



# **Situación y Uso del Iberá: Aplicación de la ELC-Ecological Land Classification**

## **AUTORES**

Basterra, Nora Indiana

Pellegrino, Luis Ariel

Chiozzi, Lucio José

Massat, Silvana Andrea

Valiente, Miguel

Glibota, Gisela

**PROYECTO IBERÁ +10  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FEBRERO 2015**

## INDICE

1. Introducción	5
2. Fundamento de Aplicación de ELC en determinación de UP's	6
3. Ecozona del Iberá	10
4. Ecorregión del Iberá	11
Características de la Ecorregión Iberá	14
5. Nivel Sistema	25
Sistema Acuático	25
Sistema Humedales	25
Sistema Terrestre	26
Delimitación de unidades ELC en Nivel Sistema Iberá	26
Clasificación de Imágenes	38
Análisis de las Clasificaciones Obtenidas	40
Análisis de Condiciones de Unidades Ecológicas del Paisaje para Diferentes Condiciones Clasificadas	41
6. Ecodistritos	49
Lagunas	49
Cursos Ricachos y Canales	50
Esteros y Cañadas	52
Bañados	52
Malezales	53
Pastizales	54
Forestaciones	54
Suelo Desnudo	54
Delimitación de unidades ELC en Ecodistritos	55
7. SIG Sistema de Información Geográfico de IBERA +10	67
8. Bibliografía	71
9. Anexo Fotográfico	73

## **INDICE DE TABLAS, MAPAS, FIGURAS, CUADROS, GRAFICOS, MOSAICOS E IMAGENES**

### **TABLAS:**

Relaciones de escalas y niveles en la ELC basado en Ecological Land Classification for Southern Ontario: Training Manual.	8
Caracterización de ambientes acuáticos en el Iberá	21
Sectores de unidades de vegetación	22
Porcentajes de Unidades de ELC para cada condición hidroclimática	40
Áreas y Porcentaje de Variabilidad de superficie de Unidades de ELC	42

### **MAPAS**

Macrosistema Iberá. Fuente: "El Iberá. ¿En peligro?".	11
Macrosistema Iberá.	12
Macrorregión Iberá según Popolizio y Macrosistema Iberá según Neiff.	13
Límites del Parque y de la Reserva Provincial del Iberá.	14
Diferentes delimitaciones Ecorregión Iberá.	14
Ecorregión Iberá.	15
Grandes Unidades Geomorfológicas.	16
Grandes Unidades Geomorfológicas.	16
Clasificación Suelos Iberá.	18
Isotermas Período 1941- 1980	19
Isohietas Período 1941- 1980	19
Cuencas Iberá en Asociación Civil ECOS - GEF-PNUD Proy.ARG/02/G35 Módulo Hidrología	20
Unidades de vegetación según Carnevali.	23
Tenencia de la tierra.	24
Unidades de Nivel Sistema ELC para condición hidroclimática de baja	38
Unidades de Nivel Sistema ELC para condición hidroclimática de media	39
Unidades de Nivel Sistema ELC para condición hidroclimática de alta	39
Recorrido en campo y puntos de muestreo	40
Unidades de Nivel Sistema Acuático para condición hidroclimática de baja	42
Unidades de Nivel Sistema Acuático para condición hidroclimática de media	43
Unidades de Nivel Sistema Acuático para condición hidroclimática de alta	43
Unidades de Nivel Sistema Humedal para condición hidroclimática de Baja	44
Unidades de Nivel Sistema Humedal para condición hidroclimática de Media	44
Unidades de Nivel Sistema Humedal para condición hidroclimática de alta	45
Unidades de Nivel Sistema Terrestre para condición hidroclimática de Baja	45
Unidades de Nivel Sistema Terrestre para condición hidroclimática de Media	46
Unidades de Nivel Sistema Terrestre para condición hidroclimática de alta	46
Variabilidad de superficie de UEP Sistema Acuático entre Alta y Baja	47
Variabilidad de superficie de UEP Sistema Humedal entre Alta y Baja	47
Variabilidad de superficie de UEP Sistema Terrestre entre Alta y Baja	48
Principales lagunas y esteros de la Ecorregión Iberá	50
Principales cursos de agua de la Ecorregión Iberá SIG 250 IGN.	51
Ecodistritos para condición hidroclimática de baja	55

Ecodistritos para condición hidroclimática de alta	55
Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1985. Condición hidroclimática Alta	60
Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1993. Condición hidroclimática Alta	60
Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1988. Condición hidroclimática Baja	61
Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1986. Condición hidroclimática Baja	61

## FIGURAS

Imágenes satelitales de Google Earth mostrando cambios en el uso del suelo en tres zonas del Iberá en años 2007 y 2013.	25
Localización de Imágenes satelitales Landsat en Ecorregión Iberá.	30
Estaciones meteorológicas	32

## GRAFICOS

Variación alturas hidrométricas laguna Iberá en hidrómetro de Colonia Carlos Pellegrini desde el año 1929 al 2013.	28
Valores promedios de la precipitación total por año para las estaciones internas EVARSA y del Servicio Meteorológico Nacional de la Ecorregión Iberá	33
Porcentajes de Unidades de ELC para cada condición hidroclimática	41
Variabilidad de los 3 sistemas según fluctuación de la altura de la laguna Iberá	41

## CUADROS

Alturas del hidrómetro en laguna Iberá para período 1929-2013.	29
Entornos de alturas del hidrómetro en laguna Iberá para período 1929-2013.	29
Imágenes, fecha y procedencia	30
Alturas relacionadas con época hidrológica	34
Ecodistritos para los tres niveles de Sistema definidos	49
Imágenes utilizadas para análisis temporal de UEP	57

## MOSAICOS

Imagen Landsat fecha correspondiente al período de baja M1B	35
Imagen Landsat fecha correspondiente período de media M2M	35
Imagen Landsat fecha correspondiente período de alta M3A	36

## IMAGENES

I1B: Imagen Landsat recortada Baja	36
I2M: Imagen Landsat recortada Media	37
I3A: Imagen Landsat recortada Alta	37
Imagen Landsat 1988 Baja	58
Imagen Landsat 1986 recortada Baja	58
Imagen Landsat 1985 recortada Alta	59
Imagen Landsat 1993 recortada Alta	59

## 1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas políticas de manejo ambiental de humedales protegidos como es el caso del Iberá, implican la necesidad de conocer tanto las variables descriptivas de su situación actual como las de uso que permitan inferir respecto a su dinámica.

Este conocimiento, implica la elaboración de material cartográfico en contexto de un Sistema de Información Geográfico - SIG – hecho que día a día va adquiriendo mayor importancia en el manejo de los recursos que se ven expuestos a una variabilidad traducidos frecuentemente en una creciente vulnerabilidad y constante degradación a que se ven expuestos los recursos naturales de la región, en función de numerosos factores como ser el uso inapropiado, la falta de controles de la normativa vigentes, la falta de herramientas de gestión que permitan su adecuado ordenamiento y uso, entre otros. Hoy día existen organismos gubernamentales y no gubernamentales que recurren a los SIG como lenguaje de síntesis cartográfica. Entre ellos, INTA, CECOAL, CEGAE, entre otros.

La utilización de las unidades del paisaje como base del análisis permite e implica conocer y monitorear la expansión y evolución temporal de fenómenos ambientales, tales como: inundación, sequía, incendios forestales, ocupación y uso del suelo, vulnerabilidad, entre otras, condicionantes del uso actual. Es así, que esta vinculación entre las unidades del paisaje y el uso actual del suelo, permitirá extraer condiciones para un manejo sustentable del Iberá tendiente a su ordenamiento territorial. Este trabajo plantea la utilización de los sensores remotos como herramienta para su concreción.

La obtención de información existente traducida en mapas ambientales a escalas apropiadas para el Iberá, y su disponibilidad permitirá ser contrastada o superpuesta con la situación actual, mediante un proceso de georreferenciación apropiado.

Esta conformación de un sistema de mapas de la situación actual está dirigida a la materialización de una herramienta con tecnología de punta que facilite por un lado, la consulta por parte de interesados o involucrados en la temática y por otro, acote el grado de incertidumbre en el conocimiento de la gestión de los recursos naturales, fundamento indiscutido muypreciado por los tomadores de decisión.

El nuevo enfoque de desarrollo sostenible, impone la participación y compromiso de y ante la sociedad por parte de diferentes actores en la toma de decisiones. Ante tal cuestión, la información y el conocimiento de la situación actual se convierte en una de las herramientas indispensables para sustentar las posibles acciones mitigadoras y planificar a futuro el manejo sustentable del sistema y su ordenamiento territorial.

## 2. FUNDAMENTO DE APLICACIÓN DE ELC EN DETERMINACIÓN DE UNIDADES DEL PAISAJE

Una correcta planificación y protección de un patrimonio natural en el marco del ordenamiento territorial, implica la necesidad de una protección a la integridad ecológica del paisaje. Analizar y clasificar el paisaje desde un punto de vista sistémico, implica conocer sus componentes e interrelaciones. Morello refiriéndose a dichas interrelaciones, establece que “los asentamientos humanos, la infraestructura construida, las comunidades vegetales y animales, naturales o modificadas, y los agrosistemas, son elementos de primera jerarquía, formadores del paisaje sudamericano. Los asentamientos humanos y las comunidades bióticas naturales o modificadas son influidos de distinta manera por las características del relieve, el clima y el suelo, los que a su vez son afectados por ellos. Las comunidades bióticas naturales y la sociedad están también fuertemente vinculadas en función del uso del espacio” (Morello, 1984) (1).

Los elementos mencionados más arriba, conforman la base -línea de base- del área (Poser *et al.* 1993) (2) a partir de la cual las unidades del paisaje son determinadas. Parte de esta línea de base, demanda una considerable atención sobre el hábitat, lo que especifica la importancia de conservar subyacente el conocimiento de los procesos ecológicos y los sistemas naturales mayores que los contienen. En este contexto, una clasificación inclusiva se hace necesaria para comprender el funcionamiento del paisaje y las interrelaciones de sus componentes en una escala menor.

Los componentes y sus interrelaciones, representados en las unidades de paisaje, necesitan un marco común que permita recopilar, organizar, analizar la información. La Clasificación Ecológica de Tierras (ELC: Ecological Land Classification) (3) proporciona esta característica, permitiendo clasificar unidades ecológicas diferentes según factores abióticos y bióticos: suelos, vegetación, clima, especies, hábitats, recursos hídricos, elementos antrópicos entre otros.

El proceso de aplicación de la ELC, aporta a través de herramientas y técnicas una consistente aproximación anidada en diferentes escalas. Esta metodología, puede ser aplicada tanto a escalas medias como mayores, siguiendo la inclusión de cada nivel, lo que permite su continuo monitoreo en el caso, por ejemplo de un manejo ambiental. Los administradores y gestores de recursos necesitan usualmente, un enfoque combinado en diferentes escalas, lo que se constituye en un reto, al momento de evaluar y analizar un ecosistema en diferentes escalas. Los estudios son frecuentemente independientes del contexto, tanto a nivel macro, meso, como de detalle y sin relación en la jerarquización de niveles. En este caso, la ELC, se presenta como una herramienta y una oportunidad de planificar y gestionar a través de diferentes escalas, permitiendo la generación de un inventario de unidades de paisaje en el marco de un modelo integrado.

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	ESCALA/SUP DEL MAPA	CRITERIO PARA DELIMITAR UNIDADES	GEOMORFOLOGÍA	SUELOS	VEGETACIÓN	CLIMA	AGUA	FAUNA
<b>ECOZONA</b>	(1:3.000.000 – 1:500.000) o (1.000.000 a 10.000 km <sup>2</sup> )	El clima continental o global está reflejado por la vegetación						
<b>ECOREGION</b>	(1:500.000) o (10.000 a 1.000 km <sup>2</sup> )	El clima provincial esta expresado a través de los suelos y la vegetación	Geoformas de origen mayor o colección de geoformas regionales.	Grandes grupos o sus asociaciones	Regiones de flora	Mesoclima o macroclima de orden menor	Grandes cuencas de agua	Conjuntos de comunidades animales
<b>ECODISTRITO</b>	(1:500.000 – 1:250.000) o (1.000 a 100 km <sup>2</sup> )	Caracterizados por conjuntos distintivos de relieve, geología, geomorfología, suelos y vegetación	Geoforma regional o colección de la misma.	Subgrupos o sus asociaciones	Distrito de flora.	Mesoclima o microclima de orden mayor	Patrón de drenaje; calidad de agua	Comunidades animales o ciertos hábitats especializados
<b>ECOSECCION</b>	(1:250.000 – 1:50.000) o (10.000 a 1.000 ha)	Patrón de repetición de geoformas, topografía, suelos y vegetación	Geoforma local o colección de la misma	Familia o sus asociaciones	Asociaciones vegetales o sus conjuntos	Microclima de orden mayor o microclima de orden menor	Tramos de ríos, lagos y playas	Hábitat especializado dentro de una comunidad, o una de origen menor
<b>ECOSITIO</b>	(1:20.000 – 1:10.000) o (100 a 10 ha)	Uniformidad de materiales originarios, suelos, vegetación e hidrología	Geoforma local o porción de la misma.	Series de suelos o una asociación de los mismos	Asociación o comunidad vegetal	Microclima de orden menor	Sub - división de lo anterior.	Porciones de una comunidad o hábitat totales de algunas especies de pequeño tamaño
<b>ECOELEMENTO</b>	(1:10.000 – 1:2.000) o (100.000 a 100 m <sup>2</sup> )	Con características propias de topografía, vegetación e hidrología	Geoforma local o porción de la misma	Series de suelos o fases de series de suelos	Partes de una asociación vegetal o las sub asociaciones.	Microclima de orden menor	Secciones de arroyos pequeños	

**Tabla 1: Relaciones de escalas y niveles en la ELC basado en Ecological Land Classification for Southern Ontario: Training Manual. 2001. (4)**

La ELC, según se observa en la Tabla 1, presenta las siguientes relaciones de escalas y niveles.

En la escala menor, los patrones o unidades son principalmente determinados por el clima que afecta la distribución a gran escala de la vegetación. Son denominadas ecozonas o ecoregiones y las escalas varían en un rango entre 1:3.000.000 y 1:5.000.000.

Una escala consecuente mayor, o meso escala, permite definir patrones influenciados por una interacción de vegetación, la geología y profundidad de suelos y efectos del clima en amplias características topográficas. En esta escala, comprendida entre 1:500.000 y 1:250.000, se definen los Ecodistritos. Los mismos, una subdivisión de la ecorregión y están caracterizados por conjuntos distintivos de relieve, geología, geomorfología, suelos y vegetación (4). Su delimitación, caracterización de componentes y procesos, contribuyen esencialmente en esta escala al planeamiento estratégico, y, en el caso del macrosistema del Iberá, además, para planes de manejos de los recursos hídricos regionales que lo afecten.

En este estudio, se trabajará con el nivel de escala media: Ecodistritos, donde se utilizarán para la delimitación de las unidades del paisaje-UP- o polígonos, imágenes satelitales. Posteriormente, se vincularán estas UP, con la información bibliográfica a fines de su descripción que permitan su interpretación.

Los mencionados anteriormente niveles de aplicación, Ecodistritos, son la base para un aproximamiento mayor en una escala de mayor detalle, donde se definen Ecosecciones, Ecositios y Ecoelementos, niveles que requiere de informes detallados de la unidad que permiten por un lado, proveer la información necesaria para, a modo de ejemplo, conocer los impactos existentes ante obras antrópicas, un manejo forestal detallado, acciones de restauración del ecosistema y sobre todo, un adecuado manejo del territorio como una herramienta de la gestión ambiental del área.

Por otro lado, dada su característica de inclusión, permite que las demás disciplinas intervinientes en el proyecto marco Iberá+10, vuelquen sus datos y contenidos a manera de aproximaciones en cualquiera sea la escala que se encuentren trabajando. En dichas escalas más grandes, la clasificación ecológica de tierras, puede ayudar, a modo de ejemplo, a garantizar una adecuada representación de hábitats dentro de un sistema de parques y áreas naturales. Asimismo, ha demostrado su eficacia en la identificación de sitios prioritarios para la conservación (Jalava y Godschalk 1998). (5)

Sin dudas, los cambios en el uso del suelo, han alterado la fisonomía del macrosistema del Iberá. La ELC es propicia para el desarrollo y puesta en marcha de planes para la recuperación con una visión holística y en el contexto del macrosistema.

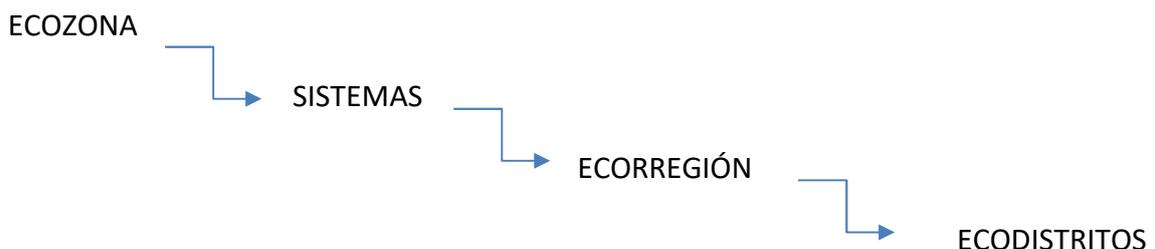
El desarrollo y aplicación de la ELC en ecosistemas de humedales tiene antecedentes de un aumento de la confiabilidad y la objetividad en la identificación y mapeo de las condiciones de humedales. (4)

La ELC se aplica a fin de organizar, clasificar y nombrar los ecosistemas, utilizando características de los mismos para distinguir unidades, proporcionando los medios para cambiar de escala al describir, identificar y mapear dichas unidades o UP.

Algunas características de la ELC:

- Permite cambios y alternancias en escalas de manera inclusiva y jerárquica.
- Busca patrones comunes y las unidades de paisaje y los procesos en los diferentes niveles de escala.
- Utiliza importantes factores ecológicos y/o características distintivas (por ejemplo, suelo textura, humedad, vegetación).
- Reduce la variación natural continua a un número razonable de unidades de paisaje.
- Es un enfoque uniforme y consistente para describir, identificar, clasificar, y mapear las unidades del paisaje.
- Utiliza una metodología consistente en la recolección de datos estándares.
- Utiliza un lenguaje común y accesible para mejorar la comunicación sobre los ecosistemas
- Es flexible, ampliable y permite la actualización continua.

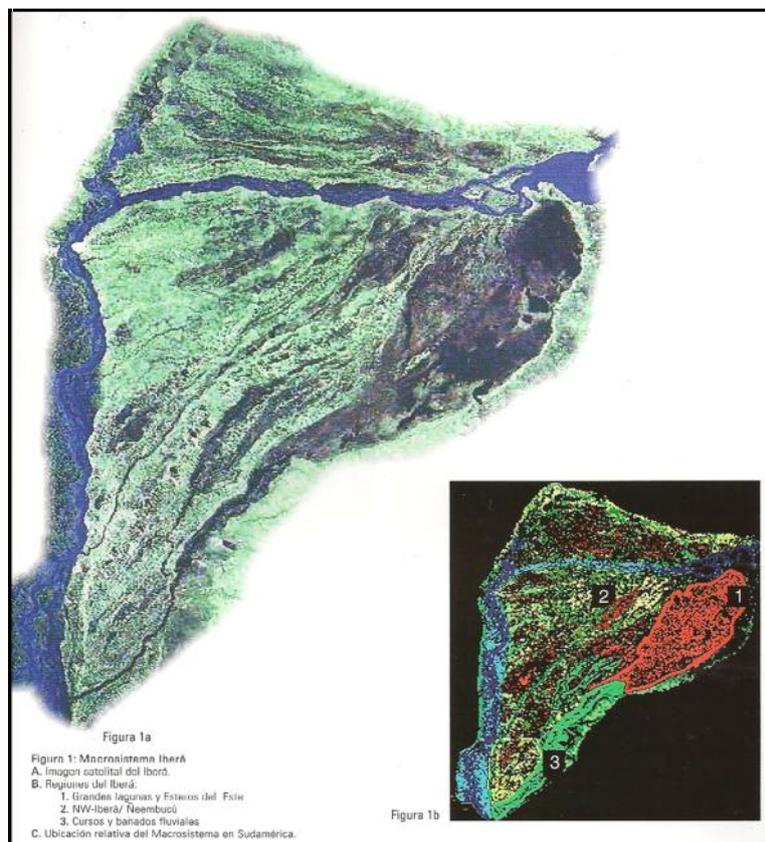
El modelo ELC establece patrones entre clima, geología, topografía, suelos y vegetación, en diferentes escalas. El objetivo es comprender los mecanismos de interrelación de dichos factores mediante patrones. Estos patrones varían en las diferentes escalas, pero son inclusivos entre las mismas. Por lo tanto, a fines de este estudio, se comienza realizando una primera aproximación de ecorregionalización de la zona del Iberá, la que proporciona la base para la evaluación de la representación de las características naturales de la región en estudio y se constituye en guía para la identificación y gestión en las escalas subsiguientes.



### 3. ECOZONA DEL IBERÁ

A nivel clasificación, una Ecozona comprende un territorio de más de 10.000 km<sup>2</sup>. Neiff (2004), teniendo en cuenta el origen proveniente del río Paraná de la formación del Iberá durante el Plioceno-Pleistoceno, su “posición geográfica, distribución política, tenencia de la tierra, idiosincrasia de sus pobladores y otros atributos y al funcionamiento de los ecosistemas”, propone la “redefinición ecológica del Iberá, extendiendo sus límites a todo el paleoabanico fluvial que comprende a los esteros del Iberá, Batel-Batelito, Santa Lucía, Riachuelo, río Paraná y esteros del Ñeembucú (éstos últimos, en Paraguay). El macrohumedal así definido constituye la Región del Iberá y ocupa una extensión casi cuatro veces mayor que la de los esteros del Iberá, que forman el núcleo principal de esta ecorregión.” (Neiff, 2004) (6)

La redefinición propuesta por Neiff, convierte a esta delimitación, según la escala de la ELC, en una Ecozona, según puede observarse en el Mapa 1 que abarca un área de aproximadamente 82.749 km<sup>2</sup>.



**Mapa 1: Macrosistema Iberá. Fuente: "El Iberá. ¿En peligro?". Juan José Neiff. Fundación Vida Silvestre Argentina. 2004.**

En esta delimitación, Neiff (2004), determina que el “paisaje incluye áreas temporal y permanentemente anegadas, de aguas quietas y de aguas corrientes, constituyendo un

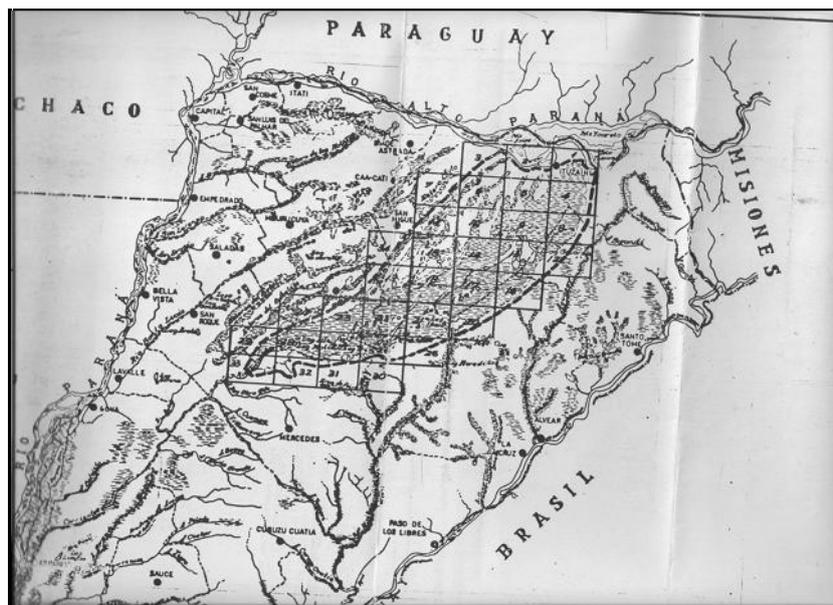
macro paisaje que combina bosques, pajonales, pastizales, lagunas, bañados y turberas. La diferente proporción que ocupan estos elementos en la región del Iberá permite reconocer tres modelos de paisaje de características estructurales y funcionales distintas:

1. Modelo Iberá: el de las grandes lagunas del sector oriental
2. Modelo río Corriente: el de valles fluviales y
3. Modelo Iberá-Ñeembucú: el de lagunas pequeñas rodeadas de bañados y esteros en lomadas arenosas.

El paisaje actual está integrado por elementos de linaje paranaense, no habiéndose encontrado flora o fauna fósiles en el humedal. El Iberá es uno de los humedales más diversificados de la biosfera en clima cálido, habiéndose mencionado 1.659 especies de plantas vasculares, más de un millar de especies planctónicas y unas trescientas especies de vertebrados. La mayor complejidad se encuentra en el sector húmedo y sub-húmedo del gradiente topográfico, no habiéndose registrado especies endémicas. (Neiff, 2004).

