

PROVINCIA DE CORRIENTES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PLAN DE MANEJO HÍDRICO DE LA ZONA NORTE DE CORRIENTES

INFORME FINAL

NOVIEMBRE, 2018

INGIBA S.R.L.

Contenido

I.	Introducción	4
II.	Recopilación de Antecedentes	5
III.	Carazación Geomorfológica, Regiones Naturales y Uso del Suelo	6
III. 1.	Área de Estudio.....	6
III. 2.	Caracterización Geomorfológica, Regiones Naturales y Uso del Suelo	8
III. 2. 1.	Clasificación Climática.....	8
III. 2. 2.	Geomorfología.....	10
III. 2. 3.	Vegetación. Territorios Fitogeográficos	18
III. 2. 4.	Regiones Naturales	19
III. 2. 5.	Usos del Suelo	21
IV.	Relevamientos Planialtimétricos	67
IV. 1.	Equipamiento de Medición Disponible	67
IV. 2.	Planificación de los Trabajos.....	71
IV. 3.	Desarrollo de los Trabajos	76
IV. 3. 1.	Traslado de Coordenadas y Cotas.....	76
IV. 3. 2.	Relevamientos en Cuencas	79
IV. 3. 3.	Relevamiento Topobatómico de Laguna Toropí	82
IV. 3. 4.	Relevamiento de Alcantarillas	87
IV. 3. 5.	Vinculación de Información Planialtimétrica Antecedente.....	88
V.	Estudios Hidrológicos - Hidráulicos	90
V. 1.	Hidrología.....	90
V. 1. 1.	Precipitaciones.....	90
V. 1. 2.	Cambio Climático	94
V. 1. 3.	Análisis de la Descarga en el Río Paraná	99
V. 1. 4.	Hidrodinámica Superficial - Cuencas	103
V. 1. 5.	Tormentas de Diseño	109
V. 1. 6.	Modelo de Transformación Lluvia-Caudal. Calibración.....	114
VI.	DIAGNOSTICO INTEGRAL – ESCENARIO ACTUAL.....	136
VI. 1.	Área de Influencia	136
VI. 2.	Identificación de Beneficiarios.....	137

VI. 3.	Afectación del Proyecto	138
VI. 4.	Situación Social y Económica	139
VI. 5.	Recursos Productivos de la Provincia	145
VI. 6.	Principales Sistemas Productivos en la Zona de Proyecto	147
VI. 6. 1.	Metodología para la Identificación.....	147
VI. 6. 2.	Identificación de los Sistemas Productivos en el Área del Proyecto	147
VI. 6. 3.	Sistemas Productivos en la zona de Proyecto.	151
VI. 7.	Valor Bruto de Producción.	167
VI. 8.	Situación Social en la Zona de Proyecto.....	168
VI. 8. 1.	Metodología para la descripción.	168
VI. 9.	Vías de Desarrollo.....	199
VII.	DESARROLLO DEL PLAN DE MANEJO HÍDRICO DE LA ZONA NORTE DE CORRIENTES	204
VII. 1.	Planteo de Alternativas.....	204
VII. 2.	Evaluación y Selección de Alternativas	206
VII. 2. 1.	Evaluación de Alternativas a nivel Beneficio-Costo	206
VII. 2. 2.	Evaluación Socioeconómica	207
VII. 2. 3.	Evaluación Ambiental de las Alternativas	214
VII. 2. 4.	Selección de alternativas	226
VII. 3.	Predimensionamiento de Canales.....	226
VII. 4.	Escenarios de Análisis.....	233
VII. 4. 1.	Superficies de Inundación obtenidas por el Modelo Hidrológico	240
VII. 4. 2.	Análisis de Resultados.....	249
VII. 5.	Modelación Hidráulica	257
VII. 5. 1.	Análisis de Resultados.....	265
VII. 5. 2.	Recurrencias Extraordinarias del Río Paraná	278
VII. 6.	Limitaciones a la Determinación de Superficies de Inundación....	279
VII. 7.	Obras de Regulación.....	280
VII. 8.	Saltos Hidráulicos.....	283
VII. 9.	Alcantarillas	287
VII. 10.	Modelo Hidrológico Distribuido	289
VII. 10. 1.	Modelo Digital del Elevación	290

VII. 10. 2.	Usos de Suelo.....	291
VII. 10. 3.	Tipos de Suelo	292
VII. 10. 4.	Tormenta de Diseño.....	293
VII. 10. 5.	Diseño del Modelo GSSHA.....	294
VII. 10. 6.	Análisis de Resultados.....	295
VII. 10. 7.	Recomendaciones y Conclusiones	307

I. INTRODUCCIÓN

El Consejo Federal de Inversiones ha contratado a INGIBA S.R.L. para realizar el estudio “Componentes del Proyecto Ejecutivo de Obras del Plan de Manejo Hídrico de la Zona Norte de Corrientes”.

La zona norte de la Provincia, particularmente la cuenca alta del Riachuelo y del Empedrado, presenta problemas de acumulación de grandes volúmenes de agua como consecuencia de un escurrimiento deficiente por la acción combinada de su baja pendiente, alta rugosidad y ausencia de vías de drenaje bien definidas en el sentido longitudinal de los esteros. Como consecuencia de ello, los productores de la zona encuentran limitadas sus capacidades de operación debido a que durante gran parte del año experimentan situaciones de excesos hídricos o anegamientos que reducen las áreas disponibles para las actividades productivas.

Los esteros del Riachuelo discurren prácticamente paralelos al Río Paraná, a una distancia del orden de los 15 kilómetros al sur, pero con niveles o cotas unos 12 metros superiores al río. Esta situación impulsó en las últimas décadas a aprovechar la proximidad al Paraná para evacuar los excedentes acumulados de los esteros del Riachuelo a través de canalizaciones como el caso de los Arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María, objetos del presente estudio.

En este sentido, el Gobierno de la Provincia de Corrientes en conjunto con el Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.), llevan adelante en el año 1999 el “Estudio Hidráulico-Hidrológico del Estero del Riachuelo y Anteproyecto de Obras de Saneamiento”.

La presente encomienda, denominada “Plan de Manejo Hídrico de la Zona Norte de Corrientes” busca actualizar y ampliar los contenidos del mencionado estudio, teniendo en cuenta los nuevos regímenes pluviométricos de la zona y la construcción de los nuevos puentes que se proyectan sobre la Ruta Nacional N°12, con secciones muy superiores a las planteadas en los estudios antecedentes.

El presente documento corresponde al Informe Final previsto según contrato firmado, el cual comprende todas las tareas realizadas, las cuales incluyen Estudios Básicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Socio-económicos, Ambientales y Proyectos de Ingeniería con sus correspondientes Cálculos Métricos y Especificaciones Técnicas.

II. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Se realizó la recopilación de estudios técnicos y de información cartográfica que se detalla a continuación:

- Recuperación de Áreas Inundables. Estero y Río Riachuelo. Dirección General de Investigación y Desarrollo (D.I.G.I.D.). MOySP de la Pcia. de Corrientes. Año 1973.
- Estudio Hidráulico - Hidrológico del Estero del Riachuelo y Anteproyecto de Obras de Saneamiento. Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.). MOySP de la Pcia. de Corrientes. Año 1999.
- Análisis del Comportamiento de las Principales Secciones de Cruce de la Cuenca Alta del Riachuelo en R.N.Nº12. Caminos del Paraná S.A. Año 2010.
- Estudios Básicos, Hidrológicos e Hidráulicos del Canal La Palmira. Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (I.C.A.A.). 2016.
- Ruta Nacional Nº12. Estudios Hidráulicos de las Principales Obras de Arte en la Cuenca Alta del Riachuelo. Caminos del Paraná S.A. Año 2017.
- Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Escala 1:500.000. EEA. INTA Corrientes. 1996.
- Cartas Topográficas del Instituto Geográfico Nacional –I.G.N.–, escala 1:100.000: 2757-19 Itatí, 2757-20 Puerto Bermejo, 2757-25 Estación Herlitzka, 2757-26 Berón de Astrada, 2757-27 Itá Ibaté, 2757-31 Manantiales, 2757-32 Nuestra Sra. del Rosario de Caá Catí.
- Imágenes de Satélite Landsat, path/row: 226/079, resolución espacial de 30 m, fechas varias.
- Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de la República Argentina (MDE-Ar) elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en base a información proveniente de la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Misión).
- Monografías de Puntos Fijos del IGN (Línea de Alta Precisión N(168)).
- Monografías de Puntos Fijos pertenecientes a la Red Posgar 2007, Red PASMA y Red Provincial de Corrientes (S.I.T. Catastro)
- Registros Pluviométricos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, estaciones: 2401-Puerto Bermejo, 3805-Corrientes, 3848-Concepción y 3858-Caá Carái.
- Alturas de Río Paraná en Puerto Itatí. Fuente: Base de Datos Hidrológica Integrada de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.
- Alturas de Río Paraná en Puerto Itá Ibaté e Ituzaingó. Fuente: Sector Hidrología del Departamento Técnico de la Entidad Binacional Yacyretá.

Toda la información cartográfica ha sido georreferenciada e introducida a una base de datos especializada en información geográfica (S.I.G.), a fin de facilitar su gestión y análisis.

Además, se generaron e introdujeron al Sistema de Información Geográfica – S.I.G.– coberturas varias como ser de trazas viales, límites departamentales, cursos de agua, centros urbanos, puntos y líneas de GPS obtenidas en visitas de reconocimiento y un sinnúmero de información adicional.

Para ello se utilizó como sistema coordinado de referencia al vigente actualmente en Argentina como Marco de Referencia Geodésico Nacional, que corresponde para la zona de estudio al sistema Posgar 2007 en Faja 6, mientras que el sistema altimétrico adoptado corresponde al Sistema de Referencia Vertical Nacional del año 2016 (SRVN16) de la República Argentina, vigente desde enero del 2017.

III. CARAZACIÓN GEOMORFOLÓGICA, REGIONES NATURALES Y USO DEL SUELO

III. 1. Área de Estudio

La zona de estudio se ubica al norte de la Provincia de Corrientes, cubriendo una superficie aproximada de 230.000 ha, abarcando parte de los departamentos de Itatí, Berón de Astrada, San Luis del Palmar y General Paz.



Figura 1. Ubicación General de la Zona de Estudio. Fuente: Instituto Geográfico Nacional

Se define como área de estudio al polígono comprendido entre la Ruta Nacional N°12 al norte, la Ruta Provincial N°15 y N°13 al este, la Ruta Provincial N°5 al sur y la Ruta Provincial N°28 y N°4 al oeste.

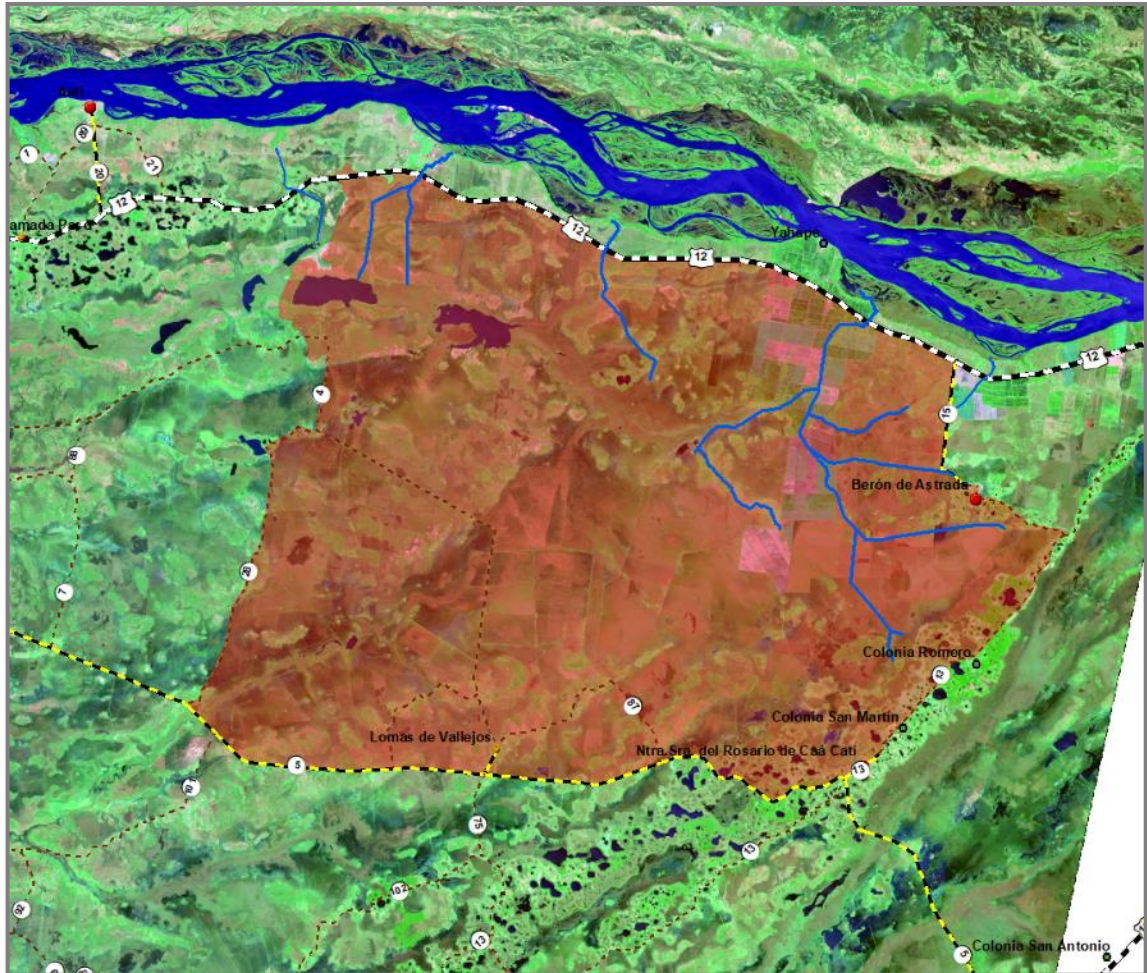


Figura 2. Detalle del Área de Estudio. Fuente: elaboración propia

Según Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Corrientes elaborado por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SsRH) en el año 2008, el área de estudio abarca parte de dos cuencas del Sistema Hídrico Noroccidental, la cuenca del Arroyo Riachuelo y la Cuenca del Arroyo Empedrado.

hídricos en otoño y primavera, aunque moderados y eventuales déficits, principalmente en el verano.

De acuerdo a la clasificación climática de Charles Warren THORNTHWAITE, la provincia se divide en regiones.

Los distintos sectores corresponden a un tipo climático definido (Figura 4) y se designan de la siguiente manera:

C2A' ra' zona de Paso de la Patria.

C2B'4 ra' franja longitudinal paralela al río Paraná.

B1B'4 ra' franja longitudinal central.

B2B'4 ra' franja NE de la provincia, en un sector pequeño en el límite con la provincia de Misiones.

Estos coeficientes indican en primer término el tipo climático que corresponde a las regiones hídricas, definido por un índice que combina las precipitaciones efectivas y la evapotranspiración. Las regiones se dividen en dirección Oeste a Este, desde sub húmedo - húmedo (C2), con déficits hídricos y sin déficits y con excesos hídricos (los tipos B1; B2 y B3). El segundo término se refiere a las regiones climáticas en base al índice de eficiencia térmica, que combina las precipitaciones efectivas y la evapotranspiración, más un factor relacionado al crecimiento de las plantas en función del agua necesaria para un desarrollo normal. Según el sistema de Köppen la clasificación para todas las localidades de la provincia es la de mesotermal templado, sin estación seca definida, con precipitaciones máximas en otoño y primavera y con veranos muy cálidos con temperaturas superiores a los 22°C y media anual superior a 18°C por lo cual está identificado con un único subtipo que corresponde al más cálido (B'4).

El tercer término corresponde a la variación estacional de la eficiencia hídrica (r), o índice de aridez para climas húmedos; el cual indica una pequeña o casi nula deficiencia de agua. El cuarto termino es la concentración estival de la eficiencia térmica (a'), bajo esta clasificación, toda la provincia se caracteriza por una concentración estival de la eficiencia térmica menor al 48%, valor que indica que todos los meses (descartando los meses del verano), también poseen temperaturas aptas para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Según la clasificación climática de Thornthwaite, la zona de estudio abarca parte de dos regiones climáticas, la B1 B'4 r a' y la B2 B'4 r a', es decir regiones hídricas de tipo húmedo, regiones térmicas de tipo mesotermal, con nula o pequeña deficiencia de agua y concentración estival de la eficiencia térmica menor al 48%, indicando que otros meses, además de los del verano, poseen temperaturas y condiciones hídricas aptas para el crecimiento de las plantas.

Según el Sistema de Koppen se clasifica como Cf w' a (h), que expresa un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca con precipitación máxima en otoño, y veranos muy cálidos con temperaturas superiores a 22°C y media anual superior a 18°C.

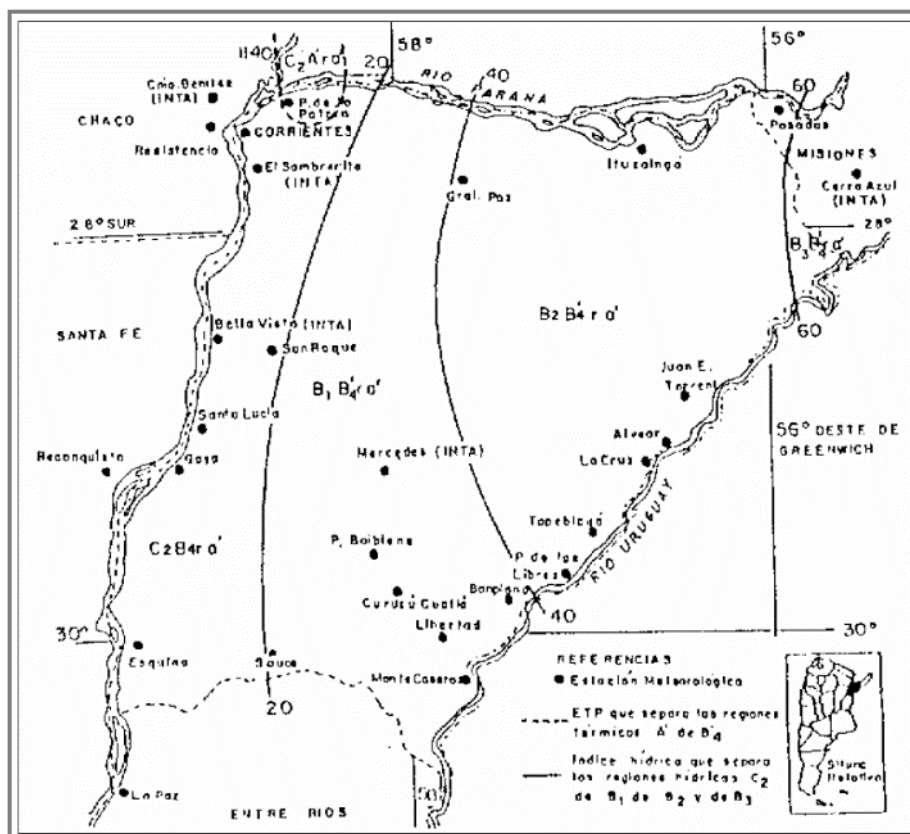


Figura 4. Regiones Climáticas de Corrientes según Thorthwaite. Castro y otros, 1991

III. 2. 2. Geomorfología¹

La provincia de Corrientes forma parte de una cuenca sedimentaria muy antigua, es decir de un relieve de plataforma con cobertura sedimentaria, transformada en una extensa llanura que se prolonga hacia el oeste y sur del territorio. Topográficamente tiene baja amplitud de relieve: unos 200 m entre sus cotas extremas, (220 y 20 m en los extremos NE y SW respectivamente), y una energía de relieve también baja a muy baja, predominando el aspecto de extensas planicies en el oeste y suaves colinas en el este.

Desde el punto de vista morfogenético es necesario analizar una unidad mucho más amplia, de la que forma parte la provincia, y que corresponde a la "cuenca sedimentaria del Paraná", originada en el Paleozoico, la cual se vio afectada

¹ Fuente: Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. INTA. 1996

por diferentes procesos geodinámicos y morfoclimáticos a lo largo de su evolución. Creemos importante destacar que casi la totalidad de las formas son poligenéticas, de modo que cuando existe un condicionamiento estructural, frecuentemente los agentes exógenos han modificado la posición de los resaltos originales.

En el siguiente cuadro, se resumen las formaciones identificadas en la provincia, según Herbst y J.N. Santa Cruz (1.995), y C. Gentili y H. Rimoldi (1.979).

Tabla 1. Formaciones geológicas en la provincia de Corrientes.

Formación	Caracteres Litológicos		Edad
Formación YUPOI	Arenas pelíticas, grises verdosas. Las arcillas del sector occidental son illíticas-montmorilloníticas.		Lujanense
Formación TOROPI	Arenas y areniscas muy pelíticas grises-verdosas.		Ensenadense. Movimientos Epirogénicos Post Pampeanos.
Formación ITUZAINGO	Arenas y areniscas amarillentas – ocreas. Intercalaciones de pelitas y gravillas. Arenas 99% cuarzosas. Abundante estratificación entrecruzada.		Plioceno Superior.
Formación PARANA	Areniscas blanquecinas muy friables, alternando con arcillas verdes.		Mioceno Superior.
Formación FRAY BENTOS	Limolitas arenosas, rosadas a castaño claro muy calcáreas. Arenas con 70% cuarzo.		Oligoceno Inferior Medio.
Formación PAY UBRE	Areniscas calcáreas y calcáreos arenosos, muy consolidados blanquecinos a rosados, silicificados.		Cretácico Superior.
Formación YERUA	Areniscas rojizas a blanquecinas, frecuentemente con cemento calcáreo y óxidos de hierro.		Cretácico Medio Inferior.
GRUPO SERRA GERAL	Formación GERAL	Basaltos tholeíticos, grises oscuro o violáceos.	Jurásico Superior.
	Formación SOLARI	Areniscas cuarzosas, rosadas a rojizas.	Jurásico Superior a Cretácico Inferior.

Matriz

Dentro del área de estudio las más representativas son:

Formación Ituzaingó

Se Presenta como una franja de alineación noreste (Ituzaingó), a suroeste (Esquina). Son arenas y areniscas cuarzosas friables a coherentes, blanquecinas, pardo amarillentas a pardo rojizas, según la intensidad de la hidromorfía.

Corresponden al Plioceno superior. Suelen presentar intercalaciones de lentes limosos y arcillas de color más oscuro (bandas horizontales de acumulación de arcillas o limos). Su característica principal es la permanente estratificación cruzada, lo cual es indicador de ambientes fluviales. Aflora en las costas del río Paraná a lo largo de todo su recorrido, hasta el Guayquiraró y más al sur, penetrando en Entre Ríos.

En el área bajo estudio, esta formación se localiza en general, debajo de las formaciones areno-arcillosas Toropí-Yupoí, y se identifica como un importante espesor de arenas finas a medias. Esta formación se comporta como acuífero principal regional (Acuífero Ituzaingó-Puelches).

Formación Toropí

Corresponde al Pleistoceno Medio a Alto (Ensenadense). Son arenas arcillosas, limos arenosos y en parte arcillas arenosas, en ese orden de importancia; de coloraciones grisáceas en variados tonos, duras (cuando están secas), con estratificación de bancos del orden de 0,20 a 1,00 m. Mineralógicamente predomina la fracción cuarzo (93%) y un 4% de ortoclasas. Dentro de las arcillas predominan las "montmorillonitas".

En muchas localidades con afloramientos, aparece en la parte cuspidal un material más coherente, con apariencia de "costra", lo cual constituye un elemento distintivo fácilmente individualizable. Las distribuciones de este elemento formacional son también muy amplias en la provincia.

Unidades Post-Yupoí (Aluvios Recientes y Actuales)

Los sedimentos de las planicies aluviales actuales son esencialmente arenas, de coloraciones blanquecinas y grisáceas amarillentas, con intercalaciones ocasionales de material limo-arcilloso.

El Sistema Acuífero Ituzaingó – Puelches

Acuífero de aguas dulces incluido en la formación Ituzaingó que ocupa gran parte de Corrientes, Entre Ríos y parte de la provincia de Buenos Aires. Está constituido por arenas fluviales que depositó un antiguo cauce del Pre-Paraná, durante el Plioceno. La recarga se origina en el actual sistema hídrico del Río Paraná, sus humedales, tributarios y por infiltración pluvial. Es un acuífero libre o semi confinado por lentes de arcillas (SEGEMAR, 2.006). En la Figura 2, se presenta el mapa esquemático de formaciones geológicas en Corrientes.

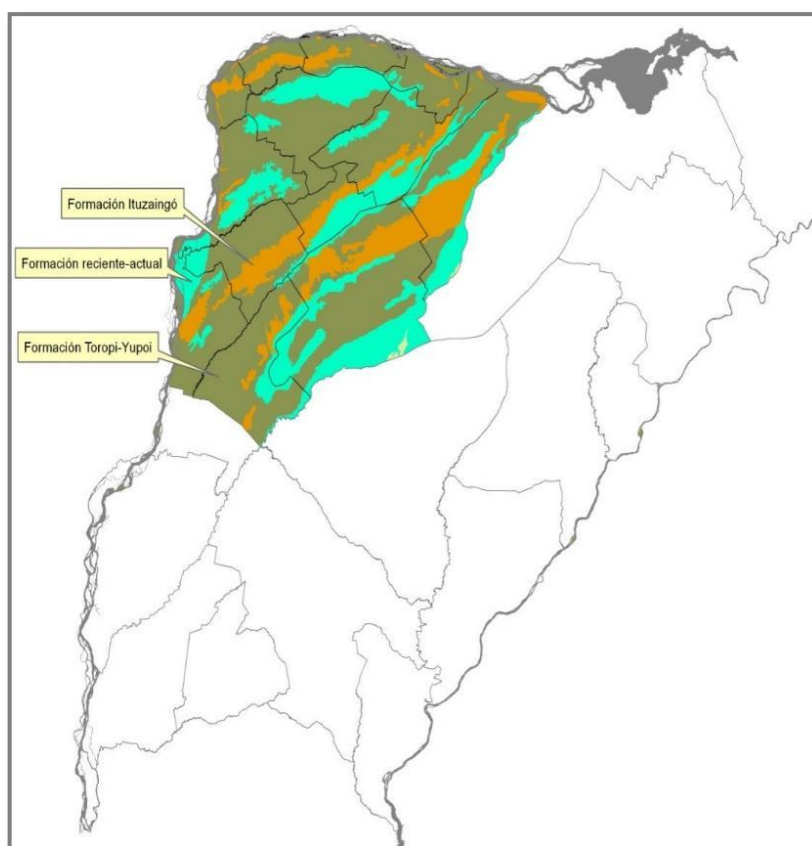


Figura 5. Mapa esquemático de las formaciones geológicas. Mapas de Suelos 1:50.000.

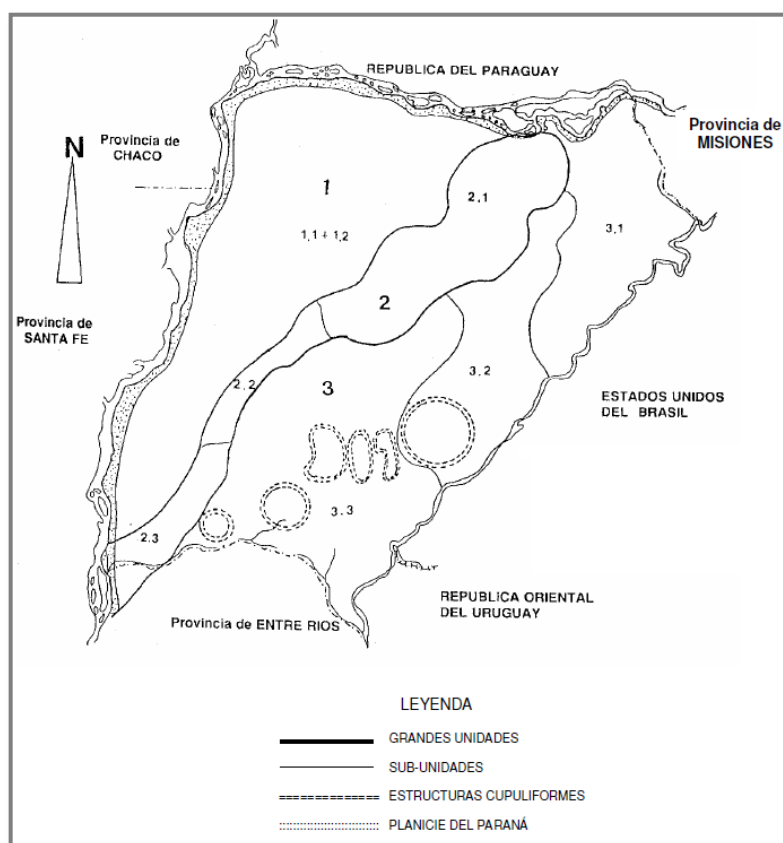


Figura 6. Grandes Unidades Geomorfológicas de la Provincia de Corrientes. INTA, 1996

Fisiografía del terreno.

