficas. Se pueden distinguir las siguientes comunidades halófitas en orden decreciente de concentración salina:

- Suelos muy alcalinos con *Distichlis spicata* (pelo de chancho o pasto salado) como especie dominante.
- Suelos muy alcalinos con *Paspalum vaginatum* como especie característica acompañada por *Cynodon dactylon*, *Distichlis spicata*, *Chenopodium macrospermun spp. halophilum*, *Sesuvium portulacastrum*, *Portulaca grandiflora*, *Heliotropium curassavicum var argetinum*, etc.
- Suelos muy salinos cubiertos con *Salicornia ambigua* y *Sesuvium portulacastrum*, esta comunidad ocupa lugares anegadizos debido a crecientes de las lagunas. Se trata de plantas suculentas que se presentan en manchones más o menos distanciados. A medida que la comunidad se aleja de la laguna, la vegetación se hace más densa enriqueciéndose de especies.
- Suelos relativamente salinos con predominio de *Spartina densiflora*. Esta comunidad se presenta en los márgenes de algunas cañadas salobres.
- Suelos ligeramente alcalinos con *Hordeum stenostachys* como especie dominante acompañada por *Distichlis spicata*, *Lolium multiflorum*, *Panicum pilcomayense*, *Phalaris angusta*, *Chaetotropis elongata*, *Baccharis pingraea*, *Conyza bonariensis*, *Senecio pampeanus*, etc.
- Suelos salitrosos que fueron sembrados principalmente con girasol y trigo, como una tentativa de su aprovechamiento, pero que luego fueron abandonados por su escaso rendimiento.

Finalmente, en los lugares anegados de lagunas y cañadas se hallan plantas hidrófitas entre las cuales cabe citar: *Marsilea ancylopoda*, *Azolla filiculoides*, *Thypha sp.*, *Sagittaria montevidensis*, *Echinochloa helodes*, *Setaria geminata*,

*Paspalum distichum*, *Cyperus digitatus* var. *obtusifructus*, *Eleocharis macrostachya*, *Eclipta prostrata*, etc.

En lo referido a la fauna, el grupo más representativo de este sistema son las aves, principalmente las asociadas a lagunas y cañadas. La diversidad de especies varía considerablemente en la época del año ya que es muy frecuente registrar especies migradoras. Según el sitio eBird, se registraron 207 especies de aves en la laguna de Melincué, mientras que en La Picasa 152 especies (eBird, 2023). En las tablas que se presentan a continuación se detallan las especies acuáticas registradas en la Laguna de Melincué, clasificadas por ambientes (tabla 5) y por alimentación (tabla 6).

**Tabla 5.** Especies de aves acuáticas asociadas a los distintos ambientes de la laguna Melincué. Tomado de Romano et al. (2006).

Ambiente	Especies
Pastizal seco	<i>Ardea ibis</i> (garcita bueyera), <i>Vanellus chilensis</i> (tero común) y <i>Syrigma sibilatrix</i> (chiflón)
Pastizal inundado	<i>Ardea alba</i> (garza blanca), <i>Himantopus mexicanus</i> (tero real), <i>Plegadis chihi</i> (cuervillo de cañada), <i>Egretta thula</i> (garcita blanca), <i>Anas bahamensis</i> (pato gargantilla), <i>Anas platalea</i> (pato cuchara), <i>Tringa melanoleuca</i> (pitotoi grande), <i>Coscoroba coscoroba</i> (cisne coscoroba), <i>Ciconia maguari</i> (cigüeña), <i>Pluvialis dominica</i> (chorlo dorado), <i>Tringa flavipes</i> (pitotoi chico) y <i>Calidris melanotos</i> (playerito escudado)
Aguas someras sin vegetación	<i>Phoenicopterus chilensis</i> (flamenco austral), <i>Phoenicopterus andinus</i> (flamenco andino) y <i>Rollandia rolland</i> (macá común)
Aguas someras con vegetación	<i>Fulica leucoptera</i> (gallareta chica), <i>Podilymbus podiceps</i> (macá de pico grueso) y <i>Gallinula melanops</i> (polla negra)
Bañado	<i>Aramus guarauna</i> (carau), <i>Pardirallus sanguinolentus</i> (gallineta común) y <i>Nycticorax nycticorax</i> (garza bruja)
Espejo de agua libre	<i>Larus dominicanus</i> (gaviota capucho café), <i>Podiceps major</i> (huala), <i>Oxyura vittata</i> (pato zambullidor chico), <i>Cygnus melanocorypha</i> (cisne cuello negro) y <i>Phalacrocorax olivaceus</i> (biguá)

**Tabla 6.** Especies de aves acuáticas asociadas con altos y bajos niveles de agua de la laguna Melincué. Dentro de cada nivel de agua de la laguna, las especies fueron agrupadas según su alimentación. Tomado de Romano et al. (2006).