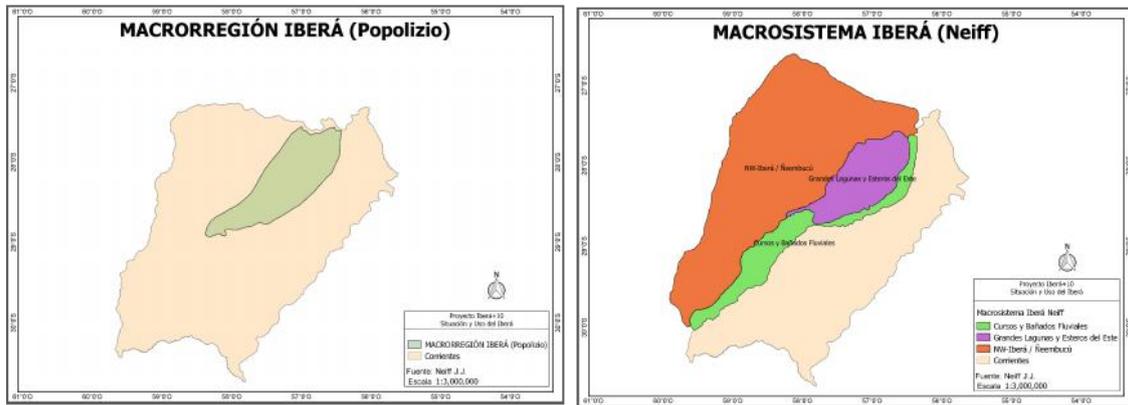
#### 4. ECORREGIÓN DEL IBERÁ:

Popolizio define al Macrosistema Iberá, aludiendo a “un vasto espacio del orden de los 13.000 km<sup>2</sup> y que se desarrolla como cubierta de almacenamiento superficial de aguas pluviales cuya salida natural es el Río Corriente, donde los rasgos geomorfológicos son los condicionantes principales del escurrimiento del agua y la relación que se genera con los otros elementos del medio como el suelo y la vegetación” (Popolizio, 2004) (7)



**Mapa 2: Macrosistema Iberá. Fuente: "Estudio del Macrosistema Iberá. Anexo A-B-C-D y E". Ing. Eliseo Popolizio. ICA - Gobierno de la Provincia de Corrientes. Marzo de 1980. (8)**

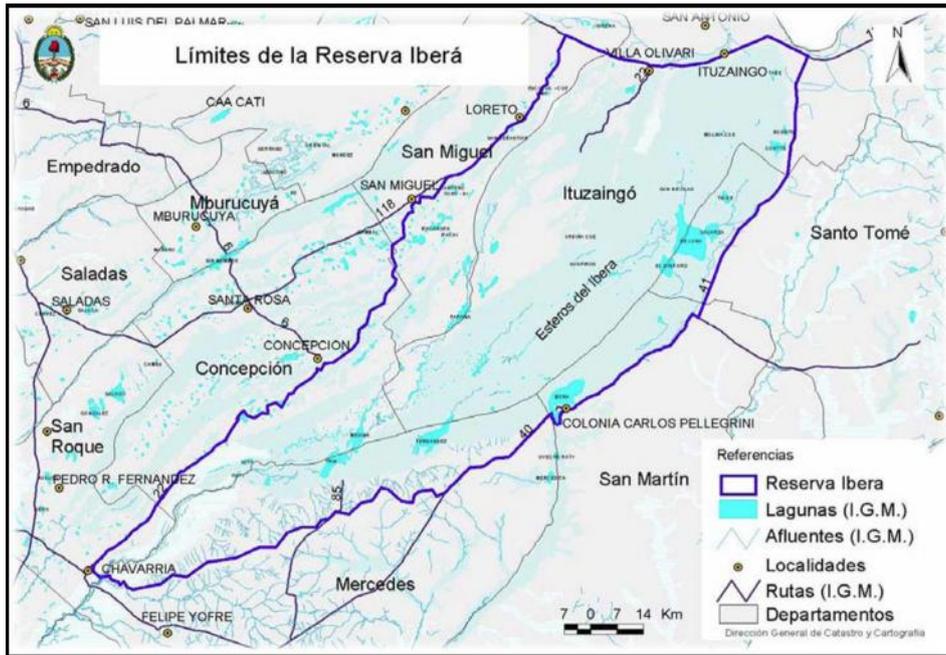
En consecuencia, ya sea tratándose de uno u otro de los anteriormente mencionados autores, la Ecozona Iberá descrita más arriba, incluye la Macrorregión definida por Popolizio y el Modelo de Iberá de Neiff. Las dos delimitaciones de Macrorregión y Modelo de Iberá, son prácticamente similares en ambos autores, en escala y área de lo que la ELC considera una Ecorregión en grandes rasgos descriptivos si bien, no se dispone de cartografía de detalle y geoproyección.



**Mapa 3: Macrorregión Iberá según Popolizio y Macrosistema Iberá según Neiff. Elaboración propia, basado en (7 y 6)**

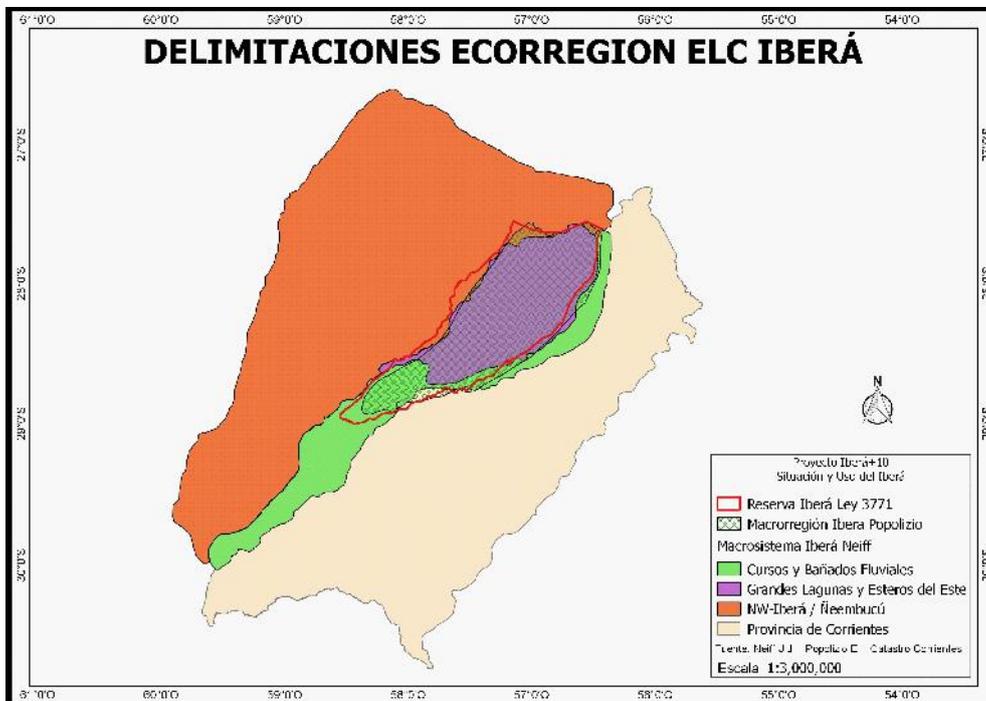
Por otro lado, la Provincia de Corrientes, crea en 1983 por la Ley Provincial N° 3771 y reglamenta en el año 2009 por el Decreto N° 1440, la Reserva Natural del Iberá con una superficie aproximada de 13.000 km<sup>2</sup> (Mapa 4) cuyos límites son: (9)

- ) Norte: la Ruta Nacional N°12
- ) Este: la divisoria con los afluentes del Aguapey y del Miriñay
- ) Oeste: la divisoria con los esteros, arroyos, y afluentes del Paraná y principalmente el Batel Batelito
- ) Sur: continuación de la divisoria del Este, que separa el sistema de los afluentes de la margen derecha del Miriñay y al norte del Pay Ubre.



**Mapa 4: Límites del Parque y de la Reserva Provincial del Iberá. Fuente: Decreto Nº 1440. 20 de agosto de 2009, Provincia de Corrientes.**

A fines de su comparación, se procedió a la digitalización y su incorporación al SIG del proyecto que contempla este trabajo, de la cartografía las tres fuentes según puede observarse en el Mapa 5.



**Mapa 5: Diferentes delimitaciones Ecorregión Iberá. Fuente: Elaboración propia.**



**Mapa 6: Ecorregión Iberá. Fuente: Elaboración propia**

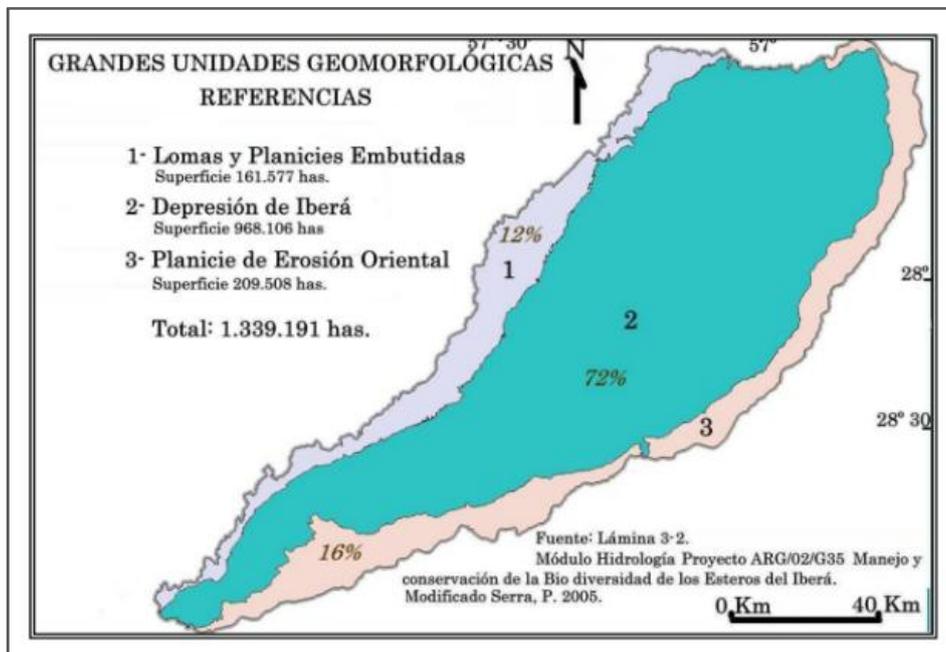
En dicho mapa se aprecian que las tres anteriores delimitaciones pueden ser consideradas coincidentes, teniendo en cuenta, las imprecisiones y limitaciones propias de una cartografía analógica y por lo tanto, se considerará como **Ecorregión Iberá** a la especificada en el Mapa 6.

### **Características de la Ecorregión Iberá**

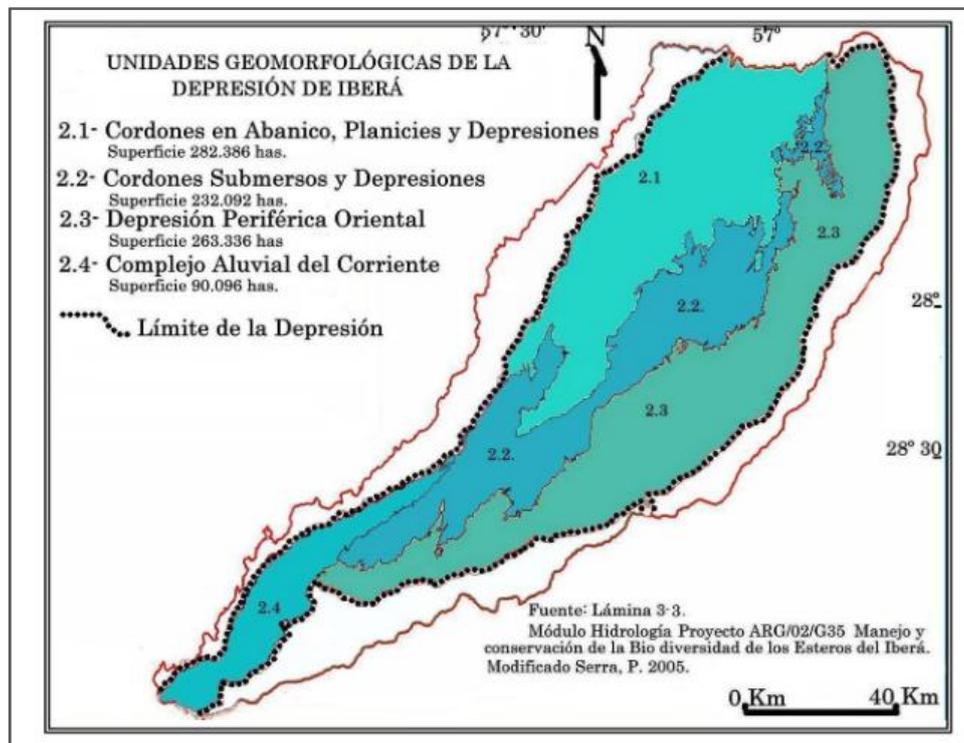
La región conocida como Ecorregión Iberá, ocupa una superficie de 12.300 km<sup>2</sup>. Comprende un complejo de ecosistemas con predominio de los ambientes palustres (esteros y bañados) que interconectan extensos lagos poco profundos, unidos por cursos de agua de distinto orden. El régimen de anegamiento es de alta recurrencia estacional e interanual, debido a sus características geomorfológicas y el clima predominante. Se encuentra conectado mediante el río Corriente al Paraná donde desagua sus aguas (Neiff, 2004) (6)

Geomorfológicamente, es una depresión de alta complejidad morfológica espacio-temporal. Debido a la gran capacidad de almacenamiento y el largo tiempo de respuesta que tiene el sistema, el comportamiento de las aguas, suelos y la cobertura vegetal, son diferentes según los diferentes estados. Esto implica que no será la misma condición para aguas bajas que para aguas altas. Es un área altamente sensible geomórficamente a los cambios naturales o antrópicos. Se manifiesta una baja amplitud del relieve y un casi nulo aporte de sedimentos y agua que no provengan del subsistema atmosférico. (Popolizio, 2004). (7)

En los siguientes Mapas 7 y 8 pueden observarse las grandes unidades geomorfológicas en el primero y las correspondientes a la Depresión Iberá, modificadas y determinadas por Serra 2005 (10)



**Mapa 7: Grandes Unidades Geomorfológicas. (10)**



**Mapa 8: Grandes Unidades Geomorfológicas. (10)**

En el mapa pueden observarse las unidades que son las siguientes:

- Cordones en abanico, planicie y depresiones

- Depresión periférica oriental
- Complejo aluvial del Corriente

Geológicamente es una depresión tectónica. En el borde noroeste afloran lomadas arenosas cuyo eje está orientado en sentido noreste-sudoeste, relictos del modelado fluvial que ha dejado también ondulaciones suaves (hoy sumergidas bajo la vegetación) e islotes emergentes de pocas hectáreas, ocupados por bosques hidrófilos. La mayor depresión se encuentra en el límite oriental, en el que se ubica la mayor parte de los grandes lagos (Conte, Galarza, Naranjito, Iberá, Fernández, Medina). Este límite oriental del macrosistema es bien definido y constituye la divisoria de aguas de la provincia de Corrientes, hacia los ríos Paraná y Uruguay. El límite occidental es muy suave, difuso, en forma de extensos bañados. Neiff, Poi, (11)

La composición litológica está dada por la sucesión en profundidad de basaltos y cuarcitas de la Formación Solari seguidas de arcillitas y limonitas rojizas de la Formación Fray Bentos, arenas con intercalación de grava y limo-arcilla de la Formación Ituzaingó y arenas limosas de la Formación Yupoi. Posterior a la ingresión marina del Terciario, el régimen estépico con fuerte balance hídrico negativo redujo los lagos, y transformándose en ambientes lénticos y distróficos y conformando el sistema de lagunas y esteros actual. (12)

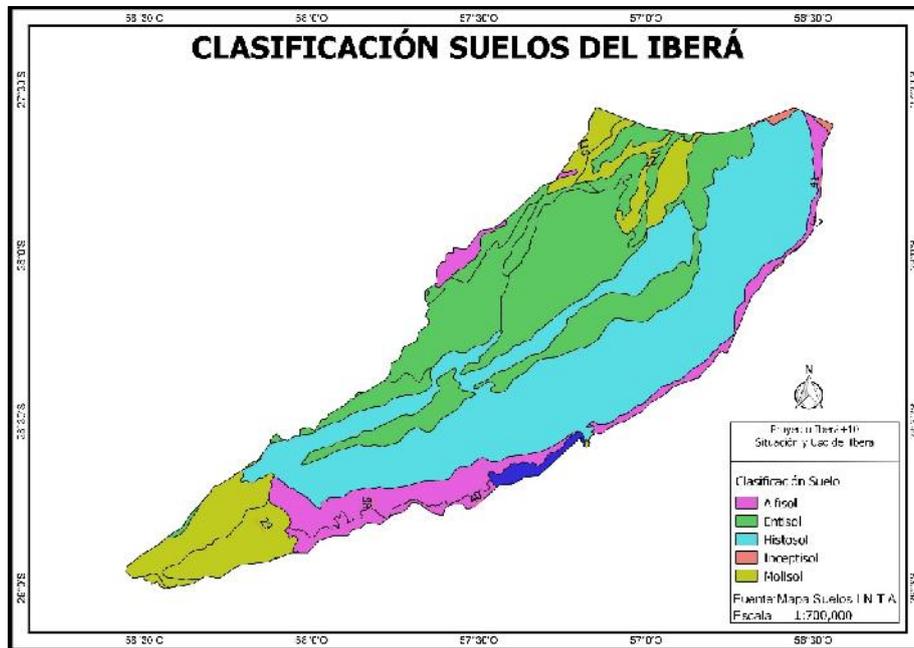
Edafológicamente, los suelos de la Ecorregión Iberá son escasos en nutrientes, altamente lixiviados y se encuentran depositados sobre horizontes con drenaje deficiente.

Presentan diferentes grados de hidromorfismo en función de los ciclos de anegamiento y pertenecen a los grupos de Entisoles, Alfisoles, Inceptisoles y Molisoles.

Entisoles y Alfisoles en la periferia del sistema e Histosoles dentro del mismo (en los esteros que circundan las grandes lagunas tienen suelos de turberas) la matriz orgánica de más del 60%, originada por el entrelazado de las raíces y deposición de capas de materia vegetal, las características fisicoquímicas del agua, pH en el rango ácido (5,3-6,0), la deficiencia de oxígeno, baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo en comparación con carbono, condicionan la formación de Histosoles con características únicas, denominados embalsados, verdaderas islas flotantes de más de un metro de espesor, conformadas por más de un 60 % por materia orgánica y capaces de sustentar especies arbóreas y fauna de gran porte sobre ellos. (11) (12). Los suelos tienden a presentar limitaciones para su uso.

Se presentan así mismo inceptisoles en planicies con hidromorfismo acentuados (con malezales) en pequeñas unidades ubicadas al noroeste de la ecorregión los extremos noreste y suroeste.

Los molisoles se presentan en el noreste en planos de hidromorfismo con malezas y cañadas y en el suroeste en planos hidromórficos, sectores con pendientes suaves y el valle del río Miriñay. (Atlas Suelos INTA 2013) (13)



**Mapa 9: Clasificación Suelos Iberá. Fuente INTA.**

Climatológicamente la Provincia de Corrientes y por ende el Iberá, tiene un clima Subtropical sin estación seca o Subtropical húmedo.

Las precipitaciones son originadas por la entrada de los vientos húmedos provenientes del Anticiclón del Atlántico Sur, y van disminuyendo de Este a Oeste, los valores promedios que se encuentran en el Oeste (eje del río Paraná) son de entre 1200 a 1300 mm, aumentando a medida que nos desplazamos hacia el Este (eje del río Uruguay y Misiones), hasta llegar a los 1700 o 1800 mm.

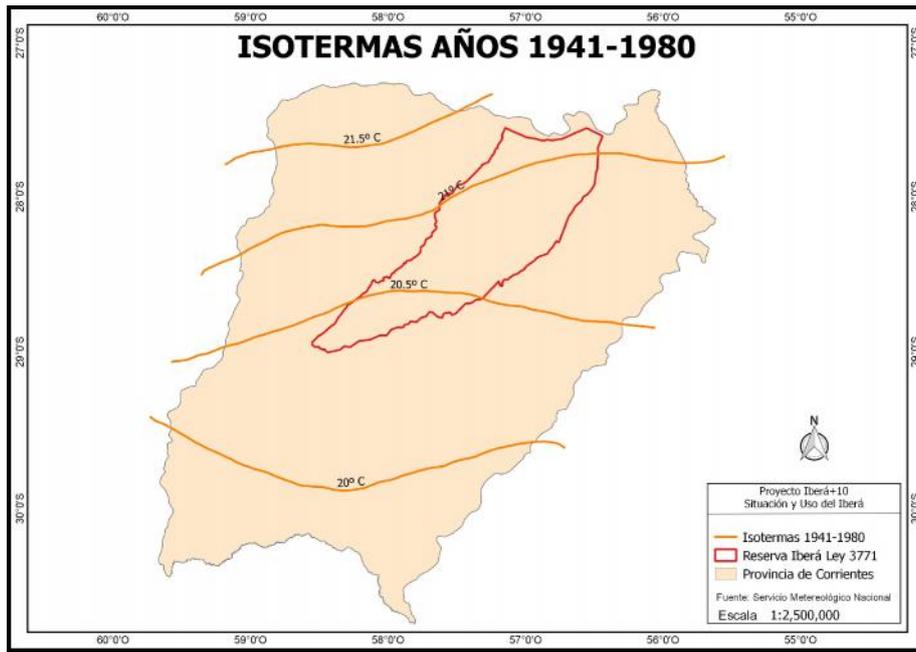
Como ejemplo la localidad de Carlos Pellegrini, ubicada en el centro Este del Iberá, tiene un promedio anual de precipitaciones de 1423 mm de la Serie estadística de 1993 al 2008. (14).

Las estaciones más lluviosas son verano y otoño, mientras que en el invierno se dan las mínimas.

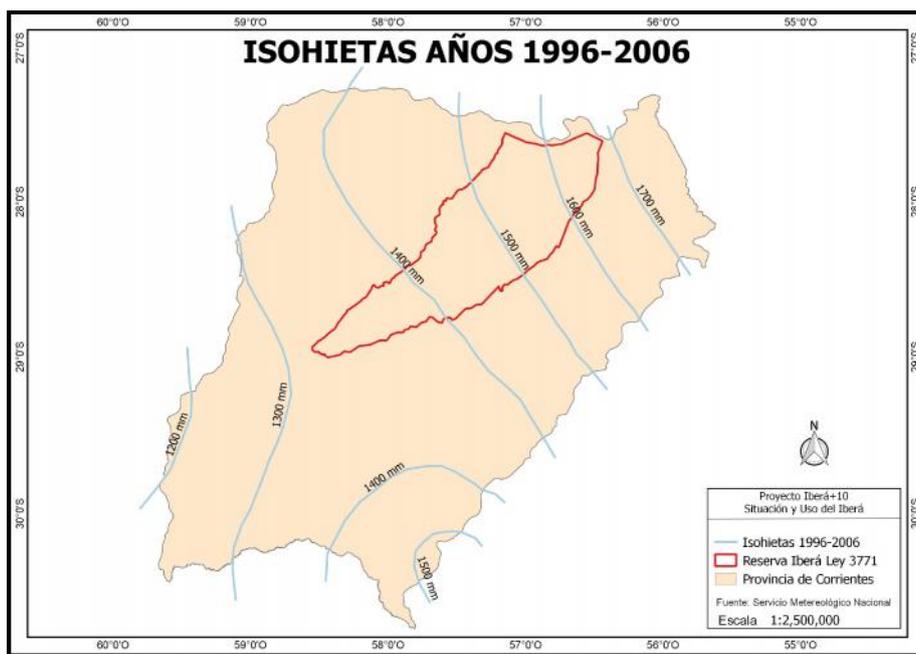
Con respecto al balance hídrico, es positivo, teniendo en promedio entre 200 a 600 mm de excesos de agua disponibles anualmente en el sistema. A lo largo del año normalmente el único mes que puede tener déficits es el mes de diciembre, debido a las altas temperaturas.

Así como las precipitaciones varían de Oeste a Este, las temperaturas lo hacen de Norte a Sur: los promedios anuales de sur a norte varían de 20º a 22º. Pero así como la temperatura media anual en Carlos Pellegrini es de 21º, con inviernos suaves, y veranos calurosos y húmedos, las máximas temperaturas pueden llegar hasta los 40º en verano.

La combinación del modelo climático con la hidrobiología, produjo un aumento de la masa vegetal conocido como “esterización” de la zona, donde se produjo una importante disminución de la superficie de agua limpia de las lagunas y sus espejos de agua permanente. (Popolizio, 2004)

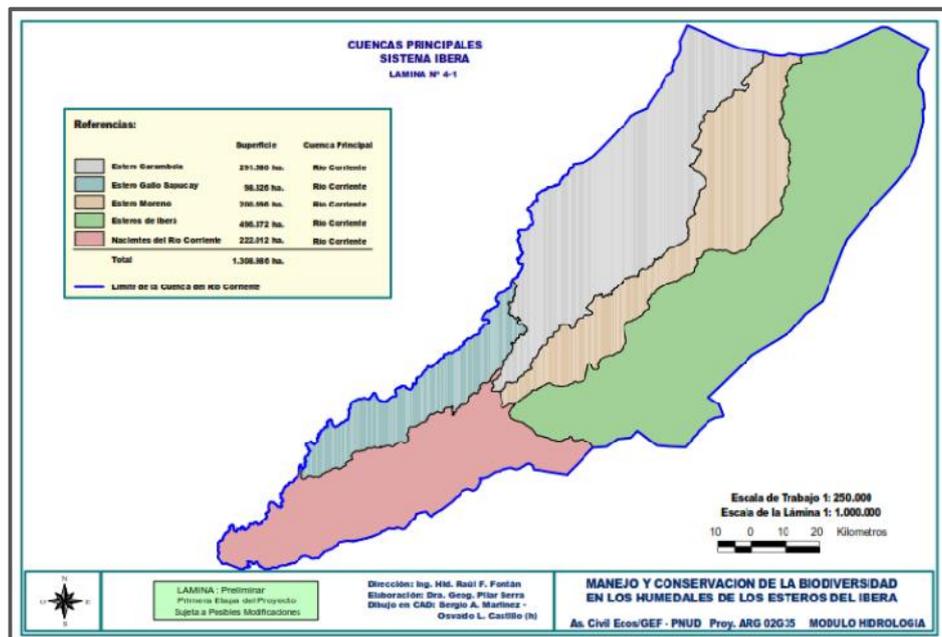


Mapa 10: Isotermas Período 1941- 1980



Mapa 11: Isohietas Período 1996- 2006

## El Sistema Hidrológico



**Mapa 12: Cuencas Iberá en Asociación Civil ECOS - GEF-PNUD Proy.ARG/02/G35 Módulo Hidrología (15)**

En el Mapa 12 se observan las cuencas delimitadas por el Proyecto GEF PNUD G35, con un criterio integrador teniendo en cuenta la funcionalidad esencialmente hidrobiológica como humedal.