El análisis fisiográfico se sustenta en la comprensión de la relación suelo – paisaje, utilizando para ello la interpretación de imágenes satelitales y/o fotografías aéreas de la superficie terrestre. Este análisis integra aspectos pedológicos, geomorfológicos, geológicos, climáticos, fisonómicos y de uso de la tierra. Si bien existen diferentes métodos de clasificación fisiográfica (Bailey, 1.996) se seleccionó un modelo de tipo jerárquico aplicable a diferentes niveles de intensidad cartográfica (Villota, 1.997). Las definiciones resumidas de taxas utilizadas en este estudio, se indican a continuación:

Provincia Fisiográfica: Primera división de la geoestructura, equivalente a una gran región morfológica, con características de macrorelieve, macroclima y relación espacial definida. Coincide con el concepto de Grandes Unidades Geomorfológicas descritas en trabajos anteriores (Popolizio, 1.997, 2.004), o como Grandes Unidades de Relieve (Serra, 2.002). Dos Grandes Unidades integran el área de estudio: Lomas y planicies embutidas en donde se concentra el 98% del área relevada y Depresión Iberana (Figura 7).

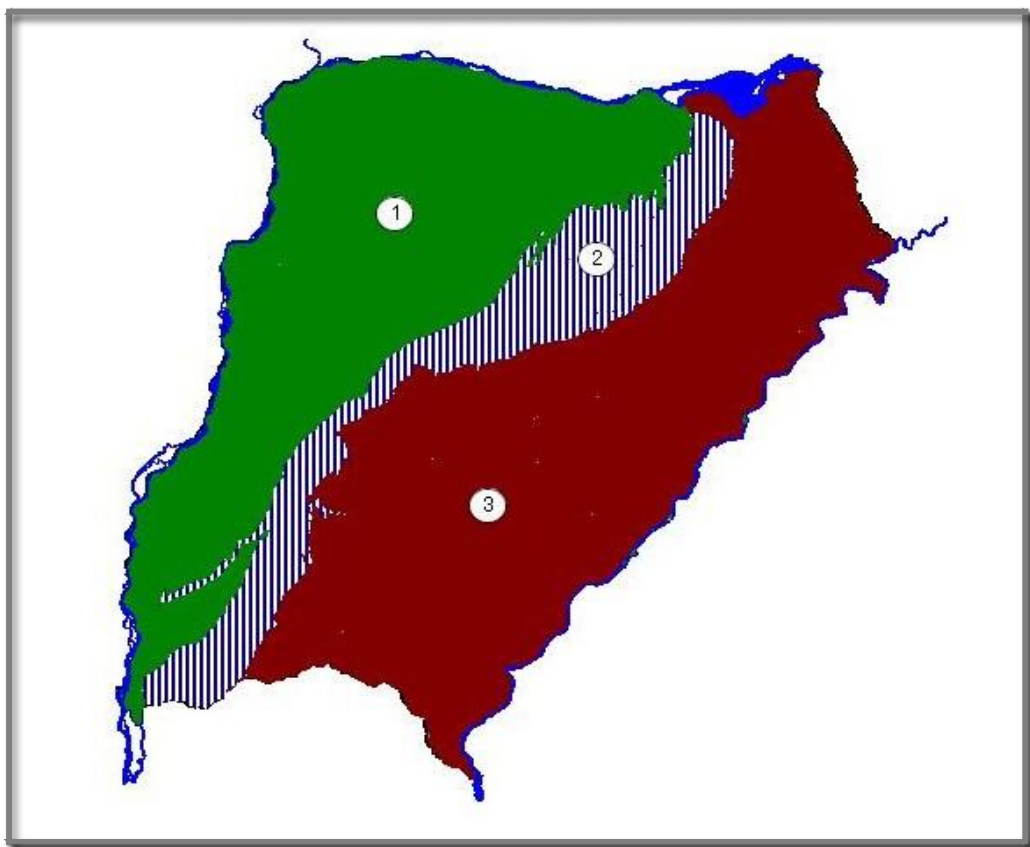


Figura 7. Provincias Fisiográficas de Corrientes: 1. Lomas y planicies embutidas del oeste, 2. Depresión Iberana, 3. Planicie estructural oriental de erosión.

Las lomas y planicies embutidas ocupan la región occidental de la provincia, sus límites norte y oeste corresponden al río Paraná; al este con la depresión Iberana y el complejo Sarandi- Barrancas, como el límite sur.

Las “lomas” constituyen el elemento positivo del relieve, con un modelo alargado y límites ondulantes, sobreelevadas unos 10 m sobre el nivel de las planicies y en parte cribadas de lagunas temporarias o permanentes aisladas o interconectadas, constituyendo un modelo de drenaje de red cribada (Figura 8). Los suelos son arenosos y franco arenoso, profundos a moderadamente profundos, (lomas parcialmente desmanteladas con mayor proximidad del estrato arcilloso) en este caso se facilita la interconexión de depresiones y la formación de vías de drenaje longitudinales en sistemas de escurrimientos esteróicos y cañadoicos (Serra, 2.002). En estas lomas se desarrolla la agricultura, y la forestación en donde se concentran gran parte de los asentamientos humanos (colonias y parajes). Su fisonomía es la de parques y sabanas con palmares (*Butya spp.*), bosques aislados intercalados entre las lagunas, pastizales y pajonales, rodeándolas.

Las “Planicies embutidas”, se extienden entre las lomas sobre sedimentos cuaternarios, con vegetación de sabanas en su mayoría con suelos encharcables a inundables, con muy baja energía de relieve conformando ambientes de cañadas, bañados y esteros. Las cuencas limitadas por las lomas, presentan en general tres sectores, de los cuales sólo el final representa un curso fluvial o cárcava por donde escurren las aguas, conformando una red de drenaje del tipo sub-paralelo que conecta con el río Paraná (Figura 8); los sectores medio y superior, están sometidos a inundaciones estacionales (depresiones, principalmente esteros). Los sectores inundables no mapeados en este estudio corresponden a modelos de red lagunar, meándrico y laberíntico (Figura 9).

El proceso de formación general es el de sedimentación fluvial y procesos posteriores de deflación eólica en lomas arenosas y acumulación reciente conformando médanos longitudinales.

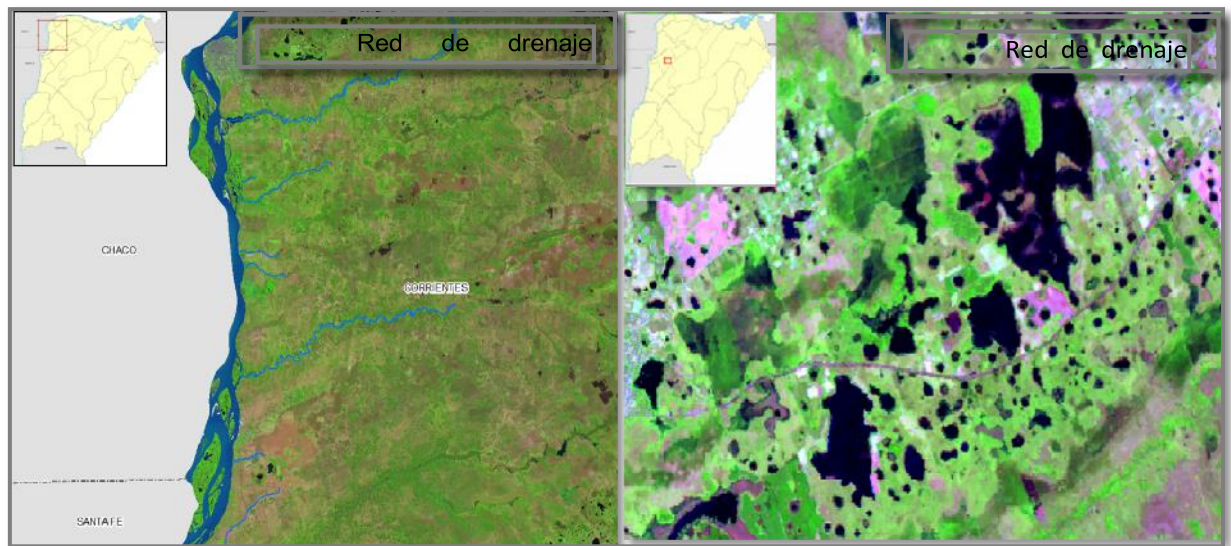


Figura 8. Red de drenaje subparalela (ríos y arroyos) y cribada (lagunas y cubetas).

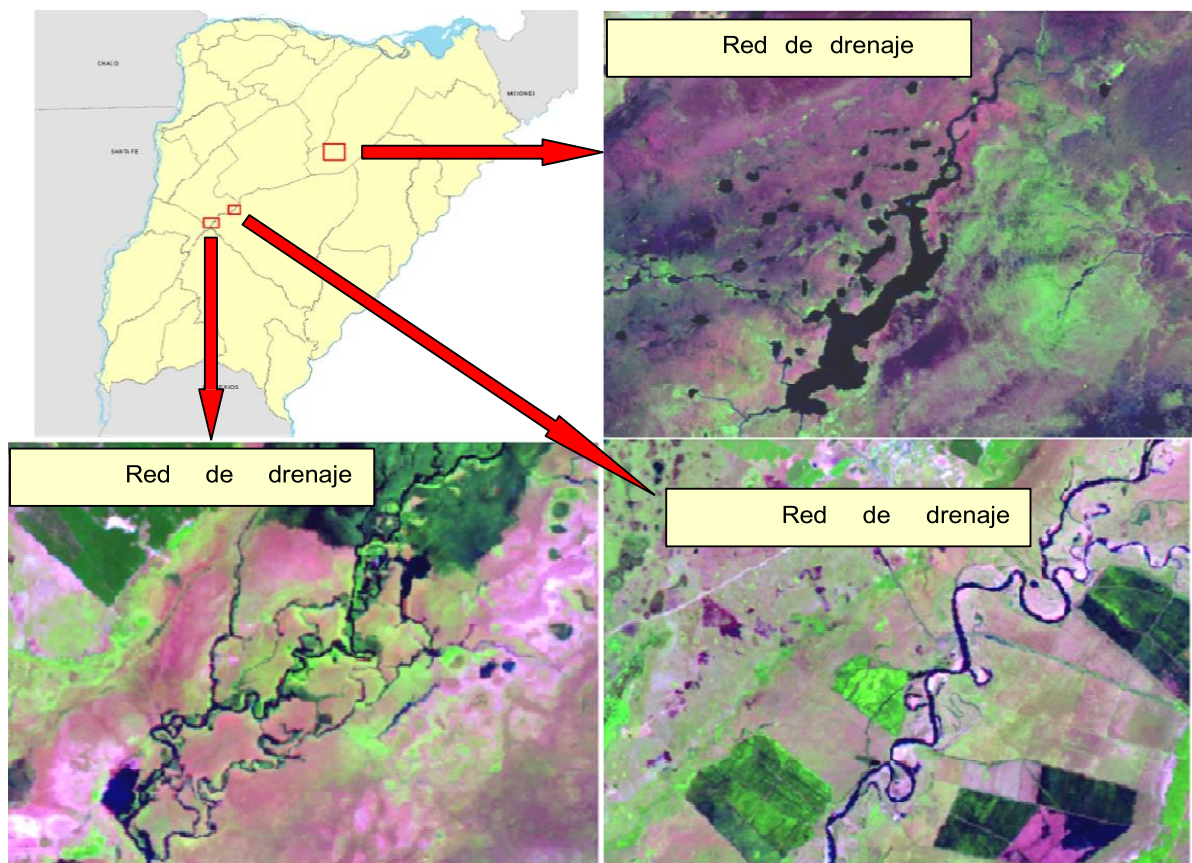


Figura 9. . Modelos de drenaje lagunar, meándrico y laberíntico

Unidad climática: Es la segunda categoría del sistema de clasificación fisiográfica. Comprende aquellas tierras cuya temperatura promedio anual y

humedad disponible son lo suficientemente homogéneas como para reflejarse en una génesis específica de los suelos, así como en la estructura, en las especies vegetales y la ocupación del espacio geográfico a través del uso actual de la tierra.

Gran Paisaje (Unidad Genética de Relieve): Porción de tierra constituida por una Asociación ó Complejo de Paisajes con “relación de parentesco” de tipo genético, climático, litológico y topográfico general. Las formas generales del mesorelieve han sido determinadas por procesos geomórficos endógenos o exógenos como: Plegamientos, Volcanismo, Denudación, Disolución, Deposición, etc. (Villota, 1.997). Es muy similar al concepto de Regiones Naturales de Corrientes (Capurro et al., 1.985). Para el reconocimiento de Grandes Paisajes sobre imágenes satelitales, se deben tener presentes, las siguientes características diferenciales:

- Que constituyan unidades geográficas independientes y definidas en relación a las unidades vecinas;
- Que sean de extensión regional en cuanto a superficie o longitud (decenas de kilómetros) o bien que tengan una génesis particular contrastante con las restantes;
- Que conserven en un 50% o más de su extensión los rasgos morfológicos originales, a pesar de haber sido afectados por procesos activos de denudación.

En el área de estudio se identificaron dos Grandes Paisajes:

- Llanura arenosa
- Planicie aluvial del río Paraná y afluentes

Paisaje: Se establece dentro del Gran Paisaje en base a su morfología específica; es una porción tridimensional de la superficie terrestre resultante de una génesis específica, que puede describirse en términos de “similares características” climáticas, morfológicas, materiales parentales y edad, dentro de las cuales se espera cierta uniformidad pedológica, cobertura vegetal y usos de la tierra.

En este nivel pueden incluirse aspectos vinculados a: suelos (taxas, pendiente, drenaje, profundidad, etc.); limitantes del paisaje (anegamientos, inundaciones, riesgos de erosión, alcalinidad, fertilidad, etc.); unidades fisonómicas predominantes (pastizales, bosques, vegetación acuática, cultivos, forestaciones, etc.).

Subpaisaje: Ultima categoría del sistema, correspondiente a una división del Paisaje, establecida según formas del terreno, aplicable a escalas de semidetalle y detalle.

En la Tabla 2, se sintetizan las taxas de Grandes Paisajes y procesos vinculados.

Tabla 2. *De Provincia Fisiográfica a Grandes Paisajes.*

Provincia Fisiográfica	Unidad Climática	Gran Paisaje	Ambiente morfogenético. Origen del mesorelieve	Procesos geomorfológicos actuales
Lomas y planicies embutidas o Planicie de acumulación occidental	Subtropical húmeda	Planicie aluvial del Paraná y afluentes (Pa)	Agradacional: Sedimentación fluvial por desborde lateral	Modelado fluvio erosional (lomas, planicies). Sedimentación localizada (valles de inundación y pie de lomas).
		Llanura arenosa (La)	Agradacional: Planicies suavemente onduladas. Origen fluvial y eólico	Modelado por erosión hídrica y eólica localizada (lomas, cordones, médanos estabilizados). Procesos pseudokársticos activos. Sedimentación en cubetas y lagunas.

III. 2. 3. Vegetación. Territorios Fitogeográficos²

En la provincia de Corrientes están representados dos grandes dominios fitogeográficos: el Chaqueño, al occidente y parcialmente al Este, cubriendo el 80 % de su superficie y el Amazónico al Noreste, con el 20 % restante. La distribución de la vegetación, responde básicamente a los gradientes térmicos y pluviométricos registrados en el área. Se reconocen a su vez, dentro del espacio Chaqueño dos distritos: el Oriental de la provincia Chaqueña y el del Ñandubay de la provincia del Espinal. Para el Amazónico, el distrito de los campos de la provincia Paranaense.

Confluyen en Corrientes, tres provincias fitogeográficas con caracteres propios que dan origen a amplias zonas de transición en sus áreas de contacto.

² Fuente: Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. INTA. 1996

Tomando en cuenta para las grandes divisiones el sistema que contempla las afinidades florísticas y para las subordinadas a la fisonomía y factores del ambiente, como relieve y drenaje, la vegetación de Corrientes se puede ordenar en los siguientes territorios fitogeográficos, cuya distribución se ilustra el siguiente mapa.

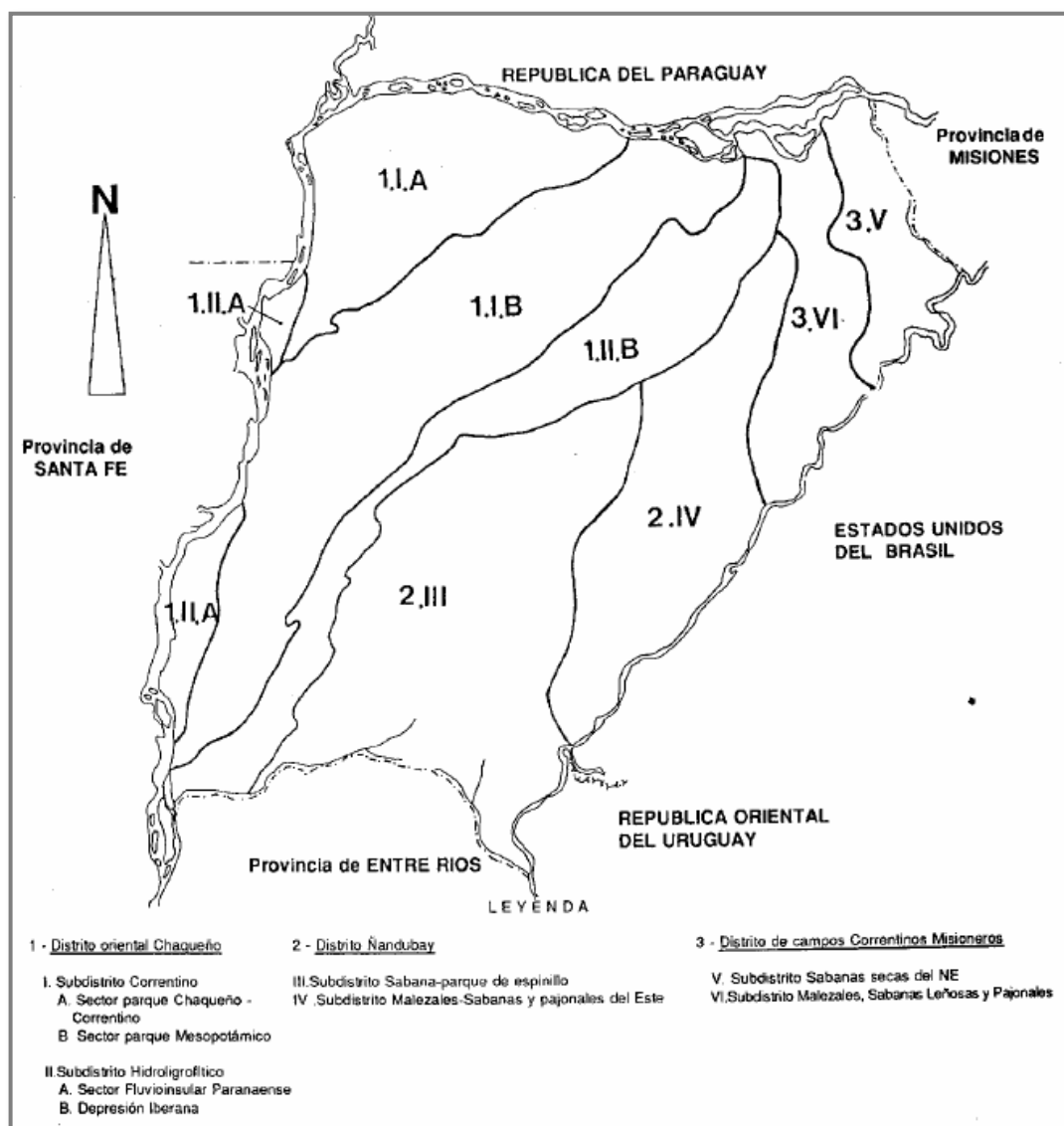


Figura 10. Territorios Fitogeográficos de la Provincia de Corrientes. INTA, 1996

III. 2. 4. Regiones Naturales³

El territorio provincial cubre una superficie de 89.355 Km² y se halla comprendido entre las latitudes 27° 15'S y 30° 43'S, y entre las longitudes 53° 37'W y 59°42'W. Sobre esta gran llanura que comprende el territorio provincial se han

³ Fuente: Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. INTA. 1996

delineado dos Grandes Regiones Naturales, ocho Regiones y 29 Subregiones, que se representan esquemáticamente en el siguiente mapa.

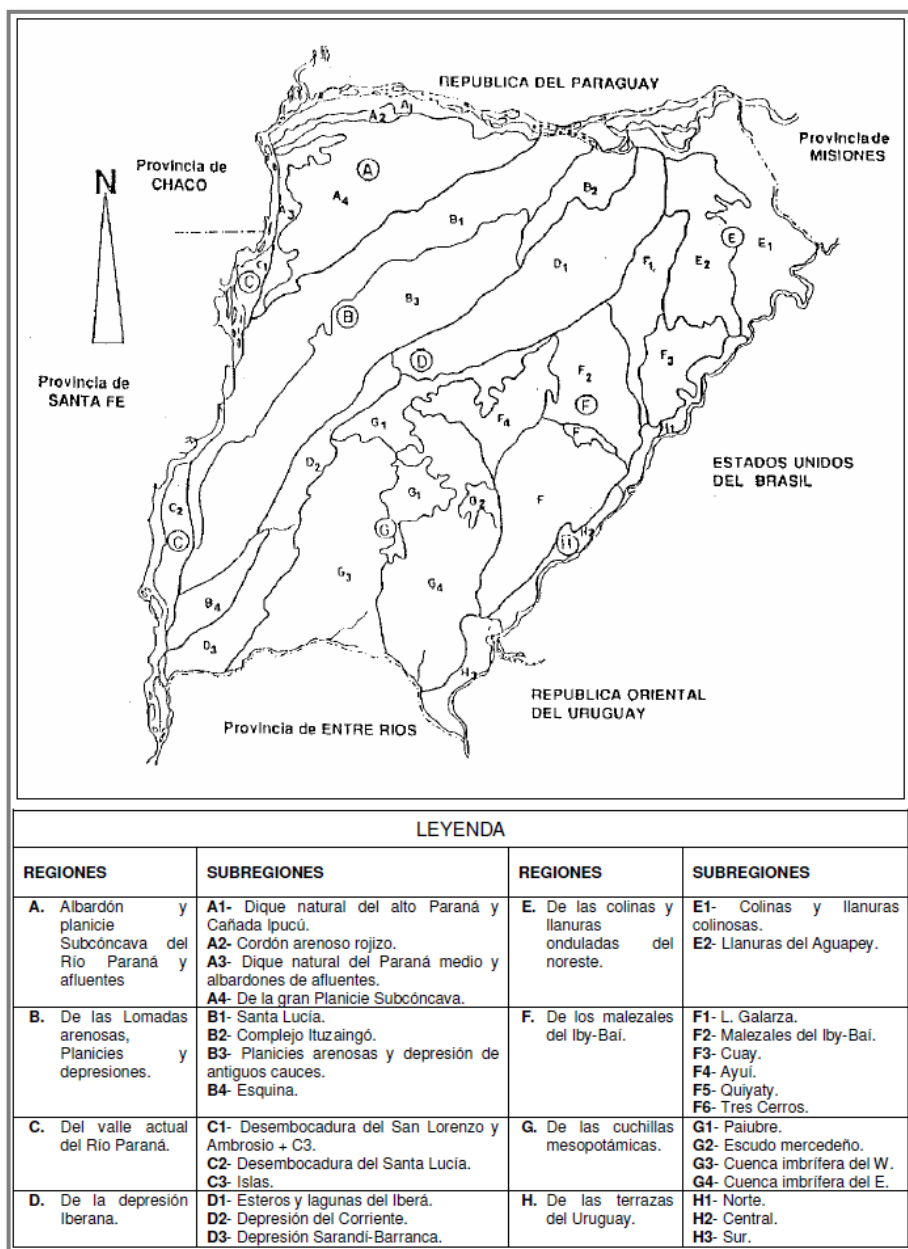


Figura 11. Regiones y Subregiones Naturales de la Provincia de Corrientes. INTA, 1996

La zona de estudio se ubica dentro de la Gran región occidental, la cual está comprendida entre el río Paraná y la Depresión del Iberá; es una planicie sedimentaria que incluye tres elementos básicos: la Planicie Subnormal-cónica, como dominante; los Albardones y/o diques naturales del Paraná y afluentes y los Cordones Arenosos salpicados de pequeñas lagunas. La mencionada planicie se subdivide en cuatro Regiones naturales, encontrándose la zona de estudio en la Región Natural “Albardón y planicie subcónica del Paraná y afluentes”.

A - Albardón y planicie subcóncava del Paraná y afluentes. Cubre 1.024.000 ha. Se destaca el dique natural y los albardones del Paraná Alto y Medio, de origen sedimentario subreciente, disectado espaciadamente por cauces activos y antiguos de los ríos que desaguan en el Paraná; inmediatamente a éste, se encuentra un plano deprimido con fases positivas y negativas más o menos continuas (cañada Ipucú). En los sectores más altos del dique natural o albardón, los suelos (Molisoles), son utilizados en agricultura, en chacras de poca superficie y con tendencia al monocultivo, (Subregiones A1 y A3 con 384.000 ha).

A continuación, se extiende una gran planicie subcóncava orientada de noreste a sudoeste, el sector superior de captación lo componen esteros de gran amplitud, luego se definen cursos medios de tipo meandroso, que finalizan en el sector inferior con valles cortados en "v", (Subregión A4 con 614.400 ha).

En líneas generales, las pendientes son muy bajas, el escurrimiento es lento y dominan los procesos de hidromorfismo. El material originario es aluvial y pertenece al Cuaternario inferior (Formación Yupoí). Los suelos predominantes son Alfisoles y los interfluvios poco definidos presentan, en sus partes positivas, bosques de características xerohalofíticas (relicto de otro clima) en forma de isletas con suelos que presentan alto contenido de sodio desde la superficie. La vegetación predominante en la planicie es la de pajonales de paja colorada (*Andropogon lateralis*) y paja amarilla (*Sorghastrum agrostoides*), acompañados por hidrófilas como *Leersia* spp. y *Eleocharis* spp. El uso general de estas tierras anegables es ganadero extensivo sobre campo natural y en menor proporción, arroceros en sectores vecinos al río Paraná.

Por último, se define un cordón arenoso entre el dique natural del Paraná y la Planicie Subcóncava, expresándose claramente entre las localidades de Capital, San Cosme e Itatí, con salpicado de lagunas circulares. Los suelos son Entisoles y el uso es agrícola (cítricos, horticultura, maíz, algodón) y forestal (pino y eucalipto), (Subregión A2 con 25.600 ha).

III. 2. 5. Usos del Suelo⁴

Así como en otras ciencias naturales se utilizan sistemas de clasificación, en suelos también se recurre a una taxonomía para posibilitar un ordenamiento y facilitar la comprensión de su naturaleza, potencialidad y limitaciones. En la Argentina se utiliza la Clasificación Norteamericana "Soil Taxonomy", por adecuarse acabadamente a nuestras condiciones y necesidades. Dicho sistema taxonómico, se divide en las siguientes clases o categorías: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie.

⁴ Fuente: Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. INTA. 1996

Las unidades taxonómicas, se utilizan para clasificar a los suelos dentro de un sistema, pero no indican como están distribuidos en el terreno. Para ello se recurre al uso de las unidades cartográficas, que son delineaciones continuas en el plano que indican el agrupamiento de uno o más tipos de suelos.

En ciertos casos puede ocurrir que una unidad cartográfica (pura) coincida con la unidad taxonómica; esta circunstancia no se presenta a menudo, puesto que en la mayoría de los casos suelos diferentes están entremezclados y muchas veces en un patrón intrincado de difícil separación. En principio existen dos tipos de unidades cartográficas: puras y combinadas.

1. Unidades cartográficas puras:

Están constituidas por la Serie, la fase o la variante (estas dos últimas no se comentan pues en este trabajo no se utilizaron). La unidad cartográfica pura se denomina también Consociación. Este tipo de unidad no se utilizó en esta carta de suelos.

2. Unidades cartográficas combinadas:

Como unidades cartográficas combinadas se usan la asociación y el complejo.