NIVEL DE AGUA DE LA LAGUNA	ALIMENTO	ESPECIE
Bajo	Invertebrados (limícolas)	<i>Limosa haemastica</i> (becasa de mar), <i>Micropalama himantopus</i> (playero picudo), <i>Charadrius collaris</i> (chorlito de collar), <i>Tringa flavipes</i> (pitotoi chico), <i>Tringa solitaria</i> (pitotoi solitario), <i>Calidris canutus</i> (playero rojizo), <i>Calidris bairdii</i> (playerito rabadilla parda) y <i>Calidris melanotos</i> (playerito escudado)
	Omnívoros	<i>Larus cirrocephalus</i> (gaviota capucho gris) y <i>Larus maculipennis</i> (gaviota capucho café)
Alto	Plantas	<i>Amazonetta brasiliensis</i> (pato cutirí), <i>Anas bahamensis</i> (pato gargantilla), <i>Coscoroba coscoroba</i> (cisne coscoroba), <i>Cygnus melanocorypha</i> (cisne cuello negro), <i>Dendrocygna bicolor</i> (sirirí colorado), <i>Fulica rufifrons</i> (gallareta escudete rojo), <i>Fulica leucoptera</i> (gallareta chica) y <i>Netta peposaca</i> (pato picazo)
	Vertebrados	<i>Phalacrocorax olivaceus</i> (biguá), <i>Podiceps major</i> (macá grande), <i>Rollandia rolland</i> (macá común), <i>Podilymbus podiceps</i> (macá pico grueso), <i>Mycteria americana</i> (tuyuyú), <i>Nycticorax nycticorax</i> (garza bruja), <i>Ardea alba</i> (garza blanca), <i>Ciconia maguari</i> (cigüeña) y <i>Egretta thula</i> (garcita blanca)
	Invertebrados (no limícolas)	<i>Ardea ibis</i> (garcita bueyera), <i>Himantopus mexicanus</i> (tero real), <i>Phimosus infuscatus</i> (cuervillo pico marfil), <i>Plegadis chihi</i> (cuervillo de cañada) y <i>Vanellus chilensis</i> (tero común)
Intermedio	Invertebrados y plantas	<i>Anas flavirostris</i> (pato barcino), <i>Anas georgica</i> (pato maicero), <i>Anas platalea</i> (pato cuchara), <i>Anas versicolor</i> (pato capuchino), <i>Dendrocygna viduata</i> (sirirí pampa) y <i>Heteronetta atricapilla</i> (pato cabeza negra)

En un trabajo realizado por Juárez (2021), se registra la variación estacional de la riqueza y frecuencia relativa de aves acuáticas de la Laguna La Pícala, ubicada en el límite sur de la provincia de Santa Fe. Se detalla la presencia de 69 especies de 18 familias, que representa el 45% de las especies registradas para la laguna, en total 152, (eBird, 2023), de las cuales 49 fueron residentes, 18 visitantes (7 invernales y 11 estivales) y 2 de observación esporádica. Además de la gran cantidad de aves con residencia permanente, además se resalta la presencia de aves migrantes,

tanto en verano (chorlos y playeros migrantes neárticos, y migrantes australes del norte) como en invierno (migrantes australes del sur, además de la Parina Grande, migrante longitudinal del oeste, especie amenazada).

En cuanto a otro grupo de animales, se cuenta con un trabajo realizado por Mancini *et al.* (2019), donde se describen las especies ícticas capturadas en septiembre de 2018 en la laguna Melincué. En el documento se registraron 11 especies de peces: pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), orillero/madrecita (*Phalloceros caudimaculatus*), sabalito (*Cyphocharax voga*), mojarra (*Bryconamericus iheringii*), dientudo (*Oligosarcus jenynsii*), mojarrita (*Cheirodon interruptus*), mojarra cola roja (*Astyanax sp.*), tararira/Tarucha (*Hoplias malabaricus*), corydora/limpiafondo (*Corydoras paleatus*), bagre negro (*Rhamdia quelen*) y bagre cantor (*Pimelodella laticeps*) (Mancini *et al.*, 2019).