Esta delimitación y su funcionalidad plena se ven influenciadas por la alta sensibilidad del escurrimiento ante las interferencias naturales o antrópicas, y la variabilidad temporal de los factores de ganancia y pérdida en el balance hídrico. Las cuencas que así se han integrado, representan la situación que ha sido posible detectar, aunque como tales ahora esté impedida por la cubierta hidrobiológica.

La dinámica hídrica de la ecorregión responde a la alimentación pluvial, a pérdidas por evaporación y por el drenaje del río Corriente. Asimismo, la alternancia de períodos de inundación- sequía, influyen en tal dinámica y en consecuencia en el desarrollo de la vegetación.

Son características del sistema de escurrimiento, la escasa pendiente, su situación de embutida entre relieves más elevados que dan como resultado una cobertura permanente de agua en extensas superficies.

Esto también trae aparejado ambientes condicionados por la variabilidad de anegabilidad y permanencia del agua. (15)

Los modelos de drenaje presentan los siguientes sectores funcionales (Poi, 2013) (16):

- Grandes esteros de cabeceras entre los que se encuentran el Santa Lucía, Batel, Batelito e Iberá.
- Cursos principales de bajo orden que drenan los grandes esteros y continúan por la planicie aluvial del río Paraná.
- Lagunas redondeadas formadas por procesos pseudokársticos en las zonas altas de lomadas arenosas muy anchas (Popolizio 1980).
- Lagunas e interfluvios acuático-terrestres de los sectores de lomadas bajas y fragmentadas del norte de la región de los esteros de Iberá y en el sur en los bañados del Yacaré.
- Canalizaciones y ambientes de arroceras.

Caracterizando los sistemas hídricos superficiales, Neiff *et al*, (2005), establecieron los siguientes valores, apreciables en la siguiente tabla dividiendo estas características para ambientes leníticos y lóticos:

Ambientes leníticos					
		pH	C.E. ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	O.D. ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )	NO <sub>3</sub> -N ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ )
Permanentes	Lagunas de superficie bien definida	5,0-7,0	20-49	7,0-10,5	15-181
	Esteros y cañadas	4,3-7,2	20-100	1-6	24-113
Temporarios	Bañados	6,8-7,2	10-50	4-9	5-60
	Campos anegables (malezales)	6,8-7,5	20-60	2-7	20-85
Ambientes lóticos					
Efluentes y afluentes	Río Corrientes	5,8-7,7	46-150	7-9	32-230
	Arroyo Ita Cuá	6,1-6,6	15-50	6,0	25-45
Canales secundarios	Con flujo permanente				
	Arroyo Caengúá y Carambola	5,5-7,2	22-40	4,8-6,6	40,7-194
	Sin flujo permanente	6,2-7,0	11-20	5,1-6,0	45-98

Tabla 1. Caracterización limnológica de los ambientes acuáticos y palustres del Iberá.  
Referencias. C.E.: conductividad eléctrica; O.D.: concentración de oxígeno disuelto en el agua; NO<sub>3</sub>-N: concentración de nitrógeno inorgánico en forma de nitrato en el agua.

**Tabla 2: Caracterización de ambientes acuáticos en el Iberá de Neiff *et al*, 2005 (11)**

### Vegetación:

Esta Ecorregión es considerada como uno de los humedales con mayor biodiversidad, albergando más de 1600 especies nativas vegetales y unas 628 especies de animales vertebrados, sustentando una importante cantidad de especies de fauna, vulnerables y amenazadas. Predominan las formaciones vegetales herbáceas, mientras que las leñosas, son dispersas, exceptuando la zona sur del sistema, en el cual predominan mosaicos de pastizales y leñosas.

La Ecorregión posee una fisonomía de un mosaico compuesto de pajonales, pirizales y pastizales que cubre el 80% de su extensión. Al sureste se encuentra una sabana con

bosques bajos de ñandubay (*Prosopis affinis*) y palmares de caranday. En su límite occidental que comprende lomadas o colinas arenosas se encuentran palmares de yatay (*Butia yatay*), bosques de guayaibí (*Patagonula Americana*) y pastizales mesófilos de paja colorada (*Andropogon lateralis*) (Carnevali 1994). (17)

Teniendo en cuenta la relación entre la vegetación y el agua, puede considerarse que la vegetación acuática, palustre, y las lagunas definen un complejo de bañados, esteros y lagunas entrelazadas por canales que divagan entre la vegetación. Las lagunas según su forma, redondeada o alargada muestran cambios y una alta heterogeneidad en la composición de la vegetación.

La estructura del paisaje y la vegetación tienen una relación interdependiente espacial y temporalmente con la disponibilidad y fluctuación del agua. Tanto influye la vegetación en la dinámica del agua (evapotranspiración, escurrimiento, tiempo de residencia del agua en el sistema), como el agua en la vegetación (desarrollo, expansión, etc.). Esto se manifiesta en un retardo en el escurrimiento y la acumulación creciente de agua superficial en el sector NO del Iberá, dando lugar a la expansión de las áreas palustres a expensas de los ambientes “terrestres”. (Neiff, 2004) (6)

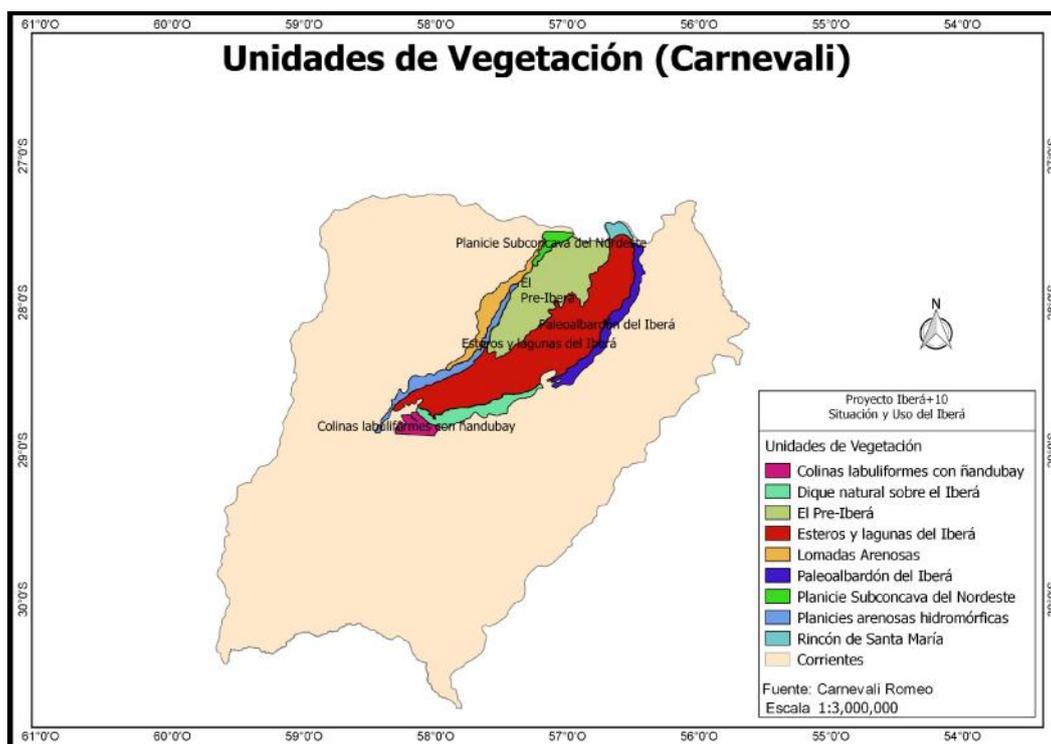
El número de plantas considerando los ambientes terrestres y acuáticos alcanza las 1.659 especies (Arbo y Tressens 2002).

Los denominados malezales, son unidades colonizadas principalmente por gramíneas y otras especies que se ubican en terrenos con anegamiento ocasional y principalmente en el límite oriental de la Ecorregión. (16)

Carnevali divide la Ecorregión en 3 grandes sectores que albergan 10 grandes unidades de vegetación y ambiente, según puede observarse en la siguiente Tabla 3 y su correspondiente mapa.

SECTOR OCCIDENTAL	Planicie subcónica del Nordeste Lomadas arenosas pardo- rojizas Planicies arenosas hidromórficas
SECTOR ORIENTAL	Rincón de Santa María Paleoalbardón del Iberá. Dique natural sobre el Iberá. Colinas tabuliformes con ñandubay
SECTOR CENTRAL	El Pre-Iberá Esteros y lagunas del Iberá Depresión y curso superior del río Corriente

**Tabla 3: Sectores de unidades de vegetación según Carnevali (17)**



**Mapa 13: Unidades de vegetación según Carnevali. (17)**

### El uso de la tierra

La tenencia de la tierra en la Ecorregión según puede observarse en el Mapa 14 está distribuida de la siguiente manera: un 63% de propiedades privadas en las que están permitidas las actividades productivas sustentables y un 37% de dominio público. Las superficies correspondientes a tierras fiscales están mayormente concentradas en la zona central.

Las actividades principales que se encuentran son: forestales, agro ganaderas, turismo y actividades informales.

El desarrollo de las actividades agropecuaria y forestal, se da principalmente en los bordes de la Reserva, produciéndose un cambio en el uso del suelo con la sustitución de pastizales naturales por forestaciones. Estas últimas se desarrollan en el sector N-NO del sistema, en tierras no inundables pero cuentan con canales de desagües dentro de los establecimientos. Están constituidas por plantaciones de eucaliptus y pinos constituyéndose en una de las actividades de mayor crecimiento en los últimos años.

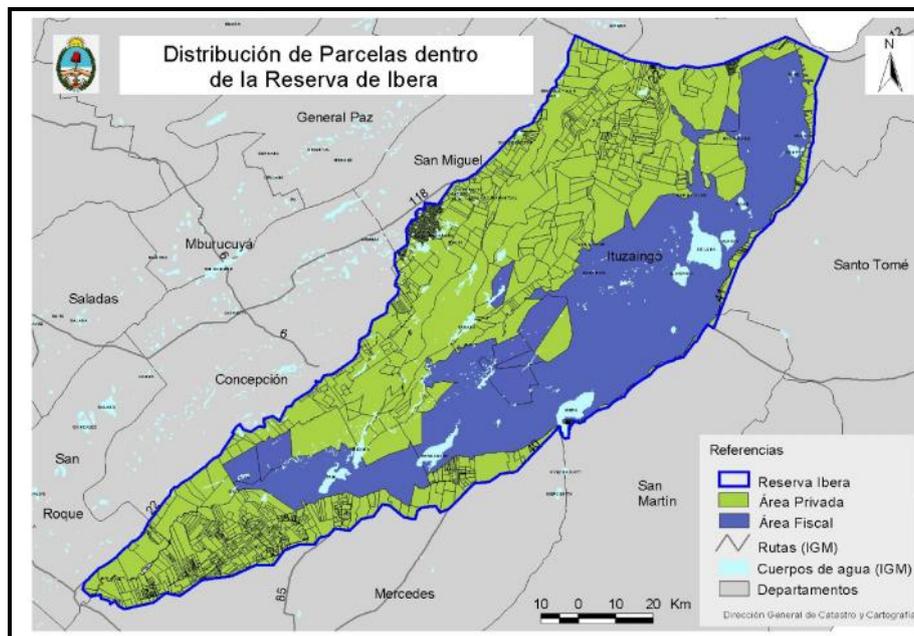
Históricamente, la ocupación de la provincia estuvo vinculada con la actividad ganadera. En el norte y oeste del Iberá, zonas de lomas, pastizales y pajonales principalmente y por su altura se desarrolla el ganado vacuno como actividad en establecimientos

dedicados a la ganadería extensiva que combinan con agricultura de subsistencia en pequeñas parcelas.

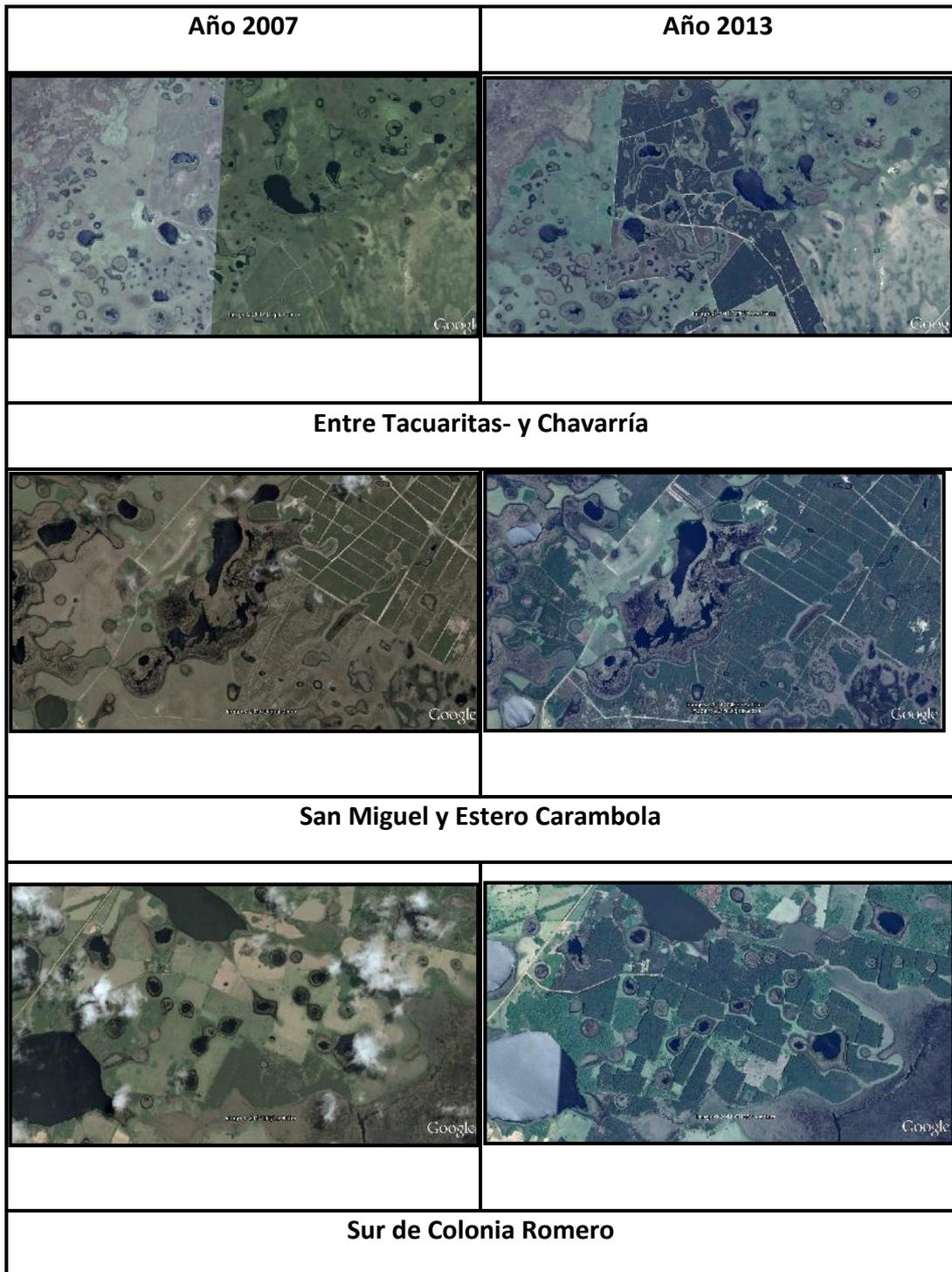
Las actividades agrarias, se centran fundamentalmente en el cultivo de arroz, una actividad que trajo fuertes modificaciones al ecosistema, basado en la construcción de obras para abastecimiento y canales de desagüe con fuertes conflictos sociales y que alteran el flujo hídrico de la cuenca. Se ubican especialmente en las planicies del norte y los valles del Miriñay y Corriente.

Una de las actuales actividades que va adquiriendo importancia día a día, es el turismo. El ecoturismo y dentro del mismo los humedales, comenzaron a ser parte del interés turístico como alternativa en el mundo a comienzo de los ochenta, creciendo el interés internacional por el Iberá en la década del noventa. La infraestructura turística cuenta con hotelería convencional, cabañas, etc., y una serie de estancias que ofrecen opciones de eco turismo

Colonia Carlos Pellegrini es, a la fecha, el centro turístico del Iberá. Se transformó en una de las localidades con mayor desarrollo económico de la provincia gracias al desarrollo del ecoturismo y la organización de eventos temáticos pero posee aún problemas de acceso por una deficiente infraestructura vial.



Mapa 14: Tenencia de la tierra. (18)



**Figura 1: Imágenes satelitales de Google Earth mostrando cambios en el uso del suelo en tres zonas del Iberá en años 2007 y 2013.**

## 5. NIVEL SISTEMA

Si bien no se encuentran tipificados en la tabla como un nivel, experiencias en clasificaciones para humedales con ELC, indican que un nivel intermedio previo a la definición de los Ecodistritos, es el llamado Sistemas (4). Este nivel de organización en la ELC, ayuda a reducir la complejidad del paisaje en un número menor de unidades que permite una generalización basada en los patrones y procesos ecológicos más importantes. Si bien Sistema, no se incluye en la clasificación jerárquica tradicional de ELC, representa un útil nivel organizacional y conceptual para el sistema de clasificación. Sistema ha sido utilizado con frecuencia como un nivel a fines de clasificar y categorizar las comunidades naturales (por ejemplo, Reschke 1990; Kavanagh, 1990) en Canadá especialmente en áreas de humedales.

La característica principal de este nivel, es que se basa principalmente para su diferenciación en la relación entre la superficie del sustrato y la profundidad de la capa freática (Curtis 1959), lo que produce que las unidades sean diferenciadas por la respuesta de la vegetación a condiciones ecológicas diferentes a lo largo de la mencionada relación entre la profundidad del agua y la humedad del suelo. De esta manera, se contemplan los siguientes 3 niveles de Sistemas dentro de la Ecorregión Iberá:

1. Sistemas Acuáticos
2. Sistemas de Humedales
3. Sistemas Terrestres.

### **Sistema Acuático:**

Se incluyen aguas correspondientes a ambientes tanto leníticos como lóticos, pero con la particularidad de que ya sean poco o muy profundas las aguas, presentan muy poco o nada de vegetación emergente. Influyen en este sistema la interacción para su desarrollo, la luz y la penetración de la misma según la profundidad del agua en relación al sustrato para el desarrollo de la vegetación.

Dentro de los sistemas acuáticos, los cuerpos de aguas abiertos se diferencian de aquellos dominados por especies de plantas sumergidas o flotantes (generalmente menos profundos).

### **Sistema Humedales:**

Incluyen las áreas donde el nivel de agua fluctúa periódicamente. Predominan la vegetaciones herbáceas hidrófitas y leñosas, siendo esta característica lo que más distingue a los humedales de las comunidades acuáticas. La duración y extensión de los períodos de alternancia seca – inundación es lo que influye en la formación de las diferentes comunidades en los humedales.

### **Sistema Terrestre:**

Incluye a todas las áreas altas donde la altura de la napa se encuentra debajo del sustrato de la superficie. En muchas áreas altas a diferencia de las comunidades acuáticas y los humedales, la humedad del suelo es escasa en un punto en la temporada de crecimiento de la vegetación. La distribución y abundancia de las especies de plantas en las áreas alta se encuentra afectada por la disposición de la napa, así como la naturaleza del suelo, fisiografía, profundidad, textura, drenaje, perturbaciones y el nivel de nutrientes disponibles, entre otros factores.

### **Delimitación de unidades de Nivel Sistema:**

Definir las unidades para este nivel, requiere de consideraciones especiales:

Las tres unidades mencionadas precedentemente: Sistema Acuático- Humedales y Terrestre se encuentran relacionadas y reguladas por el régimen de fluctuación climático-hidrológico tanto en la compleja biodiversidad como en su estabilidad que se traducen en diferentes modelos de ajuste de las poblaciones animales y vegetales a la periodicidad de la oferta de agua. (Neiff, 2014) (19).

Esto trae como consecuencia implícita, que la delimitación de las unidades variará y se verá influenciada por la interrelación entre la época del año y condiciones hidrológicas del sistema para una fecha determinada.

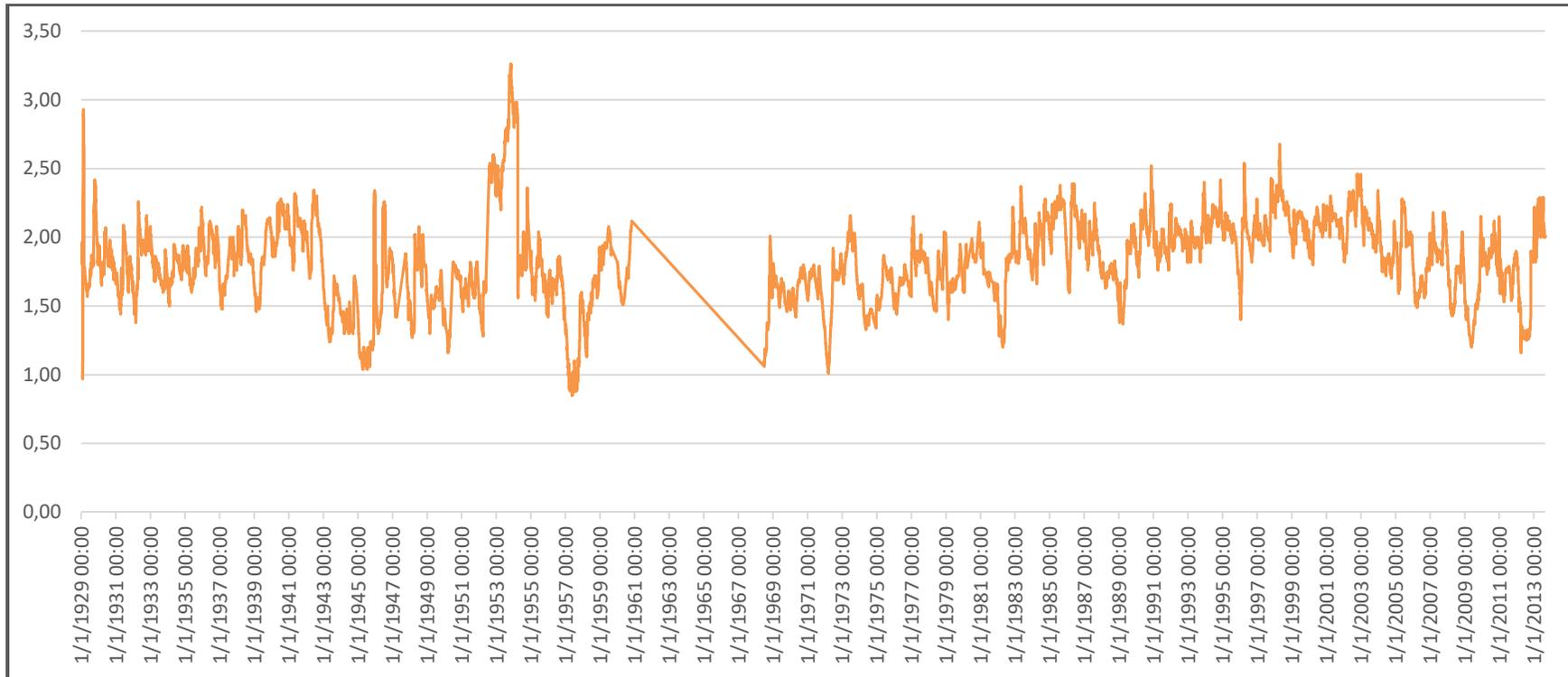
Por lo tanto, delimitarlas, no implica un único modelo, sino una situación puntual para una fecha y condiciones del sistema.

Esto que si bien a priori parecería ser una dificultad, se convierte en una importante herramienta de análisis del comportamiento del sistema en diferentes condiciones hidroclimáticas y a través del tiempo.

De allí que surge en este trabajo la posibilidad del uso y el Procesamiento Digital de Imágenes satelitales para dicha delimitación.

Información recopilada:

- Alturas hidrométricas en Laguna Iberá en período comprendido entre 1929 y 2014
- Imágenes satelitales diferentes para diferentes condiciones
- Precipitaciones en estaciones: internas de red EVARSA y Servicio Meteorológico Nacional (Estaciones Mercedes, Curuzú Cuatiá, Paso de los Libres, Ituzaingó y Posadas)



**Gráfico 1: Variación alturas hidrométricas laguna Iberá en hidrómetro de Colonia Carlos Pellegrini desde el año 1929 al 2013**

En primer lugar, se realizó la recopilación de las alturas del hidrómetro en la laguna Iberá (Gráfico 1). Las mismas, en su totalidad conforman una base de datos de más de 25000 elementos que fueron estadísticamente analizados. En función de las mismas, se procedió a buscar las alturas promedio, alta y baja. En los siguientes cuadros, pueden observarse los valores obtenidos.