- *Asociación:*

Se la emplea más comúnmente en cartas al semidetalle y de reconocimiento y se la puede utilizar con cualquier unidad taxonómica, lo que depende de la escala de trabajo. De esta manera, es común que en cartas de 1:500.000 se usan como asociaciones de Grandes grupos, Subgrupos o Familias y en cartas a 1:100.000 o 1:50.000 como asociaciones de Series y/o fases de Series.

La fundamentación para usar esta unidad cartográfica es que permite agrupar suelos distintos, pero que están asociados en el paisaje y debido a la escala en que se trabaja no es posible separarlos, aunque se podrían separar si la carta se hiciera a una escala mayor.

- *Complejo:*

Esta unidad cartográfica en general se usa en cartas detalladas, aunque también es útil en mapas de escalas más pequeñas, incluso a 1:500.000. A diferencia de la asociación, el complejo agrupa en los mapas, suelos diferentes muy entremezclados, y que aún agrandando la escala de mapeo es difícil su separación como unidades puras o no se justifica hacerlo por su escaso valor práctico.

El criterio básico de este relevamiento se centra en las unidades de paisaje como elemento estructural del mapeo. El lector verá que en la descripción de cada unidad cartográfica se hace referencia al tipo y forma del paisaje donde ella se

encuentra, y luego se menciona en qué posición dentro de ese paisaje se ubica cada unidad taxonómica.

Para facilitar la utilización práctica de esta carta, las unidades cartográficas se indican en el mapa solo con un número correlativo, (1 a 101), con este se da entrada a la leyenda que se diseñó como un quebrado, en donde el numerador contiene el número identificador de la unidad, seguido de una letra minúscula que indica si es una asociación "a" o un complejo "c". Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas se componen de tres suelos solo se indicará entre paréntesis a continuación de la identificación "a" o "c" el número de suelos intervinientes diferentes de tres (2 ó 4 en nuestra carta).

En el caso de que sean dos los suelos intervinientes al primero se le asigna el 60 % de la superficie y al segundo el 40 %. Para el caso más común de tres suelos las proporciones aproximadas son: 50 % para el primero, 30 % para el segundo y 20 % para el tercero.

Finalmente, si dos suelos están representados en proporciones similares (50% y 50%), se indica con una barra oblicua a continuación del número entre paréntesis.

En el denominador se señalan las principales limitaciones de la unidad cartográfica, correspondientes a las unidades taxonómicas respectivas. Generalmente se indica la más importante, pero en los casos en que sea más de una la que gravita en la clasificación de la unidad, todas ellas son consideradas. El orden en que se las indica, de izquierda a derecha, da una idea acerca del grado de importancia relativa de esas limitaciones en cada unidad. Las utilizadas en éste trabajo son: A: Susceptibilidad al anegamiento, D: Drenaje deficiente, E : Susceptibilidad a la erosión eólica, F: Baja fertilidad natural, h : Susceptibilidad a la erosión hídrica, I: Susceptibilidad a las inundaciones, Na: Alcalinidad sódica a menos de 50 cm, Pe: Profundidad efectiva somera, S : Salinidad dentro de los primeros 30 cm.

A: Susceptibilidad al anegamiento. Se refiere a los suelos con encharcamientos de variada intensidad y duración, provocados por aguas de lluvia caídas en el lugar o en sus inmediaciones. En general los suelos con peligro de anegamiento presentan permeabilidad baja y escurrimiento lento.

D: Drenaje deficiente. Incluye a los suelos que en general presentan exceso de agua de intensidad variada y de distinto origen (napas fluctuantes, lluvias). En general los suelos en donde el agua se elimina algo lentamente y el perfil presenta exceso de agua por un tiempo, comienza a tener limitaciones por drenaje (drenaje imperfecto), la situación se agrava a medida que el drenaje es más impedido. Como contrapartida los suelos en donde el agua se retira con demasiada rapidez, en

general de texturas gruesas, con alta porosidad y/o de sectores escarpados, presentan limitaciones por drenaje excesivo, esta situación es menos frecuente en Corrientes que la mencionada en primer lugar.

E: Susceptibilidad a la erosión eólica. Se califican como suelos susceptibles a los que presentan texturas superficiales gruesas, estructuras débiles o apedales, bajos contenidos de materia orgánica, junto a condiciones climáticas predisponentes, como falta de lluvias en épocas de vientos moderados a fuertes.

F: Baja fertilidad natural. Se incluyen suelos con valores de capacidad de intercambio catiónico muy bajo (CIC), bajo contenido en bases de intercambio (calcio, magnesio, potasio y sodio), asociados en general con baja provisión de materia orgánica, en la zona de mayor exploración radical. Los suelos arenosos son con frecuencia limitados en fertilidad natural.

h: Susceptibilidad a la erosión hídrica. Los suelos susceptibles a la erosión, combinan pendientes predisponentes (gradiente y longitud), erosionabilidad de la capa arable (espesor, estructura, textura, materia orgánica), horizontes subsuperficiales de permeabilidad menor a la de horizontes superiores y precipitaciones predisponentes (intensidad, duración y frecuencia).

I: Susceptibilidad a las inundaciones. Esta limitante se utiliza para los suelos de valles aluviales de ríos y arroyos; orillares de esteros, bañados y lagunas, en donde existe riesgo de que el suelo permanezca bajo agua en épocas del año coincidentes con crecientes y desbordes de cuerpos de agua.

Na: Alcalinidad sódica a menos de 50 cm. Se califican así, a los suelos con 15% de sodio intercambiable o más. En Corrientes esta condición se presenta en paisajes muy particulares de bosques xerohalofíticos y no ocupan demasiada superficie.

Pe: Profundidad efectiva somera. Incluye a los suelos en donde las limitaciones por profundidad útil para las plantas comprometen seriamente la producción. Se considera en este caso la profundidad a un manto rocoso continuo, toscas calcáreas ó capas con condiciones sumamente desfavorables para las raíces (predominio de arcillas montmorillonitas, etc).

Sa: Salinidad dentro de los 30 cm. Las limitaciones por salinidad se definen para valores de conductividad de 4 milimhos a más; en algunos casos se asocia a la alcalinidad. Estos suelos son de muy poca representatividad geográfica en Corrientes.

EVALUACIÓN DE LAS TIERRAS

La evaluación de las tierras para usos agrarios tiene como propósito predecir su comportamiento o aptitud para diferentes alternativas de uso, es decir que son

valorados los efectos favorables y desfavorables de las distintas actividades posibles, en un contexto de producción sostenida y sin deterioro de los recursos naturales.

De acuerdo a la información básica preparada por los relevamientos correspondientes (suelo, clima, geomorfología, etc.) se ha realizado un análisis sistemático, a través de dos metodologías: Capacidad de Uso de los suelos y por el Índice de Productividad.

a) Capacidad de Uso

Para clasificar los suelos por su capacidad de uso se ha seguido el sistema utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, adaptado para su aplicación en nuestro país, especialmente en las áreas agrícolas.

Este sistema fue desarrollado con el objetivo principal de delimitar las áreas potencialmente agrícolas y distinguir las limitaciones que presentan los suelos cuando son utilizados con ese fin. De esta manera, se estableció la clasificación por capacidad de uso para cada una de las Series de suelos, identificadas en este trabajo, considerando Clases y Subclases de Capacidad de Uso.

Esta clasificación realiza un agrupamiento de suelos para fines agrícolas, en donde los suelos aptos, se agrupan según potencialidades y limitaciones para una supuesta producción continuada de cultivos comunes. Los suelos, no aptos para producir cultivos en forma sostenida se agrupan de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para producir vegetación perenne y al riesgo de ocasionar daño al suelo si son manejados en forma incorrecta.

Este sistema, presenta una estructura básica que reconoce tres categorías de interpretación: Clase, Subclase y Unidad de Capacidad de Uso. En este trabajo se utilizaron, las dos primeras.

Las tierras de una misma Clase, tienen el mismo grado relativo de limitaciones y/o riesgo de deterioro, que aumenta progresivamente de la Clase I (sin riesgos), a la VIII (máximo riesgo). Las Subclases son divisiones dentro de las Clases que presentan el mismo tipo de problema o limitación.

El tipo dominante de limitación o riesgo para el uso de la tierra es el que determinara la Subclase. Cuando dos tipos de limitaciones son iguales en intensidad se establecerá la siguiente prioridad para las subclases: e, w y s, por ejemplo si un suelo presenta tanto riesgo de erosión como por exceso de humedad, será " ew ".

A su vez la tercera y más amplia categoría de este sistema, agrupa a las subclases en 8 Clases de Capacidad de Uso; de la Clase I a IV, se agrupan los suelos aptos para labranza y de la Clase V a VIII los no aptos.

Existen una serie de supuestos contemplados en el sistema del que sobresale que debe presuponerse un nivel de manejo moderadamente alto, lo que en el caso de regiones extrapampeanas y para cultivos comunes, se cumple solo parcialmente.

Este agrupamiento de suelos se practica especialmente considerando su capacidad de producir cultivos labrados comunes, adaptados al medio climático regional y pasturas artificiales como uso complementario, (aplicable en el caso de que los suelos sean definidos como no arables), sin deterioro del suelo, durante un tiempo prolongado. De ahí que este sistema presenta tendencias conservacionistas, en donde el término "capacidad", se refiere principalmente al grado de riesgo o peligro de deterioro del suelo en su uso, durante un período prolongado de tiempo.

Clases de Capacidad de Uso

Tierras aptas para cultivos labrados y otros usos:

- Clase I- Los suelos de esta Clase tienen pocas limitaciones de uso, son aptos para producir una amplia variedad de plantas, pudiendo ser usados, con mínimo riesgo, para cultivos labrados y pasturas, como campos naturales de pastoreo, y para forestación y recreo. Los suelos de la Clase I no se hallan expuestos a inundaciones, son productivos y se adaptan al cultivo intensivo. El clima local es favorable para la producción de los cultivos más difundidos. Los suelos de esta Clase sólo requieren prácticas comunes de manejo para mantener su productividad, tanto en lo referente a su fertilidad como a su estructura. En la provincia de Corrientes no se encuentran suelos dentro de esta Clase.
- Clase II- Los suelos de esta Clase tienen algunas limitaciones en cuanto a la elección de plantas, o requieren moderadas prácticas de conservación, necesitan para su habilitación un manejo cuidadoso, inclusive prácticas de conservación para prevenir deterioro. Sus limitaciones son pocas y las prácticas culturales son de fácil aplicación, pueden ser usados para cultivos labrados, pasturas, como campos naturales de pastoreo, para forestación y para la conservación de la fauna silvestre. Los suelos de esta Clase, dan al agricultor una menor posibilidad de elección de cultivos o de sistemas de manejo, en comparación con la Clase I.
- Clase III- Los suelos de esta Clase presentan severas limitaciones que restringen la elección de las plantas o requieren la aplicación de prácticas especiales de conservación, o ambas cosas a la vez; tienen más restricciones que los de la Clase II y cuando se los usa para cultivos labrados, requieren generalmente prácticas de conservación más difíciles de aplicar y mantener. Pueden ser utilizados para cultivos labrados, pasturas, como campos naturales de pastoreo, forestación y para la conservación de la fauna silvestre.
- Clase IV- Los suelos de esta clase tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso, o

ambas cosas a la vez. Las restricciones para el uso de los suelos son mayores que para los de la Clase III y la elección de plantas se halla más limitada. Cuando son cultivados, requieren un manejo más cuidadoso y las prácticas de conservación son más difíciles de aplicar y mantener. Pueden ser utilizados para cultivos labrados, para pasturas, como campos naturales de pastoreo, para forestación o para conservación de fauna silvestre. Los suelos de la Clase IV pueden estar adaptados a solamente dos o tres cultivos comunes.

Tierras de uso limitado - Generalmente ineptas para las labranzas.

- Clase V- Los suelos de esta Clase presentan poco o ningún peligro de erosión, pero encierran otras limitaciones no corregibles que restringen su uso a la producción de pasturas y árboles forestales, pudiendo ser aprovechados también como campos naturales de pastoreo o para la conservación de la fauna silvestre. Presentan limitaciones que restringen la variedad de plantas que pueden ser producidas e imposibilitan las labores propias de los cultivos labrados. Ocupan terrenos casi llanos, pero contienen excesiva humedad, sufren frecuentes inundaciones por cursos de agua, son pedregosos, ofrecen limitaciones climáticas, o presentan una combinación de algunos de estos inconvenientes.
- Clase VI- Los suelos de esta Clase tiene graves limitaciones que los hacen generalmente inaptos para cultivos, por lo que su uso queda restringido en gran parte a pasturas, campo natural de pastoreo, forestación o conservación de la fauna silvestre. Las condiciones físicas de estos suelos son tales, que resulta conveniente introducir mejoras en las pasturas y campos naturales de pastoreo, cuando así lo requieren.
- Clase VII- Los suelos de esta Clase presentan limitaciones muy graves que los hacen inadecuados para el laboreo y su uso queda reducido casi exclusivamente al pastoreo, o conservación de la fauna silvestre y recreación. Las condiciones físicas y/o químicas de los suelos de la Clase VII son tales que no se justifica aplicar mejoras a las pasturas y campos naturales de pastoreo. Algunas áreas de suelos de Clase VII son tales que no se justifica aplicar mejoras a las pasturas y campos naturales de pastoreo. Algunas áreas de suelos de Clase VII pueden requerir siembras o plantaciones para proteger el suelo o para prevenir algún daño en áreas vecinas.
- Clase VIII- Los suelos y terrenos de esta Clase presentan tales limitaciones, que resulta imposible su uso para la producción comercial de plantas y restringen su aprovechamiento a la recreación, conservación de la fauna silvestre, provisión de agua o fines estéticos. Los suelos de la Clase VIII no producen beneficios provenientes de la producción de cultivos, pasturas o forestales, aunque es posible lograrlos a través del aprovechamiento de la fauna silvestre.

Subclases de Capacidad de Uso

Las Subclases son grupos de unidades de capacidad dentro de las Clases, que tienen el mismo tipo de limitaciones dominantes para su uso agrario, provenientes del suelo y clima. Las cuatro limitaciones reconocidas al nivel de la subclase son: Riesgo de erosión, (e); Exceso de humedad, drenaje deficiente, o peligro de inundación (w); Limitaciones en la zona de actividad radical (s); y Limitaciones climáticas (c).

La Clase y Subclase proveen, al usuario del mapa, de información acerca del grado y tipo de limitación. Para la Clase de Capacidad I no establecen Subclases.

Subclase de erosión (e): Se halla integrada por suelos en los que la susceptibilidad o el riesgo de erosión es el problema de uso dominante. Susceptibilidad a la erosión y daños producidos por una erosión anterior, son los factores dominantes para ubicar suelos en esta Subclase.

Subclase por exceso de humedad (w): Está formada por suelos donde el exceso de agua es el riesgo o la limitación de uso dominante. Los suelos con drenaje deficiente, exceso de humedad, capa de agua próxima a la superficie o sujetos a inundaciones, son los que integran esta Subclase.

Subclase por limitación en la zona radical (s): Como su nombre lo indica, en esta Subclase se incluyen los suelos que tienen limitaciones en la capa de actividad de las raíces. Estas limitaciones son el resultado de la incidencia de factores tales como suelos someros, piedras, baja capacidad de retención de humedad, baja fertilidad difícil de corregir y salinidad o alcalinidad sódica.

Subclase por limitaciones climáticas (c): Está formada por suelos donde el clima (temperatura y falta de humedad) es el único riesgo o limitación para su uso.

b) Índice de productividad. Método paramétrico para evaluación de las tierras

La determinación del índice de productividad (IP) tiene como objetivo establecer una valoración numérica de la capacidad productiva de las tierras de una región. Este sistema presentado por el Instituto de Suelos del INTA, toma en consideración el método paramétrico multiplicativo desarrollado por J. Riquier, B. Bramao y J. Cornet (1970), al cual le han sido introducidos una serie de modificaciones consideradas necesarias a fin de adecuarlo a las condiciones agroecológicas locales. La adaptación e implementación del método fue realizado por los Ings. Agrs. Sobral y Nakama del Instituto de Suelos (INTA) con la participación de los técnicos de las EEA del INTA.

Esta determinación es posible utilizando la información básica proporcionada por los relevamientos de suelos que incluyen datos acerca de las propiedades, clasificación, estado y distribución de los suelos, clima y vegetación. Para ello, en el

campo de la evaluación de tierras se han desarrollado métodos, denominados paramétricos, los cuales constituyen un intento de incluir simultáneamente, en un análisis cuantitativo, a todos los factores que tienen mayor influencia sobre el resultado de determinados usos de la tierra.

Regiones climáticas.

La regionalización climática Argentina preparada a los fines de la determinación de los IP en todo el ámbito del país, responde a la necesidad de contar con áreas de cierta homogeneidad que constituyen el marco dentro del cual tendrá validez la fórmula desarrollada. De acuerdo a la regionalización climática del país la provincia de Corrientes integra la Región II, Chaco Pampeana Norte, dentro del tipo climático húmedo, sin restricciones por temperatura y precipitaciones; por lo que se asigna el valor 100 para el cálculo del IP.

En la determinación de estas regiones se han utilizado las siguientes variables climáticas: isolíneas de índice hídrico (Burgos y Vidal); isothermas medias anuales del Servicio Meteorológico Nacional; regímenes de temperaturas y humedad de suelos (Van Wambeke, Scoppa, 1977).

Cálculo del IPt.

El procedimiento para el cálculo consiste entonces en reemplazar en la fórmula cada símbolo por el valor correspondiente al estado real de cada variable de suelos, obteniendo un valor numérico denominado IPt: Índice de Productividad de la Unidad Taxonómica.

A continuación se da la fórmula y los parámetros utilizados para esta región climática.

$$IPt = D.Pe.Ta.Tb.Sa.Na.T.H.E.I.Al.Mo$$

- IPt: Índice de Productividad taxonómica
- D : Drenaje.
- Pe: Profundidad efectiva.
- Ta: Textura superficial.
- Tb: Textura subsuperficial.
- Sa: Salinidad.
- Na: Sodio de intercambio (%).
- H : Erosión hídrica.
- E : Erosión eólica.
- I : Peligro de inundación.
- Al: Presencia de horizonte albico (E).
- Mo: Materia orgánica.
- T: Capacidad de intercambio catiónico.

El índice calculado se interpreta como una proporción del rendimiento máximo potencial de los cultivos más comunes de la región, ecotípicamente adaptados, bajo un determinado nivel de manejo (medio). Expresado de otra manera, la diferencia a 100 del valor obtenido corresponde al porcentaje de disminución experimentado en los rendimientos máximos debido al efecto de una o más características o cualidades.

Del análisis del mapa de suelos de la Provincia de Corrientes, se identifican en el área de estudio las siguientes unidades cartográficas.

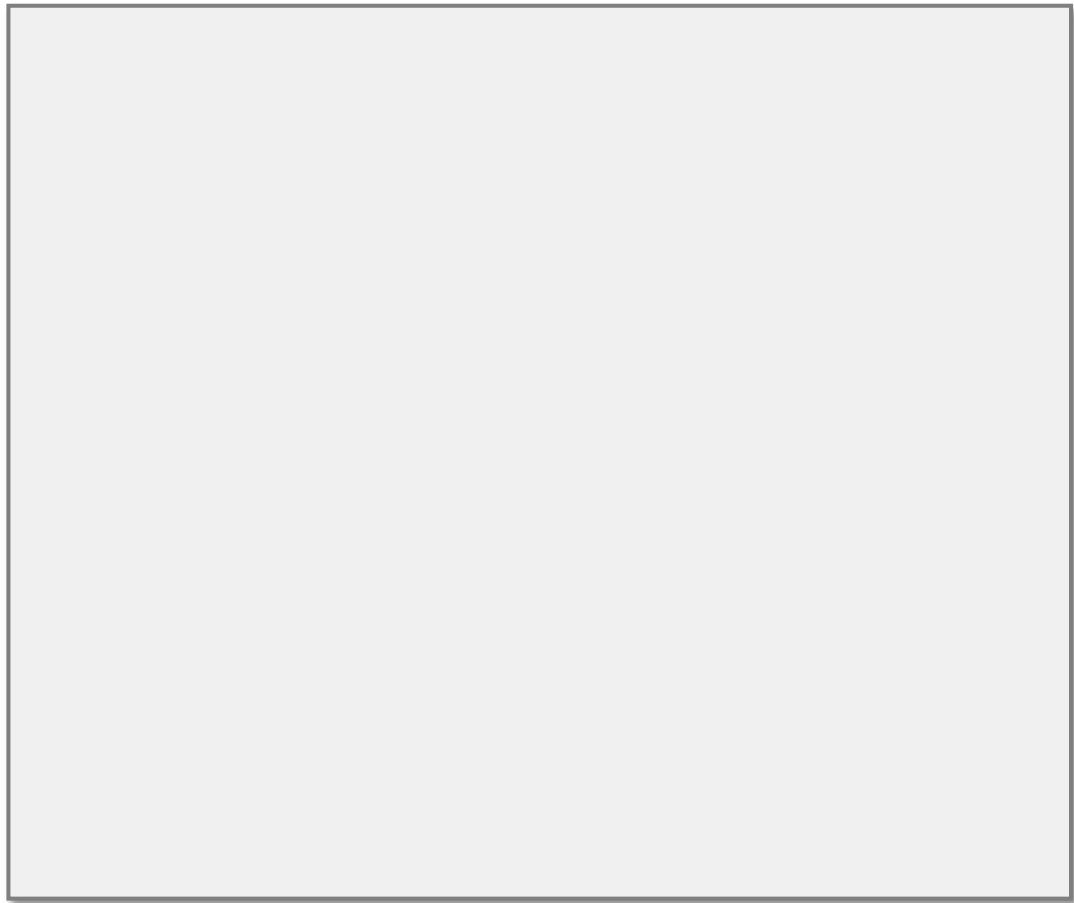


Figura 12. Mapa de Suelos del Área de Estudio. INTA, 1996.

El Mapa de Suelos de la Figura 12 responde a la cartografía de estudio de 1:500.000. Hoy en día se cuenta con cartografía de 1:50.000 para distintas zonas de la provincia, de ahí que la zona norte del área de estudio denominada Influencia Yacyretá, contiene una descripción más profunda de los tipos de suelo. A

continuación, se detallan las descripciones para estos tipos de suelos según el Mapa de Suelos 1:50.000, el cual se detalla en la siguiente figura para el Área de Estudio.

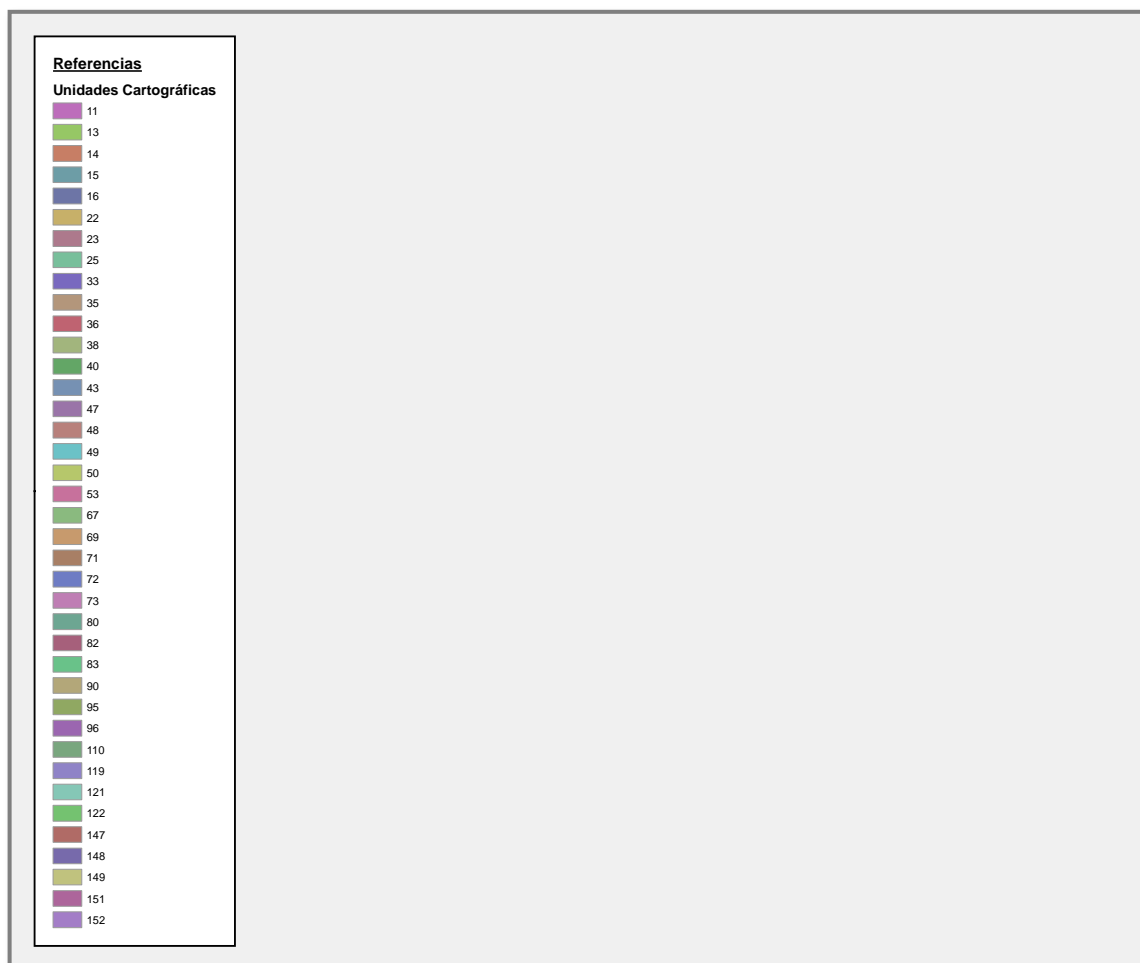


Figura 13. Mapa de Suelos 1:50.000. Fuente: elaboración propia.

- UNIDAD CARTOGRAFICA Nº 13

Ba: (Berón de Astrada)

Serie: BERON DE ASTRADA

Taxonomía: Udipsamentes árgicos, franco fina mixta.

Material de origen: Formación Ituzaingó.

Localización: En el campo del Sr. Pedro Nolasco Romero, paraje Arerunguá, 1000 m. al oeste de la ruta Nº 13 y a 15 km. al suroeste de la ruta Nº 12, departamento General Paz, provincia de Corrientes.

Paisajes: Se ubica en relieve normal, en posición de loma con pendientes de 1 a 2%. El escurrimiento es medio, de permeabilidad moderadamente rápida y es bien drenado.

Descripción morfológica: El epipedon es ócrico, arenoso débilmente ácido a neutro, de color rojo amarillento; le sigue un horizonte BAt, débilmente expresado, franco-arenoso a franco-arcillo-arenoso, de unos 60 cm. de espesor, con lamelas texturales, de carácter álfico. La profundidad efectiva del suelo es de 100 cm.

En general son de baja fertilidad natural y retención de humedad, además de ser susceptibles a la erosión hídrica y eólica, pero con excelentes condiciones físicas, sin ningún impedimento para la penetración del agua y de las raíces. Tienen bajos tenores de materia orgánica y bases de cambio, aunque con mejoras en profundidad.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición:	Loma
Pendiente:	1-2 %.
Drenaje:	Bueno
Escurrimiento:	Medio
Permeabilidad:	Moderadamente rápida
Efectos de Erosión hídrica actual:	Moderado
Cobertura del suelo:	30 %
Espesor horizonte superficial:	16cm.
Profundidad efectiva para las raíces:	42cm.
Limitantes:	Baja fertilidad y erosión eólica/hídrica

Factores limitantes tales como escasa fertilidad, baja retención de humedad y susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, condicionan el uso de estos suelos. La Capacidad de Uso es Ille y el Índice de Productividad es de 36.

SERIE: BERON DE ASTRADA

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
		Ap	A2	BAt	Btb1	Btb2
Textura		Ar-fr	Ar.	Fr. Ar.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.Ar.
Profundidad	cm.	0-16	16-42	42-70	70-132	132+
Materia orgánica	%	0.55	0.31	0.35	0.50	0.41
Carbono orgánico	%	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2
Nitrógeno total	%	0.03				
Relación C/N		9.1	6.4	6.1	7.0	5.9
Arcilla	(> 2 u) %	6.6	4.6	16.0	22.1	25.9
Limo grueso	(20-50 u) %	6.0	6.7	5.9	6.3	4.3
Arena fina	(100-250 u) %	86.1	87.3	76.7	70.3	68.7
Arena gruesa	(500-1000 u) %	1.3	1.4	1.4	1.2	1.1
pH agua	(1 : 2,5)	6.3	6.6	5.9	5.9	6.1
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	1.4	0.6	2.7	3.0	4.2
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.3	0.2	0.5	0.2	0.3
Magnesio	(Mg++) cmol (+)/kg.	0.1	0.3	0.1	0.5	1.2
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	3.1	1.2	3.0	7.1	5.7
% Saturación Sodio	(PSI) (%Na/T)2.0	9.6	8.9	8.4	3.0	3.3

• U
NID
AD
CA
RT
OG
RA
FIC
A
Nº
36
C
ar:
32

Complejo Aluvial A° Riachuelo. 24.200 hectáreas. (2,854 %).