Entre los reptiles es común la presencia del lagarto overo (*Tupinambis merianae*), y en las lagunas tortugas acuáticas (*Phrynops hilarii*) así como varias especies de colúbridos y anfibios. Por último, los mamíferos dados sus hábitos nocturnos y por la elevada antropización del territorio, no son muy avistados. Entre ellos se puede mencionar: gato montés (*Oncifelis geoffroyi*), puma (*Puma concolor*) zorro pampa (*Pseudalopex gymnocercus*), hurón (*Galictis cuja*), coipo o falsa nutria (*Myocastor coypus*), además de especies distribuidas en los órdenes Marsupialia, Chiroptera, Edentata, Lagomorpha, Rodentia y Carnivora (Romano *et al.*, 2014).

## **Demografía, acceso y ocupación de la tierra**

### **Demografía**

Las principales localidades presentes en la unidad son Venado Tuerto (76.432 hab.), Rufino (18.980 hab.), Villa Cañas (9.433 hab), San Gregorio (8.738 hab.), Teodelina (6.420 hab.), Elortondo (6.064 hab.) y Santa Isabel (4.855 hab.).

### **Vías de comunicación**

Las Rutas Nacionales N°8 y N°7 recorren la unidad en sentido horizontal, mientras que la Ruta Nacional N° 33 en sentido Noreste-Suroeste. También se encuentran

las rutas provinciales N° 90, 93, 94 y 15. El sector es surcado por las vías férreas de los Ferrocarriles Nacionales General Bartolomé Mitre, General Belgrano y San Martín. Se reconocen aeródromos en las localidades de Venado Tuerto, Rufino, Villa Cañas, Teodelina y Hughes.

### **Uso del suelo**

La actividad que predomina en esta región es la agricultura. Hacia el sector sur de la unidad aumenta la actividad ganadera, realizándose principalmente cría y en segundo lugar invernada y tambo (Giunta, 2015).

### **Amenazas/disturbios**

Como sucede en la mayor parte de la provincia, se utiliza una cantidad significativa de agroquímicos y pesticidas debido a la extensión de tierras destinadas a la agricultura convencional. Sumado a esto, la cría de ganado en corrales (feedlots) puede acarrear a una contaminación de los humedales o cuerpos de agua cercanos (Biasatti *et al.*, 2016).

El crecimiento constante de las áreas urbanas y, como resultado, la creciente demanda de servicios, y la expansión de tierras habitadas, a veces sobre humedales, afecta la dinámica o permanencia de los mismos, como así también la biota asociada (Biasatti *et al.*, 2016).

### **Conservación**

El Sistema de Humedales Pampa de las Lagunas incluye las siguientes áreas protegidas:

El **Humedal “Laguna Melincué”** está ubicado en el departamento General López (incluye a los distritos Melincué, Carreras, Hughes, Elortondo, Labordeboy, Chapuy, Carmen, Santa Isabel y Miguel Torres) abarcando 92.000 ha de superficie. La laguna Melincué y su cuenca forman un sitio de gran relevancia para especies de aves residentes y migratorias por lo cual es considerado un **Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)**, como el flamenco austral - *Phoenicopterus chilensis*, el flamenco andino - *Phoenicopterus andinus* - y la gaviota capucho gris

- *Chroicocephalus cirrocephalus* (Di Giacomo *et al.*, 2007). Este humedal es uno de los dos humedales de llanura que sustentan a poblaciones de flamenco andino, especie clasificada como vulnerable (BirdLife International, 2023) durante el período invernal (Romano *et al.*, 2006). Actualmente, este humedal se encuentra designado como Área de Planificación Estratégica Ambiental y Reserva Natural del Humedal de la Laguna Melincué (Ley Provincial N° 11.634) y en 2008 fue declarado **Sitio RAMSAR**.

**Reserva Natural de Usos Múltiples la laguna El Hinojo**, predio de 489 hectáreas de propiedad municipal de Venado Tuerto. Establecida bajo la categoría de reserva, constituye un reservorio de los desagües pluviales y es receptora de las aguas tratadas de la ciudad (Ordenanza Municipal N° 4918/17).