Período	Altura	Fecha
Máxima	3,26 m	28/10/1953
		29/10/1953
		30/10/1953
		31/10/1953
		01/11/1953
		02/11/1953
		03/11/1953
		05/11/1953
		06/11/1953
Mínima	0,85 m	21/05/1957
		24/05/1957
		25/05/1957
Promedio	1,82 m	1929 al 2013

**Cuadro 1: Alturas del hidrómetro en laguna Iberá para período 1929-2013.**

Como puede apreciarse en el cuadro anterior, las alturas exactas se corresponden a períodos sin disponibilidad de imágenes satelitales. Por lo tanto, se procedió a establecer entornos de alturas para los períodos de alta, media y bajas alturas en el hidrómetro.

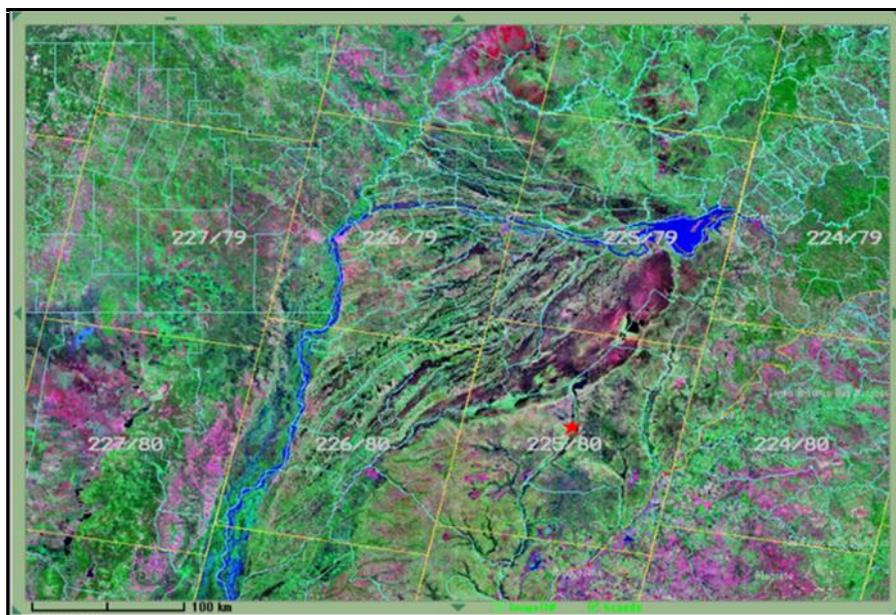
Período	Altura
Alta	3,26 m -2,45 m
Media	2,45 m -1,65 m
Baja	1,64 m - 0,85 m

**Cuadro 2: Entornos de alturas del hidrómetro en laguna Iberá para período 1929-2013.**

En segundo lugar, con los datos del Cuadro 2, se procedió a la obtención de las imágenes satelitales y disponibilidad correspondiente para cada período.

Se recurrió así, a las imágenes Landsat provenientes de los bancos de imágenes del Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais –INPE- de Brasil y el USGS.GOV. U.S. Geological Survey de Estados Unidos.

Es de destacar que la Ecorregión Iberá, no es abarcada por una sola imagen, sino que la totalidad de área comprendida por la Ecorregión abarca 4 imágenes: 225-079, 226- 079, 225- 080 y 226- 080 del satélite Landsat.



**Figura 2: Localización de Imágenes satelitales Landsat en Ecorregión Iberá.**

Identificadas las imágenes, se procedió a la búsqueda de las escenas 225- 079 y 225- 080, que según puede observarse en la Figura 2, abarcan más del 90% del área. Se bajaron imágenes sin cobertura de nubes: las mismas pueden observarse en el Cuadro 3.

Imagen 225-080 - Imagen 225-079							
Altura	Fecha	Sensor	Procedenc	Altura	Fecha	Sensor	Procedenc
1,24	13/06/20	Landsat	INPE	1,98	15/08/19	Landsat 5	INPE
1,24	28/05/20	Landsat	INPE	1,99	23/01/20	Landsat 5	INPE
1,29	10/04/20	Landsat	INPE	1,99	17/11/20	Landsat 5	INPE
1,36	15/07/20	Landsat	INPE	1,99	09/04/19	Landsat 5	INPE
1,38	31/07/20	Landsat	INPE	2	27/12/19	Landsat 5	INPE
1,4	05/02/20	Landsat	INPE	2	25/06/19	Landsat 5	INPE
1,43	07/04/20	Landsat	INPE	2	22/01/19	Landsat 5	INPE
1,45	09/03/20	Landsat	INPE	2,01	30/12/20	Landsat 5	INPE
1,46	22/03/20	Landsat	INPE	2,01	16/05/19	Landsat 5	INPE
1,54	18/04/20	Landsat	INPE	2,02	06/10/20	Landsat 5	INPE

1,58	23/09/20	Landsat	INPE	2,02	09/07/19	Landsat 5	INPE
1,6	07/09/20	Landsat	INPE	2,03	24/06/20	LANDSAT	USGS
1,6	25/09/20	Landsat	INPE	2,03	09/06/19	Landsat 5	INPE
1,6	24/08/20	Landsat	INPE	2,04	08/06/20	LANDSAT	USGS
1,6	22/02/19	Landsat	INPE	2,04	24/12/19	Landsat 5	INPE
1,61	01/01/19	Landsat	INPE	2,04	05/11/19	Landsat 5	INPE
1,69	23/07/20	Landsat	INPE	2,05	17/11/19	Landsat 7	INPE
1,7	28/01/20	Landsat	INPE	2,05	11/08/20	LANDSAT	USGS
1,7	11/01/19	Landsat	INPE	2,05	04/12/19	Landsat 5	INPE
1,71	22/08/20	Landsat	INPE	2,06	08/12/20	Landsat 7	INPE
1,71	16/12/19	Landsat	INPE	2,06	05/08/20	Landsat 5	INPE
1,73	18/05/19	Landsat	INPE	2,06	22/09/19	Landsat 5	INPE
1,74	19/12/20	Landsat	INPE	2,06	08/03/19	Landsat 5	INPE
1,74	19/09/20	Landsat	INPE	2,06	26/08/19	Landsat 5	INPE
1,75	18/05/20	Landsat	INPE	2,06	04/04/19	Landsat 5	INPE
1,75	14/09/20	Landsat	INPE	2,06	23/12/19	Landsat 5	INPE
1,75	05/10/20	Landsat	INPE	2,08	26/07/20	LANDSAT	USGS
1,77	29/04/20	Landsat	INPE	2,08	24/05/19	Landsat 5	INPE
1,77	19/11/19	Landsat	INPE	2,08	08/11/19	Landsat 5	INPE
1,78	27/03/20	Landsat	INPE	2,08	11/04/19	Landsat 5	INPE
1,79	21/10/20	Landsat	INPE	2,09	07/08/20	Landsat 5	INPE
1,81	12/11/20	Landsat	INPE	2,1	19/09/20	Landsat 7	INPE
1,84	19/09/19	Landsat	INPE	2,1	21/08/19	Landsat 5	INPE
1,87	10/02/19	Landsat	INPE	2,1	24/09/19	Landsat 5	INPE
1,87	20/02/19	Landsat	INPE	2,1	09/06/19	Landsat 5	INPE
1,88	18/10/19	Landsat	INPE	2,11	21/03/19	Landsat 5	INPE
1,89	08/02/20	Landsat	INPE	2,12	03/03/20	Landsat 5	INPE
1,89	22/11/20	Landsat	INPE	2,12	01/05/19	Landsat 5	INPE
1,89	08/07/19	Landsat	INPE	2,12	22/05/19	Landsat 5	INPE
1,9	09/01/20	Landsat	INPE	2,13	06/11/20	Landsat 7	INPE
1,9	18/02/20	Landsat	INPE	2,13	22/07/20	Landsat 5	INPE
1,9	12/08/19	Landsat	INPE	2,14	27/11/20	Landsat 5	INPE
1,92	10/02/20	Landsat	INPE	2,14	05/08/19	Landsat 5	INPE
1,92	24/12/20	Landsat	INPE	2,15	14/05/20	Landsat 7	INPE
1,92	04/01/20	Landsat	INPE	2,15	19/11/20	Landsat 7	INPE
1,92	24/02/20	Landsat	INPE	2,15	02/06/19	Landsat 5	INPE
1,92	23/10/19	Landsat	INPE	2,16	21/04/20	LANDSAT	USGS
1,93	01/05/20	Landsat	INPE	2,16	18/11/19	Landsat 5	INPE
1,93	07/10/19	Landsat	INPE	2,18	27/08/19	Landsat 5	INPE
1,93	17/06/19	Landsat	INPE	2,19	03/01/19	Landsat 5	INPE

1,95	21/04/20	Landsat	INPE	2,2	28/01/20	Landsat 7	INPE
1,95	28/01/20	Landsat	INPE	2,2	07/08/19	Landsat 5	INPE
1,96	04/11/20	Landsat	INPE	2,22	12/04/20	Landsat 7	INPE
1,96	25/07/19	Landsat	INPE	2,22	20/07/20	Landsat 5	INPE
1,96	16/05/19	Landsat	INPE	2,22	06/01/19	Landsat 5	INPE
1,96	14/07/19	Landsat	INPE	2,23	21/10/19	Landsat 5	INPE
1,96	19/01/19	Landsat	INPE	2,26	07/05/20	LANDSAT	USGS
1,98	20/01/20	Landsat	INPE	2,26	11/06/19	Landsat 5	INPE
1,98	09/01/19	Landsat	INPE	2,28	04/04/20	Landsat 5	INPE
1,98	04/08/19	Landsat	INPE	2,3	24/11/19	Landsat 5	INPE

**Cuadro 3: Imágenes, fecha y procedencia**

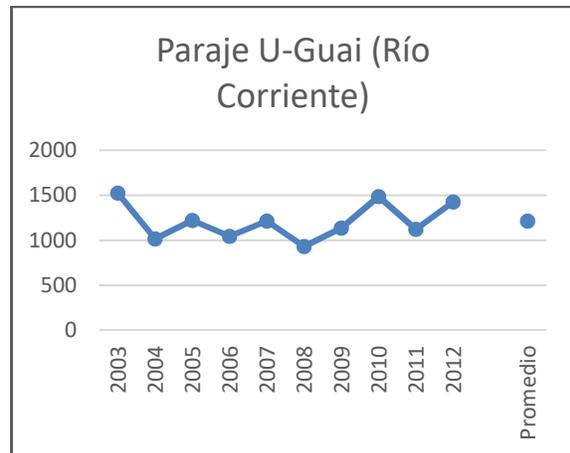
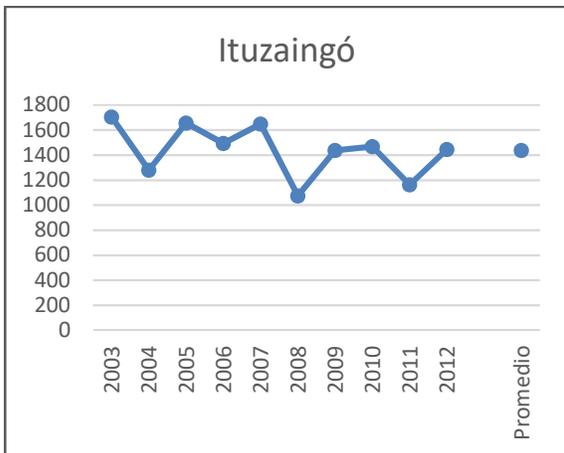
La próxima condición a tener en cuenta para la elección de las imágenes a clasificar entre las disponibles, fue el período hidrológico en el cual se encontraban los valores de alturas del hidrómetro, teniendo en cuenta los datos de precipitaciones en estaciones: internas de red EVARSA y Servicio Meteorológico. (Figura 3) A tal fin, se tomó como conveniente un período de 30 días anteriores a la lectura correspondiente de las precipitaciones, para definirlos. Esto es debido a que la capacidad de amortiguación del sistema, puede establecerse razonablemente en 30 días, teniendo en cuenta además que dicho período es adecuado para tener flexibilidad por la disponibilidad de las imágenes satelitales. Los datos completos pueden observarse en el Anexo.

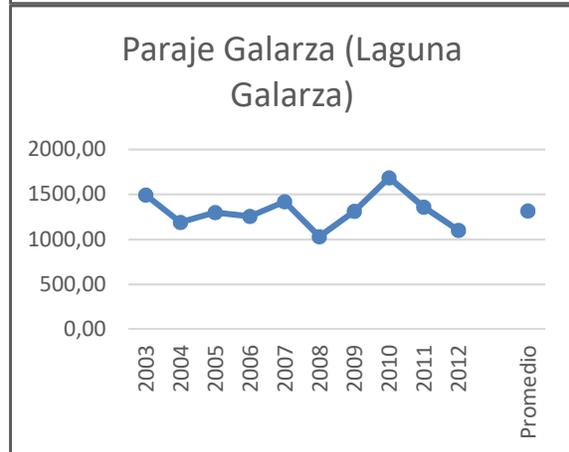
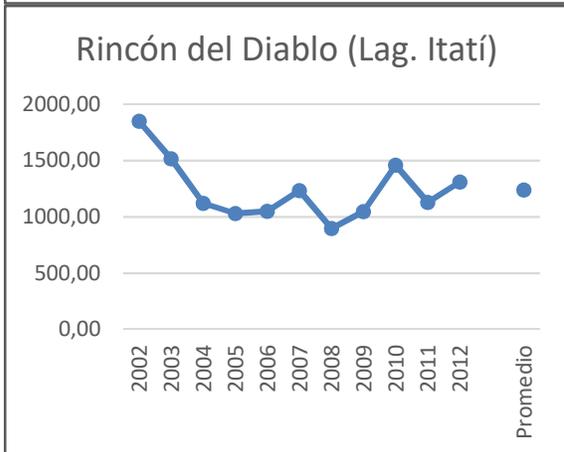
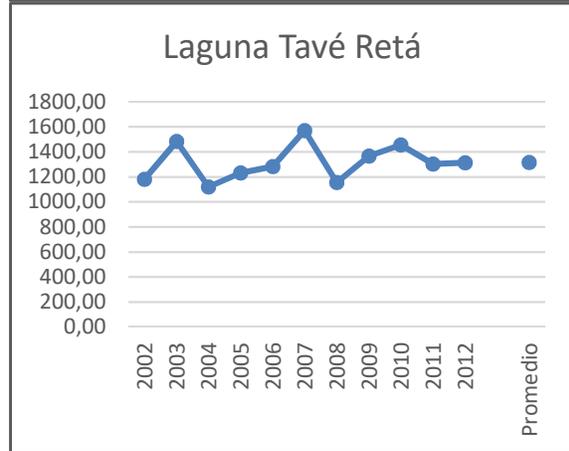
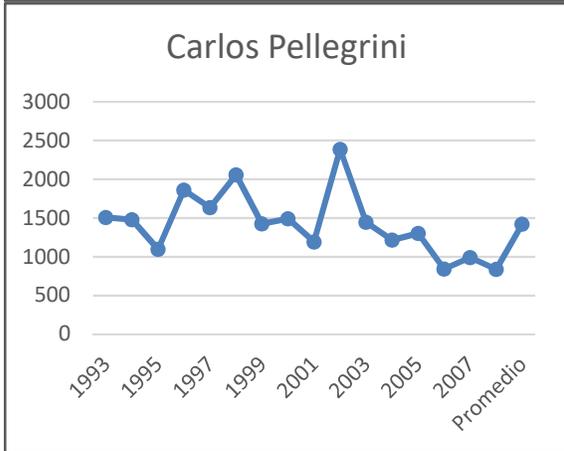
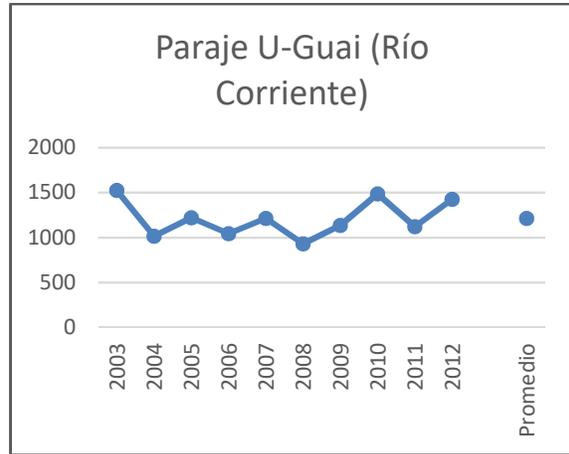
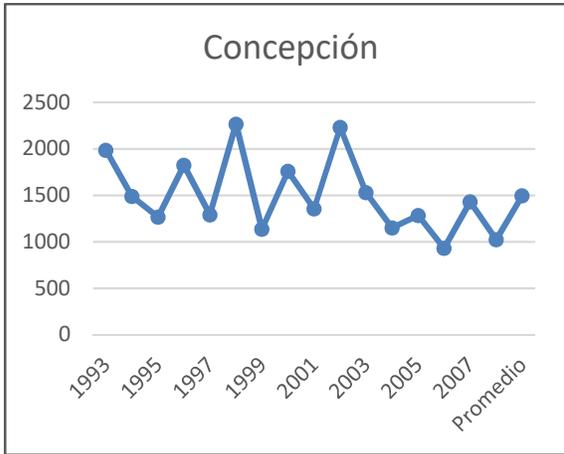
El período de un mes tomado como tiempo de amortiguamiento del sistema se condice con las características fisiográficas de otros humedales ubicados en terrenos geográficos de escasa energía y en donde la capacidad de almacenamiento de agua pluvial es significativamente superior frente a las posibilidades de escurrimiento superficial. El balance hídrico de estos ecosistemas demuestra claramente mayores valores en los fenómenos hidrológicos de sentido vertical (precipitaciones y evapotranspiración), que en sentido horizontal (escurrimiento superficial). No obstante ello, se evidencia que las lluvias locales repercuten en forma casi inmediata en el hidrómetro de la Laguna Iberá que ante un evento de precipitación, a los pocos días empieza a acusar una elevación de sus niveles.

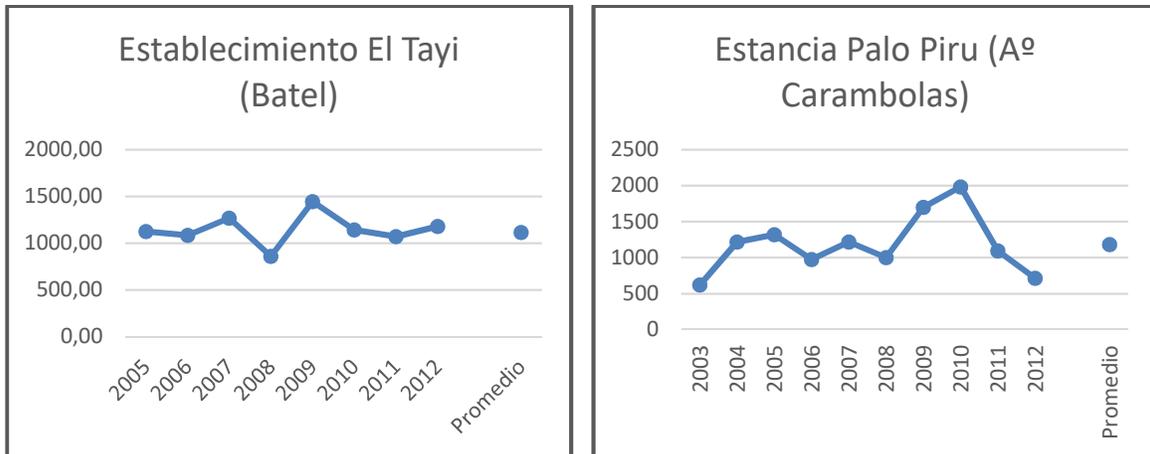


Figura 3: Estaciones meteorológicas

Las curvas incluidas en el Gráfico 2, muestran los valores promedio de la precipitación total por año para las estaciones internas y del Servicio Meteorológico Nacional de la Ecorregión Iberá:







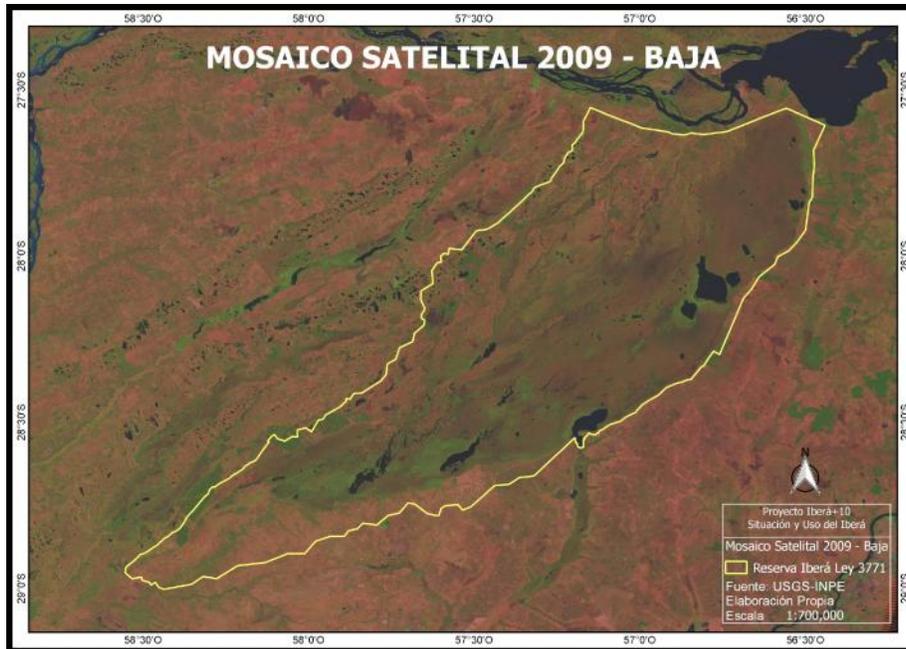
**Gráfico 2: Valores promedios de la precipitación total por año para las estaciones internas EVARSA y del Servicio Meteorológico Nacional de la Ecorregión Iberá**

De esa manera, se tomaron como fechas aptas para definir los períodos de alta media y baja a las observadas en el Cuadro 4.