El Riachuelo marca un extenso tramo del límite sur del área de trabajo, y el complejo aluvial presenta ligeras variables en su transcurso.

Integra la Región de Suelos N° 3 y nos referiremos a los sectores occidental y oriental del mismo. El relieve es subnormal-cóncavo y las tierras son frecuentemente anegadas, mostrando signos de hidromorfismo y estratificación sedimentaria.

En los lugares deprimidos del oeste se encuentran las series A° Riachuelo y Pexoa, con otras unidades edáficas transicionales. Donde el gradiente topográfico pasa a ser relativamente positivo, subnormal, queda establecido el margen del complejo, allí están Mandiyurá, Oca y Cañada Mandiyurati.

Al este, en el borde del estero hallamos Bruñeiro y Toro Isla. Con relieve subnormal están los planos de Chequín, con inclusiones de Indalecio y Palmira, esta última serie presenta deposiciones de arena en los horizontes superficiales, procedentes presumiblemente de las lomadas con suelos Ensenada Grande.

Es quizás uno de los arroyos más importantes del área en estudio. Posse un amplio valle que toma su máxima expresión en la parte media y oeste. Generalmente gran parte de su superficie permanece sin agua o moderadamente húmedos durante largos períodos, permitiendo algunos cultivos, la mayor parte de subsistencia, tales como: maíz, batata, mandioca, etc. Es más común la ganadería de cría, más aún en su extremo oriental, donde su curso y esteros permanecen por largo tiempo con agua. En cuanto a las posibilidades de acceso a este gran ambiente, se puede decir que en todo su trayecto existen vías de comunicación terrestres, a veces en mal estado cuando las lluvias son intensas y duraderas.

- UNIDAD CARTOGRAFICA° 38

CC: (Scorza Cué)

Serie: SCORZA CUÉ

Taxonomía: Paleudoles ácuicos-vérticos, franco fina, mixta, hipertérmica.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: En el campo del Sr. Biogini, en Paraje Scorza Cué, sobre camino interno, después de pasar estero El Cármén, departamento Itatí, provincia de Corrientes.

Paisaje: En un paisaje de sabana-parque se insertan inclusiones de pequeñas isletas de vegetación leñosa mesohigrólicas, a veces totalmente talada y

luego utilizadas para agricultura. En este ambiente se encuentran los suelos Scorza Cué, como relicto de albardones semidesmantelados. Son suelos moderadamente drenados, con escurrimiento lento y permeabilidad moderada, escaso peligro de anegamiento, pero sí encharcamientos de corta duración en días lluviosos.

Descripción morfológica: Representa a suelos franco-arenosos, de coloración oscura (pardo muy oscuro a negro), reuniendo los requisitos de un epipedon mólico de más de 30 cm. de espesor (parte del Btc), con estructura en bloques y granular, medias y moderadas. El horizonte Bt textural, franco-arcillo-arenoso, tiene estructura prismática y colores oscuros que se diluyen a pardo grisáceo en el BC; moteados y concreciones de hierro manganeso, clayskins y slikensides, que indican un tipo de arcilla (2:1), con movimientos de fricción entre los agregados (características vérticas).

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición:	plano
Pendiente:	0-05%
Drenaje:	Moderado
Escurrimiento:	Lento
Permeabilidad:	Moderada
Efectos de Erosión hídrica:	Ligero
Cobertura del suelo:	90%
Espesor horizonte superficial:	19 cm.
Profundidad efectiva para las raíces:	53 cm.
Limitantes:	Drenaje moderado.

El factor limitante mayor, lo constituye su drenaje moderado, además de la ubicación y superficies reducidas, ubicaría a estos suelos en la Subclase IIIs y el Índice de Productividad es tan solo de 42.

SERIE: **SCORZA CUÉ**

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL					
		A1	A2	Btc	Btcss	2Btcgss	BCcgss
Textura		fr.Ar.	fr.Ar.	fr.arc.Ar.	fr.arc.Ar.	fr.arc.Ar.	fr.arc.Ar.
Profundidad	cm.	0-19	19-34	34-53	53-70	70-91	91+
Materia orgánica	%	2.1	1.0	1.0	1.0	0.2	0.1
Carbono orgánico	%	1.2	0.6	0.6	0.3	0.1	0.1
Nitrógeno total	%	0.1	0.1	0.1	0	0	0
Relación C/N		11.8	10.5	10.8	10.0	8.1	3.5
Arcilla	(> 2 u) %	10.0	12.0	32.6	31.3	31.3	31.7
Limo	(20-50 u) %	22.1	19.9	18.4	16.6	20.0	20.3
Arena muy fina	(50-100 u) %	3.2	3.5	3.0	3.0	2.7	2.8
Arena fina	(100-250 u) %	42.1	42.8	29.7	31.9	30.1	29.2
Arena media	(250-500 u) %	20.8	20.3	14.9	16.1	14.5	14.7
Arena gruesa	(500-1000 u) %	1.8	1.5	1.4	1.1	1.4	1.3
pH agua	(1 : 2,5)	5.7	5.8	6.9	7.8	7.9	5.4
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	5.2	4.8	16.2	18.9	19.1	18.5
Magnesio	(Mg++) cmol(+)/kg.	0.8	0.5	3.2	3.5	3.9	4.0
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Fósforo	(P) p.p.m.	2.9	0	0	0	0	0
Aluminio	(Al+++) cmol(+)/kg.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	6.6	5.8	20.0	23.2	24.0	23.5
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	7.8	7.8	22.5	19.3	19.3	21.9
Sat. de Sodio	(PSI) (%)	3.8	3.8	1.8	3.1	3.6	3.2
Saturación bases	(V) (%)	84	74	88	100	100	100

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 40

Cco: Corsa Cué 55 % - Oca 45 %. 275 hectáreas (0,032 %).

Cuando estos suelos se asocian con la serie Oca, ocurre algo similar al caso anterior, con la diferencia de que éstas son áreas poco utilizadas, excepto el pastoreo de ganado.

Se observa un mayor efecto de la erosión (blanquiales) y la alcalinidad de la serie Oca, aunque los animales apetecen mucho las pocas especies herbáceas que crecen en estos lugares.

Serie: **CORSA CUÉ**

Taxonomía: Paleudoles ácuicos-vérticos, franco fina, mixta, hipertérmica.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: En el campo del Sr. Biogini, en Paraje Corsa Cué, sobre camino interno, después de pasar estero El Carmen, departamento Itatí, provincia de Corrientes.

Paisaje: En un paisaje de sabana-parque se insertan inclusiones de pequeñas isletas de vegetación leñosa mesohigrófica, a veces totalmente talada y luego utilizadas para agricultura. En este ambiente se encuentran los suelos Corsa Cué, como relicto de albardones semidesmantelados. Son suelos moderadamente drenados, con escurrimiento lento y permeabilidad moderada, escaso peligro de anegamiento, pero sí encharcamientos de corta duración en días lluviosos.

Descripción morfológica: Representa a suelos franco-arenosos, de coloración oscura (pardo muy oscuro a negro), reuniendo los requisitos de un epipedon mólico de más de 30 cm. de espesor (parte del Btc), con estructura en bloques y granular, medias y moderadas. El horizonte Bt textural, franco-arcillo-arenoso, tiene estructura prismática y colores oscuros que se diluyen a pardo grisáceo en el BC; moteados y concreciones de hierro manganeso, clayskins y slikensides, que indican un tipo de arcilla (2:1), con movimientos de fricción entre los agregados (características vérticas).

El factor limitante mayor, lo constituye su drenaje moderado, además de la ubicación y superficies reducidas, ubicaría a estos suelos en la Subclase IIIs y el Índice de Productividad es tan solo de 42.

Serie: OCÁ

Taxonomía: Natracualfes típicos, franco fina, mixta.

Material de origen: Formación Toropí – Yupoí

Localización: Sobre la Ruta N° 12, vieja que va de Laguna Brava, lado este, a unos 3200 m. de Laguna Brava hacia el sur. Departamento Capital, Corrientes.

Paisaje: Es una de la Series de mayor dispersión en la región occidental de la provincia. Se ubica generalmente en un relieve normal-subnormal, en posición de plano alto (terrazza alta), con pendiente de 0-0,5%. La vegetación está constituida por especies xerófilas asociadas a otras halófitas (*Schinopsis balansae*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Prosopis affinis*, *Prosopis sp.*, además de *Bromelia* y *aechmea sp.*). El escurrimiento es medio a rápido, permeabilidad muy lenta y el drenaje es imperfecto a pobre.

Descripción morfológica: Presenta un horizonte albico (E), en superficie de 5 cm. de espesor, gris claro a blanco, por lo que se denomina "blanquiales o blanquizales", este horizonte se sobrepone a un Btk1, nátrico, franco-arcillo-arenoso, fuertemente alcalino de muy baja conductividad hidráulica, con tenores de

sodio intercambiable superiores al 15%. El espesor del nátrico es 67 cm., con elevada retención de humedad. Son suelos particularmente secos por debajo de los primeros centímetros con problemas de aridez fisiológica. Como están ubicados en un plano intermedio de terraza, es común encontrarlos semicubiertos por materiales transportados de los sectores más altos, enmascarando algunas de sus características.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición: Plano alto	
Pendiente:	0 – 0.5 %.
Drenaje:	Imperfecto a pobre.
Escurrimiento:	Medio a rápido
Permeabilidad:	Muy lenta
Efectos de Erosión hídrica y Eólica:	Ligera
Cobertura del suelo:	5%
Espesor horizonte superficial:	5 cm.
Profundidad efectiva para las	67 cm.
Limitantes:	Sodicidad y Drenaje deficiente

Las condiciones químicas de estos suelos están bloqueadas por el alto porcentaje de sodio intercambiable, lo que torna impracticable cualquier tipo de cultivo. Las limitantes son severas, por lo tanto se limita al uso como campo natural de pastoreo, vida silvestre y explotación de madera para leña y postes. El Índice de Productividad es 2 y Clase de Capacidad de Uso es VI.

SERIE: OCA

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
		E	Btk1	Btk2	Btk3	Bck
Textura		Fr.Ar.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.
Profundidad	cm.	0-5	5-21	21-41	41-67	67+
Materia orgánica	%	2.17	1.41	0.57	0.38	0.05
Carbono orgánico	%	1.26	0.82	0.33	0.22	0.03
Nitrógeno total	%	0.106	0.078	0.049	0.037	0.027
Relación C/N		11.9	10.5	6.7	6.0	1.1
Arcilla	(> 2 u) %	7.5	23.9	24.0	31.2	33.7
Limo	(20-50 u) %	15.5	20.8	27.2	23.6	23.4
Arena mey fina	(50-100 u) %	4.8	4.8	5.2	4.4	4.9
Arena fina	(100-250 u) %	47.2	33.2	29.4	27.6	18.7
Arena media	(250-500 u) %	23.0	15.8	12.9	11.9	18.2
Arena gruesa	(500-1000 u) %	2.0	1.4	1.3	1.3	1.4
pH agua	(1 : 2,5)	6.1	8.2	9.1	9.6	9.4
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	3.5	10.0	12.3	--	--
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.5	3.4	7.9	12.5	15.1
Magnesio	(Mg++) cmol (+)/kg.	0.4	1.9	2.0	--	--
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.33	0.22	0.36	0.51	0.58
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	4.73	15.5	22.56	--	--
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	5.1	15.3	22.2	21.5	21.3
Saturación bases	(V) (%)	10	22	36	58	71

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 48

Cht: Chequín 60 % - Tataré 40 %. 7.046 hectáreas (0,831 %).

Constituyen la mayor superficie cubierta por solamente dos series, ya que abarcan grandes áreas de las Regiones 5, 4 y 1, en ese orden, de acuerdo a la mayor extensión ocupada en cada una de ellas.

Constituyen vastas planicies afectadas por el exceso de humedad, que periódicamente sufren inundaciones debido al lento escurrimiento del agua y pobre drenaje.

Actualmente son utilizados para la cría del ganado bovino y en proporciones pequeñas para el cultivo de arroz.

Sin temor a equivocarnos se podría decir que la vocación de estos suelos es la citada (ganadera-arrocera), por lo menos en las condiciones actuales, con las reservas del caso permitiría forestales. Agricultura solamente con sistemas de drenaje, que permitan el saneamiento del exceso de agua, en época lluviosa o de inundaciones.

Ambas series tienen la misma ubicación en el relieve, quizás Tataré ocupa áreas un poco más deprimidas (malezales), de esta manera pueden ser fácilmente diferenciadas en el campo.

Tataré representa ambientes de "malezales" (ver descripción de la serie), por esta razón Chequín tiene más posibilidades o aptitud agrícola, a pesar de tener características similares.

Serie: CHEQUÍN

Taxonomía: Albacualfes típicos, arcillosa fina.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: Localizado a la vera del río Paraná, en el extremo norte, Departamentos de Itatí y Berón de Astrada. La ruta nacional N° 12 lo cruza en toda su extensión.

Paisajes: Se ubica en relieve subnormal, en el plano de terraza del río Paraná, con pendientes que alcanzan al 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de gramíneas y ciperáceas con presencia de *Paspalum durifolium* (capií apereá). El drenaje es imperfecto, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, susceptible a los anegamientos frecuentes de corta duración.

Descripción morfológica: Se destaca en ésta Serie la presencia de un horizonte E, albico en superficie, bien desarrollado, de aproximadamente 40 cm. de espesor, gris parduzco claro, franco a franco-arenoso, para pasar a través de

un cambio textural abrupto, a un horizonte argílico, Bt, arcilloso y fuertemente estructurado, gris claro a gris verdoso (color dominante en el horizonte Cg), de reacción medianamente ácida. Los moteados comienzan en el E y se concentran en la parte superior del Bt, mientras que las concreciones de hierro-manganeso son escasas. La profundidad efectiva alcanza a los 44 cm.

Son medianamente fértiles, con baja provisión de materia orgánica y moderada provisión de bases de cambio especialmente en el Bt; en este horizonte los valores de aluminio son elevados (2,9 a 6,5 meq/%) y pueden causar toxicidad en cultivos como el arroz.

Tiene limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas por su posición, que favorece el exceso de humedad y el drenaje deficiente. El uso actual es el de campo natural de pastoreo y el cultivo de arroz. La Clase de Capacidad de

SERIE: CHEQUÍN

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL					
		E1	E2	Bt1	Bt2	Btss	Cg
Textura		Fr.	Fr.Ar.	arc.	arc.	arc.	arc.
Profundidad	cm.	0-19	19-32	32-44	44-84	84-110	110+
Materia orgánica	%	1.40	0.29	0.81	0.71	0.29	0.07
Carbono orgánico	%	0.8	0.2	0.5	0.4	0.2	0
Nitrógeno total	%	0.10	0.08	0.08	0.06	0.04	0.02
Relación C/N		7.6	4.9	4.7	5.6	4.3	1.7
Arcilla	(> 2 u) %	15.3	15.7	49.3	59.9	58.9	51.5
Limo	(20-50 u) %	36.0	22.0	22.2	18.0	8.6	10.9
Arena fina	(100-250 u) %	47.6	60.5	27.3	21.0	31.2	36.8
Arena gruesa	(500-1000 u) %	1.1	1.8	1.2	1.0	1.3	1.1
pH agua	(1 : 2,5)	4.9	5.2	5.3	5.6	5.9	5.9
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	2.4	1.4	8.5	13.3	15.7	15.5
Magnesio	(Mg++) cmol(+)/kg.	0.1	0.1	2.0	3.4	4.3	4.1
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.2	0.1	0.4	0.5	0.8	0.5
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.08	0.02	0.15	0.30	0.39	0.33
Aluminio	(Al+++)	1.3	0.7	5.1	4.7	1.2	0.3
Acidez de cambio	(H+) cmol(+)/kg.	4.1	2.1	7.7	9.6	8.0	6.6
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	2.6	1.6	11.0	17.5	21.2	20.4
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	7.9	4.1	23.2	27.1	29.9	26.8
Cap.efec.cambio	(ECEC) cmol(+)/kg.	3.9	2.3	16.1	22.2	23.4	
	20.7						
Sat. de Aluminio	(PSAI) (%)	33.3	30.4	31.7	21.2	5.1	1.4
Saturación bases	(V) (%)	35	39	47	65	70	76

uso es Vw y el Índice de Productividad alcanza a 9.

Serie: TATARÉ

Taxonomía: Endoacualfes típicos, arcillosa.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: En el campo del Sr. Antinori, en el paraje Timbó Paso, a unos 100 m. al sur del camino vecinal al paraje y al costado del alambrado que cruza el camino. 3ra. Sección, Departamento San Miguel, provincia de Corrientes.

Paisaje: Se ubica en relieve subnormal-cóncavo, posición de bajo con microrelieve de malezal y pendientes no mayores a 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de: *Sorghastrum agrostoides*, *Schizachyrium sp.*, *Axonopus sp.*, *Rynchospora sp.*, *Eragrostis sp.* y *Paspalum sp.* El drenaje es imperfecto, con escurrimiento muy lento y permeabilidad muy lenta, con anegamientos frecuentes en épocas de grandes crecientes.

Descripción morfológica: Son suelos fuertemente desarrollados, con un epipedon ócrico, somero y un horizonte eluvial (E) de 20 cm. de espesor. Continúa un BA_t de transición, franco arenoso gris parduzco, fuertemente ácido. Los primeros 17 cm., corresponden a la "columna" del malezal. El horizonte B_t, argílico es arcilloso, fuertemente estructurado, con abundantes moteado. Se observan concreciones, chorreaduras (característica vértica) y es de reacción débilmente ácida. La profundidad efectiva llega a 100 cm.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición:	Bajo
Pendiente:	<0.5 %.
Drenaje:	Imperfecto
Escurrimiento:	Muy lento
Permeabilidad:	Muy lenta
Efectos de Erosión hídrica:	Moderado
Cobertura del suelo:	60 %
Espesor horizonte superficial:	17 cm.
Profundidad efectiva para las raíces:	100 cm.
Limitantes:	Drenaje deficiente y anegamiento.

Los suelos de la Serie Tataré, no son adecuados para cultivos comunes, los factores limitantes que poseen, restringen su uso a campo natural de pastoreo, cultivo de arroz y eventualmente forestación. El exceso de humedad y drenaje deficiente, los ubica en la Clase Vw por Capacidad de Uso, y el Índice de productividad es de 7.

SERIE: TATARÉ

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL					
		A	E	BAt	Bt	Btss	Btg
Textura		fr.Ar.	fr.Ar.	fr.arc.Ar.	arc.	Fr arc -arc.	fr.arc.Ar
Profundidad	cm.	0-17	17-37	37-47	47-70	70-87	87+
Materia orgánica	%	3.0	1.2	0.9	1.0	0.6	0.2
Carbono orgánico	%	1.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1
Nitrógeno total	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
Relación C/N		12.0	9.0	8.6	9.7	9.7	6.0
Arcilla	(> 2 u) %	13.8	10.8	21.4	41.7	40.0	29.4
Limo	(20-50 u) %	32.4	29.1	25.6	18.8	18.2	17.1
Arena fina	(100-250 u) %	52.8	58.7	51.5	38.7	40.7	51.9
Arena gruesa	(500-1000 u) %	1.0	1.4	1.5	0.8	1.1	1.4
pH agua	(1 : 2,5)	4.5	4.9	5.3	5.4	5.6	6.0
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	4.0	3.1	5.6	13.2	14.6	12.9
Magnesio	(Mg++) cmol(+)/kg.	1.1	1.2	2.2	4.0	4.9	4.6
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.2	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Aluminio	(Al+++) cmol(+)/kg.	0.8	0.8	2.2	5.2	3.2	0.4
Acidez de cambio	(H+) cmol(+)/kg.	3.8	2.2	5.5	13.3	10.0	3.7
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	5.5	4.7	8.2	17.9	20.1	18.1
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	9.2	6.9	12.5	28.4	26.8	21.8
Cap.efec.cambio	(ECEC) cmol(+)/kg.	6.3	5.4	10.4	23.1	23.3	18.5
Sat. de Aluminio	(PSAI) (%)	16.7	14.8	21.1	22.5	13.7	2.2
Sat. de Sodio	(PSI) (%)	2.2	4.3	2.4	1.8	1.5	6.7
Saturación bases	(V) (%)	60	67	65	62	74	83

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 50

Cir: Chequín 80 % - Iribucú 20 %. 13.575 hectáreas (1,60 %).

La asociación Chequín con Iribucú se efectúa en los planos hidromórficos que constituyen el dique natural del río Paraná y además forma parte de la región de los albardones, depresiones y planos de terraza del mismo río ocupando grandes extensiones dentro de las mencionadas regiones (1 y 4).

La posición en el relieve es la misma para ambas series, por lo tanto no es posible separarlas cartográficamente. En general se puede decir que Iribucú representa áreas un poco más deprimidas y encharcadas, con menor desarrollo del perfil, a pesar de presentar un horizonte superficial que actúa como A2 álbico, con cambio textural abrupto con respecto al B2t, el espesor de este (B2t) varía entre 45 y 50 cm.

Como sucede con la asociación anterior, la totalidad de la superficie que cubren estos suelos, son utilizados como campo natural de pastoreo y el cultivo del arroz, que en definitiva es su vocación. Se observan también algunas plantaciones forestales de extensión reducida.

Serie: CHEQUÍN

Taxonomía: Albacualfes típicos, arcillosa fina.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: Localizado a la vera del río Paraná, en el extremo norte, Departamentos de Itatí y Berón de Astrada. La ruta nacional Nº 12 lo cruza en toda su extensión.

Paisajes: Se ubica en relieve subnormal, en el plano de terraza del río Paraná, con pendientes que alcanzan al 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de gramíneas y ciperáceas con presencia de *Paspalum durifolium* (capií apereá). El drenaje es imperfecto, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, susceptible a los anegamientos frecuentes de corta duración.

Descripción morfológica: Se destaca en ésta Serie la presencia de un horizonte E, albizo en superficie, bien desarrollado, de aproximadamente 40 cm. de espesor, gris parduzco claro, franco a franco-arenoso, para pasar a través de un cambio textural abrupto, a un horizonte argílico, Bt, arcilloso y fuertemente estructurado, gris claro a gris verdoso (color dominante en el horizonte Cg), de reacción medianamente ácida. Los moteados comienzan en el E y se concentran en la parte superior del Bt, mientras que las concreciones de hierro-manganeso son escasas. La profundidad efectiva alcanza a los 44 cm.

Son medianamente fértiles, con baja provisión de materia orgánica y moderada provisión de bases de cambio especialmente en el Bt; en este horizonte los valores de aluminio son elevados (2,9 a 6,5 meq/%) y pueden causar toxicidad en cultivos como el arroz

Tiene limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas por su posición, que favorece el exceso de humedad y el drenaje deficiente. El uso actual es el de campo natural de pastoreo y el cultivo de arroz. La Clase de Capacidad de uso es Vw y el Índice de Productividad alcanza a 9.

Serie: IRIBU CUÁ

Taxonomía: Albacualfes udólicos, arcillosa fina, hipertérmica.

Material de origen: Formación Toropí Yupoí

Localización: En el campo del Sr. Dijou, en Paraje La Palmira, después del albardón, en el plano que separa la loma, al Oeste del camino interno, y a 50 m. de éste aproximadamente. Departamento Itatí, Provincia de Corrientes.

Paisajes: Se ubica en un relieve subnormal, posición de plano bajo, y pendientes de hasta el 0,5%. La vegetación está representada por un pastizal de *Paspalum plicatum*, *Paspalum notatum*, *Eragrostis bahiensis* y *Rhynchospora*

corymbosa. El drenaje es imperfecto, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, con peligro de anegamientos frecuentes en épocas de crecientes.

Descripción morfológica: Se caracteriza por tener un horizonte superficial, oscurecido por materia orgánica, de baja saturación de bases, sobre un E, albico, franco arenoso, bien expresado, que a través de un cambio textural abrupto pasa a un Bt argílico, arcilloso, de baja conductividad hidráulica, fuertemente ácido, pardo y grisáceo oscuro, tornándose pardo amarillento oscuro en profundidad. Los moteados se destacan más, en los horizontes superficiales y la profundidad efectiva es de 80 cm. Se destaca en estos suelos, altos tenores de aluminio y sodio intercambiable a partir de 80 cm.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición: Plano bajo	
Pendiente:	0 - 0.5 %.
Drenaje:	Imperfecto
Escurrecimiento:	Lento
Permeabilidad:	Lenta
Efectos de Erosión hídrica actual:	Ligero
Cobertura del suelo:	75%
Espesor horizonte superficial:	20 cm.
Profundidad efectiva para las	80 cm.
Limitantes:	Drenaje deficiente y anegabilidad.

La susceptibilidad al anegamiento frecuente, por su posición y drenaje imperfecto, restringen el uso a pastoreo de campos naturales, cultivo de arroz y conservación de vida silvestre. La Clase de Capacidad de Uso es Vw y el Índice de Productividad es de 5.

SERIE: IRIBU CUA

HORIZONTES →			DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
			A	E	Bt1	Bt2	Bt3
Textura			Fr.Ar.	Fr.Ar.	arc.	arc.	Fr.arc.Ar.
Profundidad	cm.		0-20	20-37	37-57	57-79	79+
Materia orgánica	%		1.3	1.0	1.6	0.8	0.2
Carbono orgánico	%		0.8	0.6	0.9	0.5	0.1
Nitrógeno total	%		0.1	0.1	0.1	0	0
Relación C/N			9.1	7.8	8.3	8.1	4.5
Arcilla	(> 2 u)	%	14.0	18.3	55.5	46.7	33.2
Limo	(20-50 u)	%	14.7	13.1	9.7	9.7	10.3
Arena muy fina	(50-100 u)	%	3.1	2.6	1.6	1.9	1.9
Arena fina	(100-250 u)	%	44.7	41.6	19.5	24.9	32.0
Arena media	(250-500 u)	%	22.6	23.2	12.9	15.8	20.8
Arena gruesa	(500-1000 u)	%	0.9	1.2	0.8	1.0	1.8
pH agua	(1 : 2,5)		4.9	5.6	5.9	5.4	5.8
Calcio	(Ca++)	cmol(+)/kg.	1.3	2.0	7.5	10.2	7.6
Sodio	(Na+)	cmol(+)/kg.	0.5	0.9	2.7	3.0	2.5
Magnesio	(Mg++)	cmol (+)/kg.	0.8	1.2	2.4	4.3	4.2
Potasio	(K+)	cmol(+)/kg.	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
Aluminio	(Al+++)	cmol(+)/kg.	0.7	2.0	5.3	1.8	0.3
Fósforo	(P)	p.p.m.	1.3	0	0	2.7	0
Suma de bases	(S)	cmol(+)/kg.	2.7	4.2	12.8	17.8	14.6
Cap.interc. catiónico	(T)	cmol(+)/kg.	7.7	9.3	23.8	22.3	14.6
Cap.efec.cambio	(ECEC)	cmol(+)/kg.	3.4	6.2	18.1	19.6	14.9
Sat. de Aluminio	(PSAI)	(%)	20.6	32.2	29.3	9.2	2.0
Sat. de Sodio	(PSI)	(%)	6.5	9.7	11.3	13.4	17.1

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 71

Inc: Indalecio 65 % - Corsa Cué 35 %. 800 hectáreas (0,094 %).

En el ítem “Cid”, fue descripta la asociación donde el mayor porcentaje correspondía a Corsa Cué. En ambos casos esta asociación se produce en las regiones 1, 3 y 5.

Este ejemplo, representa a áreas más definidas por las características de Indalecio, es decir isletas de bosques xerohalófilos, con suelos alcalinos sódicos, ocupando los bordes de paleocauces que evidencian terrazas que fueron desmanteladas por la erosión anterior.

Corsa Cué, ocupa áreas cercanas donde se depositaron sedimentos que han desarrollado suelos con carácter mólico.

Posee mejores condiciones para la agricultura que Indalecio, un molisol con problemas de alcalinidad y cantidades de sodio.

En general son utilizados como campo natural de pastoreo, no obstante en ocasiones son desmontadas y ocupadas para agricultura, o más comúnmente el cultivo del arroz, debido a que están incluidas en los grandes ambientes de los suelos con aptitud arroceras.