**Reserva Ecológica Laguna La Salada**, predio de 200 hectáreas ubicado en la localidad de Rufino creada con el objetivo de proteger sitios de nidificación de aves acuáticas (Ordenanza Municipal N° 2024/91). A su vez, Rufino cuenta con una reserva municipal de 7 hectáreas denominada **Reserva Municipal Los Médanos**, sobre terrenos medanosos donde una excavación permite ver las características arenosas del suelo, y los efectos de la erosión hídrica y eólica (Ordenanza Municipal N° 2218/95).

Cuenta con porciones de reservas hídricas (descritas en el Sistema de paisaje de humedales asociados al tramo superior y medio de ríos y arroyos), las cuales son:

**Reserva Hídrica Natural “Arroyo Saladillo”** (Decreto Provincial N° 2143)

**Reserva Hídrica Natural “Arroyo Sauce-Pavón”** (Decreto Provincial N° 2143)





Laguna El Hinojo Venado Tuerto



Laguna Melincué

## BIBLIOGRAFÍA

Arzeno, M. (2019). Orden-desorden y ordenamiento territorial como tecnología de gobierno. *Estudios socioterritoriales*, N. 25, 1-16.

Auge, M. (2004). *Regiones hidrogeológicas. República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe*. UBA. 104 pp. Inédito.

Benzaquén, L., Blanco, DE., Bó, RF., Kandus, P., Lingua, GF., Minotti, P., Quintana, RD., Sverlij, S. y Vidal, L. (2013). *Inventario de los humedales de Argentina. Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Proyecto GEF 4206 – PNUD ARG/10/003. ISBN 978- 987-29340-0-2

Benzaquen L., Blanco, DE., Bó, RF.,Kandus, P.,Lingua, GF., Minotti, P. y Quintana, RD. (Eds.). (2017). *Regiones de Humedales de Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación- Fundación Humedales-Universidad Nacional de San Martín-Universidad de Buenos Aires.

Biasatti, NR., Rozzatti, JC., Fandiño, B., Pautaso, A., Mosso, E., Marteleur, G., Algañaz, N., Giraudo, A., Chiarulli, C., Romano, M., Ramírez Llorens, P. y Vallejos, L. (2016). *Las ecoregiones, su conservación y las Áreas Naturales Protegidas de la provincia de Santa Fe*. Ministerio de Medio Ambiente. ISBN 978-987-23776-2-5.

BirdLife International (2023). Important Bird Area factsheet: Dorso Occidental Subhúmedo de Santa Fe. Recuperado el 26 de octubre de 2023: <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/dorso-occidental-subhúmedo-de-santa-fe-iba-argentina>

BirdLife International (2023). Species factsheet: *Phoenicoparrus andinus*. Recuperado el 11 de noviembre de 2023: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/andean-flamingo-phoenicoparrus-andinus>.

Brinson, M. (1993). *A hydrogeomorphic classification for wetlands*. Technical Report WRP-DE-4, US Army Corps of Engineers, Wetlands Research Program, Washington DC.

Burkart, R., Bárbaro, NO., Sánchez, RO. y Gómez, DA. (1999). Ecorregiones de la Argentina, Buenos Aires, Administración de Parques Nacionales, PRODIA. 43 pp.

Calzada, J., Corina, S. y Frattini, C. (2019). Anegamiento e inundaciones en Córdoba y Santa Fe: sistema hídrico del Canal San Antonio. *Informativo Semanal de la Bolsa de Comercio de Rosario*. ISSN 2796-7824

Chuvieco (1995). Fundamentos de la Teledetección Espacial. Madrid: Rialp S.A.

CIAM (Centro de Información Ambiental y Sistema Integrado de Información). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 20 de octubre de 2023: <https://ciam.ambiente.gob.ar/geovisor.php#>

Convención Ramsar Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Artículo 1. Ramsar, Irán, 2 de febrero de 1971, modificada según el Protocolo de París, 3 de diciembre de 1982.

Decreto Provincial N° 2143/2015 (Gobierno Provincia de Santa Fe) Incorporación de los arroyos Saladillo y Sauce-Pavón a la categoría Reserva Hídrica Natural. 8 de julio de 2015.

Decreto Provincial N° 2143/2015 (Gobierno Provincia de Santa Fe) Incorporación de los arroyos Saladillo y Sauce-Pavón a la categoría Reserva Hídrica Natural. 8 de julio de 2015.