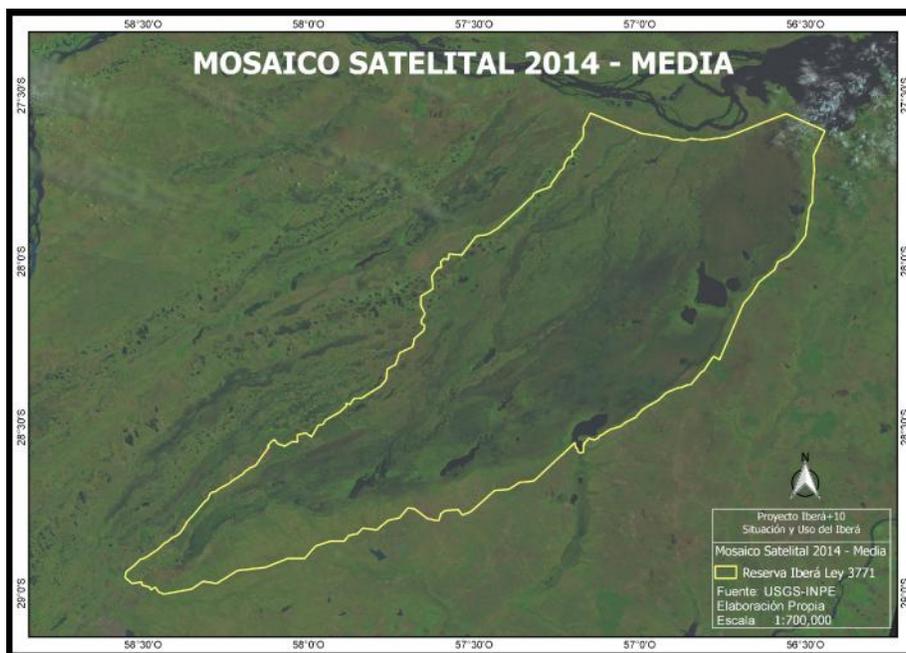
Altura	Fecha	Altura	Precipitación acumulada período 30 días			
			SMN	Estaciones Internas		
			Pellegrini	Ituzaingó	Estancia Palo Pirú	Rincón del Diablo
Alta: 3,26 m -2,45 m	26 -12- 2002	2,46	303	311	308	433
Media: 2,45 m -1,65 m	02 -02- 2014	1,70	S/D	115 (SMN)	S/D	S/D
Baja: 1,64 m - 0,85 m	14 -04- 2009	1,22	S/D	71	17	19

**Cuadro 4: Alturas relacionadas con época hidrológica**

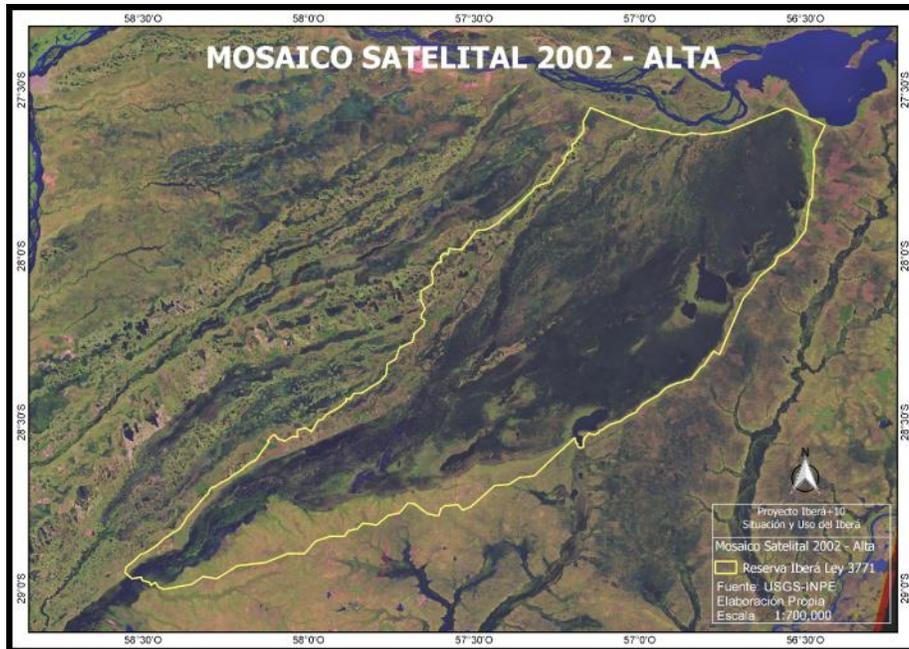
Con las imágenes disponibles más arriba especificadas elegidas con las fechas del cuadro anterior, se conformaron los mosaicos con las diferentes escenas correspondientes a períodos baja, media y alta:



**Mosaico 1: Imagen Landsat fecha correspondiente al período de baja M1B**

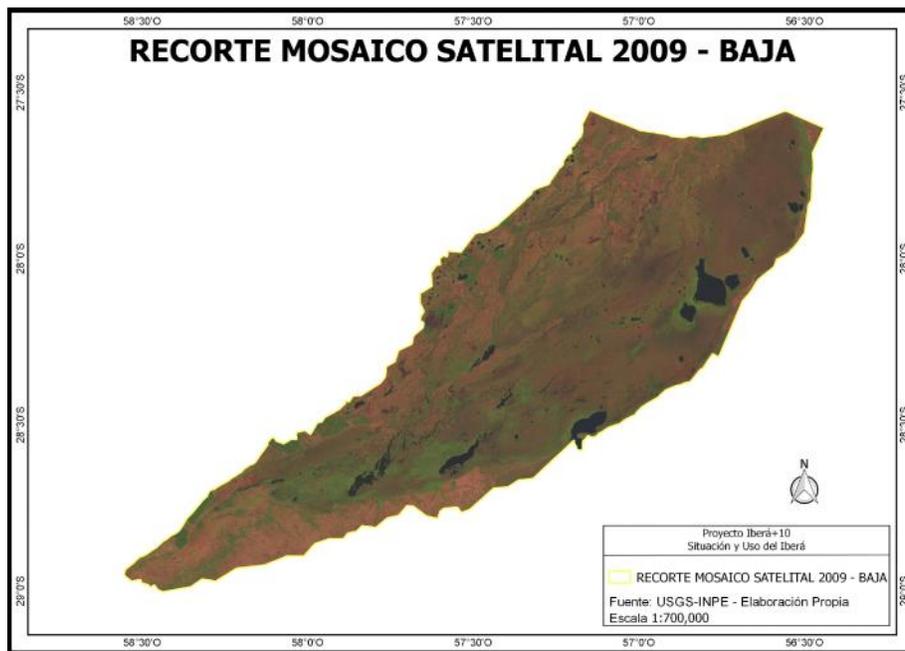


**Mosaico 2: Imagen Landsat fecha correspondiente período de media M2M**



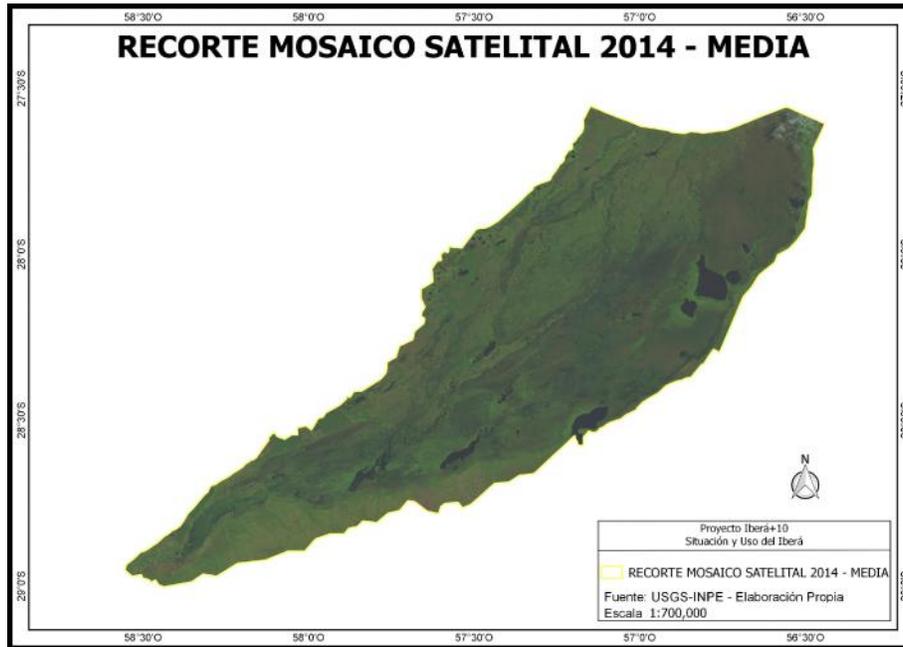
**Mosaico 3: Imagen Landsat fecha correspondiente período de alta M3A**

Las escenas compuestas de las imágenes son:

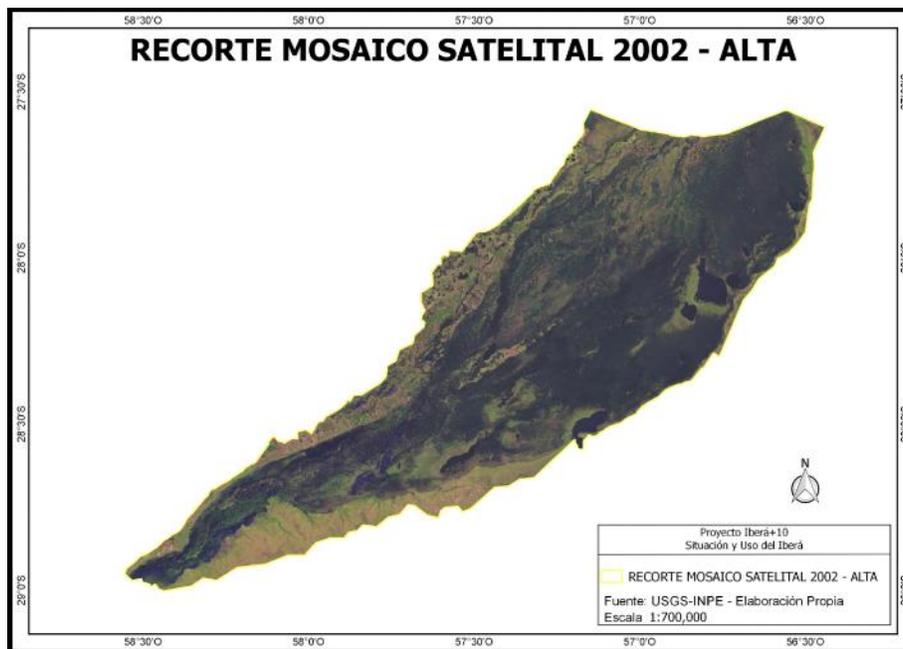


I1B

**I1B: Imagen Landsat recortada Baja**



I2M: Imagen Landsat recortada Media



I3A: Imagen Landsat recortada Alta

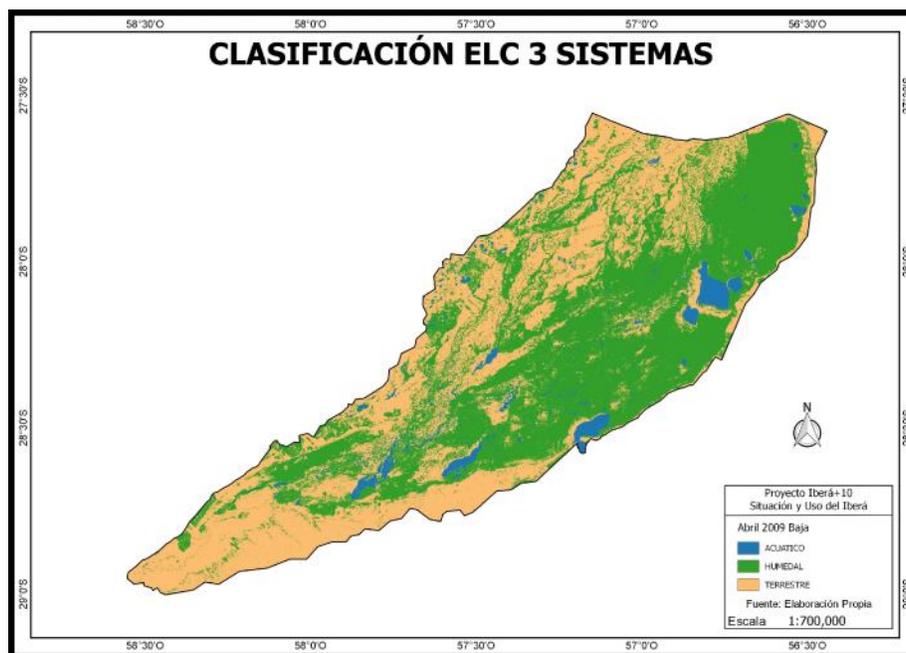
### Clasificación de imágenes:

Con las imágenes seleccionadas I1B, I2M y I3A, se procedió a la clasificación digital para la obtención de los niveles de Sistema: Sistema Acuático- Humedales y Terrestre.

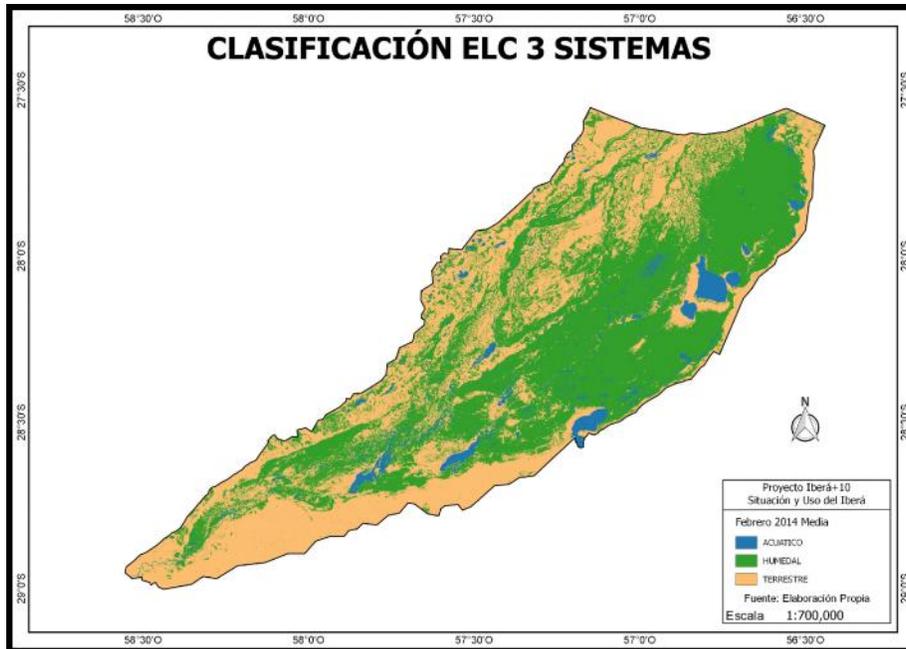
El software utilizado fue IDRISI de la Universidad de Clark de procesamiento digital de imágenes.

Se realizaron pruebas con diferentes algoritmos que posee el software y con los resultados obtenidos se realizó una visita a campo a fin de verificar cuál de los algoritmos se adecuaba a las unidades en terreno. De esta comprobación, se concluyó que el método que mejor verificaba en campo, era la clasificación supervisada mediante el algoritmo de máxima verosimilitud. (21)

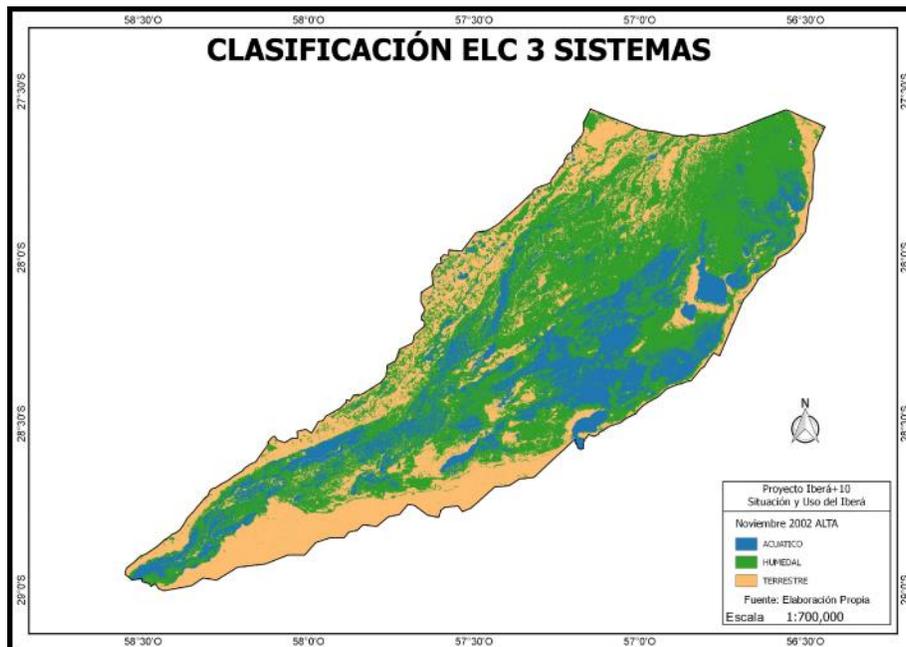
A continuación, se pueden observar los resultados obtenidos y las unidades de nivel sistema para las diferentes imágenes:



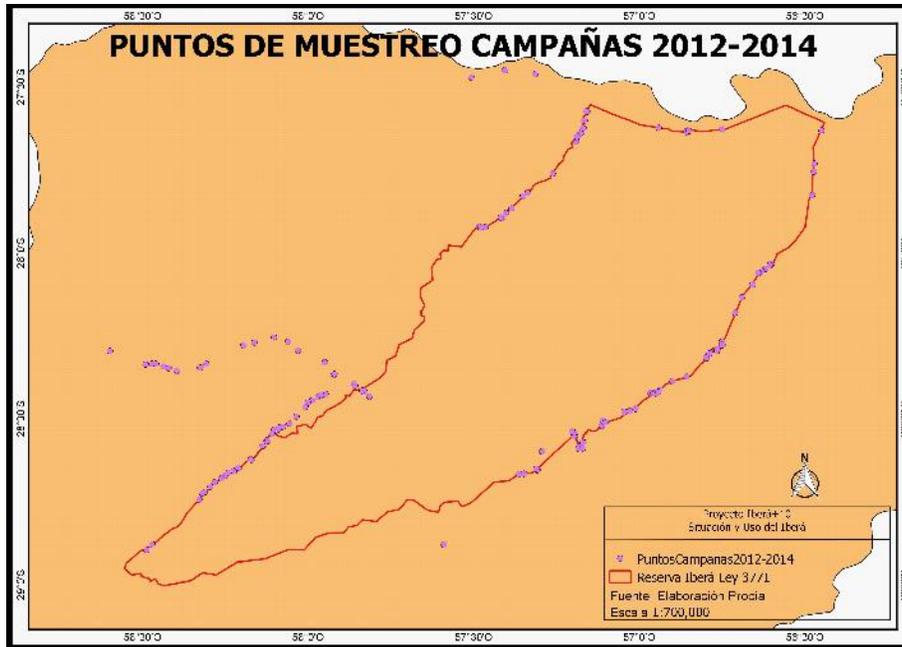
**Mapa 15: Unidades de Nivel Sistema ELC para condición hidrolimática de baja (I1B)**



Mapa 16: Unidades de Nivel Sistema ELC para condición hidroclimática de media (I2M)



Mapa 17: Unidades de Nivel Sistema ELC para condición hidroclimática de alta (I3A)

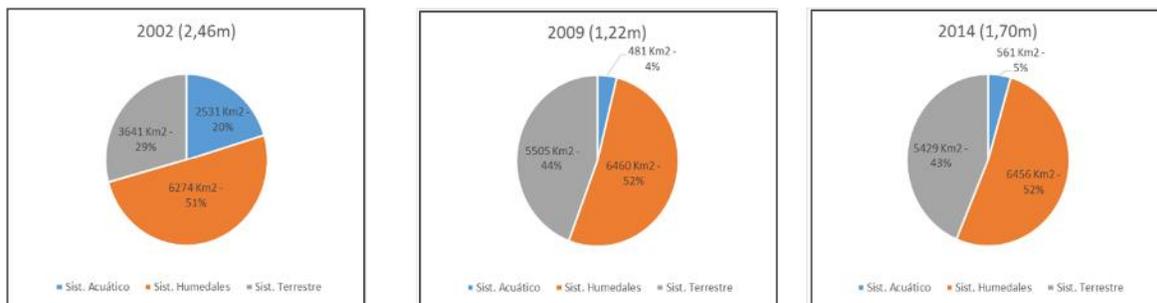


**Mapa 18: Recorrido en campo y puntos de muestreo**

Análisis de las clasificaciones obtenidas

Imagen \ Nivel Sistema	I1B	I2M	I3A
Acuático	4	5	20
Terrestre	44	43	29
Humedales	52	52	51

**Tabla 4: Porcentajes de Unidades de ELC para cada condición hidroclimática**

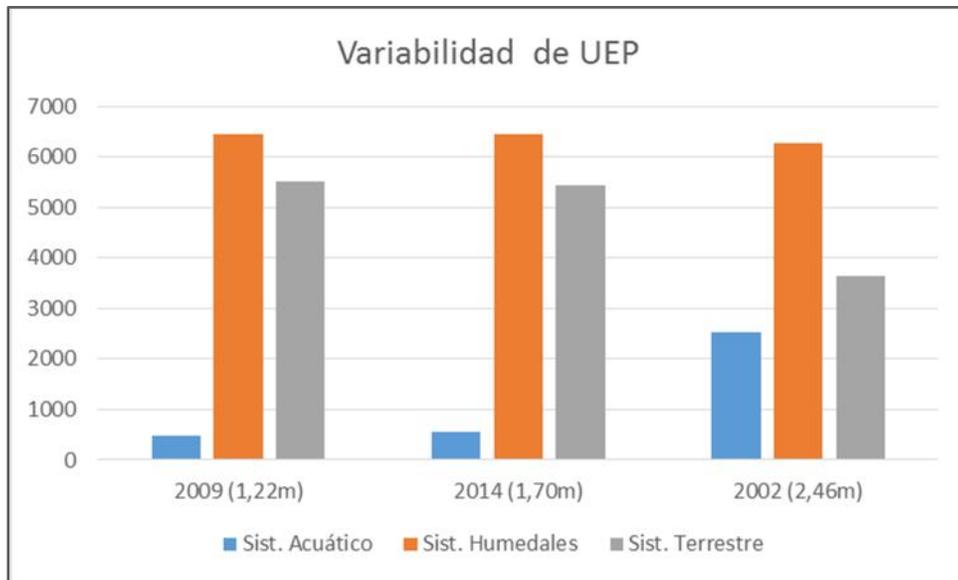


**Gráfico 3: Porcentajes de Unidades de ELC para cada condición hidroclimática**

## Análisis de Unidades Ecológicas del Paisaje para diferentes condiciones clasificadas

La disponibilidad de clasificaciones para las 3 condiciones, permitió realizar las siguientes comparaciones:

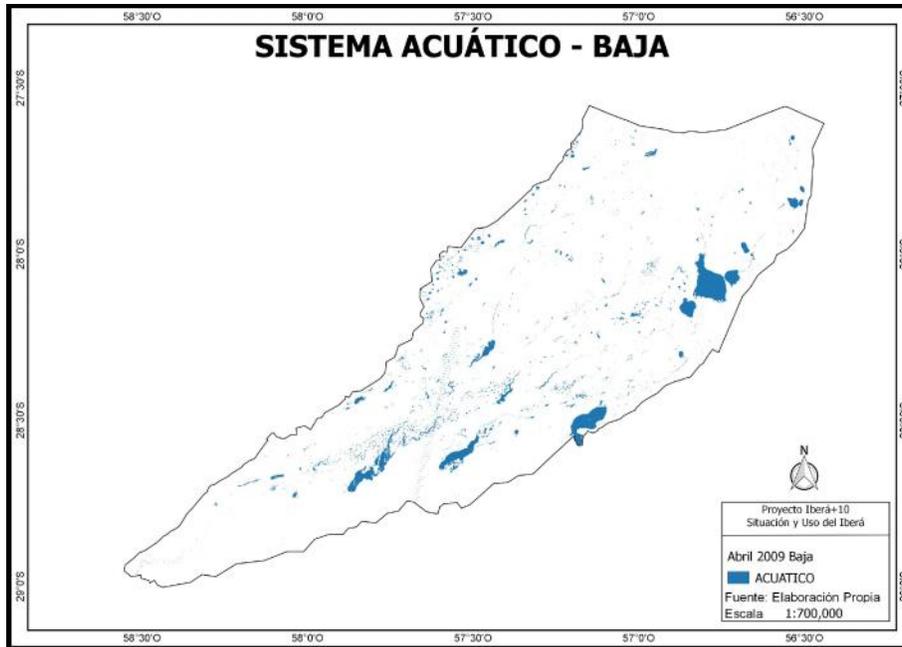
Variabilidad de los 3 sistemas según fluctuación de la altura de la laguna Iberá. Entre alturas máximas (2,46m), media (1,70,) y mínimas (1,22m).



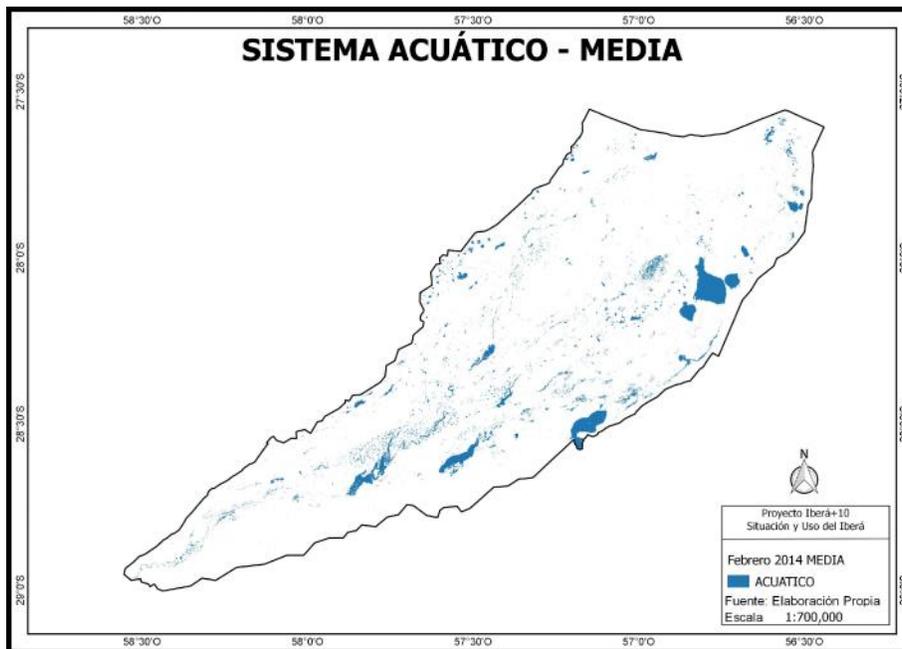
**Gráfico 4: Variabilidad de los 3 sistemas según fluctuación de la altura de la laguna Iberá**

Según se observa en los gráficos, la mayor variabilidad ante cambios hidroclimáticos se presenta en las UEP de Sistema Acuático y Sistema Terrestre, observándose notoriamente la estabilidad del Sistema Húmedales.