Serie: INDALECIO

Taxonomía: Natracuoles típicos, franco fina

Material de origen: Formación Toropì-Yupoí

Localización: En la Estancia El Abra, de la familia Vedoya, a 1300 m. al Sur de la Ruta N° 12, a 200 m. del casco. Departamento Itatí, Corrientes.

Paisajes: Se ubica en relieve subnormal-convexo, en posición de plano alto, con pendiente de 0,5 a 1%. Constituye isletas de bosques xerohalofíticos, de *Prosopis sp.*, *Acacia sp.*, y un tapiz de gramíneas de porte bajo. El drenaje es imperfecto, con escurrimiento lento y permeabilidad lenta; susceptible al anegamiento por períodos cortos.

Descripción morfológica: El epipedón es mólico, franco arenoso a franco arcillo-arenoso, pardo grisáceo muy oscuro con moteados comunes y débiles. El Btn, es nátrico desde los 39 cm., franco arcilloso, de reacción alcalina y concreciones de carbonato de calcio, blandas y pulvulentas a partir de los 84 cm. (Btnk). La profundidad efectiva alcanza a 63 cm.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición: Plano alto	
Pendiente: 0.5 a 1%.	
Drenaje: Imperfecto	
Escurrimiento:	Lento
Permeabilidad:	Lenta
Efecos de Erosion hídrica actual:	Ligero
Coberura del suelo:	70
Espesor horizonte superficial:	9 cm.
Profundidad efectiva para las raíces:	63 cm.
Limitantes:	Drenaje deficiente y sodicidad.

Las limitantes que poseen por drenaje imperfecto, sodicidad y anegamiento, restringen la elección de cultivos y limitan su uso para pastos y conservación de la vida silvestre. El uso actual es el de campo natural de pastoreo, con baja carga animal. El Índice de Productividad es solo de 2 y la Capacidad de Uso es Vls.

SERIE: INDALECIO

HORIZONTES →			DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
			A	Btn1	Btn2	Btnk1	Btnk2
Textura			Fr. Ar.	Fr. arc.Ar.	Fr. arc.	arc.Ar.	Fr. arc.Ar.
Profundidad	cm.		0-9	09-39	39-84	84-102	102+
Materia orgánica	%		2.4	1.3	0.5	0.1	0.1
Carbono orgánico	%		1.4	0.8	0.3	0.1	0.1
Nitrógeno total	%		0.1	0.1	0	0	0
Relación C/N			10.5	8.4	8.6	4.0	4.6
Arcilla	(> 2 u)	%	12.0	22.8	29.9	35.4	33.4
Limo	(20-50 u)	%	22.1	26.4	27.1	19.2	16.7
Arena fina	(100-250 u)	%	64.2	49.1	41.5	44.0	48.3
Arena gruesa	(500-1000 u)	%	1.7	1.4	1.3	1.4	1.6
pH agua	(1 : 2,5)		6.2	7.5	8.6	8.7	8.3
Calcio	(Ca++)	cmol(+)/kg.	4.9	5.3	0.0	0.0	0.0
Sodio	(Na+)	cmol(+)/kg.	0.7	1.8	4.5	4.3	3.9
Magnesio	(Mg++)	cmol(+)/kg.	2.6	2.0	0.0	0.0	0.0
Potasio	(K+)	cmol(+)/kg.	0.5	0.6	0.3	0.3	0.2
Acidez de cambio	(H+)	cmol(+)/kg.	1.4	0.5	0	0	0
Suma de bases	(S)	cmol(+)/kg.	8.7	9.7	4.8	4.6	4.1
Cap.interc. catiónico	(T)	cmol(+)/kg.	8.6	17.3	4.8	17.0	14.6
Sat. de Sodio	(PSI)	(%)	8.1	71.4	93.7	25.3	26.7
Saturación bases	(V)	(%)	100	95	100	--	--

Serie: CORSA CUÉ

Taxonomía: Paleudoles ácuicos-vérticos, franco fina, mixta, hipertérmica.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: En el campo del Sr. Biogini, en Paraje Corsa Cué, sobre camino interno, después de pasar estero El Cármén, departamento Itatí, provincia de Corrientes.

Paisaje: En un paisaje de sabana-parque se insertan inclusiones de pequeñas isletas de vegetación leñosa mesohigrófica, a veces totalmente talada y luego utilizadas para agricultura. En este ambiente se encuentran los suelos Corsa Cué, como relicto de albardones semidesmantelados. Son suelos moderadamente drenados, con escurrimiento lento y permeabilidad moderada, escaso peligro de anegamiento, pero sí encharcamientos de corta duración en días lluviosos.

Descripción morfológica: Representa a suelos franco-arenosos, de coloración oscura (pardo muy oscuro a negro), reuniendo los requisitos de un

epipedon mólico de más de 30 cm. de espesor (parte del Btc), con estructura en bloques y granular, medias y moderadas. El horizonte Bt textural, franco-arcillo-arenoso, tiene estructura prismática y colores oscuros que se diluyen a pardo grisáceo en el BC; moteados y concreciones de hierro manganeso, clayskins y slikensides, que indican un tipo de arcilla (2:1), con movimientos de fricción entre los agregados (características vérticas).

El factor limitante mayor, lo constituye su drenaje moderado, además de la ubicación y superficies reducidas, ubicaría a estos suelos en la Subclase IIIs y el Índice de Productividad es tan solo de 42.

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 72

Ind: (Indalecio)

Serie: INDALECIO

Taxonomía: Natracuoles típicos, franco fina

Material de origen: Formación Toropì-Yupoí

Localización: En la Estancia El Abra, de la familia Vedoya, a 1300 m. al Sur de la Ruta N° 12, a 200 m. del casco. Departamento Itatí, Corrientes.

Paisajes: Se ubica en relieve subnormal-convexo, en posición de plano alto, con pendiente de 0,5 a 1%. Constituye isletas de bosques xerohalofíticos, de *Prosopis sp.*, *Acacia sp.*, y un tapiz de gramíneas de porte bajo. El drenaje es imperfecto, con escurrimiento lento y permeabilidad lenta; susceptible al anegamiento por períodos cortos.

Descripción morfológica: El epipedón es mólico, franco arenoso a franco arcillo-arenoso, pardo grisáceo muy oscuro con moteados comunes y débiles. El Btn, es nátrico desde los 39 cm., franco arcilloso, de reacción alcalina y concreciones de carbonato de calcio, blandas y pulvulentas a partir de los 84 cm. (Btnk). La profun- didad efectiva alcanza a 63 cm.

Las limitantes que poseen por drenaje imperfecto, sodicidad y anegamiento, restringen la elección de cultivos y limitan su uso para pastos y conservación de la vida silvestre. El uso actual es el de campo natural de pastoreo, con baja carga animal. El Índice de Productividad es solo de 2 y la Capacidad de Uso es VIs.

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 73

loc: Iribucú 40 % - Oca 30 % Corsa Cué 30 %. 1.750 hectáreas (0,206 %).

Se produce como consecuencia de la inclusión en el ambiente de planosoles hidromórficos (Iribucúá), de isletas de bosques, que representan a antiguos albardones desmantelados por la erosión pasada, y que se localizan en paleocauces apenas distinguibles, que están ocupadas por las series Ocá y Corsa Cué.

Los suelos Iribucúá poseen drenaje imperfecto, con napa freática cerca de la superficie, evidentemente influenciado por el exceso de humedad durante parte del año.

La serie Ocá, también padece de drenaje impedido, con horizonte A somero, de color claro, casi blanco; son suelos con características nátricas (sódicas y marcada alcalinidad).

En cambio Corsa Cué, es la que tiene menos características ácuicas; de color oscuro (negro), franco-arenoso, que reúne los requisitos de un epipedón mólico de más de 30 cm. de espesor. Son moderadamente drenados, con poco peligro de anegamiento, pero si encharcamientos por cortos períodos. Es la única de las tres que admite agricultura.

De cualquier forma estas zonas están incluidas dentro de los campos naturales de pastoreo. En los casos que coinciden con el cultivo del arroz estas áreas en la mayoría de los casos son dejadas de lado por la vegetación arbórea de Ocá-Corsa Cué. En otros son desmontadas, entonces es común ver los efectos de la alcalinidad, en los lugares donde el agua de riego no fue lo suficiente.

Serie: IRIBU CUÁ

Taxonomía: Albacualfes udólicos, arcillosa fina, hipertérmica.

Material de origen: Formación Toropí Yupoi

Localización: En el campo del Sr. Dijou, en Paraje La Palmira, después del albardón, en el plano que separa la loma, al Oeste del camino interno, y a 50 m. de éste aproximadamente. Departamento Itatí, Provincia de Corrientes.

Paisajes: Se ubica en un relieve subnormal, posición de plano bajo, y pendientes de hasta el 0,5%. La vegetación está representada por un pastizal de *Paspalum plicatum*, *Paspalum notatum*, *Eragrostis bahiensis* y *Rhynchospora corymbosa*. El drenaje es imperfecto, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, con peligro de anegamientos frecuentes en épocas de crecientes.

Descripción morfológica: Se caracteriza por tener un horizonte superficial, oscurecido por materia orgánica, de baja saturación de bases, sobre un E, albico, franco arenoso, bien expresado, que a través de un cambio textural abrupto pasa a un Bt argílico, arcilloso, de baja conductividad hidráulica, fuertemente ácido, pardo y grisáceo oscuro, tornándose pardo amarillento oscuro en profundidad. Los moteados se destacan más, en los horizontes superficiales y la

profundidad efectiva es de 80 cm. Se destaca en estos suelos, altos tenores de aluminio y sodio intercambiable a partir de 80 cm.

La susceptibilidad al anegamiento frecuente, por su posición y drenaje imperfecto, restringen el uso a pastoreo de campos naturales, cultivo de arroz y conservación de vida silvestre. La Clase de Capacidad de Uso es Vw y el Índice de Productividad es de 5.

Serie: OCÁ

Taxonomía: Natracualfes típicos, franco fina, mixta.

Material de origen: Formación Toropí – Yupoí

Localización: Sobre la Ruta N° 12, vieja que va de Laguna Brava, lado este, a unos 3200 m. de Laguna Brava hacia el sur. Departamento Capital, Corrientes.

Paisaje: Es una de la Series de mayor dispersión en la región occidental de la provincia. Se ubica generalmente en un relieve normal-subnormal, en posición de plano alto (terrazza alta), con pendiente de 0-0,5%. La vegetación está constituida por especies xerófilas asociadas a otras halófitas (*Schinopsis balansae*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Prosopis affinis*, *Prosopis sp.*, además de *Bromelia* y *aechmea sp.*). El escurrimiento es medio a rápido, permeabilidad muy lenta y el drenaje es imperfecto a pobre.

Descripción morfológica: Presenta un horizonte álbico (E), en superficie de 5 cm. de espesor, gris claro a blanco, por lo que se denomina "blanquiales o blanquizales", este horizonte se sobrepone a un Btk1, nátrico, franco-arcillo-arenoso, fuertemente alcalino de muy baja conductividad hidráulica, con tenores de sodio intercambiable superiores al 15%. El espesor del nátrico es 67 cm., con elevada retención de humedad. Son suelos particularmente secos por debajo de los primeros centímetros con problemas de aridez fisiológica. Como están ubicados en un plano intermedio de terraza, es común encontrarlos semicubiertos por materiales transportados de los sectores más altos, enmascarando algunas de su característica.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición: Plano alto	
Pendiente:	0 – 0.5 %.
Drenaje:	Imperfecto a pobre.
Escurrimiento:	Medio a rápido
Permeabilidad:	Muy lenta
Efectos de Erosión hídrica y Eólica:	Ligera
Cobertura del suelo:	5%
Espesor horizonte superficial:	5 cm.

Profundidad efectiva para las	67 cm.
Limitantes:	Sodicidad y Drenaje deficiente

Las condiciones químicas de estos suelos están bloqueadas por el alto porcentaje de sodio intercambiable, lo que torna impracticable cualquier tipo de cultivo. Las limitantes son severas, por lo tanto se limita al uso como campo natural de pastoreo, vida silvestre y explotación de madera para leña y postes. El

SERIE: **OCÁ**

HORIZONTES →		DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
		E	Btk1	Btk2	Btk3	Bck
Textura		Fr.Ar.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.Ar	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.
Profundidad	cm.	0-5	5-21	21-41	41-67	67+
Materia orgánica	%	2.17	1.41	0.57	0.38	0.05
Carbono orgánico	%	1.26	0.82	0.33	0.22	0.03
Nitrógeno total	%	0.106	0.078	0.049	0.037	0.027
Relación C/N		11.9	10.5	6.7	6.0	1.1
Arcilla	(> 2 u) %	7.5	23.9	24.0	31.2	33.7
Limo	(20-50 u) %	15.5	20.8	27.2	23.6	23.4
Arena mey fina	(50-100 u) %	4.8	4.8	5.2	4.4	4.9
Arena fina	(100-250 u) %	47.2	33.2	29.4	27.6	18.7
Arena media	(250-500 u) %	23.0	15.8	12.9	11.9	18.2
Arena gruesa	(500-1000 u) %	2.0	1.4	1.3	1.3	1.4
pH agua	(1 : 2,5)	6.1	8.2	9.1	9.6	9.4
Calcio	(Ca++) cmol(+)/kg.	3.5	10.0	12.3	--	--
Sodio	(Na+) cmol(+)/kg.	0.5	3.4	7.9	12.5	15.1
Magnesio	(Mg++) cmol (+)/kg.	0.4	1.9	2.0	--	--
Potasio	(K+) cmol(+)/kg.	0.33	0.22	0.36	0.51	0.58
Suma de bases	(S) cmol(+)/kg.	4.73	15.5	22.56	--	--
Cap.interc. catiónico	(T) cmol(+)/kg.	5.1	15.3	22.2	21.5	21.3
Saturación bases	(V) (%)	10	22	36	58	71

Índice de Productividad es 2 y Clase de Capacidad de Uso es VI_s.

Serie: **CORSA CUÉ**

Taxonomía: Paleudoles ácuicos-vérticos, franco fina, mixta, hipertérmica.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: En el campo del Sr. Biogini, en Paraje Corsa Cué, sobre camino interno, después de pasar estero El Cármén, departamento Itatí, provincia de Corrientes.

Paisaje: En un paisaje de sabana-parque se insertan inclusiones de pequeñas isletas de vegetación leñosa mesohigrólicas, a veces totalmente talada y luego utilizadas para agricultura. En este ambiente se encuentran los suelos Corsa Cué, como relicto de albardones semidesmantelados. Son suelos

moderadamente drenados, con escurrimiento lento y permeabilidad moderada, escaso peligro de anegamiento, pero sí encharcamientos de corta duración en días lluviosos.

Descripción morfológica: Representa a suelos franco-arenosos, de coloración oscura (pardo muy oscuro a negro), reuniendo los requisitos de un epipedon mólico de más de 30 cm. de espesor (parte del Btc), con estructura en bloques y granular, medias y moderadas. El horizonte Bt textural, franco-arcillo-arenoso, tiene estructura prismática y colores oscuros que se diluyen a pardo grisáceo en el BC; moteados y concreciones de hierro manganeso, clayskins y slikensides, que indican un tipo de arcilla (2:1), con movimientos de fricción entre los agregados (características vérticas).

El factor limitante mayor, lo constituye su drenaje moderado, además de la ubicación y superficies reducidas, ubicaría a estos suelos en la Subclase III_s y el Índice de Productividad es tan solo de 42.

- UNIDAD CARTOGRAFICA Nº 81

Lt: (Loreto)

Serie: LORETO

Taxonomía: Hapludalfes típicos, franco fina.

Material de origen: Formación Ituzaingó.

Localización: En la Estancia del Sr. Alfredo Fabiani, sobre camino interno, en sentido paralelo a la Ruta a unos 1200 m. del casco hacia el Sur, frente a dos lagunas secas, Departamento San Miguel, Corrientes.

Paisajes: Se ubica en un relieve normal, en posición de loma a media loma alta, con pendiente de 1-2%. La vegetación está compuesta por *Schizachirium sp.*, *Setarea sp.*, *Eragrostis sp.*, *Sporobolus sp.*, además de *Eringium sp.* y *Vernonia sp.* Es excesivamente drenado con escurrimiento medio y permeabilidad moderadamente rápida.

Descripción morfológica: Son suelos profundos con un epipedon ócrico, de alrededor de 46 cm. de espesor, arenoso-franco, de color pardo oscuro al que le continúa un horizonte argílico y textural de 60 cm. de espesor, franco-arcillo-arenoso, de color rojo oscuro y estructura moderada. La profundidad efectiva de la Serie Loreto es mayor a 100 cm.

Son suelos de baja fertilidad natural, con tenores de materia orgánica inferiores al 1%, y bajos contenidos de bases de cambio. Esta serie es una de las más utilizadas en agricultura en una amplia zona de la provincia, como así también para forestales, citrus y campo natural de pastoreo.

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición:	Loma a media loma alta
Pendiente:	1- 2 %.
Drenaje:	Excesivo
Escurrimiento:	Medio
Permeabilidad:	Moderadamente rápida
Efectos de Erosión hídrica actual:	Ligero
Cobertura del suelo:	90%
Espesor horizonte superficial:	18 cm.
Profundidad efectiva para las raíces:	> 100 cm.
Limitantes:	Baja fertilidad y erosión hídrica/eólica.

Sus limitantes principales se refieren a la susceptibilidad a la erosión hídrica, baja fertilidad natural y retención de agua. Con prácticas adecuadas de manejo, pueden obtenerse rendimientos sostenidos. Son clasificados por Capacidad de Uso

SERIE: LORETO

HORIZONTES →			DATOS ANALITICOS DEL PERFIL			
			Ap	A2	BAt	Bt
Textura			Ar.fr.	Fr.Ar.	Fr.arc.Ar.	Fr.arc.Ar.
Profundidad	cm.		0-18	18-46	46-78	78+
Materia orgánica	%		1.0	0.7	0.6	0.5
Carbono orgánico	%		0.6	0.4	0.3	0.2
Nitrógeno total	%		0.05			
Relación C/N			11.2	9.1	7.6	6.9
Arcilla	(> 2 u)	%	4.2	11.6	20.2	21.2
Limo	(20-50 u)	%	11.8	10.5	8.2	9.7
Arena fina	(100-250 u)	%	83.4	77.1	71.0	68.3
Arena gruesa	(500-1000 u)	%	0.6	0.8	0.6	0.6
pH agua	(1 : 2,5)		4.8	4.6	4.7	5.0
Calcio	(Ca++)	cmol(+)/kg.	2.1	1.3	2.1	2.3
Magnesio	(Mg++)	cmol(+)/kg.	0.4	0.6	0.8	0.9
Sodio	(Na+)	cmol(+)/kg.	0.3	0.3	0.3	0.2
Potasio	(K+)	cmol(+)/kg.	0.2	0.3	0.1	0.1
Aluminio	(Al+++)	cmol(+)/kg.	<0.1	0.6	0.5	0.4
Acidez de cambio	(H+)	cmol(+)/kg.	0.9	1.0	1.8	1.8
Suma de bases	(S)	cmol(+)/kg.	3.0	2.5	3.3	3.5
Cap.interc. catiónico	(T)	cmol(+)/kg.	3.5	4.1	5.2	5.4
Cap.efec.cambio	(ECEC)	cmol(+)/kg.	3.3	24.0	15.1	11.4
Sat. de Aluminio	(PSAI)	(%)	3.0	2.5	3.3	3.5
% Saturación Sodio	(PSI)	(%Na/T)	8.6	7.3	5.8	3.7
Saturación bases	(V)	(%)	94	60	64	66

en Ille y el Índice de Productividad es de 33

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 148

Tec: Tataré 70 % - Chequín 30 %. 19.122 hectáreas (2,256 %).

La asociación que pasaremos a describir es una de las de mayor extensión del área en estudio, y de mayor importancia dentro de los planosoles detectado en el trabajo.

Tanto la serie Tataré como Chequín, cubren grandes extensiones en las regiones 5 - 4 y 1, en ese orden.

La separación de ambas series en el campo o por fotointerpretación es sumamente difícil, tanto el paisaje, como el patrón fotográfico muestran las mismas características.

Esto se debe a que tienen igual ubicación en el relieve, diferenciándose apenas, por que Tataré está en ambiente de "malezal", o sea que en el gran plano aparece en áreas un poco más deprimidas, y por ende con anegamientos más prolongados.

Ambos suelos tienen drenaje imperfecto, de coloración grisácea cuando seco, con un fuerte desarrollo (A1 - A2 - B2 - C).

En el caso de Chequín, generalmente ha perdido la capa superficial y para muestra el A2 aflorando; además es común la presencia de tacurúes, montículos formados por un tipo de Termitas.

Son, tierras muy atizadas para la cría de ganado bovino y el cultivo de arroz, por la cercanía del río Paraná, de donde utilizan el agua para riego. Se observan algunas forestaciones, con poco éxito por el lento crecimiento (Eucaliptus).

En el aspecto agrícola, las posibilidades son pocas porque periódicamente sufren anegamientos. Para utilizar estos suelos en cultivos de secano se deberán construir costosas obras de ingeniería.

En el ítem Api; se describió la asociación Chequín-Tataré, similar a ésta.

Serie: TATARÉ

Taxonomía: Endoacualfes típicos, arcillosa.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: En el campo del Sr. Antinori, en el paraje Timbó Paso, a unos 100 m. al sur del camino vecinal al paraje y al costado del alambrado que cruza el camino. 3ra. Sección, Departamento San Miguel, provincia de Corrientes.

Paisaje: Se ubica en relieve subnormal-cóncavo, posición de bajo con microrelieve de malezal y pendientes no mayores a 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de: *Sorgastrum agrostoides*, *Schizachyrium sp.*, *Axonopus sp.*, *Rynchospora sp.*, *Eragrostis sp.* y *Paspalum sp.* El drenaje es imperfecto, con escurrimiento muy lento y permeabilidad muy lenta, con anegamientos frecuentes en épocas de grandes crecientes.

Descripción morfológica: Son suelos fuertemente desarrollados, con un epipedon ócrico, somero y un horizonte eluvial (E) de 20 cm. de espesor. Continúa un BA_t de transición, franco arenoso gris parduzco, fuertemente ácido. Los primeros 17 cm., corresponden a la "columna" del malezal. El horizonte B_t, argílico es arcilloso, fuertemente estructurado, con abundantes moteado. Se observan concreciones, chorreaduras (característica vértica) y es de reacción débilmente ácida. La profundidad efectiva llega a 100 cm.

Los suelos de la Serie Tataré, no son adecuados para cultivos comunes, los factores limitantes que poseen, restringen su uso a campo natural de pastoreo, cultivo de arroz y eventualmente forestación. El exceso de humedad y drenaje deficiente, los ubica en la Clase Vw por Capacidad de Uso, y el Índice de productividad es de 7.

Serie: CHEQUÍN

Taxonomía: Albacualfes típicos, arcillosa fina.

Material de origen: Formación Yupoí.

Localización: Localizado a la vera del río Paraná, en el extremo norte, Departamentos de Itatí y Berón de Astrada. La ruta nacional N° 12 lo cruza en toda su extensión.

Paisajes: Se ubica en relieve subnormal, en el plano de terraza del río Paraná, con pendientes que alcanzan al 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de gramíneas y ciperáceas con presencia de *Paspalum durifolium* (capií apereá). El drenaje es imperfecto, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, susceptible a los anegamientos frecuentes de corta duración.

Descripción morfológica: Se destaca en ésta Serie la presencia de un horizonte E, albico en superficie, bien desarrollado, de aproximadamente 40 cm. de espesor, gris parduzco claro, franco a franco-arenoso, para pasar a través de un cambio textural abrupto, a un horizonte argílico, B_t, arcilloso y fuertemente estructurado, gris claro a gris verdoso (color dominante en el horizonte Cg), de reacción medianamente ácida. Los moteados comienzan en el E y se concentran en la parte superior del B_t, mientras que las concreciones de hierro-manganeso son escasas. La profundidad efectiva alcanza a los 44 cm.

Son medianamente fértiles, con baja provisión de materia orgánica y moderada provisión de bases de cambio especialmente en el Bt; en este horizonte los valores de aluminio son elevados (2,9 a 6,5 meq/%) y pueden causar toxicidad en cultivos como el arroz.

Tiene limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas por su posición, que favorece el exceso de humedad y el drenaje deficiente. El uso actual es el de campo natural de pastoreo y el cultivo de arroz. La Clase de Capacidad de uso es Vw y el Índice de Productividad alcanza a 9.

- UNIDAD CARTOGRAFICA N° 149

Tio: Toro Isla 60 % - Océ 40 %. 6.125 hectáreas (0,722 %).

La asociación que describiremos a continuación representa a extensos ambientes localizados en los "orillares" de los esteros del Riachuelo en particular, además de otros que tienen características similares en la Región 3.

Se trata de un paisaje plano-convexo, poco más elevado que los planos hidromórficos, cañadas y bañados que los circundan, antes de llegar al estero propiamente dicho.

Constituye una zona transicional, donde las aguas fueron dejando sedimentos y sales, desarrollándose suelos salinos y/o alcalino-sódicos. Esta condición se agudiza en determinadas épocas del año, cuando por capilaridad y evapotranspiración, el sodio y otras sales ascienden hasta la superficie o cerca de ella.

Toro Isla aún no se ha desarrollado suficientemente, presentando un delgado A2, de color blanco en superficie, con signos de erosión severa; le sigue un horizonte C fuertemente alcalino, con reacción al HC1 en la masa y C03Ca en forma de concreciones duras.

Los suelos Océ, en cambio, son alcalinos-sódicos, con horizonte nátrico y estructura columnar. Las características superficiales son similares a Toro Isla, también tiene un A2 aflorando, que en ciertas ocasiones puede tener un engrosamiento de restos orgánicos cuando son bosques poco degradados por los animales o el hombre.

Es una unidad cartográfica que caracteriza estos ambientes de bosques, presentan en la aerofoto tonalidad grisácea clara, con evidentes signos de erosión en manto y surcos.

En época de grandes lluvias, son fácilmente anegables, pero rápidamente evacúan las aguas ya que ésta prácticamente no penetra en el suelo, de allí proviene el nombre de Océ, que significa "suelos secos". Esta es una de las causas del por

qué sufren erosión severa, sumado el sobrepastoreo a que están sometidos, ya que los animales apetece las especies vegetales que allí prosperan.

No hay dudas que son áreas con limitaciones difíciles de corregir y que solamente admiten su uso para fines pastoriles. Se deberían hacer praderas con algún tipo de pastos que toleren las condiciones de salinidad y alcalinidad, para aumentar la receptividad ganadera de extensas áreas ocupadas por estos suelos.

Serie: TORO ISLA

Taxonomía: Halacueptes aéricos, franco fina.

Material de origen: Sedimentos recientes y actuales de origen palustre.

Localización: En el campo del Sr. Biagini "Corral Cué", Paraje Scorza Cué, desde ruta Nº12, por camino interno, entrando 9 km. al sureste hasta el borde del Estero Riachuelo, en el "Corral Cué" del orillar conocido como Toro Isla. Departamento Itatí, Provincia de Corrientes.

Paisaje: Se ubica en los valles aluviales de cursos de agua y orillares de esteros, (en este caso del Arroyo Riachuelo), en posición normal-subnormal, con pendiente de 0,5% y vegetación arbórea de *Aspidosperma*, quebracho blanco, *Prosopis alba*, *Prosopis algarrobilla*, y herbáceas del género *Sporobolus*, *Eragrostis*, *Eschizachyrium*, etc. El escurrimiento es lento a medio, permeabilidad lenta e imperfectamente drenado, con inundaciones frecuentes.

Descripción morfológica: Son suelos sin desarrollo de horizontes, a excepción de un albico (E) arenoso-franco, de 7 cm. de espesor, de color blanco en seco, razón por la que se los conoce como blanquizales. En profundidad solo existen capas super- puestas, con rajaduras y canalículos rellenos con material de horizontes superiores. Poseen débil reacción en la masa del suelo y son fuertemente alcalinos, con más del 15% de sodio intercambiable en superficie y valores de pH de 9 a 10, pobres en materia orgánica y de baja retención de humedad en superficie (8%).

Resumen de factores asociados al uso y manejo del suelo	
Posición:	Normal-subnormal
Pendiente:	0.5 %.
Drenaje:	Imperfecto
Escurrimiento:	Lento a medio
Permeabilidad:	Lenta
Efectos de Erosión hídrica:	Ligero
Cobertura del suelo:	60 %

Espesor horizonte superficial:	7 cm.
Profundidad efectiva para las raíces:	90 cm.
Limitantes:	Salinidad, sodicidad y drenaje deficiente.