Di Giacomo, AG., Manassero, M., Luna, H., Pautasso, AA., Acquaviva, L., De la Peña, MR., López Lanús, B. y Blanco, D. (2007). Áreas importantes para la conservación de las aves en la Provincia de Santa Fe. En A. S. Di Giacomo, M. V. De Francesco y E. G. Coconier (Ed.) *Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina*. (edición revisada y corregida 1, Temas de Naturaleza y Conservación 5:1-514, pp. 428-441). Aves Argentinas/ Asociación ornitológica del Plata, Buenos Aires.

Díaz Lozada, JM. (2014). *Cuantificación y caracterización del escurrimiento superficial en el sistema fluvial del río Carcarañá* (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Córdoba). Repositorio Digital Institucional - Universidad Nacional de Córdoba.

Ding, F. (2009). "A New Method for FastIn formation Extraction of Water Bodies Using Remotely Sensed Data". *Remote SensingTechnologyandApplication*24(2):167-171.

eBird (2023). eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application]. eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Recuperado el 26

de octubre de 2023: <http://www.ebird.org>

Espinosa Gómez, E. L. (2021). Análisis del comportamiento hidrológico del sistema de llanura “Bajos Submeridionales” (Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Litoral). Biblioteca Virtual - Universidad Nacional del Litoral.

Fandiño, B., Leiva, LA., Pautasso, AA., Luna, H. y Manassero, M. (2015). Avifauna de las reservas naturales manejada “El Fisco” y privada de uso múltiple “Isleta Linda”, Santa Fe, Argentina. *Nuestras Aves*, 60, 39-45.

Fertonani M. y Scioli, C. (2004). Evaluación del comportamiento de las variables hidrológicas de sistemas hidrológicos no típicos (área bajos submeridionales), con la implementación de obras de sistematización a nivel predial, tendiente al manejo de los déficits y excedentes hídricos. Inédito.

Feyisa, GL., Meilby, H., Fensholt, R. y Proud, SR. (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique 837 for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment* 140, 23-35. 838  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.08.029>

Giai, AG. (1950). Notas de viajes. *Hornero*, 9, 121-164.

Giunta, R. (2015). *Una propuesta de regionalización agropecuaria de la Provincia de Santa Fe* (Diapositiva de PowerPoint). Repositorio Santa Fe Provincia <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/223260/1169464/file/Propuesta%20de%20regionalizaci%C3%B3n%20agropecuaria%20de%20SF.pdf>

Guida-Johnson, B. y Zuleta, GA. (2013). Cambio de uso del suelo y pérdida de ecosistemas en la ecorregión del Espinal, Argentina. *Agricultura, ecosistemas y medio ambiente*, 181, 31-40.

Web de Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF). <https://www.santafe.gob.ar/idesf/geoportal/>

Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. (2021). Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina versión 2.1. Dirección de Geodesia. Instituto Geográfico Nacional.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - IPEC (2019). Santa Fe en Cifras. Provincia de Santa Fe. Recuperado el 20 de octubre de 2023: <https://www.santafe.gob.ar/ms/ipec/wp-content/uploads/sites/24/2019/11/santa-fe-en-cifras-v2.pdf>

INTA. (1980). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Carta de Suelos de la República Argentina: Hoja 3363-12 Las Rosas.

INTA. (1986). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Carta de Suelos de la República Argentina: Hoja 3363-24 Cruz Alta.

INTA. (1990a). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Atlas de Suelos de la República Argentina. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Tomo II. Proyecto PNUD Argentina 85/019. ISBN 950-432964-2.

INTA. (1990b). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Carta de Suelos de la República Argentina: Hoja 3163-5 y 6 Villa Trinidad.

Iriondo, M. (1987). Geomorfología y Cuaternario de la provincia de Santa Fe. *D'Orbignyana* 4, 1-54, Corrientes, Argentina

Juárez, M. (2021). Variación estacional de la riqueza y frecuencia relativa de aves acuáticas de la laguna "La Picasa", Santa Fe, Argentina. *Nuestras Aves*, (66).

Kandus, P. y Minotti, P. (2018). Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos

Kandus, P., Minotti, N., Morandeira, M. y Gayol, M. (2019). Inventario de Humedales de la Región del Complejo Fluvio-litoral del Bajo Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales / Wetlands International y Universidad Nacional de San Martín. 200 pp. Buenos Aires, Argentina.