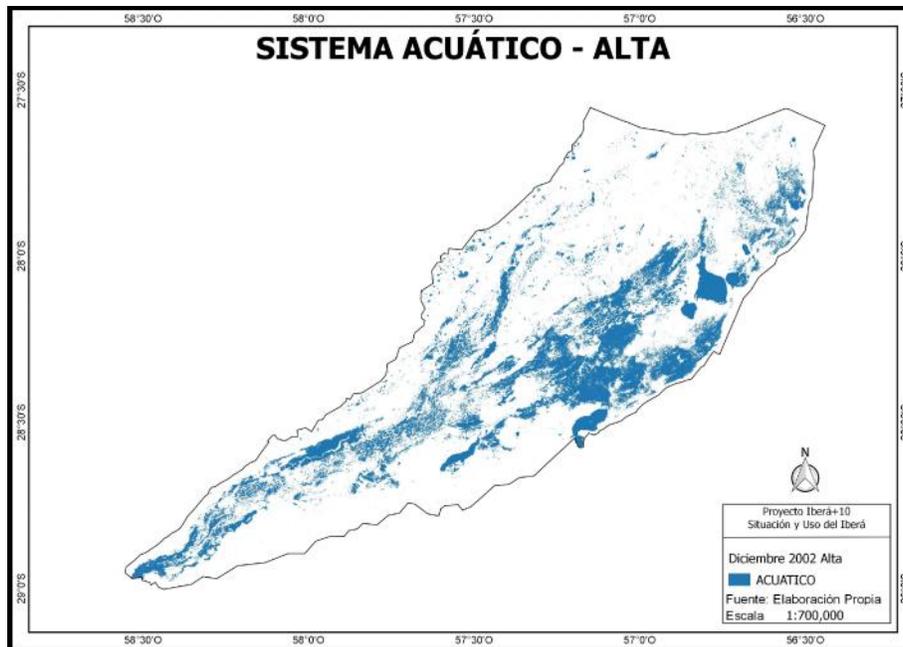
A continuación se realiza un análisis de variabilidad para cada UEP en condiciones de Máxima y Mínima alturas del hidrómetro:



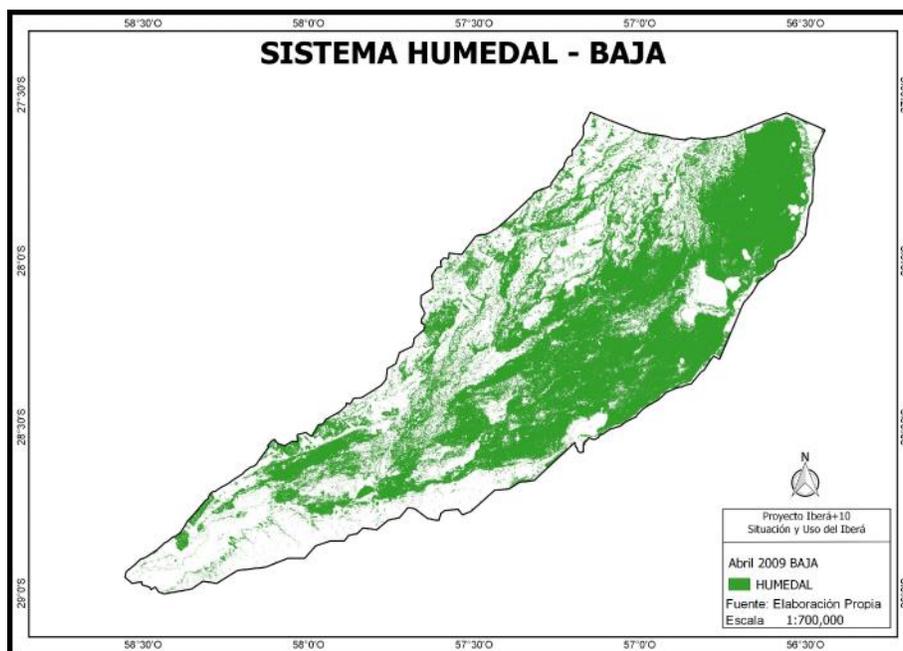
**Mapa 19: Unidades de Nivel Sistema Acuático para condición hidroclimática de baja (I3A)**



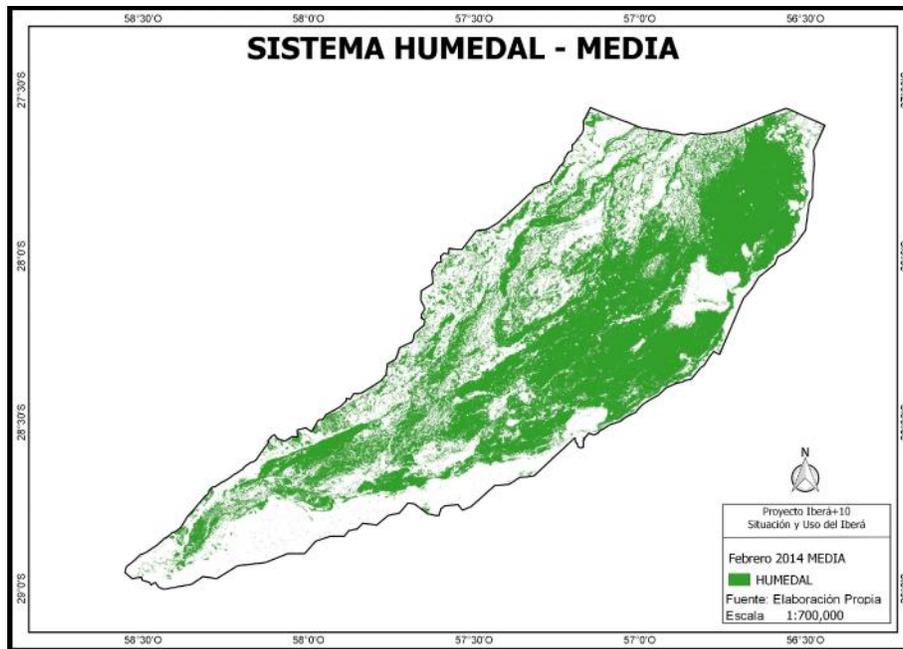
**Mapa 20: Unidades de Nivel Sistema Acuático para condición hidroclimática de media (I2M)**



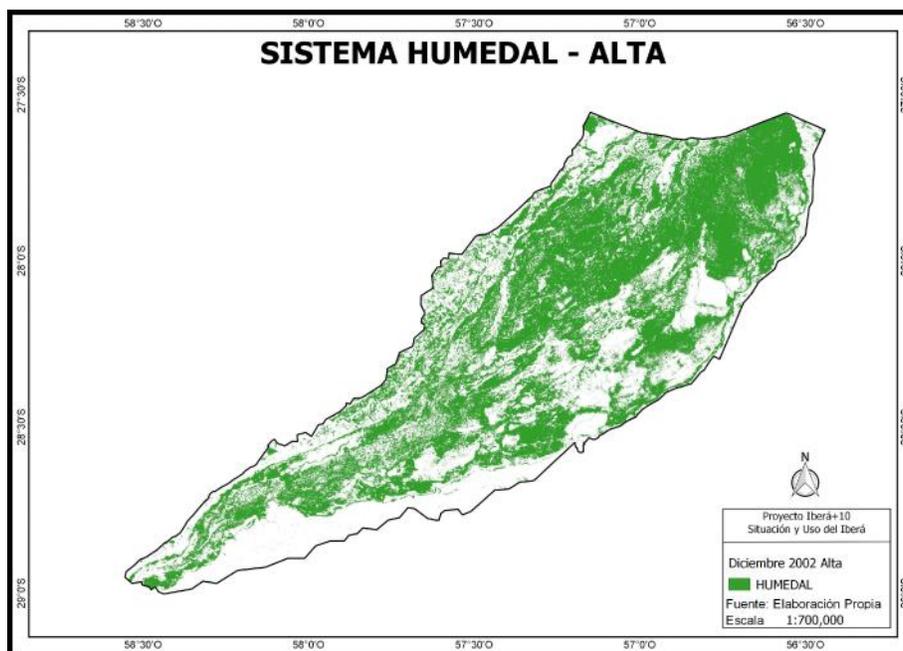
**Mapa 21: Unidades de Nivel Sistema Acuático para condición hidrolimática de alta (I3A)**



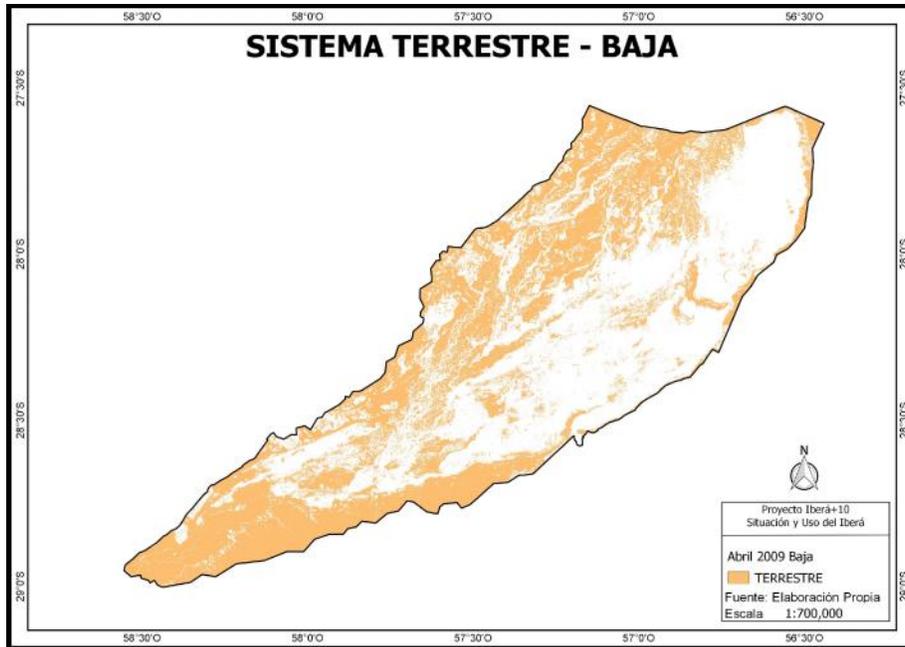
**Mapa 22: Unidades de Nivel Sistema Humedal para condición hidrolimática de Baja (I1B)**



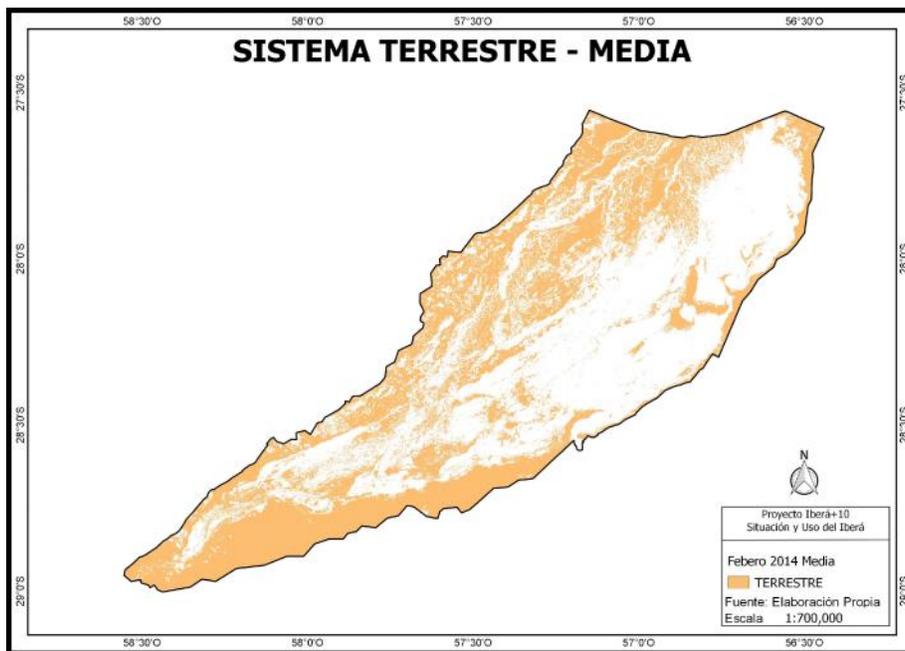
**Mapa 23: Unidades de Nivel Sistema Humedal para condición hidroclimática de Media (I2M)**



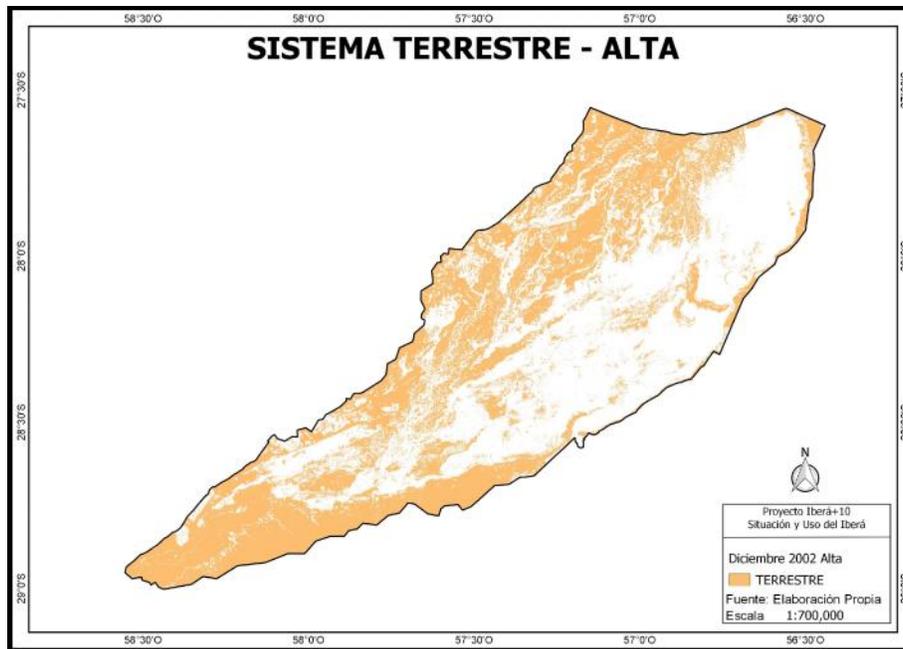
**Mapa 24: Unidades de Nivel Sistema Humedal para condición hidroclimática de alta (I3A)**



Mapa 25: Unidades de Nivel Sistema Terrestre para condición hidrolimática de Baja (I1B)

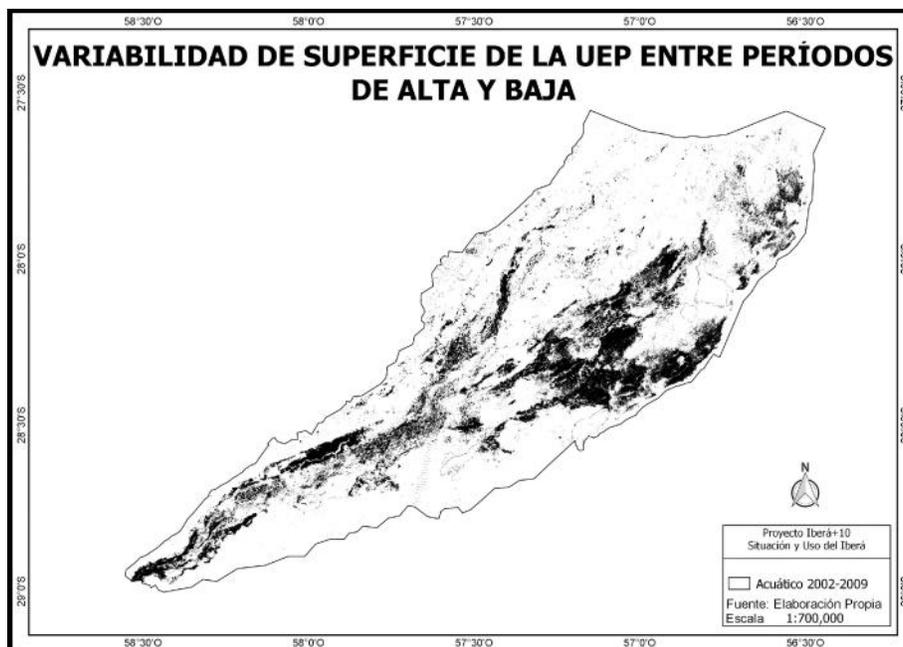


Mapa 26: Unidades de Nivel Sistema Terrestre para condición hidrolimática de Media (I2M)

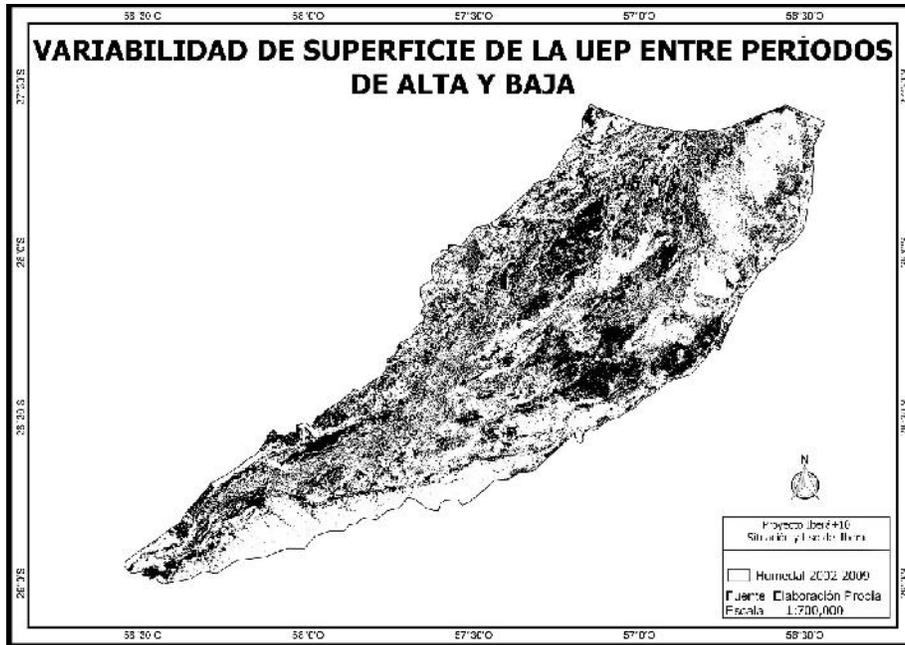


**Mapa 27: Unidades de Nivel Sistema Terrestre para condición hidrolimática de alta (I3A)**

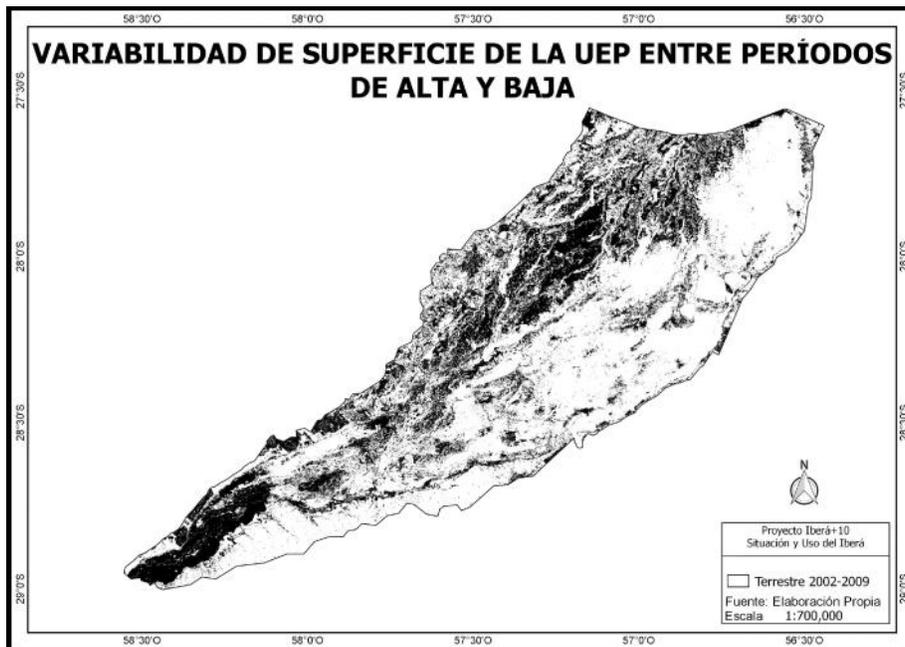
Los mapas a continuación analizan la variabilidad de superficie de unidad, entre el período de Alta y Baja para cada nivel:



**Mapa 28: Variabilidad de superficie de UEP Sistema Acuático entre Alta y Baja**



Mapa 29: Variabilidad de superficie de UEP Sistema Humedal entre Alta y Baja



Mapa 30: Variabilidad de superficie de UEP Sistema Terrestre entre Alta y Baja

Variabilidad de superficie de la UEP entre períodos de Alta y Baja	
Acuático	20 %
Humedal	3 %
Terrestre	51 %

**Tabla 5: Áreas y Porcentaje de Variabilidad de superficie de Unidades de ELC**

La categorización de las superficies de los sistemas acuático, humedal y terrestre para los períodos de baja, media y alta de la Laguna Iberá demuestra algunas singularidades interesantes de destacar.

Por un lado, como se mencionara más arriba, se resalta el hecho que la superficie correspondiente al sistema humedal se mantiene prácticamente constante para las fechas estudiadas, rondando los 6400 Km<sup>2</sup>, es decir aproximadamente el 50% de la Ecorregión. Esto justifica de algún modo la capacidad de amortiguación que tiene el conjunto ante distintos niveles hidrométricos de la Laguna Iberá, o al menos para las alturas de entre 1,20 m a 2,50 m.

Por otra parte, se evidencia que el sistema acuático es lógicamente sensible con los niveles hidrométricos de la laguna a las condiciones climáticas. Para niveles bajos y medios, la superficie ocupada por esta cobertura alcanza los 500 Km<sup>2</sup>, mientras que para valores altos, no solo que aumenta sino que lo hace quintuplicando su superficie.

En consecuencia, es de notar que el área ocupada por el sistema terrestre se mantiene en el orden de los 5500 Km<sup>2</sup> para temporadas bajas y medias de la laguna (cerca del 45% del total de la superficie del área de estudio), mientras que en épocas altas como la acaecida en el 2002 (nivel de la laguna igual a 2,46 m), la superficie ocupada disminuye en 2000 Km<sup>2</sup>, es decir, casi un 40%.

En síntesis puede constatar que la escasa variabilidad del Sistema Humedales ante eventos extremos analizados en la hidrometría de las Laguna Iberá, mientras que en los sistemas Acuático y Terrestre permanecen casi invariables en épocas de aguas bajas y medias de la laguna pero en épocas altas, el Sistema Acuático ocupa 5 veces su superficie habitual, en detrimento de las áreas ocupadas por el sistema terrestre.

## 6. ECODISTRITOS

El siguiente nivel de clasificación de la Ecological Land Classification ELC, se corresponde a los Ecodistritos (1.000 a 100 km<sup>2</sup>), subdivisiones de una ecorregión. Están caracterizados por conjuntos distintivos de relieve, geología, geomorfología, suelos y unidades de vegetación y, en este caso consecuentes con el anterior nivel de Sistemas.

A fin de definir los Ecodistritos, se analizó bibliografía referente de la zona en estudio, haciendo énfasis en aquellas con caracterizaciones y atributos ecológicos, de aspectos funcionales del paisaje, de la vegetación y las condiciones hídrico-hidrológicos, entre los más relevantes para posteriormente verificar en campo.

Dichas caracterizaciones fueron realizadas teniendo en cuenta a Neiff (2004) y Carnevali (2008). Se definieron los siguientes Ecodistritos.

Nivel ELC	Sistema	Ecodistrito
	Acuático	Lagunas
		Cursos, riachos y canales
	Humedales	Esteros y Cañadas
Bañados		
Malezales		
Terrestre	Forestaciones	
	Pastizales	
	Suelo desnudo	

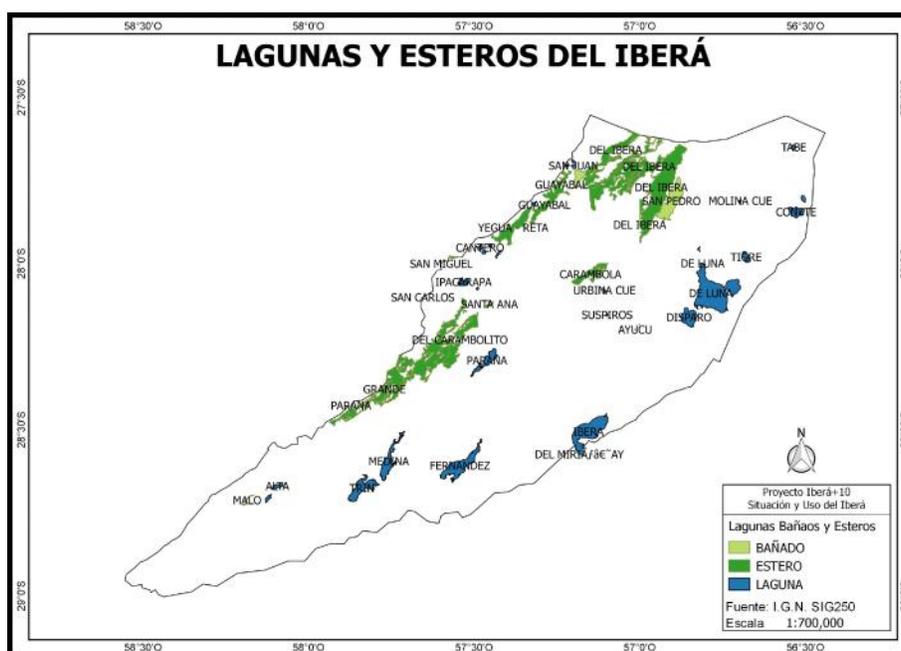
**Cuadro 5: Ecodistritos para los tres niveles de Sistema definidos**

### **Lagunas:**

Son dependientes de la condición hidroclimática e intercambian dependiendo con los esteros y bañados. Poseen diversas formas, predominando las de formas redondeadas (Galarza, Luna) o alargadas con dirección noreste sudeste (Iberá Fernández). Se encuentran comunidades acuáticas sumergidas libres ocupando aguas transparentes y poco profundas

como cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*) y algunas algas verdes como Chara y Nitella y sumergidas arraigadas que se fijan con las raíces al fondo del agua y florecen al ras: egeria (*Egeria najas*), utricularia (*Utricularia*), cabomba (*Cabomba caroliniana*) y pinito (*Myriophyllum aquaticum*). Se encuentran también flotantes en aguas libres poco profundas las lentejas de agua (*Lemna sp. Spirodela*); el acordeón de agua (*Salvinia biloba*); helechito de agua (*Azolla*), repollito de agua (*Pistia stratiotes*), jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y arraigadas: estrella de agua (*Nymphoides*), amapola de agua (*Hydrocleis*) las espigas de agua (*Pontederia subovata* y *Heteranthera limosa*), camalote (*Eichhornia azurea*). (17).

En el Mapa 31 se ubican las principales: Laguna Galarza, Luna, Iberá, Fernández, Medina y Trin.