Estos suelos tienen limitaciones muy severas para cualquier tipo de cultivos y restringen su uso al pastoreo y vida silvestre. La Capacidad de Uso es

SERIE: TORO ISLA

HORIZONTES →			DATOS ANALITICOS DEL PERFIL				
			E	2C	2Cn	3Cn1	3Cn2
Textura			Ar.fr.	fr.Ar.	Ar.fr.	fr.Ar.	fr.arc.Ar
Profundidad	cm.		0-7	7-27	27-45	45-97	97+
Materia orgánica	%		1.4	0.7	0.3	0.3	0.1
Carbono orgánico	%		0.8	0.4	0.2	0.1	0.1
Nitrógeno total	%		0.1	0	0	0	0
Relación C/N			8.0	8.2	7.0	7.0	3.0
Arcilla	(> 2 u)	%	2.2	7.6	1.9	12.4	21.7
Limo	(20-50 u)	%	14.6	21.2	21.6	16.1	15.9
Arena fina	(100-250 u)	%	81.0	69.1	74.1	69.5	60.5
Arena gruesa	(500-1000 u)	%	2.2	2.1	2.4	1.9	1.7
pH agua	(1 : 2,5)		7.0	9.6	10.4	10.2	10.1
Calcio	(Ca++)	cmol(+)/kg.	2.1	0	0	0	0
Magnesio	(Mg++)	cmol (+)/kg.	0.7	0	0	0	0
Potasio	(K+)	cmol(+)/kg.	0.4	0.8	0.4	0.3	0.4
Cap.interc. catiónico	(T)	cmol(+)/kg.	3.1	4.3	7.8	4.6	7.1
Saturación bases	(V)	(%)	100	52	7.8	4.6	7.1

Vllws y el Índice de Productividad es tan solo de 1.

Serie: OCÁ

Taxonomía: Natracualfes típicos, franco fina, mixta.

Material de origen: Formación Toropí – Yupoí

Localización: Sobre la Ruta N° 12, vieja que va de Laguna Brava, lado este, a unos 3200 m. de Laguna Brava hacia el sur. Departamento Capital, Corrientes.

Paisaje: Es una de la Series de mayor dispersión en la región occidental de la provincia. Se ubica generalmente en un relieve normal-subnormal, en posición de plano alto (terrazza alta), con pendiente de 0-0,5%. La vegetación está constituida por especies xerófilas asociadas a otras halófitas (*Schinopsis balansae*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Prosopis affinis*, *Prosopis* sp., además de *Bromelia* y *aechmea* sp.). El escurrimiento es medio a rápido, permeabilidad muy lenta y el drenaje es imperfecto a pobre.

Descripción morfológica: Presenta un horizonte álbico (E), en superficie de 5 cm. de espesor, gris claro a blanco, por lo que se denomina "blanquiales o blanquizales", este horizonte se sobrepone a un Btk1, nátrico, franco-arcillo-arenoso, fuertemente alcalino de muy baja conductividad hidráulica, con tenores de sodio intercambiable superiores al 15%. El espesor del nátrico es 67 cm., con elevada retención de humedad. Son suelos particularmente secos por debajo de los primeros centímetros con problemas de aridez fisiológica. Como están ubicados en un plano intermedio de terraza, es común encontrarlos semicubiertos por materiales transportados de los sectores más altos, enmascarando algunas de su características.

Las condiciones químicas de estos suelos están bloqueadas por el alto porcentaje de sodio intercambiable, lo que torna impracticable cualquier tipo de cultivo. Las limitantes son severas, por lo tanto se limita al uso como campo natural de pastoreo, vida silvestre y explotación de madera para leña y postes. El Índice de Productividad es 2 y Clase de Capacidad de Uso es Vis.

- UNIDAD CARTOGRÁFICA: $\frac{22 a}{A-D}$

Asociación:

- Glosacualfes típicos, arcillosa fina (Rincón del Madregón).
- Albacualfes típicos, franco fina, mixta (Costa Grande).
- Argiacuoles abrupticos, arcillosa fina (Cañada Burgos).

Superficie: 255.000 ha.

Limitantes: Anegamiento y drenaje deficiente.

Paisaje: Planicie subcónava con inundaciones periódicas, salpicada de isletas convexas de vegetación arbustiva en proximidades a las cañadas.

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí. Arenas arcillosas y areniscas pelíticas, bastante arenosas de coloración gris amarillento, hasta rojizas.

SERIES

Rincón del Madregón: Localizado en los Dptos. de Empedrado, Mburucuyá y General Paz. Cubre una superficie de 127.500 ha. y participa además como suelo subordinado en la unidad 23 con 8.250 ha. Se ubica en relieve subnormal cóncavo, en posición de bajo, con pendientes menores a 0,5%. El tapiz vegetal está dominado por un pajonal de *Andropogon lateralis*, acompañado de *Axonopus* sp. y Ciperáceas. El escurrimiento es lento a muy lento, la permeabilidad lenta y el drenaje imperfecto, con anegamientos periódicos de larga duración. Representa a ambientes típicos de

"malezales", conformando un microrelieve en reticulado de canalículos y columnas, por dónde circula el agua.

El epipedón es ócrico, de 30 cm. de espesor, con moteados abundantes y lenguas (tongues) en el horizonte argílico (Bt), que es franco-arcilloso a arcilloso, fuertemente estructurado, de baja conductividad hidráulica. Es de reacción débilmente ácida a alcalina en profundidad, en donde se observan abundantes concreciones de carbonatos de calcio y hierro-manganeso. Son suelos moderadamente fértiles, con predominio de calcio y magnesio y medianamente provistos de materia orgánica. La profundidad efectiva alcanza los 75 cm.

Esta Serie de suelos es inadecuada para cultivos comunes debido a los periódicos anegamientos y al drenaje imperfecto; son utilizados principalmente para ganadería extensiva sobre campo natural y en menor proporción para el cultivo de arroz. La clase de Capacidad de Uso es VIw y el Índice de Productividad es 7.

Costa Grande: Cubre una superficie de aproximadamente 76.500 ha. y además participa como suelo principal en la unidad 25, con 27.500 ha. Se ubica en relieve subnormal posición de bajo, con pendiente inferior al 0,5%. El tapiz vegetal es un pajonal, combinado con árboles (espinillo) dispersos y manchones de ciperáceas. El escurrimiento es muy lento a lento, la permeabilidad lenta y el drenaje imperfecto, con anegamiento frecuente en época de grandes crecientes.

El epipedon es ócrico, somero y presenta además un horizonte álbico (E), franco-arenoso, bien expresado, sobre un horizonte argílico y textural, Bt, franco-arcillo-arenoso, de baja conductividad hidráulica, pardo muy oscuro en la parte superior y pardo amarillento en profundidad (Btg). Se observan moteados desde la superficie, concreciones de carbonato de calcio y hierro-manganeso a los 72 cm. Tiene reacción débilmente ácida a neutro en profundidad. Es medianamente rico en bases de cambios, incluyendo potasio y fósforo, (este último en los primeros 18 cm.) y de alto contenido de materia orgánica en superficie.

Son suelos con severas limitaciones, debidas a las frecuentes inundaciones y drenaje imperfecto, por lo que son inadecuados para agricultura de secano. Se utilizan como campo natural de pastoreo y para el cultivo de arroz. La Clase de Capacidad de Uso es VIw y el Índice de Productividad es 7.

Cañada Burgo: Cubre aproximadamente 51.000 ha. y se ubica en un relieve normal posición de lomas aplanadas, con pendiente de hasta el 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de *Paspalum notatum*, *Axonopus* sp., *Elionurus* sp., ciperáceas y árboles agrupados siguiendo los paleocauces. El escurrimiento es muy lento, la permeabilidad lenta y el drenaje es pobre a imperfecto.

Presenta un epipedon mólico somero, franco-arenoso, de reacción ácida; le sigue un horizonte argílico, Bt, franco-arcillo-arenoso a arcilloso, de 53 cm. de espesor, pardo muy oscuro, de reacción neutra a alcalina en la base del argílico y en

el techo del horizonte Ck; este último presenta abundantes concreciones de carbonato de calcio y la profundidad efectiva de la Serie llega a 76 cm. Son medianamente fértiles, con altos niveles de calcio y magnesio y ricos en materia orgánica en el epipedon mólico.

Esta clase de suelos tienen severas limitaciones que restringen la elección de plantas y requieren un manejo muy cuidadoso, debido a los efectos del exceso de humedad. El uso actual es como campo natural de pastoreo y para el cultivo de arroz. El Índice de Productividad es 9 y la Capacidad de Uso de VIw.

- UNIDAD CARTOGRÁFICA: $\frac{35 a}{D-Na-S}$

Asociación:

- Psamacuentes spódicos, arenosa, mixta (Chavarría).
- Halacueptes aéricos, franco fina, mixta (Toro Isla).
- Natracuoles típicos, franco fina, mixta (Timbó Paso).

Superficie: 22.500 ha.

Limitantes: Sodicidad, salinidad y drenaje deficiente.

Paisaje: Planicie suavemente ondulada, con bosques xerahalofíticos intercalados y praderas gramíneas, en albardones y orillares de esteros.

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí y sedimentos fluviolacustres estratificados (nota de autores).

SERIES

Chavarría: Localizada en el Dpto. de Berón de Astrada. Cubre aproximadamente 11.250 ha., fue suficientemente descripta en la unidad 11, dónde se remite al lector.

Toro Isla: Se ubica en orillares de esteros, cubriendo unas 6.750 ha. Participa también en la unidad 8. Se ubica en los valles aluviales de cursos de agua y orillares de esteros, (en este caso del Aº Riachuelo), en posición normal-subnormal, con pendiente de 0,5% y vegetación arbórea de *Aspidosperma*, quebracho blanco, *Prosopis alba*, *Prosopis Algarrobo*, y herbáceas del género *Sporobolus*, *Eragrostis*, *Eschizachyrium*, etc. El escurrimiento es lento a medio, permeabilidad lenta e imperfectamente drenado, con inundaciones frecuentes.

Son suelos sin desarrollo de horizontes, a excepción de un albico (E) arenoso-franco, de 7 cm. de espesor, de color blanco en seco, razón por la que se los conoce como blanquizales. En profundidad solo existen capas superpuestas, con

rajaduras y canaliculos rellenos con material de horizontes superiores. Poseen débil reacción en la masa del suelo y son fuertemente alcalinos, con más del 15% de sodio intercambiable en superficie y valores de pH de 9 a 10, pobres en materia orgánica y de baja retención de humedad en superficie (8%).

Estos suelos tienen limitaciones muy severas para cualquier tipo de cultivos y restringen su uso al pastoreo y vida silvestre. La Capacidad de Uso es VIIws y el Índice de Productividad es tan solo de 1.

Timbó Paso: Cubre unas 4.500 ha. Se ubica en relieve subnormal-convexo, posición de loma aplanada con pendientes del 0,5%. El tapiz vegetal predominante está compuesto de *Andropogon lateralis*, *Sorgastrum agrostoides*, *Eragrostis* sp. y *Esporobolus poiretti*. El drenaje es imperfecto, con escurrimiento lento y permeabilidad lenta, con encharcamientos en época de grandes lluvias.

El epipedon es mólico de 44 cm. de espesor, franco arenoso, pardo grisáceo oscuro y fuertemente ácido. Se destaca un cambio textural abrupto bien expresado en la cabeza de las estructuras columnares, con un horizonte ABn; a continuación se define un horizonte nátrico (Btnk), franco arcillo-arenoso, de estructura columnar, de reacción alcalina y colores que van del pardo grisáceo oscuro al pardo grisáceo. Las concreciones de hierro-manganeso y de carbonato de calcio comienzan a los 44 cm. y superan los 100 cm. Los moteados se observan desde la superficie, en todo el perfil del suelo y la profundidad efectiva llega a los 63 cm.

Las condiciones de alta sodicidad, asociadas a un drenaje imperfecto, definen a estos suelos como inadecuados para cultivos comunes y limitan su uso para pastoreo y vida silvestre. La Clase de Capacidad de Uso es VIIs y el Índice de Productividad es de 7.

- UNIDAD CARTOGRÁFICA: $\frac{43 a}{D-A}$

Asociación:

- Albacualfes udólicos, arcillosa fina (Iribu Cuá).
- Glosacualfes típicos, arcillosa fina (Mandiyurá).
- Natracuoles típicos, franco fina (Indalecio).

Superficie: 112.500 ha.

Limitantes: Drenaje deficiente y susceptibilidad al anegamiento.

Paisaje: Integrado por el albardón y plano de terraza del río Paraná y afluentes, con geoformas relativa-mente planas de pendientes suaves. Vegetación

leñosa en forma de isletas o en sabana-parque, con pajonales o praderas de pastos cortos.

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí, areniscas no pelíticas y pelitas muy arenosas de coloración grisácea a verdosa, rosadas y castañas, con predominancia de arcillas montmorillonitas e ilitas.

SERIES

Iribu Cuá: Localizada en proximidades de los límites Departamentales de San Cosme, Itatí, Berón de Astrada y en el extremo noroeste de San Luis del Palmar, General Paz y Mburucuyá. Cubre alrededor de 56.250 ha. y participa como suelo subordinado en la unidad 90, con 26.250 ha. Se ubica en un relieve subnormal, posición de plano bajo, y pendientes de hasta el 0,5%. La vegetación está representada por un pastizal de *Paspalum plicatum*, *Paspalum notatum*, *Eragrostis bahiensis* y *Rhynchospora corymbosa*. El drenaje es imperfecto, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, con peligro de anegamientos frecuentes en épocas de crecientes.

Se caracteriza por tener un horizonte superficial, oscurecido por materia orgánica, de baja saturación de bases, sobre un E, albico, franco arenoso, bien expresado, que a través de un cambio textural abrupto pasa a un Bt argílico, arcilloso, de baja conductividad hidráulica, fuertemente ácido, pardo y grisáceo oscuro, tornándose pardo amarillento oscuro en profundidad. Los moteados se destacan más en los horizontes superficiales y la profundidad efectiva es de 80 cm. Se destaca en estos suelos, altos tenores de aluminio y sodio intercambiable a partir de 80 cm.

La susceptibilidad al anegamiento frecuente, por su posición y drenaje imperfecto, restringen el uso a pastoreo de campos naturales, cultivo de arroz y conservación de vida silvestre. La Clase de Capacidad de Uso es Vw y el Índice de Productividad es de 5.

Mandiyurá: Cubre unas 54.400 ha. y participa además como suelo subordinado en la unidad 69, con 54.400 ha. Se ubica en relieve subnormal, con microrelieve de malezal, en posición de bajo (cañada), con pendientes de hasta 0,5%. La vegetación es característica de cañadas, con Mandiyurá (*Ipomea fistulosa*) y Ciperáceas. El drenaje es imperfecto, escurrimiento muy lento y permeabilidad lenta a muy lenta, con peligro de anegamientos frecuentes en épocas de grandes crecientes.

Presenta un horizonte superficial ócrico, somero, franco arenoso, pardo grisáceo, a continuación un horizonte E, gris claro, que a través de un cambio textural abrupto, pasa a un Btss argílico, franco arcilloso a arcilloso, fuertemente estructurado, pardo oscuro en su parte superior y gris pardusco claro (gleyzado), en profundidad (Btg). El perfil presenta abundantes moteados desde superficie, con

mayor intensidad en el Bt, donde también se observan concreciones de hierro-manganeso, chorreaduras (lenguas) y rajaduras desde los 25 cm. La profundidad efectiva no llega a 40 cm.

Estos suelos, están afectados por anegamiento, drenaje deficiente y escasa profundidad efectiva, por lo que son inadecuados para cultivos comunes; su mejor aptitud es para pastoreo de campos naturales, cultivo de arroz (uso actual) y conservación de la vida silvestre. La Capacidad de Uso es VIw y el Índice de Productividad es de 5.

Indalecio: Cubre unas 22.500 ha. y se ubica en relieve subnormal-convexo, en posición de plano alto, con pendiente de 0,5 a 1%. Constituye isletas de bosques xerohalofíticos, de Prosopis sp., Acacia sp., y un tapiz de gramíneas de porte bajo. El drenaje es imperfecto, con escurrimiento lento y permeabilidad lenta; susceptible al anegamiento por períodos cortos.

El epipedón es mólico, franco arenoso a franco arcillo-arenoso, pardo grisáceo muy oscuro con moteados comunes y débiles. El Btn, es nátrico desde los 39 cm., franco arcilloso, de reacción alcalina y concreciones de carbonato de calcio, blandas y pulvulentas a partir de los 84 cm. (Btnk). La profundidad efectiva alcanza a 63 cm.

Las limitantes que poseen por drenaje imperfecto, sodicidad y anegamiento, restringen la elección de cultivos y limitan su uso para pastos y conservación de la vida silvestre. El uso actual es el de campo natural de pastoreo, con baja carga animal. El Índice de Productividad es solo de 2 y la Capacidad de Uso es VI_s.

- UNIDAD CARTOGRÁFICA: $\frac{69 a}{D-A-Na}$

Asociación:

- Endoacualfes típicos, franco fina, mixta (Valencia).
- Glosacualfes típicos, arcilloso fina (Mandiyurá).
- Natracualfes típicos, franco fina, mixta (Ocá).

Superficie: 175.000 ha.

Limitantes: Drenaje deficiente, anegamiento y sodicidad.

Paisaje: Planicie con hidromorfismo acentuado, que incluye "malezales" con su típica morfología de erosión reticular y planos de terraza con vegetación arbórea (blanquizales).

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí. Arenas muy pelíticas a pelitas. Coloración grisácea a verdosa. Los minerales de arena corresponden en un 95% a cuarzo y entre los minerales de arcilla predominan la mortmorillonita e ilitas.

SERIES

Valencia: Localizada casi totalmente en el Dpto. de San Luis del Palmar, entre los arroyos Sombrero, Riachuelo y los esteros del Maloya, al NE. Ocupa 87.500 ha. y participa de la unidad 95, como suelo principal. Se ubica en relieve subnormal-cóncavo en posición de bajo, con pendientes menores al 0,5%. La vegetación responde a un pastizal de porte medio a bajo, compuesto por Sorghastrum agrostoides, Andropogon lateralis, Paspalum notatum y Ciperaceas. El drenaje es imperfecto, el escurrimiento es muy lento y la permeabilidad es lenta, con inundaciones frecuentes en época de grandes crecientes.

Presenta un epipedon ócrico, de color gris claro a blanco, de textura franco a franco arenosa. El horizonte Btss es argílico, franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, de color pardo grisáceo, con signos de gleyzación en su parte inferior. Tiene moteados abundantes y precisos en todo el perfil y concreciones de hierro-manganeso. La profundidad efectiva es de 73 cm. y son fuertemente ácidos. Representa al clásico malezal, donde se destacan pequeños montículos o columnas de forma y alto variables, separadas entre sí, por canalículos irregulares intercomunicados que facilitan el drenaje superficial.

Son suelos de relativamente baja fertilidad, en especial en el epipedón, mejorando medianamente en el Bt. Los niveles de materia orgánica son intermedios a altos en los primeros 18 cm. Son afectados por exceso de humedad, durante varios meses en la mayoría de los años, constituyéndose en la limitante principal. El uso actual es el de campo natural de pastoreo y en menor medida el cultivo de arroz. El Índice de productividad es 5 y la Capacidad de Uso es VIw.

Mandiyurá: Cubre una superficie de 52.500 ha. Estos suelos fueron descriptos en la unidad cartográfica 43, a la que remitimos al lector.

Ocá: Abarca alrededor de 35.000 ha. y fue descripta en la unidad cartográfica 33, a la que remitimos al lector. Participa además de las unidades 25, 33, 50, 69, 70, 72, y 90.

- UNIDAD CARTOGRÁFICA: $\frac{90 a}{D-Na}$

Asociación:

- Endoacualfes típicos, arcillosa (Tataré).
- Albacualfes udólicos, arcillosa fina (Iribú Cuá).

- Natracualfes típicos, franco fina, mixta (Ocá).

Superficie: 87.500 ha.

Limitantes: Drenaje deficiente y sodicidad.

Paisaje: Planos tendidos o de cañada alta, con praderas y pajonales, salpicado de bosquecillos xerohalofíticos, con áreas positivas o paleocauces.

Materiales originarios: Formación Toropí - Yupoí. Arenas pelíticas y pelitas arenosas, de coloración grisácea, verdosa, rosada y castaña, con fenómeno erosivo en forma de "tubos de órganos".

SERIES

Tataré: Se localiza en los Dptos. de General Paz y Berón de Astrada. Ocupa unas 43.750 ha. y fue suficientemente descripta en la unidad cartográfica 33; participa además en las unidades 5, 89 y 93.

Iribú Cuá: Abarca 26.250 ha. y fue caracterizada en la unidad cartográfica 43.

Ocá: Cubre una superficie de 17.500 ha. y fue suficientemente descripta en la unidad cartográfica 33. Es una de las Series de mayor dispersión en la Región Occidental de la provincia, participando de otras unidades tales como: 25, 33, 54, 69, 70 y 72.

- UNIDAD CARTOGRÁFICA: $\frac{95 a}{h - D - A}$

Asociación:

- Argiudoles ácuicos, franco fina, mixta (Treviño).
- Endoacualfes típicos, franco fina, mixta (Valencia).
- Epiacualfes típicos, franco fina, mixta (Tala).

Superficie: 55.000 ha.

Limitantes: Susceptibilidad a la erosión hídrica, drenaje deficiente y anegabilidad.

Paisaje: Planicie suavemente ondulada, con lomadas parcialmente disectadas, alternando con planos hidromórficos y bosquecillos aislados en planos de terraza.

Materiales originarios: Sedimentos recientes y actuales sobre Formación Toropí - Yupoí.

SERIES

Treviño: Localizado en los Dptos. de Capital, San Cosme y San Luis del Palmar. Cubre unas 27.500 ha. Se ubica en relieve normal, media loma alta a media loma, con pendientes de 1 a 1,5 %. La vegetación natural es un pastizal de *Paspalum notatum*, *Sporobolus* sp., *Cynodon dactylon*, *Andropogon lateralis* y malezas con *Eryngium* sp. y *Vernonia* sp. Son moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcables por cortos períodos.

Presenta un epipedón mólico de 40 cm. de profundidad, que incluye un BA_t; franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (B_t), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, tiene color negro y reacción neutra. Los moteados y concreciones de hierro-manganeso comienzan a los 17 cm. y la profundidad efectiva llega hasta 65 cm.

Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios en bases de cambio, especialmente en el B_t y de materia orgánica en el epipedón; muy pobres en fósforo. Poseen aptitud agrícola, aunque con limitaciones por susceptibilidad a la erosión hídrica y encharcamientos, que restringen la elección de cultivos, y/o requieren prácticas especiales de conservación. Pueden ser usados para cultivos comunes, lotes de árboles, pastoreo extensivo o vida silvestre. El uso actual es agrícola, forestal, ganadero extensivo y en menor proporción arroz. El Índice de Productividad es de 50 y la Capacidad de Uso es IIIe.

Valencia: Abarca un área de 16.500 ha. y fue descrita en la unidad cartográfica 69.

Tala: Cubre un área de 11.000 ha. y se ubica en relieve normal-subnormal, en posición de loma chata y pendientes del 0,5 %. En general cubierto por vegetación arbórea, formando isletas de bosques de *Eugenia uniflora*, *Celtis spinosa*, *Gleditsia amorphoides* y un estrato bajo de *Bromelia serra* y otras especies arbustivas. El drenaje es imperfecto, con escurrimiento lento y permeabilidad moderada a lenta, susceptibles al anegamiento en épocas de grandes crecientes.

Presenta un epipedón ócrico, gris pardusco claro en seco, franco arenoso. El horizonte argílico (B_{tc}), es franco arenoso a franco arcilloso, gris claro a pardo grisáceo oscuro, con vetas gleyzadas en su parte inferior. Las características de exceso de humedad están marcadas por moteados desde la superficie y concreciones de hierro-manganeso muy abundantes en el B_t. Tienen reacción débilmente ácida y la profundidad efectiva alcanza a los 55 cm.

Son suelos con mediana provisión de bases de cambio, moderadamente provistos de materia orgánica y de fósforo. Poseen limitaciones severas por drenaje y susceptibilidad moderada al anegamiento que limitan su uso para pastoreo, pequeños lotes de árboles o conservación de la vida silvestre. El uso actual es el de campo natural de pastoreo y obtención de leña como combustibles. El Índice de Productividad es de 15 y la Capacidad de Uso es Vw.

IV. RELEVAMIENTOS PLANIALTIMÉTRICOS

IV. 1. Equipamiento de Medición Disponible

Para la realización de los trabajos planialtimétricos se utilizaron instrumentos de última generación, lo que permitió obtener rapidez, precisión y eficacia en las operaciones de medición.

Los instrumentos disponibles se describen a continuación:

Sistema Trimble R4 GNSS (GPS+GLONASS) RTK:

Sistema de ESTACIÓN TOTAL GNSS de 220 canales, para medición en modos Postproceso (Estáticos y Cinemáticos) y Tiempo Real, marca TRIMBLE de USA, el líder mundial en sistemas GPS.

El sistema R4 forma parte de los equipos denominados “Integrados”, donde el receptor, antena y batería se encuentran integrados en una sola unidad robusta y compacta.

Con sus 220 canales el R4 es capaz de rastrear las señales GPS: L1C/A, L1C, L2C y L2E y GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P y L3.

Incluye la posibilidad de operar en Modo Postproceso (Estático, Estático rápido, Stop&Go y Continuo) y Tiempo Real (RTK, RTK y relleno, RTK y registro de datos).

Los receptores GNSS geodésicos del sistema incluyen los últimos avances tecnológicos desarrollados por TRIMBLE tal el caso de: tecnología R-Tack, estructura electrónica de bajo ruido y consumo MAXWELL 6, antenas microcentradas de alta precisión y la técnica EVEREST para eliminación matemática del efecto MULTIPATH.

Estos avances permiten obtener resultados de alta precisión con tiempos de medición mucho más cortos en mediciones de control e inicializaciones con una confiabilidad del 99,9%, no comparable a ningún otro sistema de mercado.

Los receptores R4 GNSS incorporan las tecnologías Trimble R-Track avanzada con Signal Prediction™ que compensa las señales de corrección RTK intermitentes o marginales, lo que permite un funcionamiento preciso y extendido aun después de que se haya interrumpido la señal RTK.

El receptor R4 incorpora dispositivo de comunicación inalámbrico BLUETOOTH además de la posibilidad de conexión mediante cables seriales con controladoras o dispositivos externos.

El sistema R4 RTK incluye un sistema de radio enlace (radio-modem) compuesto por una radio externa UHF Trimble TDL-450H con capacidad de transmisión (TX) y recepción (RX) y una radio interna con capacidad de recepción (RX) para operaciones a tiempo real (DGPS/RTK).

Diseñado para ser usado con el controlador Trimble Slate y el software de campo Trimble Access, el sistema Trimble R4 proporciona una precisa y eficaz solución GNSS que es efectiva para trabajar en tiempo real y para post-procesamiento de datos GNSS.

Sistema Trimble R8s FULL GNSS RTK:

El R8s es un sistema INTEGRADO, donde el receptor, antena, comunicaciones y alimentación, se encuentran ensamblados en una sola unidad compacta y muy robusta. Representa el último avance de Trimble en escalabilidad, permitiendo configurar cada receptor para las necesidades de hoy y actualizable en el tiempo para potenciar sus prestaciones para el mañana.

Con sus 440 canales el R8s GNSS es capaz de rastrear las señales de todas las constelaciones disponibles en la actualidad y está listo para las nuevas señales por venir. GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E y L5; GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P y L3; GALILEO: E1, E5A y E5B y BeiDou (COMPASS): B1, B2 y B3. La ampliación de capacidad de rastreo de múltiples constelaciones en Doble y Triple Frecuencia (L5, L3, E5B y B3), se realiza mediante passwords de activación.

Los R8s son especialmente aptos para mediciones topográficas y geodésicas en general, ofreciendo la mejor solución escalable, disponible en el mercado de posicionamiento e investigación.

Los receptores topogeodésicos que integran el sistema incluyen los últimos avances desarrollados por Trimble, tal el caso de la tecnología de rastreo Trimble 360 y electrónica de muy bajo ruido y consumo con dual chip GNSS Maxwell 6 (440 canales). Estos avances permiten obtener resultados de alta precisión con tiempos mucho más cortos en tareas de Control, Relevamiento y Replanteo con inicializaciones instantáneas y con un nivel de confiabilidad del 99,9%, no comparable a ningún otro sistema de mercado.

El sistema R8s incluye radio modems para enlace de datos DGPS/RTK (internos en ambos receptores) y además para trabajos que requieran de largo alcance o en topografías difíciles, una radio UHF Trimble modelo TDL450H de 35Watts, con un rango nominal de 10km, y capacidad de configurar 4 potencias de transmisión entre 2W y 35W. La radio TDL450H puede ser usada tanto como Base y como Repetidora en un sistema diferencial DGPS y RTK.