Kandus, P., Quintana, RD, Minotti PG., Oddi, JP., Baigún, C., González Trilla, G. y Ceballos, D. (2010). Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En Laterra, P., E. Jobbagy y J. Paruelo (eds.): Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA.

Kovacs, G. (1978). Hydrology and water control on large plains/Hydrologie et contrôle des eaux sur les grandes plaines. *Hydrological Sciences Journal*, 23(3), 305-332.

Lewis, JP., Collantes, M., Pire, EF., Carnevale, NJ., Boccanelli, Si., Stofella, SL. y Prado, DE.

(1985). Floristic groups and plant communities of southeastern Santa Fe, Argentina. *Vegetation* 60:67 -90.

Ley Nacional 26.331 (Congreso de la Nación Argentina) Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos. 26 de diciembre de 2007.

Ley Nacional N° 26.331/2007 (Congreso de la Nación Argentina) Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos. 26 de diciembre de 2007 (Argentina).

Ley N° 23919. Boletín Oficial de la República Argentina, 16 de abril de 1991. Recuperado de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/319/norma.htm> [acceso: 10 de octubre de 2023]

Ley N° 25675. Boletín Oficial de la República Argentina, 6 de noviembre de 2002. Recuperado de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=79980> [acceso: 5 de octubre de 2023]

Ley Provincial N° 13.158/2010. Congreso de la Provincia de Santa Fe. 25 de noviembre de 2010.

Ley Provincial N° 13.372/2013. Congreso de la Provincia de Santa Fe. Aprobación del Mapa de Ordenamiento de los Bosques Nativos de la Provincia de Santa Fe. 7 de noviembre de 2013.

Ley Provincial N° 6404/1968. Provincia de Santa Fe. Colonización de la Cuña Boscosa. 29 de marzo de 1968. - Modificada por Ley Provincial N° 7103/1974 y Ley Provincial N° 7993/1974 - Modificada por Decreto Provincial N° 335/1985 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio).

Ley Provincial N° 11.634/1998. Legislatura Provincial de Santa Fe. Establece el área de planificación estratégica ambiental y reserva natural del humedal Laguna Melincué. 26 de noviembre de 1998.

Ley Provincial N° 11634/1998. Legislatura Provincial de Santa Fe. Establece el área de planificación estratégica ambiental y reserva natural del humedal Laguna Melincué. 26 de noviembre de 1998.

Ley Provincial N° 11717. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe. 18 de noviembre de 1999. Recuperado de <https://www.santafe.gob.ar/index.php/content/view/full/4012/> [acceso: 6 de octubre de 2023]

Ley Provincial N° 12175. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe. 30 de octubre de 2003. Recuperado de [https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/view/full/123097/\(subtema\)/112853](https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/view/full/123097/(subtema)/112853) [acceso: 6 de octubre de 2023]

Ley Provincial N° 14.019. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe. 6 enero de 2021. Recuperado de <https://www.santafe.gob.ar/boletinoficial/resumendia.php?pdia=fecha&dia=2021-01-06> [acceso: 9 de octubre de 2023]

Lisenby, PE., Tooth, S. y Ralph, T.J. (2019). Product vs. process? The role of geomorphology in wetland characterization. *Science of the Total Environment*, 663, 980–991.

Mancini, MA., Grosman, MF., Del Ponti, O., Sanzano, PM., Salinas, VH., Echaniz, SA., y Regis, L. (2019). La laguna Melincué (Santa Fe, Argentina): Rasgos históricos, limnología y biología pesquera. Repositorio Institucional CONICET digital.

Massiris Cabeza, Í. (2002). Ordenación del territorio en América Latina. *Scripta Nova*, 6(125).

Mazzoni, E. (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. *Estudios socioterritoriales*, 16(2): 51-81

McFeeters, SK. (1996). The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17: 1425–1432.

Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe. (2022). Inventario Provincial de Humedales: Unidades de paisaje de humedales de una zona de los Bajos Submeridionales”.