**Mapa 31: Principales lagunas y esteros de la Ecorregión Iberá**

### Cursos, riachos y canales:

Los riachos que se presentan en la zona, son parte de la dinámica hídrica que se presenta en el Iberá, donde la alternancia de los períodos seco-húmedos, las lagunas y el embalsado, generan un movimiento de circulación del agua desde las lagunas hacia el río Corriente siguiendo la pendiente general de la ecorregión. Por tal motivo, se presentan las diferencias



### **Esteros y cañadas:**

Se incluye en esta unidad, a las también conocidas como “cañadas”. Si bien Popolizio distingue entre ambos en función de la permanencia del agua a lo largo del año, estero: permanentemente con agua y cañada puede temporalmente no poseer agua, a fines de este trabajo se considerarán como semejantes. Por lo tanto se considera como “estero” a grandes extensiones que se encuentran anegadas permanentemente.

Conforman unidades densamente vegetadas con comunidades de plantas palustres o anfibias en las depresiones que las albergan de agua estancada. Se ubican abarcando gran parte de la región central de la Ecorregión.

Las especies más representativas que se encuentran son: Pirí, (*Cyperus giganteus*), paja cortadera (*Rhynchospora corymbosa* var. *asperula*), junco (*Schoenoplectus californicus*), espadaña (*Zizaniopsis bonariensis*), totora (*Typha latifolia* y *T. angustifolia*), achira (*Thalia multiflora* y *T. geniculata*), paja azul (*Paspalum durifolium*), espartillo (*Spartina argentinensis*), carrizos (*Panicum grumosum*, *Panicum rivulare*) y paja brava (*Panicum prionitis*). (17)

Una de las características que poseen los esteros es la formación de suelos producto de la descomposición de las plantas que genera un horizonte orgánico superficial. En el 31 se encuentran los esteros más conocidos nominalmente.

### **Bañados**

Son unidades de planicies y agua semipermanente que rodean a los cuerpos de agua convirtiéndose en la interfase entre el sistema acuático y el sistema terrestre. Son de gran importancia respecto a tanto a la conservación por la variedad de especies y el hábitat, como a los servicios ambientales que brindan. Pero además, son fuente de desarrollo de actividades primarias como la ganadería debido a las pasturas hidrófilas para forraje que se encuentran en los mismos y la producción de arroz.

En período de sequía suelen quedar sin agua, son alimentados por las precipitaciones locales y su vegetación se adapta a este pulso: de dominancia de plantas acuáticas (*Nymphoides*, *Pontederia rotundifolia*, entre otras), a dominancia de las plantas anfibias (*Polygonum*, *Eleocharis*, *Enhydra anagallis*, etc.). (6)

Las comunidades dominantes son el pirizal-cortaderal de *Rhynchospora corymbosa* var. *Asperula*, cortadera (*Rhynchospora corymbosa*), *Echinochloa elodes*, *Ludwigia peploides*, *Pontederia rotundifolia*, *Polygonum punctatum*, *Paspalum repens*, entre otras. (17)

### **Malezales**

Los “malezales”, son planos tendidos de muy bajo gradiente (0.1-0.5 %) general pero con suelo irregular donde en las partes bajas se acumula agua por precipitaciones locales que permiten la instalación de gramillas y plantas acuáticas de pequeño porte. En las partes altas, se instala la paja colorada brindando un paisaje de continuidad sin interrupciones. (24)

Neiff (6) los define como un “tipo especial de bañados, donde al anegamiento estacional del suelo por lluvias locales, se le suma el efecto de procesos erosivos locales, fuego y la actividad de agentes biológicos (hormigas y vacas) que pueden originar cambios direccionales (tendencia sucesional) por transformación de los paisajes prístinos en sistemas de menor capacidad de soporte biótico”. Se desarrollan mayormente en el límite oriental de la ecorregión.

La vegetación predominante es la herbácea y se presenta una alternancia de complejos acuático, palustre y terrestre, dependiendo de la disponibilidad y el tiempo de permanencia del agua. Ante la abundancia de agua, en zonas más deprimidas se desarrollan helechitos y las lentejas de agua; canutillares con pastito de agua (*Luziola peruviana*) y lambedora (*Leersia hexandra*). Ante la disminución de la disponibilidad de agua, se forman gramillares de *Paspalum acuminatum*, *Paspalum modestum* y varias especies de *Rhynchospora*.

Como se mencionara más arriba, en las zonas más elevadas de los microrelieves, se instalan la paja colorada (*Andropogon lateralis*) y paja azul (*Paspalum durifolium*) y pasto horqueta (*Paspalum notatum*) y pasto jesuita (*Axonopus compressus*). (17)

Dentro de esta unidad podemos encontrar el cultivo de arroz, aunque ha disminuido bastante en los últimos años, lo podemos localizar en el valle aluvial del río Corriente, en las terrazas bajas.

Impactos del mismo, algunos procesos que se dan como consecuencia del cultivo de arroz: (lixiviación de suelos, disturbios en la mineralización de la materia orgánica), a nivel de los predios de cultivo y acompañan la gradual caída de la pérdida de productividad de los campos. Otras implican impactos sobre los esteros y lagos del Iberá, que se encuentran en la parte baja del gradiente topográfico (desmineralización de los suelos, por ejemplo). Sin

embargo, algunos impactos se producen en el sentido opuesto, dado que hay una fuerte extracción de agua, minerales y organismos, desde las lagunas hacia los campos de arroz, mediante la extracción de agua para riego.

### **Pastizales**

Los pastizales son una unidad muy característica de la ecorregión y se encuentran en las denominadas lomadas y cordones arenosos al norte y oeste del Iberá. Su continuidad solo se interrumpe por las lagunas de procesos pseudokárstico de las lomadas e isletas de monte aislado. Si bien existen pastizales hidrófilos a fines de su unidad en este trabajo, se considera a los pastizales que se desarrollan en condiciones de alta ubicación.

Predomina el pajonal, compuesto por paja colorada (*Andropogon lateralis*) de mayor extensión, pichana blanca (*Schyzachirium condensatum*), y cardo turututú (*Vernonia chamaedrys*) (*Eryngium horridum*). (17)

De menor porte, se encuentran los espartillares, pastizales de espartillo (*Elionorus muticus*) y falso espartillo (*Aristida cubata*).

En esta unidad, las pasturas nativas forrajeras impulsaron, desde la colonización del territorio, el desarrollo de la cría de ganado extensiva pastoril, y el uso del fuego y quemas para el rebrote primaveral (6).

### **Forestaciones**

En las últimas décadas, las Forestaciones han ido incrementándose sustituyendo el paisaje natural y los pastizales de uso agropecuario por una unidad continua de pinos y eucaliptos.

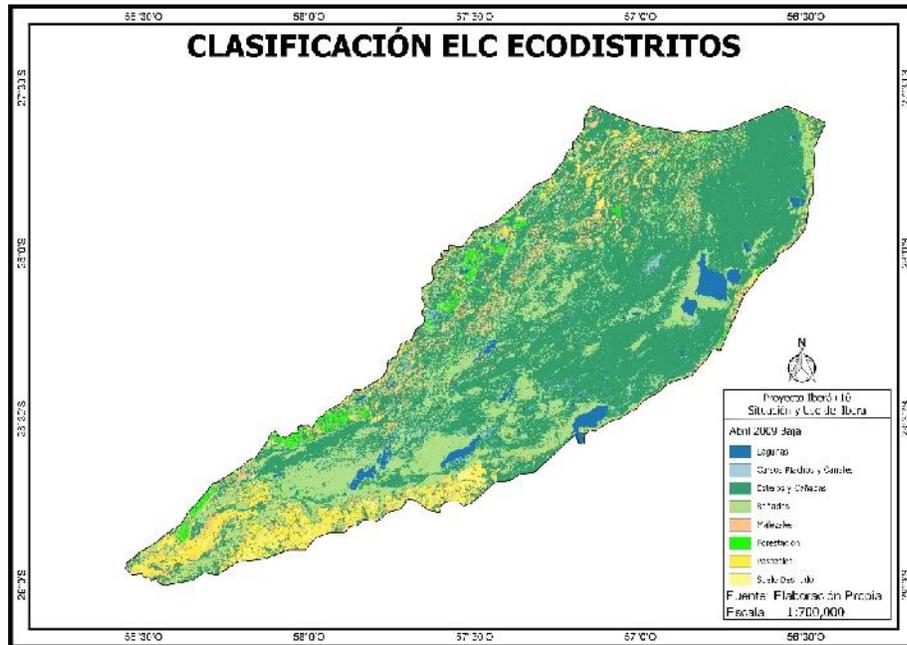
Dicha continuidad produce generalmente un efecto de barrera que puede generar una fuerte discontinuidad del paisaje y la segregación local de algunas especies. Se presentan mayormente en la periferia del Iberá.

### **Suelo desnudo**

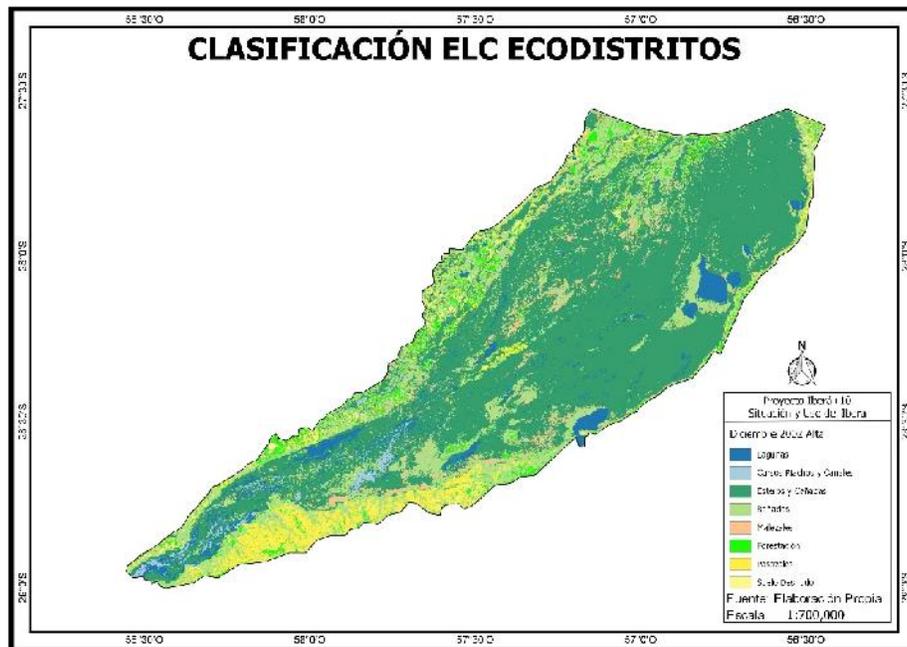
Se presenta esta unidad en diferentes condiciones: en lugares quemados, cordones arenosos en abanico, planicies y depresiones y superficies recientemente preparadas para forestación o antiguas parcelas arroceras.

## Delimitación de unidades ELC en Ecodistritos

A fin de delimitarlos, se procesaron digitalmente las imágenes satelitales para condición de Mínima y Máxima. Esto se realizó teniendo en cuenta la gran variabilidad especialmente para el Sistema Acuático en función de las condiciones hidroclimáticas.



Mapa 33: Ecodistritos para condición hidroclimática de baja



Mapa 34: Ecodistritos para condición hidroclimática de alta

Se aplicaron procedimientos de clasificación supervisada con diferentes métodos y con los resultados se procedió a visita de campo para su verificación y/o corrección. Los resultados pueden observarse en los mapas 33 y 34.

## **7. ANÁLISIS DE IMÁGENES Y CLASIFICACIONES ANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REPRESA YACYRETÁ**

Una de las ventajas que el acceso y la disponibilidad actual a las imágenes satelitales posee, es permitir procesar imágenes con un lapso de tiempo considerable y una visión de los ecosistemas integral. Esta situación permite además aplicar métodos estadísticos dado el carácter digital de la información que ayuda a una interpretación visual más detallada. Una de las cuestiones respecto a la Reserva del Iberá ha sido en los últimos tiempos la posible influencia en el ecosistema ante la implementación de la represa de Yacyretá. Por tal motivo, a partir y en base a las imágenes e información disponible, se procede a continuación a realizar algunos análisis respecto al comportamiento de las unidades del nivel Sistema en diferentes situaciones a través de tiempo.

Datos:

Disponibilidad de imágenes, período 1984 – 2013, las alturas hidrométricas para dicho período y entornos de las alturas en el hidrómetro de la Laguna Iberá:

Entorno 1984- 2013

Período	Altura
Alta	2,16 a 2,66 m
Baja	1,16 a 1,66 m

Entorno 1929- 2013

Período	Altura
Alta	3,26 m -2,45 m
Baja	1,64 m - 0,85 m

Como se puede observar, los nuevos entornos tomados en función de la disponibilidad de imágenes (años 1984-2013) se encuentran prácticamente en correspondencia con los

valores de entornos anteriormente citados correspondientes a los valores históricos desde 1929.

Con los entornos de valores para los períodos de Alta y Baja se eligieron las imágenes disponibles pre a la instalación de la represa de Yacyretá. Las imágenes obtenidas fueron las que se observan en el siguiente cuadro:

Período		Fecha	Altura	Precipitación en Ituzaingó (mm)	Precipitación en Mercedes (mm)
Pre-Yacyretá	Alta	23/11/1993	2,30	254,5	318,8
	Alta	10/06/1985	2,26	200,5	66,4
	Baja	21/02/1986	1,60	45	64,5
	Baja	10/01/1988	1,70	67,5	102,3
Post-Yacyretá	Alta	26/12/2002	2,46	291	393
	Baja	14/04/2009	1,22	3,1	15,2

**Cuadro 6: Imágenes utilizadas para análisis temporal de UEP**

Con el motivo de realizar el análisis de la delimitación de las unidades del paisaje a nivel sistema y su variación a través del tiempo, se procedió al análisis y clasificación con iguales condiciones que en el análisis y clasificación realizados precedentemente en este trabajo. Se confeccionaron de esta manera los mosaicos correspondientes a períodos de Baja y Alta para años anteriores a la instalación de Yacyretá y obtuvieron las escenas que se muestran a continuación:

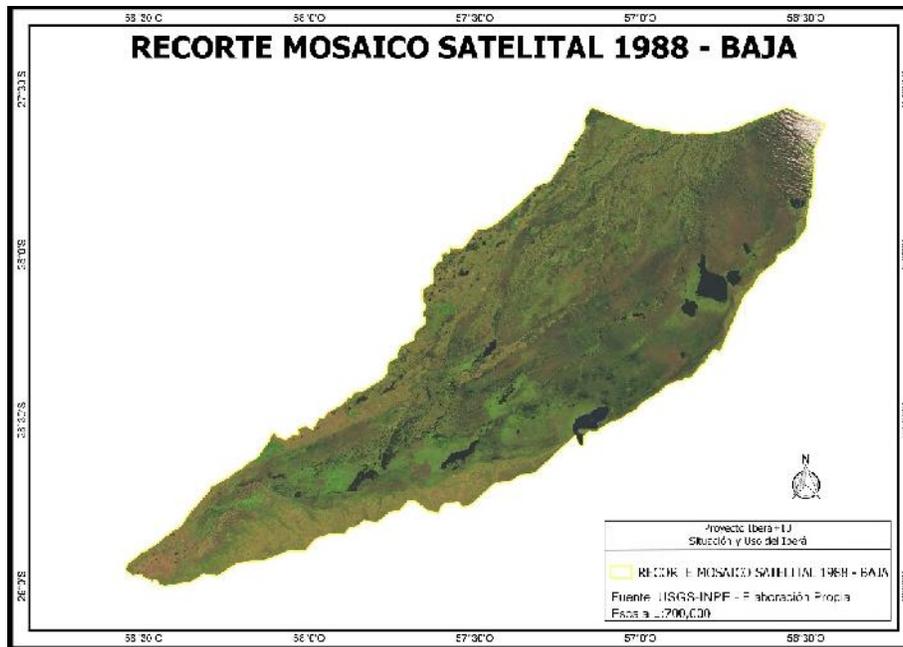


Imagen Landsat 1988 Baja

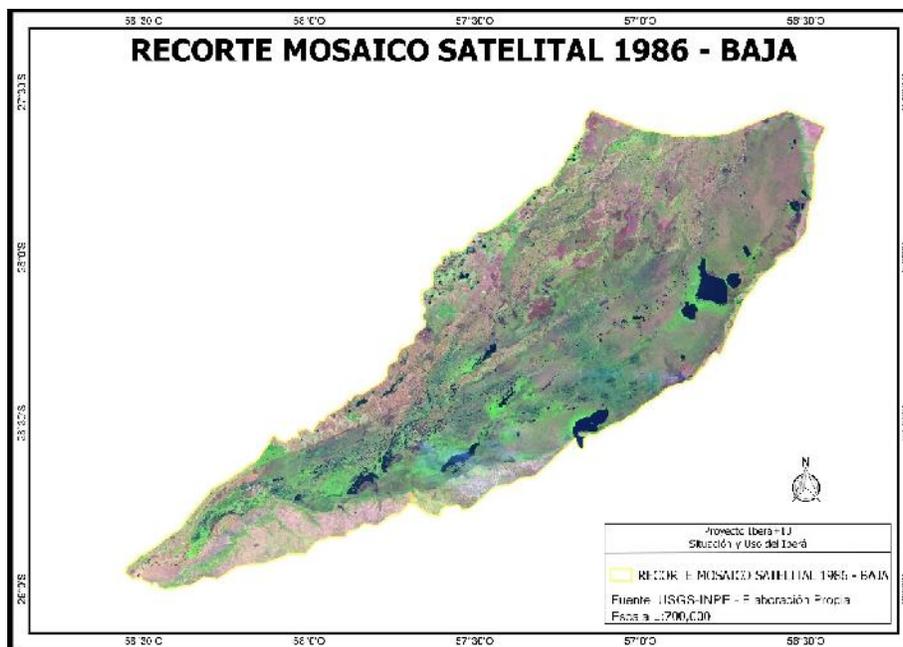


Imagen Landsat 1986 recortada Baja

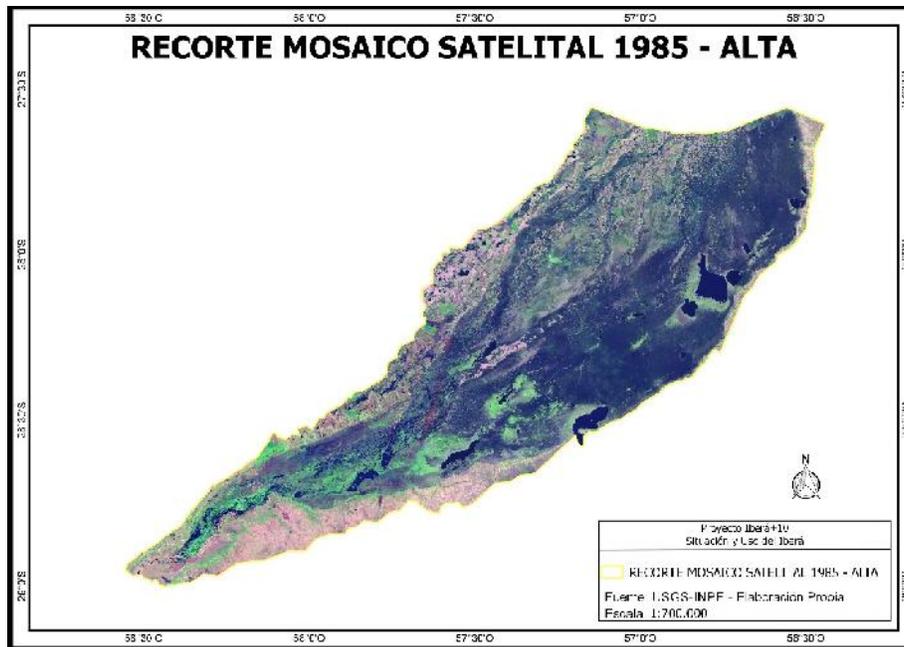


Imagen Landsat 1985 recortada Alta

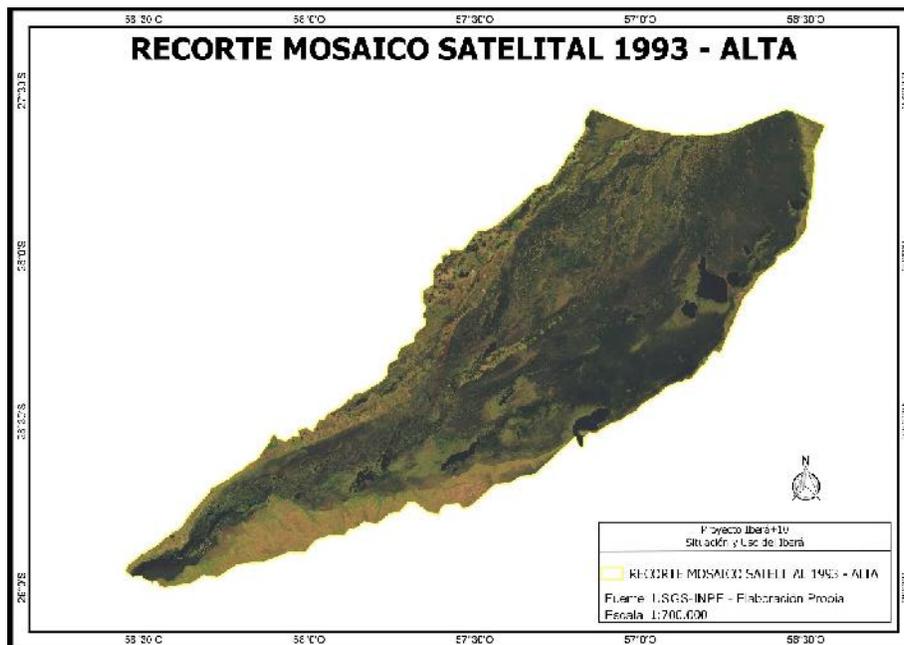
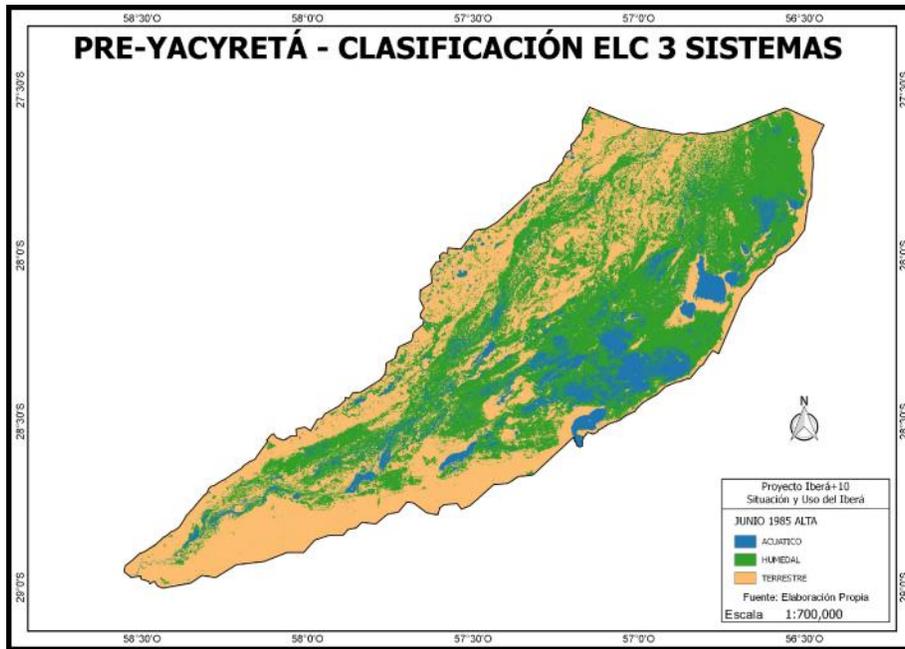
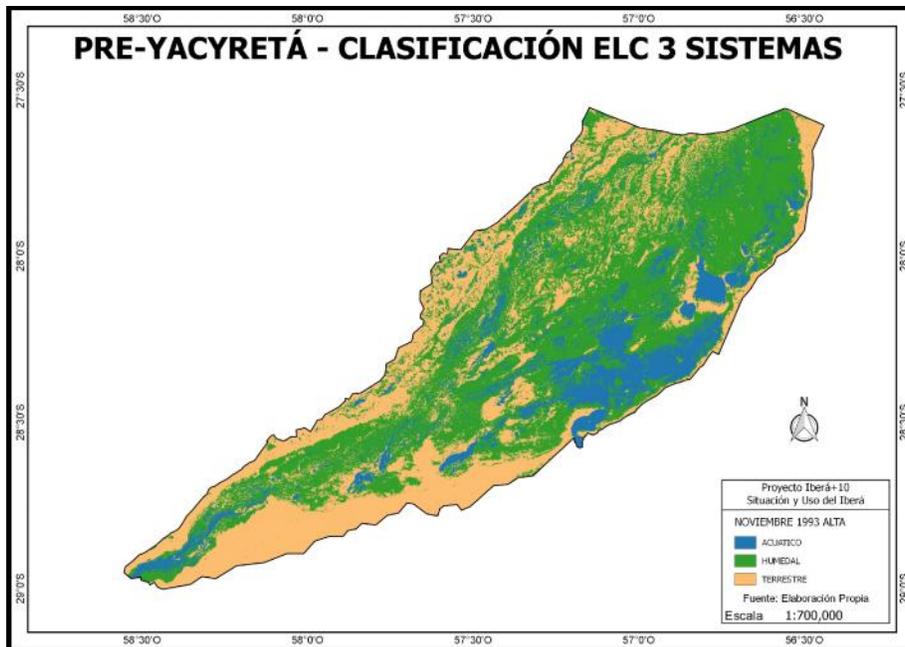