El R8s es compatible con múltiples controladoras de campo como el SMARTPHONE modelo Trimble SLATE, la potente Trimble TS3 con teclado QWERTY y con la computadora Trimble Tablet (pantalla de 7"). Todos estos

controladores, de pantalla táctil, poseen Sistema Operativo Windows y el intuitivo y flexible software de campo Trimble ACCESS, ambos totalmente en Castellano, incluyendo comunicaciones inalámbricas entre receptor y controladora mediante Bluetooth 2.1. Los R8s pueden además y gracias a su interfaz WEB UI, comunicarse con telefonos inteligentes o tablets genéricas utilizando la aplicación gratuita de Android Trimble DL. Mediante WiFi 802.11b/g y/o modem celular, los R8s pueden recibir correcciones de tiempo real RTK mediante protocolo NTRIP.

Estación Total Trimble S3 Autolock:

Estación Total de última generación, marca TRIMBLE modelo S3, producida por Trimble Navigation, el líder mundial en equipamiento topográfico.

El instrumento utiliza para su servo movimientos la nueva tecnología Mag Drive, exclusiva de Trimble. Se trata de un sistema de movimientos motorizados por inducción magnética, el mismo principio de operación de los trenes de alta velocidad. Proporciona un movimiento sin rozamiento, con bajo consumo y un muy preciso control. A la vez, brinda una velocidad de rotación mucho mayor a la convencional: 86 grados por segundo, lo que le permite posicionarse de cara 1 a cara 2 en 3,2 seg.

La estación mide por reflexión directa mediante pulsos láser sobre cualquier superficie (sin prismas) hasta una distancia superior a 400m, dependiendo de la reflectividad de la superficie. Tiene un alcance de 2.500m sobre un prisma reflector, y de 5.000m sobre tres prismas.

Además, puede realizar el escaneo y medición de una cuadrícula sobre una superficie (relevamiento de fachadas, taludes, etc) a una sorprendente velocidad de 25 puntos por minuto, en forma automática.

La óptica, de 30X y con una apertura de 40mm, es producida por Carl Zeiss (actualmente parte del grupo de empresas de Trimble), reconocida por su alta calidad.

A través de la óptica operan el distanciómetro, el seguidor del prisma y el puntero láser, en forma coaxial para obtener la mayor precisión de medición posible.

Los controles de movimientos, de enfoque y de disparo y almacenamiento en memoria, están agrupados en posición lateral, por lo que se pueden realizar todas estas tareas con una mano, sin quitar la vista del ocular.

Cuenta con guía de luces (Tracklight) para el replanteo que ayudarán al prismo a posicionarse fácilmente sobre la línea de visibilidad de la estación logrando una operación más eficiente.

El “cerebro” de la estación es el Trimble Control Unit (TCU), cuenta con pantalla táctil color, retroiluminada y de fácil lectura. Trabaja con el Software Trimble

Survey Controller que opera bajo sistema operativo Windows Embedded CE 6.0 por lo que su manejo es sumamente sencillo.

Posee teclado alfanumérico y teclas de desplazamiento del cursor, una memoria de 128 MB de memoria RAM más 128 MB de memoria flash y conexión USB.

El display gráfico del TCU permite mostrar el proyecto previamente cargado, y operar sobre él, sin necesidad de llevar planos al campo.

La Estación Total Trimble S3 Autolock es equipo servoasistido, accionado totalmente por servo motores internos que permite efectuar tareas de relevamiento y replanteo con un 70-100% más de productividad que cualquier otra Estación Total convencional, que agrega la capacidad de búsqueda y seguimiento automático del prisma; ahorrando tiempo de puntería durante el relevamiento y/o replanteo. Ideal para trabajos intensos de relevamiento y replanteo.

Nivel Óptico Topcon AT-B4

Con la utilización de un afinado sistema de amortiguación magnética, los niveles automáticos AT-B Series, estabilizan rápidamente el nivel y la línea de visión. Estos instrumentos de precisión, garantizan la nivelación fiable, incluso cuando se trabaja cerca de maquinaria pesada o carreteras con mucho tráfico, donde las vibraciones bien podrían estar presentes. Los niveles de función automática IPX6 protegen contra fuertes chorros de agua desde todas las direcciones y son completamente resistentes a la lluvia y salpicaduras de agua.

Posee un Objetivo de 24x, diámetro de 32mm y precisión de 2.0 mm en un kilómetro de nivelación. El compensador de la serie AT-B consta de cuatro cables de suspensión hechos de muy alta resistencia de metal que cuenta con un mínimo de coeficiente de expansión térmica, proporcionando una precisión y durabilidad sin igual. El bien afinado sistema de amortiguación magnética, estabiliza rápidamente los niveles de la línea de visión a pesar de las vibraciones presentes al trabajar cerca de equipo pesado o carreteras transitadas.

Los ángulos horizontales se pueden leer directamente en unidades de 1° o de 1gon. La función de rotación libre le permite leer cualquier ángulo desde cero. El círculo está cubierto para la protección contra la suciedad y arañazos. La ventana de lectura se encuentra por debajo de la lente para una lectura rápida.

Ecosonda Garmin echoMAP 42dv:

echoMAP 42dv incluye una pantalla a color de alto contraste, de 4,3 pulgadas, con ajuste automático de la retroiluminación. El GPS/GLONASS rápido y receptivo de 5 Hz actualiza su posición y dirección 5 veces por segundo para que el movimiento por la pantalla sea más fluido. echoMAP 42dv incluye un transductor

GT20-TM para la sonda HD-ID de 77/200 kHz y DownVü™ de Garmin, la sonda de escaneo más clara en el agua.

La sonda de escaneo DownVü™ de Garmin le entrega una imagen casi fotográfica a una profundidad de 230 metros bajo el barco. Puede ver con claridad estructuras, objetos y peces bajo el agua. La sonda tradicional HD-ID y la sonda de escaneo DownVü de Garmin se combinan en un transductor. El echoMAP 42dv también incluye funciones que permiten grabar la información de la sonda a fin de coordinar la sincronización del retorno de esta con la posición de su bote y guardar la información digital para luego reproducirla en una computadora a través del software de planificación HomePort™.

IV. 2. Planificación de los Trabajos

Todos los relevamientos se realizaron utilizando como sistema coordinado de referencia al vigente actualmente en Argentina como Marco de Referencia Geodésico Nacional, que corresponde para la zona de estudio al sistema Posgar 2007 en Faja 6, mientras que el sistema altimétrico adoptado corresponde al Sistema de Referencia Vertical Nacional del año 2016 (SRVN16) de la República Argentina, vigente desde enero del 2017.

Los relevamientos planialtimétricos a realizar se planificaron previamente en gabinete, para lo cual se analizaron los Puntos Fijos de las Redes Geodésicas Posgar 2007, PASMA y Provinciales (SIT Catastro), así como también los Puntos Fijos de las Redes de Nivelación de Alta Precisión del Instituto Geográfico Nacional, optando por los siguientes Puntos Fijos como base para los trabajos de relevamientos.

Tabla 3. Puntos Fijos de Base para los Relevamientos. Fuente: IGN.

Nombre del Punto	Coordenadas Planas [m]		Coordenadas Geodésicas		Elevación [m]
	Este	Norte	Latitud	Longitud	
PASMA 05-001	6406353.980	6976433.482	S27°20'19.8630"	O57°56'46.7455"	64.072
IGN PF19N(168)	6407067.833	6976275.442	S27°20'25.1720"	O57°56'20.8224"	64.900
IGN PF18N(168)	6410392.039	6976229.731	S27°20'27.4553"	W57°54'19.9141"	63.953
IGN PF14N(168)	6424302.155	6971545.808	S27°23'02.6399"	W57°45'54.9537"	65.931
IGN PF37N(168)	6349289.984	6971519.076	S27°22'41.1241"	W58°31'24.3773"	62.643
SIT P307	6345888.432	6955277.506	S27°31'27.2154"	O58°33'35.5413"	60.529
SIT 302	6351112.960	6951239.760	S27°33'40.4448"	O58°30'27.0135"	61.928
SIT 806	6409343.649	6932373.003	S27°44'11.8159"	O57°55'09.8874"	66.831
SIT P806	6409178.149	6932053.420	S27°44'22.1565"	O57°55'16.0165"	67.367
PASMA 05-010	6390835.986	6931122.066	S27°44'47.4986"	O58°06'25.9239"	65.074
PASMA 05-006	6405162.325	6949691.433	S27°34'48.2358"	O57°57'37.6115"	65.581



Figura 14. Puntos Fijos de Base para los Relevamientos. Fuente: elaboración propia

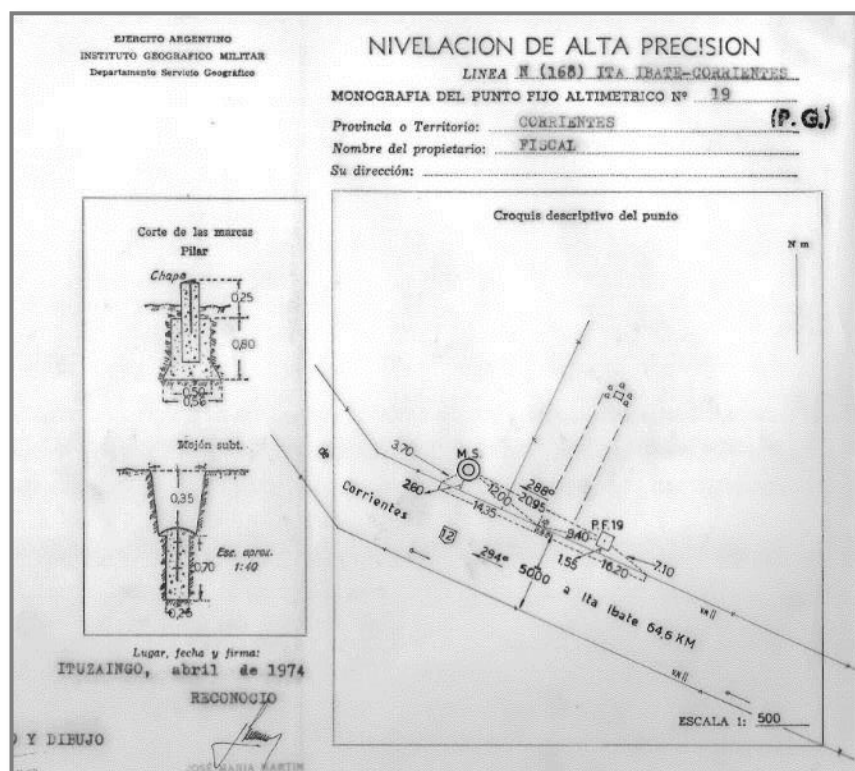


Figura 15. Monografía PF19N(168). Fuente: IGN



Figura 16. PF19N(168)

Figura 17. Monografía PF18N(168). Fuente: IGN



Figura 18. PF18N(168)

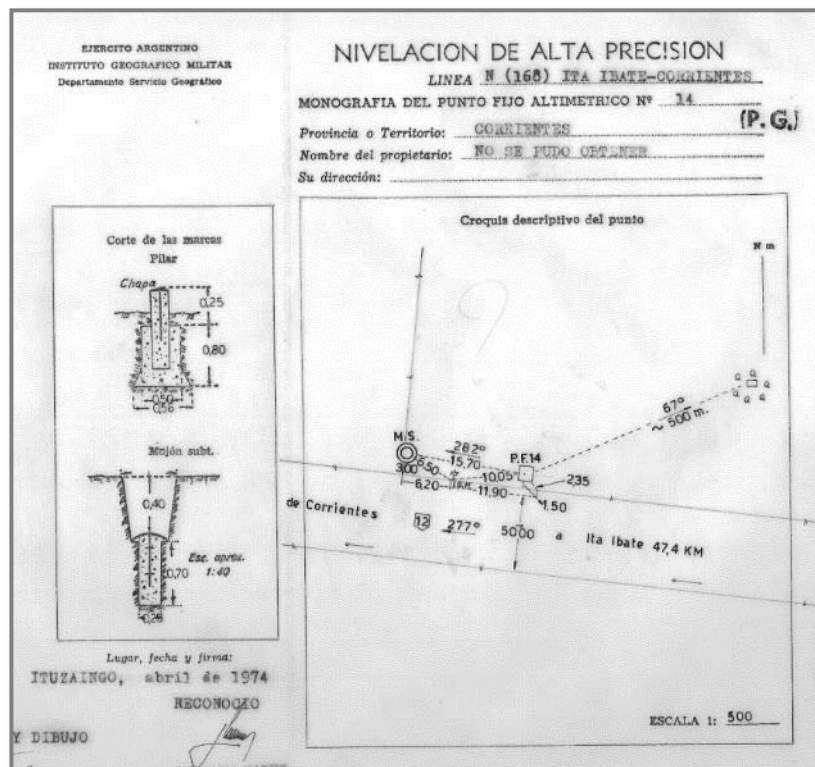


Figura 19. Monografía PF14N(168). Fuente: IGN



Figura 20. PF14N(168)

Figura 21. Monografía PF37N(168). Fuente: IGN



Figura 23. PASMA 05-001



Figura 28. SIT 806

A los efectos de facilitar las tareas de relevamiento, se identificaron puntos a lo largo de la traza de los canales a relevar con el apoyo de imágenes satelitales georreferenciadas, los cuales se introdujeron en GPS navegadores. Con el plano base conformado, se evaluó además la accesibilidad a las distintas zonas de medición.

IV. 3. Desarrollo de los Trabajos

IV. 3. 1. Traslado de Coordenadas y Cotas

Previo a las tareas de medición se procedió al traslado de coordenadas y cotas a mojones distribuidos a lo largo y ancho de las zonas a relevar.

Se definió así una red de puntos fijos de segundo orden, de utilidad para el replanteo de las futuras obras a construir, materializados en el terreno mediante mojones de hormigón, moldeados en caños de PVC de 110mm de diámetro, con identificación de su nombre en placa metálica y un bulón cuya cabeza redonda sobresale del mismo.

De igual modo, se definió una red de puntos fijos de tercer orden, de utilidad como puntos de paso para el traslado de coordenadas y cotas, así como también para facilitar las tareas de relevamientos al disponer de puntos conocidos con mayor proximidad a las distintas zonas de medición, los cuales se materializaron mediante mojones de madera dura de 4x4 pulgadas, con una cabeza de clavo sobresaliendo en su cara superior.

Ambas redes de puntos fijos se midieron como puntos de control, con bastón GNSS sujetado por trípode, con duraciones de relevamiento de 180 épocas (o 180 segundos en condiciones óptimas), partiendo de alguno de los Puntos Fijos de Base para los Relevamientos, diferenciándose estas redes en su materialización en el terreno.

Tabla 4. Puntos Fijos de 2do Orden. Fuente: elaboración propia.

Nombre del Punto	Coordenadas Planas [m]		Coordenadas Geodésicas		Elevación [m]
	Este	Norte	Latitud	Longitud	
CFI-PF1	6403294.456	6978167.915	S27°19'22.75601"	S27°19'22.75601"	62.963
CFI-PF2	6402403.600	6976127.303	S27°20'28.81479"	O57°59'10.52741"	64.764
CFI-PF3	6402154.503	6973718.746	S27°21'46.98898"	O57°59'20.28328"	63.908
CFI-PF4	6402163.366	6971740.966	S27°22'51.23620"	S27°22'51.23620"	63.754
CFI-PF5	6401367.555	6977031.914	S27°19'59.16242"	O57°59'47.95092"	62.892
CFI-PF6	6417953.623	6972301.209	S27°22'36.78073"	O57°49'45.80081"	64.119
CFI-PF7	6417676.973	6970347.616	S27°23'40.18272"	O57°49'56.34275"	63.876
CFI-PF8	6417812.676	6968535.958	S27°24'39.06323"	O57°49'51.84413"	65.301

CFI-PF9	6407395.013	6950967.638	S27°34'07.33725"	O57°56'15.86817"	65.881
CFI-PF10	6432091.966	6959686.991	S27°29'29.35500"	O57°41'13.85330"	66.073
CFI-PF11	6438864.234	6966545.004	S27°25'47.72360"	O57°37'05.91223"	62.466
CFI-PF12	6435836.956	6965140.037	S27°26'32.86412"	O57°38'56.39477"	66.976
CFI-PF13	6435055.889	6961233.816	S27°28'39.62703"	O57°39'25.58680"	66.711
CFI-PF14	6433527.614	6957544.531	S27°30'39.20909"	O57°40'21.97952"	66.977
CFI-PF15	6436327.355	6955217.370	S27°31'55.29093"	O57°38'40.41464"	67.533

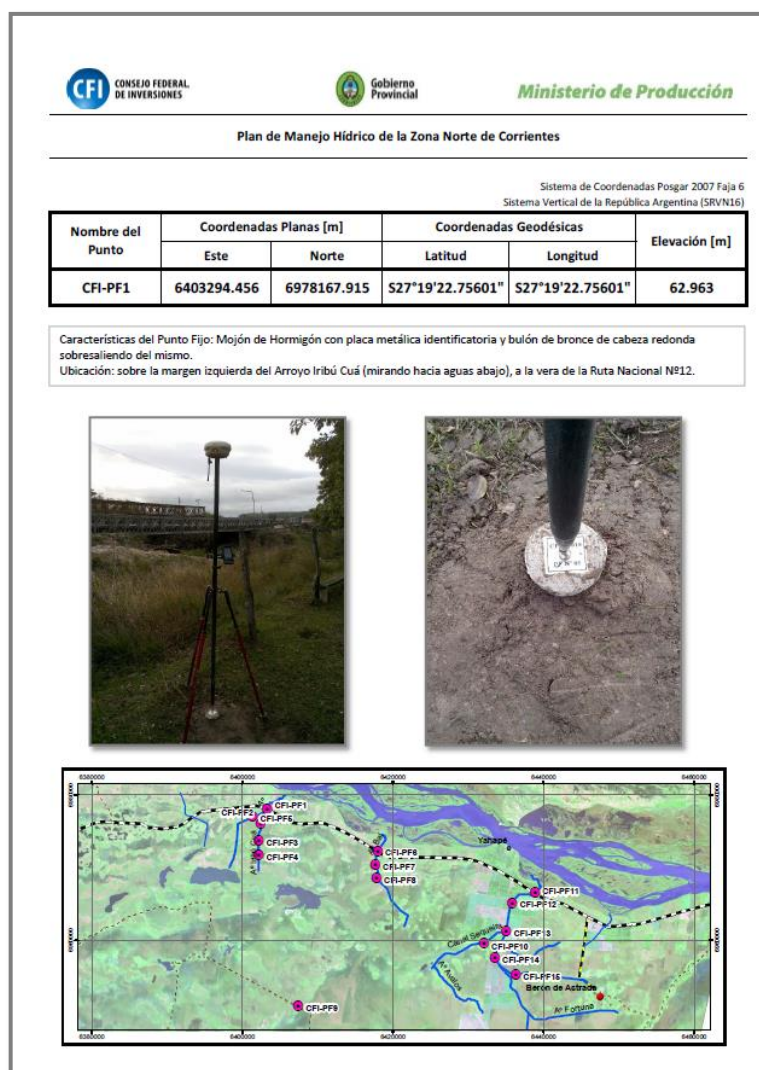


Figura 29. Monografía de Puntos Fijos de 2do Orden. Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Puntos Fijos de 3º Orden. Fuente: elaboración propia.

Nombre del Punto	Coordenadas Planas [m]		Coordenadas Geodésicas		Elevación [m]
	Este	Norte	Latitud	Longitud	
BASE IC	6403157.015	6978145.267	S27°19'23.4567"	O57°58'42.5460"	63.404
BASE IC2	6403145.553	6978109.861	S27°19'24.6039"	O57°58'42.9730"	63.485
IC AUX1	6403289.571	6978170.854	S27°19'22.6593"	O57°58'37.7178"	63.033
MHE01	6402240.272	6977317.949	S27°19'50.0964"	O57°59'16.1256"	63.049

MHE02	6402505.485	6975682.907	S27°20'43.2765"	O57°59'06.9490"	63.888
MHE03 - PF08	6402148.883	6974252.429	S27°21'29.6517"	O57°59'20.3337"	63.607
MHE04 - PF09	6402153.001	6973805.770	S27°21'44.1618"	O57°59'20.3128"	64.075
MHE05 - PF10	6402162.642	6973307.392	S27°22'00.3533"	O57°59'20.1059"	64.060
MHE06 - PF11	6402143.878	6972807.301	S27°22'16.5931"	O57°59'20.9330"	63.671
MHE07 - PF13	6402154.374	6971808.531	S27°22'49.0391"	O57°59'20.8396"	63.218
MHE08 - PF15	6402154.614	6970956.672	S27°23'16.7104"	O57°59'21.0771"	63.212
A1	6406124.198	6974681.300	S27°21'16.7239"	O57°56'55.5887"	64.373
A2	6406753.167	6976008.708	S27°20'33.7595"	O57°56'32.3418"	64.588
A3	6406701.361	6973886.828	S27°21'42.6737"	O57°56'34.8101"	63.968
A4	6405889.467	6968343.423	S27°24'42.5433"	O57°57'05.8898"	64.569
A10	6412583.095	6975460.491	S27°20'52.9541"	O57°53'00.4100"	64.327
A11	6412143.039	6971310.034	S27°23'07.6773"	O57°53'17.4947"	64.573
BASE BAI	6417797.932	6972380.286	S27°22'34.1782"	O57°49'51.4470"	64.042
BAI AUX1	6417736.740	6968571.760	S27°24'37.8837"	O57°49'54.5995"	64.544
BAI AUX2	6419563.260	6965978.109	S27°26'02.5299"	O57°48'48.7322"	64.755
BAI AUX3	6417927.083	6968248.080	S27°24'48.4396"	O57°49'47.7496"	65.395
AUX10	6424540.413	6971478.928	S27°23'04.8600"	O57°45'46.2980"	65.930
SM AUX2	6429677.597	6971239.596	S27°23'13.6221"	O57°42'39.3957"	65.870
AUX11	6433523.472	6969946.991	S27°23'56.3072"	O57°40'19.6864"	65.967
BASE SM	6436161.825	6968374.901	S27°24'47.8316"	O57°38'43.9545"	66.481
SM AUX3	6441532.546	6965417.850	S27°26'24.7621"	O57°35'28.9602"	66.652
PF CBA-02	6445867.069	6963311.581	S27°27'33.8321"	O57°32'51.4724"	68.828
MME01	6419954.237	6965316.313	S27°26'24.1110"	O57°48'34.6546"	64.687
SM2	6436126.367	6965636.376	S27°26'16.7891"	O57°38'45.7630"	65.573
SM3	6435207.98	6962504.844	S27°27'58.3630"	O57°39'19.8029"	65.724
SM4	6434261.737	6959353.298	S27°29'40.5792"	O57°39'54.8792"	67.013
R1	6432084.834	6959660.594	S27°29'30.2113"	O57°41'14.1184"	66.472
R5-A1	6346778.916	6965473.792	S27°25'56.4459"	O58°32'58.4672"	61.119
R5-A2	6345845.711	6960124.079	S27°28'49.8030"	O58°33'34.8776"	59.991
R5-A3	6356398.851	6948747.541	S27°35'03.4373"	O58°27'15.4585"	61.974
R5-A4	6362409.032	6946012.218	S27°36'34.5205"	O58°23'37.5149"	62.923
R5-A5	6368019.787	6943030.086	S27°38'13.3875"	O58°20'14.1311"	64.118
R5-A6	6373819.287	6940471.165	S27°39'38.4930"	O58°16'43.5981"	64.157
R5-A7	6373820.422	6940392.117	S27°39'41.0608"	O58°16'43.5867"	63.706
R5-A8	6379124.187	6938290.090	S27°40'51.0809"	O58°13'30.8803"	64.210
R5-A9	6384711.176	6935825.112	S27°42'12.9046"	O58°10'07.8935"	63.958
R5-A10	6388934.753	6931613.429	S27°44'30.9786"	O58°07'35.1689"	64.422
R5-A11	6395515.311	6930796.327	S27°44'59.4172"	O58°03'35.1937"	65.406
R5-A12	6399487.530	6404701.495	S27°45'01.9960"	O58°01'10.1835"	66.223
R5-A13	6404701.490	6930626.705	S27°45'07.3838"	O57°57'59.8554"	66.412
L1	6407672.986	6937194.041	S27°41'34.8086"	O57°56'09.5399"	66.537
L2	6408329.705	6943632.605	S27°38'05.8290"	O57°55'43.8065"	65.904
L3	6407397.358	6950970.280	S27°34'07.2520"	O57°56'15.7820"	65.950
L4	6407389.275	6950953.081	S27°34'07.8087"	O57°56'16.0814"	65.493
L5	6402792.772	6953525.221	S27°32'43.0999"	S27°32'43.0999"	64.883
L6	6397188.511	6956636.911	S27°31'00.5378"	O58°02'26.1581"	64.402

L7	6395647.220	6961955.630	S27°28'07.3513"	O58°03'20.6622"	64.357
L8	6392433.661	6964712.575	S27°26'36.8994"	O58°05'16.8082"	64.016
L9	6400170.739	6964168.536	S27°26'56.6920"	O58°00'35.2761"	64.224
L10	6386711.925	6963917.023	S27°27'01.0701"	O58°08'45.3876"	63.536
L11	6380393.401	6960964.267	S27°28'35.0319"	O58°12'36.4835"	63.186
L12	6376081.665	6957968.155	S27°30'10.9557"	S27°30'10.9557"	62.494
L13	6375830.868	6952297.942	S27°33'15.0397"	O58°15'25.8345"	63.229
COMIP PF8	6395198.319	6957683.658	S27°30'25.9897"	O58°03'38.3389"	64.847
PF COMIP	6430605.563	6971152.937	S27°23'16.6083"	O57°42'05.6420"	66.914

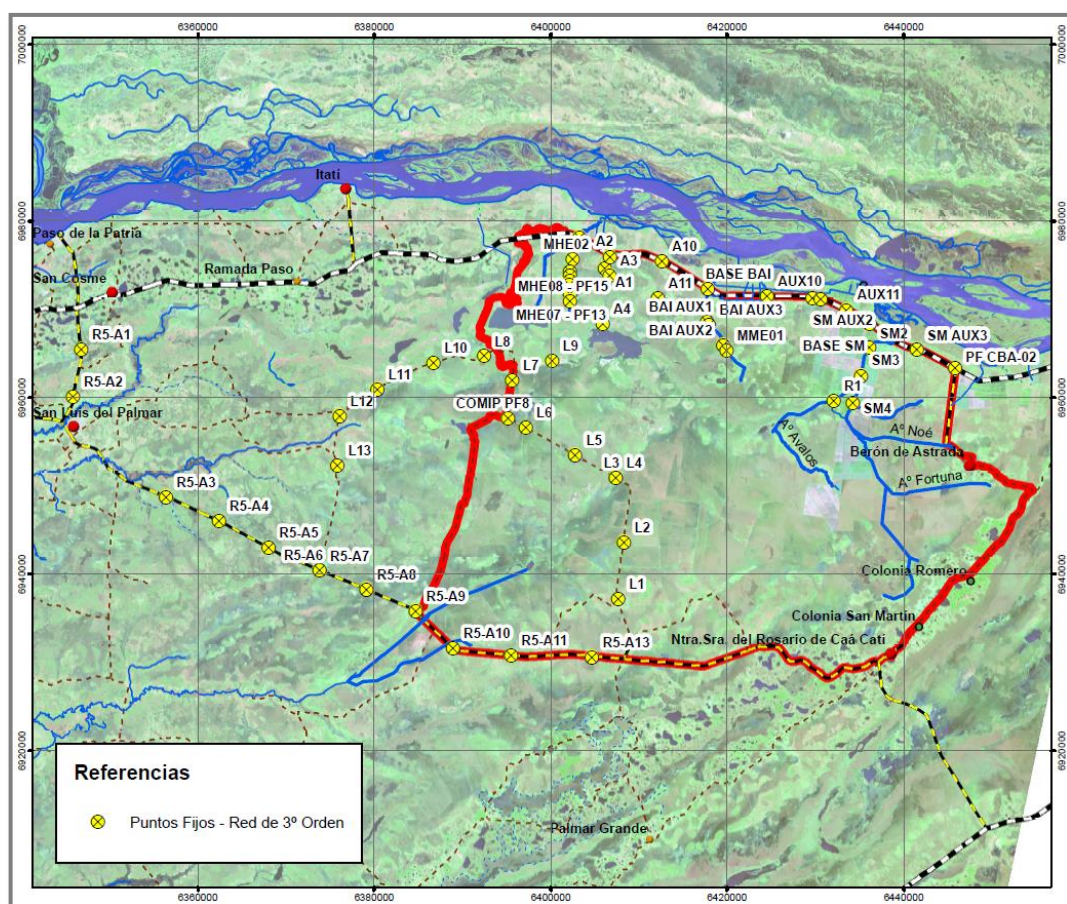


Figura 30. Puntos Fijos de 3º Orden. Fuente: elaboración propia

IV. 3. 2. Relevamientos en Cuencas

El acceso a las distintas zonas de medición se realizó a pie, en camioneta 4x4, mediante caballos, tractor, kayak y/o embarcación de aluminio, de acuerdo a las características de los ambientes a transitar.