Ministerio de Ambiente y Cambio Climático. (2022). Documento Preliminar de Unidades de Paisaje de Humedales, Santa Fe, Argentina

Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Fe (2013). Santa Fe en Cifras. Ministerio de Economía Secretaría de Planificación y Política Económica. p. 99

Minotti P., Ramonell, C. y Kandus, P. (2013). Sistemas de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Cap. 1. En: Inventario de los humedales de Argentina. Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Benzaquén, L., Blanco, DE.,

Bó, RF., Kandus, P., Lingua, GF., Minotti, P., Quintana, RD., Sverlij, S. y Vidal, L. (eds.). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Proyecto GEF 4206 – PNUD ARG/10/003. ISBN 978- 987-29340-0-2

Morello, J., Matteucci, S., Rodriguez, A. y Silva, M. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos.

Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

Ordenanza Municipal N° 1093/1995 (Concejo Deliberante de Villa Gobernador Gálvez). Declaración de zona de Reserva Ecológica y Área Protegida. 6 de julio de 1995.

Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., Maturo, HM., Aragón, R., Campanello, Pl., Prado, D., Oesterheld, M., y León, RJC. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología austral*, 28(1), 40-63.

Pasotti, P. (2000). La geomorfología de la llanura pampeana en territorio santafesino. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología* 70, 1-2.

Pautasso, AA., Fandiño B. y Eberhardt MA. (2010). Lista preliminar de medianos y grandes mamíferos en la reserva natural manejada “El Fisco”, Provincia de Santa Fe, Argentina. *Biológica*, 12, 81-84.

Pautasso, A., Fandiño, B., Príncipe, G., Blas, B., Algarañaz, N., Di Giacomo, A., Oakley, L. y Prado, D. (2019). Bajos Submeridionales: la gran pampa chaqueña. *Revista Aves Argentinas* 54, 02-11.

Pensiero, JF., Gutiérrez, HF., Luchetti, AM., Exner, E., Kern, V., Brnich, E., Oakley, L., Prado, D., Lewis, JP. (2005). Flora vascular de la provincia de Santa Fe. Claves para el reconocimiento de las familias y géneros. Catálogo sistemático de las especies. 403 pp.

Pereyra, F. (2018). Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas, Ordenamiento territorial 9, 85 p., Buenos Aires.

Pereyra, F., Ragas, D., y Cornacchia, MC. (2022). Clasificación geológica-geomorfológica de los humedales de Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 79(2), 275-291.

Quiroga, AR., Fernández, R., y Álvarez, C. (2018). Análisis y evaluación de propiedades físico hídricas de los suelos. Ediciones INTA.

Resolución 80/2021. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de La Nación (MAyDS). Boletín Oficial de la República Argentina. 30 de marzo de 2021. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-80-2021-348341> [acceso: 7 de octubre de 2023]

Romano, M., Barberis, I., Guerra, L., Piovano, E. y Minotti, P. (2014) Sitio Ramsar Humedal Laguna Melincué: estado de situación. *Secretaría de Medio Ambiente, Provincia Santa Fe*.

Romano, M., Barberis, I., Pagano, F., y Maidagan, J. (2006). Laguna Melincué: Sitio relevante para las aves a nivel mundial. *Ecológica*, 12, 4-11.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (1990). Atlas de suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000. Proyecto PNUD ARG/85/019. Buenos Aires: INTA. 731 p. ISBN:950-432964-1

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2015). Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Semeniuk, CA. y Semeniuk, V. (1995). A geomorphic approach to global classification for inland wetlands. *Vegetation* 118: 103-124. Kluwer Academic Publishers, Belgium.

Servicio Meteorológico Nacional. Precipitación Media Anual 1991 - 2020 (mapa). Recuperado el 20 de octubre de 2023, <https://www.smn.gob.ar/clima/atlasclimatico>

Shen, L. y Li, C. (2010). Water Body Extraction from Landsat ETM + Imagery Using Adaboost Algorithm. Proceedings of the 2010 18th International Conference on Geoinformatics, Beijing, 18-20 June 2010, 1-4. <https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567762>

Villatoro, F. (2017). El territorio como sistema complejo. *ECA: Estudios Centroamericanos*, 72(749), 165-176.

Xu, H. (2006). Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27:14, 3025-3033, DOI: 10.1080/01431160600589179

Zacarías, JSM. y Zimmermann, ED. (2011). *Uso de sistemas de información geográfica para parametrización de modelos de simulación hidrológica en llanuras*. Congreso Nacional del Agua 2011, Resistencia, Chaco.



Universidad  
Nacional  
de Rosario

Ministerio de Ambiente  
y Cambio Climático