Imagen Landsat 1993 recortada Alta

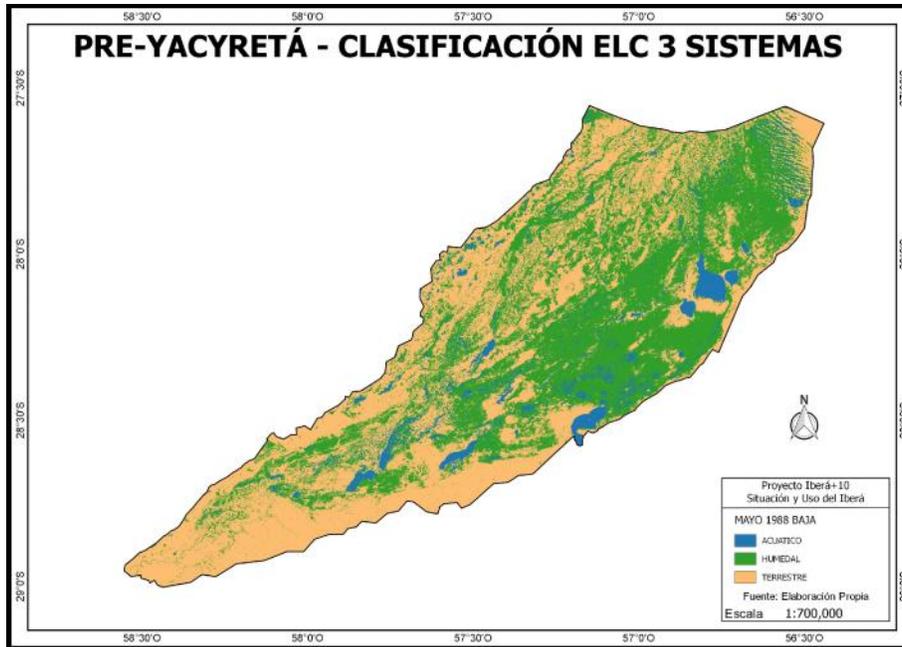
Las imágenes fueron clasificadas y se obtuvieron los siguientes mapas para el Nivel Sistema:



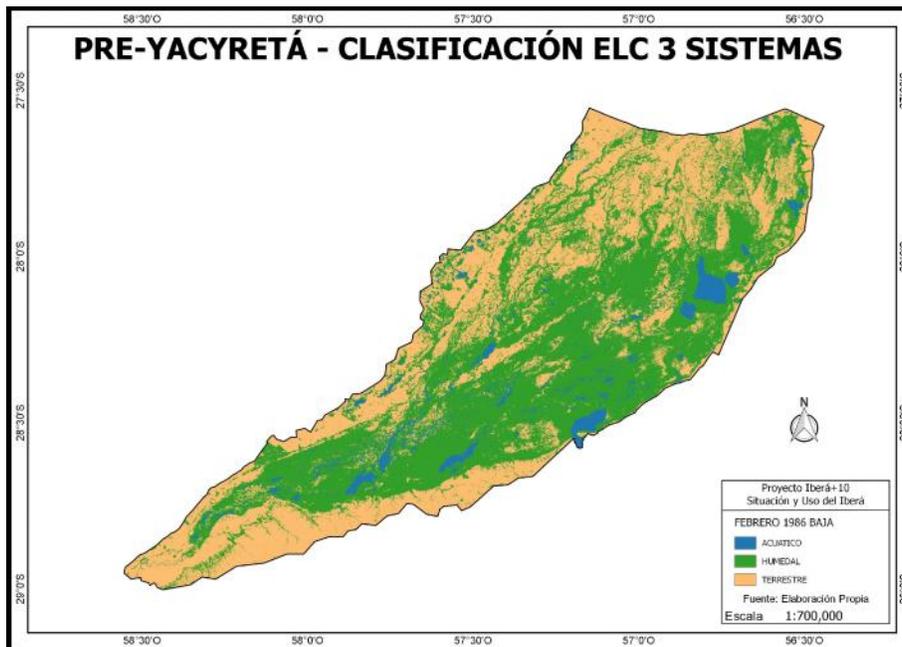
**Mapa 35: Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1985. Condición hidroclicmática Alta**



**Mapa 36: Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1993. Condición hidroclicmática Alta**



**Mapa 37: Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1988. Condición hidrolimática Baja**



**Mapa 38: Sistemas Acuático- Humedal y Terrestre para el año 1986. Condición hidrolimática Baja**

Con el material más arriba disponible, se realizaron distintos análisis teniendo en cuenta la temporalidad.

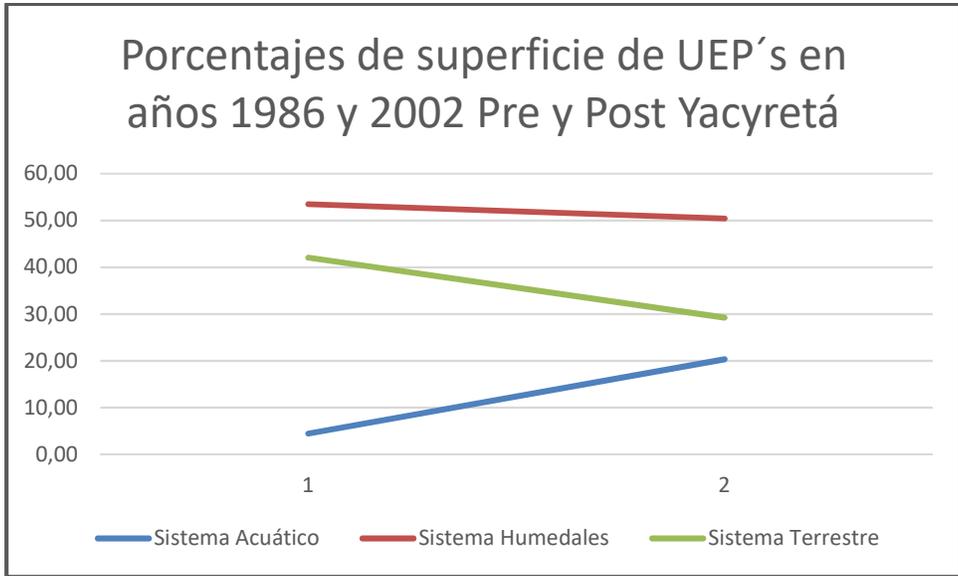
### Primer análisis:

Precedentemente en el Análisis de Unidades Ecológicas del Paisaje para Diferentes Condiciones Clasificadas, se pudo determinar la variabilidad de UEP's entre las condiciones de alta y baja. Como resultado se tuvo el siguiente cuadro y su consiguiente curva.

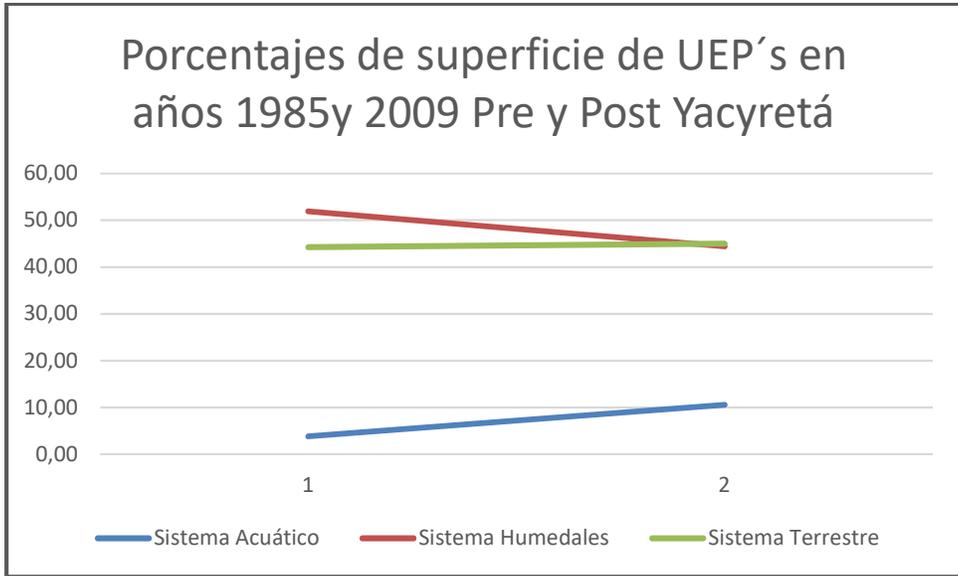
Variabilidad de superficie de la UEP entre períodos de Alta y Baja en porcentaje 2002 y 2009- Post Yacyretá	
Acuático	20 %
Humedal	3 %
Terrestre	51 %

Se procedió luego, a analizar Unidades Ecológicas del Paisaje en condiciones hidroclimáticas de Alta y Baja pero con un entorno que incluyera la época de instalación de Yacyretá. Para ello, se tomó la misma imagen de Alta post Yacyretá (año 2002) y una imagen de baja Pre Yacyretá de similares condiciones hidroclimáticas a las del año 2009 (año 1986). Se obtuvieron los siguientes resultados:

Variabilidad de superficie de la UEP entre períodos de Alta y Baja en porcentaje 1986 y 2002 - Pre y Post Yacyretá	
Sistema Acuático	22 %
Sistema Humedal	6 %
Sistema Terrestre	43 %

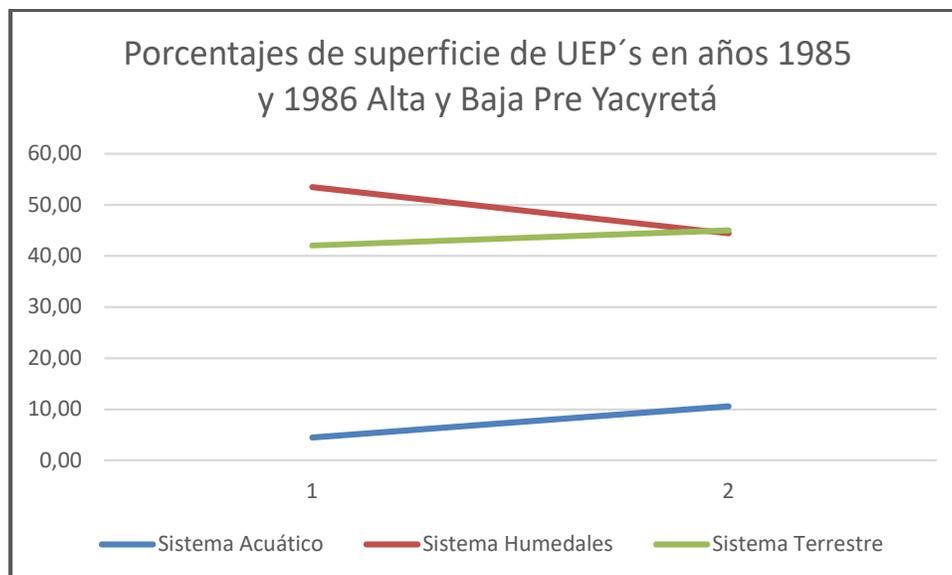


Variabilidad de superficie de la UEP entre períodos de Alta y Baja en porcentaje 1985 y 2009 - Pre y Post Yacyretá	
Sistema Acuático	63 %
Sistema Humedal	17 %
Sistema Terrestre	1,7 %



**Segundo análisis:**

Una vez analizados los comportamientos de la variabilidad de las superficies de UEP's Pre y Post Yacyretá, se procedió a evaluar el mismo comportamiento pero para un período de tiempo previo a la instalación de Yacyretá.



Variabilidad de superficie de la UEP entre períodos de Alta y Baja en porcentaje 1985 y 1986 - Pre Yacyretá	
Sistema Acuático	58 %
Sistema Humedal	20 %
Sistema Terrestre	1,4 %

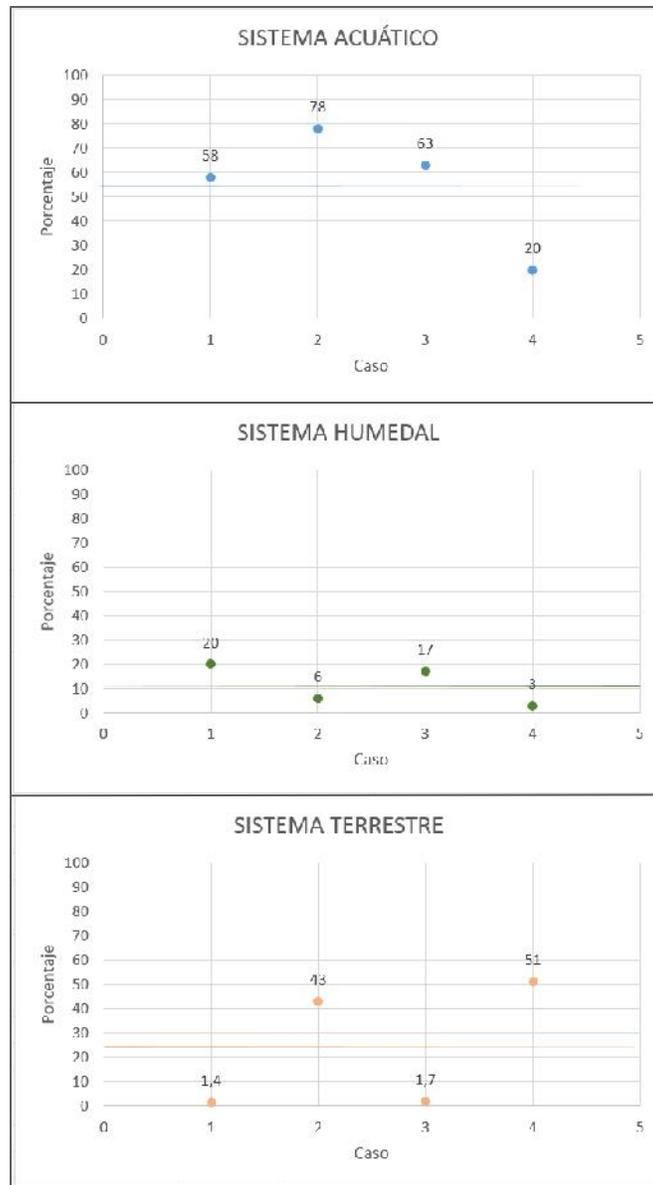
A continuación se muestra en Tablas, la superficie para cada Nivel Sistema: Acuático, Humedal y Terrestre.

Tabla comparativa de superficies de UEP's para diferentes años y condiciones para Sistema Acuático		
Alta	1985	2002
Baja		
1986	+1985	+2002
2009	+1985	+2002
+: Incremento de superficie. – Disminución de superficie		

Tabla comparativa de variabilidad de superficies de UEP's para diferentes años y condiciones para Sistema Humedal		
Alta	1985	2002
Baja		
1986	+1986	+1986
2009	+2009	+2009
+: Incremento de superficie. – Disminución de superficie		

<b>Tabla comparativa de variabilidad de superficies de UEP's para diferentes años y condiciones para Sistema Terrestre</b>		
<b>Alta</b>	<b>1985</b>	<b>2002</b>
<b>Baja</b>		
1986	<b>+1985</b>	<b>+1986</b>
2009	<b>+1985</b>	<b>+2009</b>
<b>+: Incremento de superficie. – Disminución de superficie</b>		

A continuación se presentan gráficos que muestran para los casos analizados y para cada Nivel Sistema por separado: Acuático, Humedal y Terrestre la desviación producto de la variabilidad de superficies respecto a la media.



La serie de relaciones presentadas en formato de tablas, curvas y cuadros en este ítem, tienen su base en los datos hidroclimáticos, las imágenes disponibles y la clasificación ELC. Sin dudas, puede inferirse que el sistema que menor sensibilidad presenta ante las oscilaciones de períodos de Alta y Baja condiciones hidroclimáticas es el Humedal mientras que el Terrestre y el Acuático, muestran mayores variaciones.

Estas consideraciones son solo un aporte acotado, pero pueden constituirse en la base para un estudio cuantitativo más exhaustivo y en una mayor escala de detalle.

## 8. SIG Sistema de Información Geográfico de IBERA +10

La información presentada en esta publicación, se encuentra a disposición en la página web del CEGAE – Centro de Gestión Ambiental y Ecología- de la Universidad Nacional del Nordeste, respondiendo a los objetivos terminales de:

- Identificar, desarrollar y mapear la cartografía temática de la zona en estudio a través del uso de sistemas de información geográfica e imágenes satelitales.
- Definir las unidades del paisaje que permitan conocer las actuales condiciones territoriales del Iberá.
- Vincular la información generada, a un Sistema de Información que permita la correlación a fines del ordenamiento territorial.

Como resultado, la página WEB permite el acceso a la cartografía temática y base de datos conformadoras de parte de la línea de base ambiental del proyecto IBERA+10, por parte de diferentes actores sociales: gubernamentales, académicos, ONGs, y todas aquellas personas interesadas en el tema. Para ello, se utilizó el Sistema de Información Geográfico ARCGIS.

La página en la que se encuentra la información es la siguiente: <http://sigea.unne.edu.ar>

### 1. Información en formato de shape de la Provincia de Corrientes:

- Aspectos político-administrativos
  - Departamentos
  - Ciudades
  - Municipios
- Agua
  - Bañados
  - Esteros
  - Lagunas
  - Ríos permanentes
  - Ríos transitorios
  - Isohietas anuales 1921-1950
  - Isohietas 1996-2006
  - Montos pluviométricos
- Tierra
  - Curvas de nivel
  - Áreas geomorfológicas
  - Erosión actual
  - Islas
  - Altura
  - Puntos acotados
  - Usos del suelo
- Aire

- Isotermas anuales 1941-1980
- Puntos de medición de temperatura
- Temperatura - Interpolación geográfica
- Fauna
  - Fauna protegida
- Flora
  - Vegetaciones forestales de interés comercial
  - Fitogeografía
- Paisaje
  - Zona de pesca deportiva
  - Zona de reserva
  - Zona de pesca deportiva con devolución
  - Zona de pesca comercia
  - Unidades de paisaje
  - Regiones Naturales
  -
- Infraestructura
  - Red vial
  - Ejidos urbanos
  - Ferrocarril
  - Puentes
  - % población con cloaca 2001
  - % población con agua de red 2001
  - % población con electricidad de red 2001
  - % población con alumbrado público 2001
  - % población con pavimento 2001
  - % población con servicio de recolección de residuos 2001
  - % población con servicio de transporte público 2001
  - % población con servicio de teléfono público 2001
- Socio-Económicos
  - Cantidad de Población 1991
  - Cantidad de Población 2001
  - Población 2001 por rango de edades
  - Cantidad de Población 2010
  - Densidad de Población 2010
  - Índice de Masculinidad 2010
  - Analfabetismo 2010
  - Porcentaje de Alfabetos/Analfabetos 2010 (grafico)
- Indicadores Ambientales
  - Subsistema Ambiental
    - Áreas con inundaciones recurrentes
    - Áreas con sequías recurrentes

- Localidades en áreas con inundaciones recurrentes
  - Superficie afectada por incendios forestales (2009)
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2008
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2008
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2008
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2009
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2009
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2009
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2010
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2010
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2010
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2011
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2011
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2011
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2012
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2012
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2012
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2013
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2013
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2013
  - Focos de calor 1er cuatrimestre 2014
  - Focos de calor 2do cuatrimestre 2014
  - Focos de calor 3er cuatrimestre 2014
- Subsistema Social
    - Variación relativa de población 1991-2001
    - Variación relativa de población 2001-2010
    - Tasa de Natalidad por departamento 2009
    - Tasa de Mortalidad por departamento 2009
    - Tasa de Mortalidad Infantil por departamento 2009
    - % de población no cubierta con Obra Social o Plan Médico (2001)
    - Porcentaje de población sin Obra Social o Plan Médico por rango de edades (2001)
    - Población con NBI (2001)
    - Analfabetismo 2001
- Subsistema Económico
    - Participación de la tierra destinada a uso agrícola. Campaña 2007/2008.
    - Producción de los principales cultivos extensivos, en toneladas. Campaña 2007/2008.

## 2. Información del Área de la Reserva Iberá:

- Afluentes (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Esteros (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Cursos de agua (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Cuerpos de agua (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Red vial (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Red ferroviaria (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Centros poblados (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Puntos geográficos destacados (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Puentes (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Coberturas del suelo (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Coberturas del suelo (INTA)
- Ejidos urbanos (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Infraestructura rural (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Infraestructura de transporte (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Actividades humanas (IGN – Instituto Geográfico Nacional)
- Recorrido y puntos de muestreo de campañas o viajes de estudio
- Departamentos
- Parque Natural Provincial
- Rutas
- Límites de la Reserva Natural Provincial (jpg) (Dirección de Catastro y Cartografía).
- Distribución de parcelas dentro de la Reserva, áreas privadas y Fiscales (jpg) (Dirección de Catastro y Cartografía).
- Cuerpos de agua (jpg) (Dirección de Catastro y Cartografía).

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Morello, Jorge. Perfil Ecológico de Sudamerica. Ediciones Cultura Hispánica. 93 pag. Esplugues de Llobregat. Barcelona. 1984.
- (2) Poser et al, 1993 Poser, S., W. Crins and T. Beechey, eds., 1993. Size and Integrity Standards for Natural Heritage Areas in Ontario Proceedings of a Seminar. Provincial Parks and Natural Heritage Policy Branch, Ontario
- (3) W.O. Holland. ECOLOGICAL LAND CLASSIFICATION in BANFF AND JASPER NATIONAL PARKS. Research Scientist. Northern Forest Research Centre en <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/32549.pdf>
- (4) Ecological Land Classification. for Southern Ontario: Training Manual SCSS TM 01. March, 2001. Prepared for:Ontario Ministry of Natural Resources Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Canada. Gartner Lee Limited Dougan and Associates. En [http://www.conservationontario.ca/events\\_workshops/ELC\\_portal/files/ELC\\_Training\\_Manual%20PDF/prepages.pdf](http://www.conservationontario.ca/events_workshops/ELC_portal/files/ELC_Training_Manual%20PDF/prepages.pdf). 2001.
- (5) Jarmo Jalava, Helen Godschalk. Priority Sites for Conservation Action in the Niagara Escarpment Biosphere Reserve. Natural Heritage Information Centre. P.O. Peterborough, Ontario. 201-207 pág. 1998.
- (6) Neiff Juan José. El Iberá...en peligro? Ed. Fundación Vida Silvestre de Argentina, Buenos Aires. 2004.
- (7) Popolizio, Eliseo. Geociencias N° 22.Universidad Nacional del Nordeste.115 pag. Resistencia-Chaco. 2000
- (8) Instituto Correntino del Agua e Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (Corrientes). Estudio del Macrosistema Iberá: Anexo A-B-C-D y E. Corrientes. 1980.
- (9) DECRETO-LEY 8912/77 - LEY DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y USO DEL SUELO - Texto Ordenado por Decreto 3389/87 con las modificaciones del Decreto-Ley N° 10128 y las Leyes N° 10653, 10764, 13127, 13342 y 14449.
- (10) Serra, Pilar. Valor de la Fotointerpretación en el Conocimiento del Humedal de Iberá. Volumen digital: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo6/contenidos/Vfothum1.htm>
- (11) Neiff, Juan José y Poi, Alicia. Situación Ambiental en la Ecorregión Iberá. La situación Ambiental Argentina 2005. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Pág. 177-194. 2005.
- (12) Roggiero, Martha Florencia; Zamponi, Analía y Zilio, María Cristina. El Iberá: paisajes y turismo sustentable. .IX Jornadas Nacionales de Geografía Física. 45-56 pp. ISBN 978-987-1648-32-0. Bahía Blanca. 19 al 21 de abril de 2012.
- (13) Atlas de Suelos de la República Argentina. Escala 1:500000 y 1:100000. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG 85/019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Tomo I y II. Avellaneda-Buenos Aires. 1990.
- (14) Servicio Meteorológico Nacional. Ministerio de Defensa Presidencia de la Nación. <http://www.smn.gov.ar>.

- (15) Fontán, Raúl F. Módulo Hidrología. Capítulo 1: Clima. Manejo y Conservación de la Biodiversidad en los Humedales de los Esteros del Iberá. As. Civil Ecos / Gef-Pnud Proy. Arg/02/G35 172 pág. Provincia de Corrientes.
- (16) Basterra, I.; Pellegrino, L.; Valiente, M. 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. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Cap 4.a. Poi, A.; Galassi, María E. 8 pag. 2013.
- (17) Carnevali, R y Carnevali R.P. Diversidad Vegetal del Microsistema Iberá. Manual de Biodiversidad de Chaco, Corrientes y Formosa. 163-175 pag. Resistencia-Chaco. 2008
- (18) Neiff, J y Neiff, M. Evaluación de los impactos del cambio climático sobre el ecosistema natural y la biodiversidad. Esteros del Iberá (Argentina). CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 152. ISSN15644189. En <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/35885>
- (19) W.O. Holland. ECOLOGICAL LAND CLASSIFICATION in BANFF AND JASPER NATIONAL PARKS. Research Scientist. Northern Forest Research Centre en <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/32549.pdf>
- (20) Chuvieco, E. Fundamento de Teledetección Espacial. Ediciones RIALP, S.A. Madrid. 1989
- (21) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <http://www.inpe.br>.
- (22) U.S. Geological Survey. Science for a changing world. <http://www.usgs.gov>.
- (23) Conservation Land Trust- CLT-. 2007. Esteros del Iberá en [http://salvemosalibera.org/vetus/descargas/informes/bibliografia/Manual\\_Esteros.pdf](http://salvemosalibera.org/vetus/descargas/informes/bibliografia/Manual_Esteros.pdf)

# ANEXO FOTOGRAFICO



Laguna Iberá



Forestación



Forestación



Forestación



Forestación



Forestación



Forestación



Esteros



Pastizal-bañado-estero



Embalsado



Embalsado



Forestación



Pastizales y malezales



Pastizales y malezales



Desforestación



Pastizal-bañado-estero



Pastizal y estero



Riachos y canales



Canal artificial



Pastizal y estero



Laguna y riacho



Represa



Perfil de un embalsado



Pastizales



Pastizales



Pastizales



Malezales o campos anegables



Lomas arenosas



Lomas arenosas



Suelo desnudo