A lo largo de la traza de los principales cursos de agua existentes se relevaron secciones transversales, evitando en lo posible separaciones mayores a los 500m entre dos perfiles consecutivos.

En dichos perfiles se relevaron además de los puntos necesarios para definir su sección, el nivel del pelo de agua y puntos sobre ambas márgenes, de manera de cubrir un ancho mínimo del orden de los 100m.

A lo largo de estas trazas se fueron relevando los mojones de nivelación encontrados, las alcantarillas, los alambrados y cualquier otra singularidad de utilidad al proyecto.

En aquellas propiedades donde se conseguía acceso, se relevaron además distintos puntos de interés al estudio, como ser cotas del terreno, niveles de planicies anegables, pelos de agua, alcantarillas, etc.



Figura 31. Relevamiento en cauce de Arroyos



Figura 32. Relevamiento en Bañados y Esteros



Figura 33. Relevamiento de Alcantarillas



Figura 34. Ambientes transitados

IV. 3. 3. Relevamiento Topobatimétrico de Laguna Toropí

A los efectos de disponer de información planialtimétrica de la Laguna Toropí, o Laguna Mangrullo según pobladores de la zona, se organizaron comisiones con el objeto de poder llegar hasta el espejo de agua de la misma con embarcación provista con ecosonda.

Primeramente, se obtuvo permiso de propietarios de la zona para el acceso por la zona este de la misma, aunque según los mismos resultaba imposible llegar hasta la laguna, existiendo antes del espejo de agua una zona de esteros y embalsados de unos 900m de longitud.



Figura 35. Camino de acceso a Laguna

No obstante lo manifestado por los lugareños, se organizó una comisión con caballos, dos camionetas 4x4 y un vehículo anfibio.



Figura 36. Comisión con Vehículo anfibio, camioneta 4x4 y caballo

Durante la comisión y debido a la dificultad de los terrenos a transitar, se presentaron múltiples problemas, ya que se empantanaron las dos camionetas 4x4 y se rompió parte de la oruga del vehículo anfibio, sin siquiera poder recorrer la mitad del camino hacia la laguna, por lo cual se desistió del acceso por este sector.



Figura 37. Camioneta empantanada y vehículo anfibio con problemas mecánicos

Descartado el acceso por la zona este de la laguna, se obtuvo permiso de acceso por la zona oeste de la laguna.

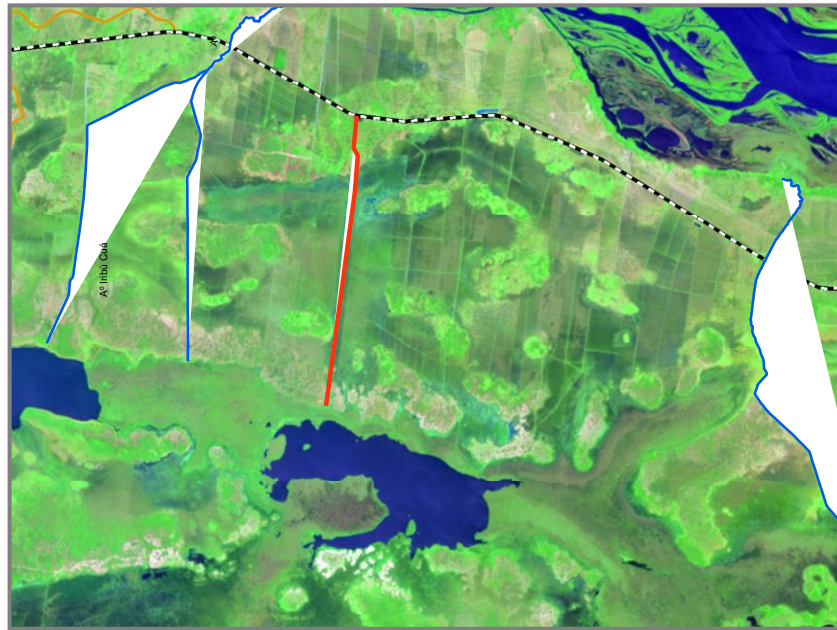


Figura 38. Segundo Camino de acceso a Laguna

Se organizó así una nueva comisión, con cinco caballos y una embarcación de aluminio provista de ecosonda.



Figura 39. Tiro de embarcación con caballos en zona de bañados

Al cabo de más de tres horas de recorrido, se consigue acceder a la Laguna Toropí, sin embargo, para alcanzar el espejo de agua de la misma restaba atravesar unos 400m de embalsados con poca sustentación, por lo cual fue imposible trasladar por los mismos a la embarcación.



Figura 40. Detalle del sitio hasta donde se llegó con embarcación



Figura 41. Embarcación en Laguna Toropí, al fondo se visualizan embalsados

No obstante el impedimento para trasladar la embarcación, se prosigue a pie sobre los embalsados alcanzando el espejo de agua de la laguna, donde se releva la profundidad de la misma, resultando de aproximadamente 1.45m.



Figura 42. Laguna Toropí



Figura 43. Relevamiento de profundidades en embalsados y laguna

El relevamiento del pelo de agua de la Laguna Toropí, condujo al valor de 64.30m, encontrándose aquí una notable diferencia respecto al valor consignado de 62.30m en el Estudio Recuperación de Áreas Inundables. Estero y Río Riachuelo (D.I.G.I.D., 1973).

En base a esto, y teniendo en cuenta la cota de pelo de agua de la Laguna Vallejos del orden de 62.60m, se concluye (a diferencia de lo mencionado en estudios antecedentes) que existe un único sentido de escurrimiento que va desde la laguna Toropí hacia la laguna Vallejos, acorde al sentido general de escurrimiento en los Esteros del Riachuelo.

IV. 3. 4. Relevamiento de Alcantarillas

Se procedió también al relevamiento planialtimétrico de las alcantarillas ubicadas en la zona de estudio, sobre las siguientes rutas:

- Ruta Nacional N°12, tramo: Km 1116+300 (Arroyo Iribú Cuá) - Km 1162+500 (RPN°15)
- Ruta Provincial N°5, tramo: Km 55+600 (R.P.N°7) - Km 92+800 (RPN°75)
- Ruta Provincial N°4, tramo: Km 34+070 (R.P.N°88) - Km 91+300 (R.P.N°87)
- Ruta Provincial N°88, tramo: Km 0+000 (R.P.N°7) - Km 6+140 (R.P.N°4)

Sobre cada alcantarilla encontrada en los tramos de rutas mencionados, se realizó un registro fotográfico y se relevaron su posición, sección de escurrimiento, longitud y cotas de fondo. En total se relevaron 174 alcantarillas.

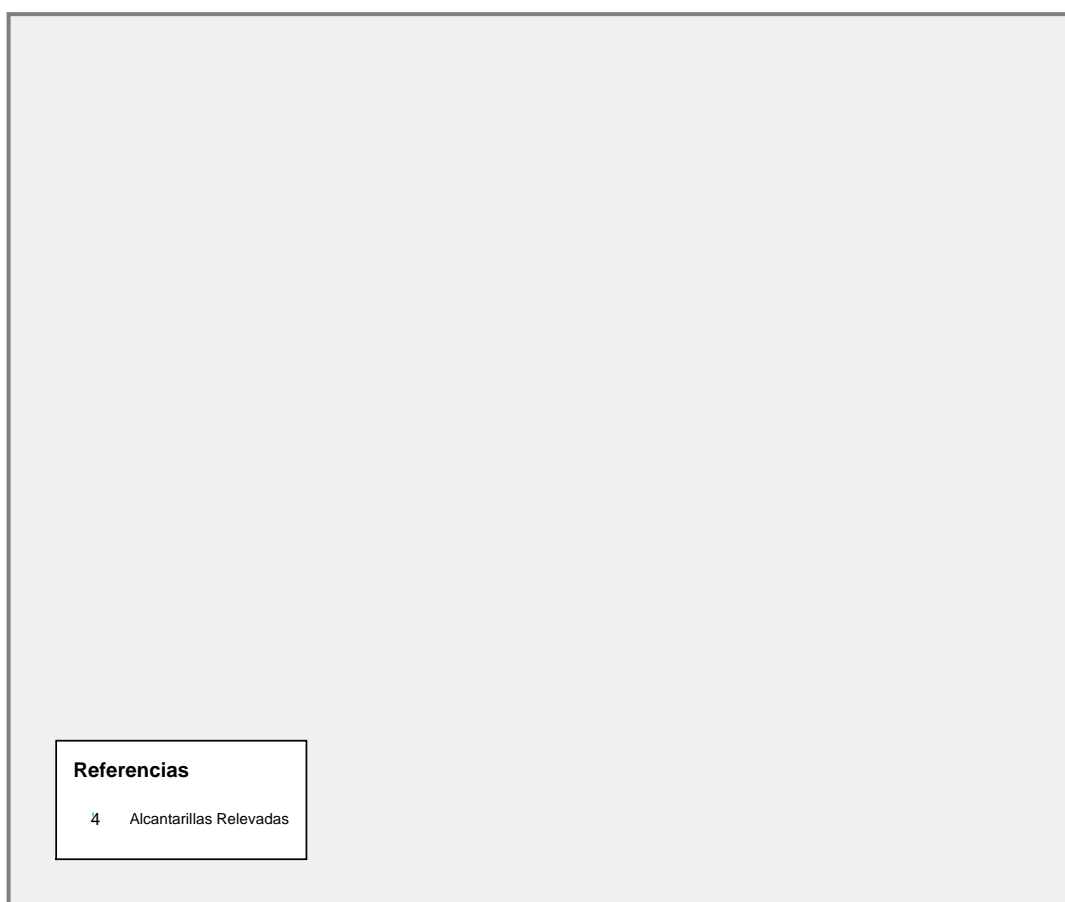


Figura 44. Esquema de Ubicación de Alcantarillas Relevadas

IV. 3. 5. Vinculación de Información Planialtimétrica Antecedente

Durante el desarrollo de los trabajos se recopiló información planialtimétrica existente de la zona de estudio.

Para poder vincular estos relevamientos previos con las mediciones del presente estudio, se identificó en los trabajos antecedentes un punto fijo de vinculación, el cual fue relevado con las coordenadas y cotas del presente estudio, obteniendo así el desplazamiento a aplicar a la información antecedente.

Se presenta a continuación los relevamientos antecedentes, el punto fijo empleado en la vinculación y su desplazamiento para referir las mediciones previas al sistema de coordenadas Posgar 2007 Faja 6 y cotas IGN (SRVN16).

Tabla 6. Puntos Fijos para vinculación de relevamientos antecedentes.

Trabajo	Año	Punto Fijo de Vinculación	Coordenadas y Cota Antecedente			Coordenadas y Cota Actualizadas			Desplazamientos		
			Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota	Este	Norte	Cota
Estudios Básicos, Hidrológicos e Hidráulicos del Canal la Palmira. ICAA.	2016	IGN PF29N(168)	6374640.403	6973773.633	66.265	6374640.403	6973773.633	66.416	0.000	0.000	0.151
Ruta Nacional Nº12. Estudios Hidráulicos de las Principales Obras de Arte en la Cuenca Alta del Riachuelo. Arroyo Iribú Cuá. Caminos del Parana S.A.	2017	IGN PF19N(168)	6407067.833	6976275.442	64.900	6407067.833	6976275.442	64.900	0.000	0.000	0.000
Ruta Nacional Nº12. Estudios Hidráulicos de las Principales Obras de Arte en la Cuenca Alta del Riachuelo. Arroyo Baí. Caminos del Parana S.A.	2017	IGN PF18N(168)	6410392.039	6976229.731	63.953	6410392.039	6976229.731	63.953	0.000	0.000	0.000
Ruta Nacional Nº12. Estudios Hidráulicos de las Principales Obras de Arte en la Cuenca Alta del Riachuelo. Arroyo Santa María. Caminos del Parana S.A.	2017	IGN PF14N(168)	6424302.155	6971545.808	65.931	6424302.155	6971545.808	65.931	0.000	0.000	0.000
Ea. Puerto Corazón. Identificación de Zonas Arrozables al Sur de la R. Nº12. RICETEC S.A.	2015	PASMA 05-001	6406353.980	6976433.482	64.181	6406353.980	6976433.482	64.072	0.000	0.000	-0.109
Adecuación Desagües Pluviales Lomas de Vallejos - Etapa 1. ICAA	2017	SIT P806	6409178.149	6932053.420	67.738	6409178.149	6932053.420	67.367	0.000	0.000	-0.371
Ea. Arrocería. Ing. L. Tassano	2013	PASMA 05-001	6406353.115	6976433.043	63.843	6406353.980	6976433.482	64.072	0.865	0.439	0.229
Alcantarillas RPN7 y RPN4. Ing. L. Tassano	2017	PF BASE	6393678.729	6977110.037	65.985	6393678.681	6977110.060	66.136	-0.048	0.023	0.151

V. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS - HIDRÁULICOS

V. 1. Hidrología

V. 1. 1. Precipitaciones

Para el estudio de las precipitaciones en la zona se analizaron las estaciones pluviométricas más cercanas pertenecientes a la Base de Datos Hidrológica Integrada de la Subsecretarías de Recursos Hídricos de la Nación.

Las estaciones utilizadas, su período de registro y ubicación se indican en la tabla y figura siguientes.

Tabla 7. Estaciones pluviométricas utilizadas. Fuente: BDHI SsRH.

Código	Nombre	Río	Latitud	Longitud	Período
2401	Puerto Bermejo	Paraguay	26° 56' 23"	58° 29 39"	1985-2017
3805	Corrientes	Paraná	27° 27' 55"	58° 50 57"	1982-2017
3848	Concepción	Batel-Batelito	28° 23' 21"	57° 53 55"	1978-2017
3858	Caá Carái	Aguapeí	27° 49' 28"	56° 15 32"	1985-2017

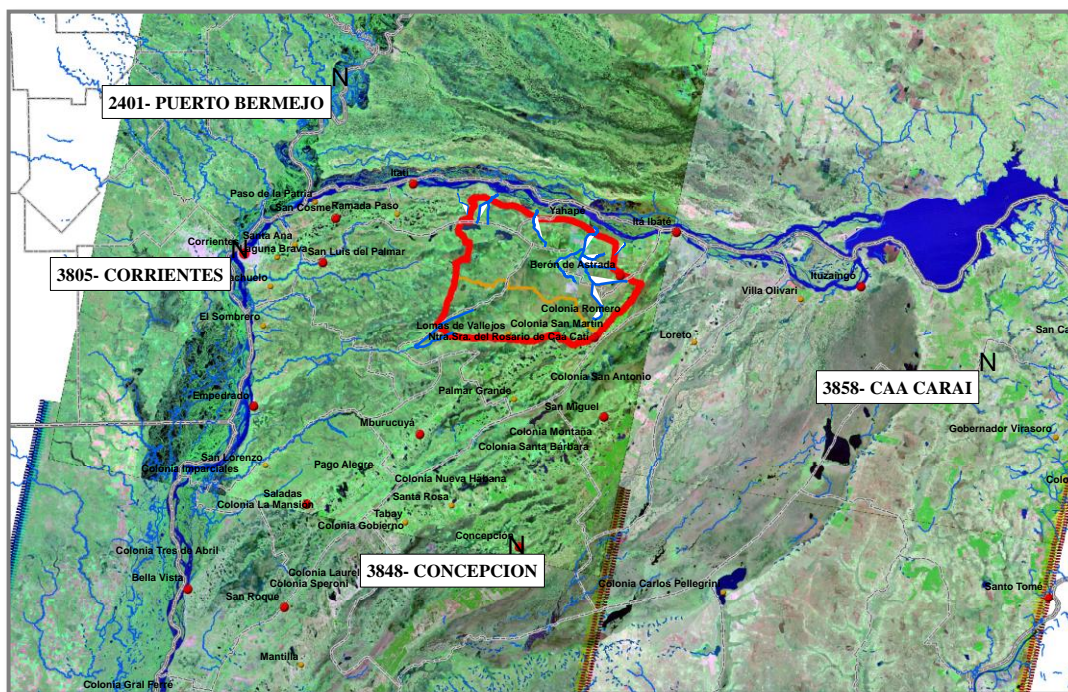


Figura 45. Estaciones pluviométricas utilizadas

A partir de los registros de precipitaciones diarias se obtuvieron las precipitaciones mensuales y las precipitaciones anuales, esta última para aquellos años hidrológicos sin vacíos de información.

También se calcularon las precipitaciones mensuales promedio (tabla siguiente) y sus correspondientes desvíos estándar, los máximos y mínimos mensuales de precipitación, y se extrajo de la serie los valores de precipitación máxima diaria anual para duraciones de 24 y 48hs.

Tabla 8. Precipitaciones medias mensuales de las estaciones analizadas

Estación	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
Puerto Bermejo	59	138	139	122	127	107	129	183	62	62	42	37	1175
Corrientes	66	162	188	158	158	166	173	218	79	82	39	38	1510
Concepción	85	185	174	146	123	173	166	211	98	110	71	52	1580
Caa Caraí	117	194	118	168	115	111	149	184	102	108	85	68	1525

En la figura siguiente se puede observar un análisis comparativo de las precipitaciones medias mensuales de las estaciones utilizadas.

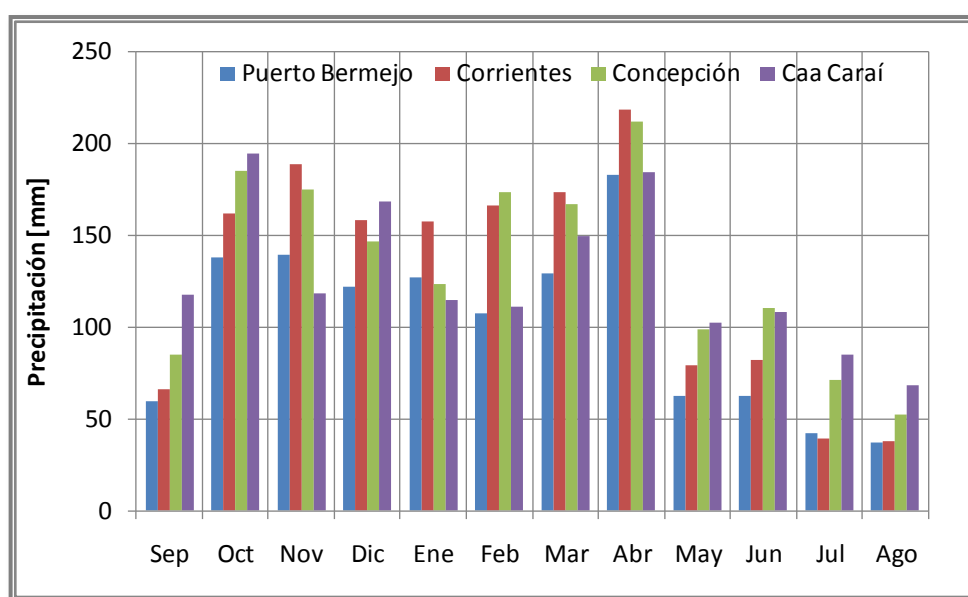


Figura 46. Precipitaciones medias mensuales de las estaciones meteorológicas utilizadas

Para poder establecer la relación Precipitación-Periodos de Retorno (P-TR) se procedió a generar las series de máximos anuales, las cuales se analizaron con distintas funciones teóricas de distribución, para luego seleccionar la que proporcionó el mejor ajuste a la muestra.

En el Anexo de Precipitaciones se indica realiza una descripción pormenorizada de los resultados estadísticos obtenidos por cada estación.

Las Funciones de Distribución analizadas fueron: Log-Normal de Dos Parámetros (LN2), Gumbel (GU), General de Valores Extremos (GEV), Pearson Tipo III (PIII), Log-Pearson III (LPIII), Exponencial (EXP) y Wakeby (WA).

Por su parte los Métodos de Estimación de Parámetros empleados fueron: Método de los Momentos (MoM), Método de los Momentos Ponderados Probabilísticamente (MPP), Método de los Momentos Mixtos (MMX) y Método de Máxima Verosimilitud (MV).

Las combinaciones de Modelo de Ley y Método de Ajuste empleadas fueron las que se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 9. Modelos estadísticos utilizados vs método de ajuste

Distribución	Método
LN2	MV
GU	MPP
GEV	MPP
PIII	MV
LPIII	MMX
EXP	MoM
WA	MPP

El ajuste de las muestras se llevó a cabo con el modelo de Análisis de Frecuencia AFMULTI, desarrollado en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL. Este modelo permite elegir cualquiera de las distribuciones indicadas y la expresión de frecuencia experimental que se desee emplear para la serie muestral que se analiza. En este caso se empleó la expresión de Hazen ($B=0.50$) para el cálculo de la frecuencia empírica.

Con el mismo programa se calculó para el ajuste muestral a cada distribución el test de Kolmogorov-Smirnov y los errores cuadráticos medios en valores (ECMV) y en frecuencia (ECMF).

Para la selección de la Función de Distribución Teórica que proporciona el mejor ajuste a la muestra se tomó en cuenta el ECMV, el ECMF y el test de Kolmogorov-Smirnov en este orden de prioridad.

Teniendo en cuenta los tiempos de concentración obtenidos se adopta para el diseño tormentas con duraciones de 48hs. Con los valores obtenidos para cada estación pluviométrica se generaron isohietas las cuales determinaron los montos de precipitaciones areales cada cuenca.

En la tabla siguiente se detallan las precipitaciones acumuladas en 1 día y 2 días asociadas a tiempos de recurrencia de 100, 50, 5 y 2 años.

Tabla 10. Precipitaciones para distintas recurrencias

Estación	TR = 100 años		TR = 50 años		TR = 5 años		TR = 2 años	
	1 día	2 días	1 día	2 días	1 día	2 días	1 día	2 días
2401	174.3	291.0	164.5	265.9	131.3	174.8	109.6	128.3
3805	287.6	319.5	264.9	296.0	183.7	210.7	142.4	166.3
3848	269.8	313.0	247.3	288.9	164.1	199.5	121.5	152.1
3858	196.2	240.7	182.1	228.8	129.6	176.0	101.5	139.3

Dado el tamaño de las cuencas de aporte corresponde emplear los coeficientes reductores por área, los cuales se evaluaron por medio de la expresión de Temez y del US Weather Bureau (1958), que se detallan en las siguientes ecuaciones respectivamente.

$$Ka = 1 - \frac{\log A}{15} \quad (V-1)$$

donde:

Ka = coeficiente reductor por área de Temez.

A = área de la cuenca en Km².

$$ARF = 1 - e^{-1.1 \cdot T^{0.25}} + e^{-1.1 \cdot T^{0.25} - 0.0039 \cdot A} \quad (V-2)$$

donde:

ARF = coeficiente reductor por área del US Weather Bureau

A = área de la cuenca en Km².

T = duración de la tormenta en horas.

En la siguiente tabla se detallan los coeficientes reductores calculados por ambos métodos para cada cuenca de estudio.

Tabla

11.

Cuenca	Designación	Superficie [ha]	Coef. Areal (Ka)	Coef. Areal (ARF)
Arroyo Iribú Cuá	IC	49002	0.82	0.95
Arroyo Baí	BAI	66215	0.81	0.95
Arroyo Santa María	SM	99452	0.80	0.95

Coeficientes reductores por Área

A partir de estos coeficientes, de los cuales se adoptó el más conservador, se obtuvieron los valores de precipitaciones areales de cálculo para cada cuenca a emplear en los modelos de transformación lluvia-escorrentía.

V. 1. 2. Cambio Climático

A fin de considerar los efectos del cambio climático en las alturas precipitadas se recurrió al uso de modelos de circulación general (MCGs).

Para ello se seleccionaron escenarios de simulación que representan una visión posible de la evolución futura de emisiones de sustancias que tiene un efecto atmosférico potencial (gases del efecto invernadero, aerosoles), basados en una combinación coherente e internamente consistente de suposiciones sobre demografía, desarrollo socioeconómico y cambios tecnológicos, así como sus interacciones.

En total se adoptaron cuatro escenarios de emisiones propuestos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático IPCC (IPCC, 2007) para realizar estimativas de proyecciones de anomalías de las variables precipitación.

Los escenarios seleccionados son mostrados en la siguiente figura y descriptos a continuación, de acuerdo a IPCC (2000).

tecnologías limpias. Los elementos centrales del futuro B1 son un elevado nivel de conciencia ambiental y social, combinado con un trabajo global para un desarrollo más sustentable. El desarrollo económico en este escenario es equilibrado, con distribución equitativa de la renta.

- **Escenario B2:** este escenario describe un mundo en el cual el énfasis está en soluciones locales y en la sustentabilidad económica, social y ambiental. Las políticas públicas y las estrategias empresariales, a nivel nacional y local son influenciadas por visiones ambientalistas, con una tendencia para la autosuficiencia local. El cambio tecnológico es más diverso, con fuerte énfasis en las iniciativas comunitarias, en vez de soluciones globales.

Para cada escenario fueron realizadas estimativas de proyecciones de anomalías de precipitación anual hasta el año 2050.

Las proyecciones de anomalías de precipitación en la región analizada fueron realizadas utilizando el modelo MAGICC/SCENGEN, (Model for the Assessment of Greenhouse gas Induced Climate Change/SCENario GENerator) versión 5.3 (Figura 43), que considera los principales directrices establecidas por el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo 1 (Fourth Assessment Report, Working Group 1, AR4) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

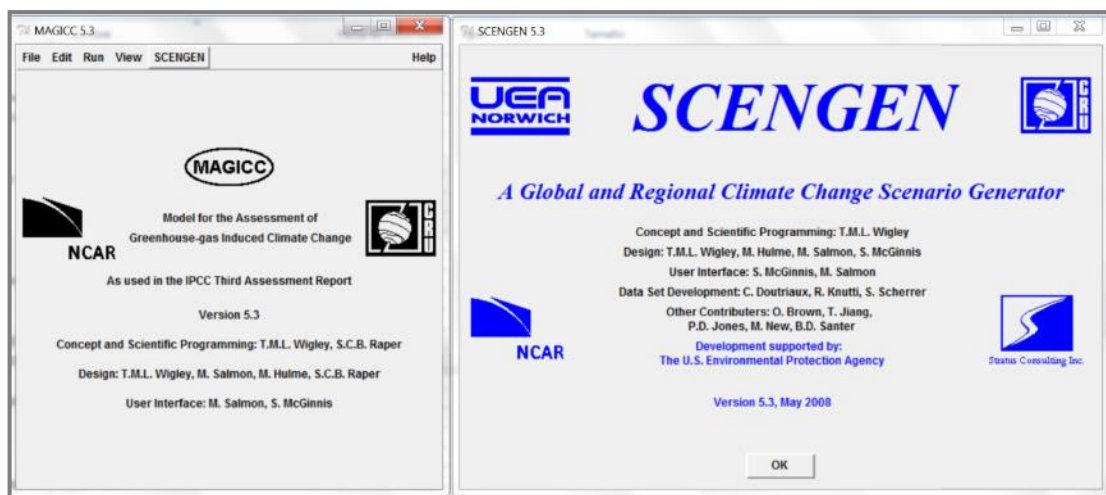


Figura 48. Interface gráfica de los modelos MAGICC y SCENGEN, versión 5.3

El MAGICC/SCENGEN está basado en un modelo acoplado de ciclo de gases y clima (MAGICC, Hulme et al., 1995), que produce entre sus resultados cual será la modificación de temperatura media global en función de diferentes escenarios. Esa proyección a nivel global es utilizada por el SCENGEN para generar resultados de

diferentes variables en una malla de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$, que cubre la totalidad del planeta. La Figura 44 muestra el acoplamiento entre esos dos modelos.

El MAGICC ha sido el principal modelo utilizado por el IPCC para producir proyecciones futuras de temperatura media global y nivel medio del mar (Wigley, 2008). El MAGICC, basado en escenarios de emisiones de gases del efecto invernadero y de modelos de circulación general (MCGs), calcula proyecciones de concentración de gases del efecto invernadero, temperatura media global y nivel medio del mar. Los resultados de temperatura media global son utilizados por el SCENGEN para producir patrones espaciales de cambio climático a partir de un banco de datos de resultados de MCGs y utilizando el método pattern scaling, descrito en Santer et al. (1990).

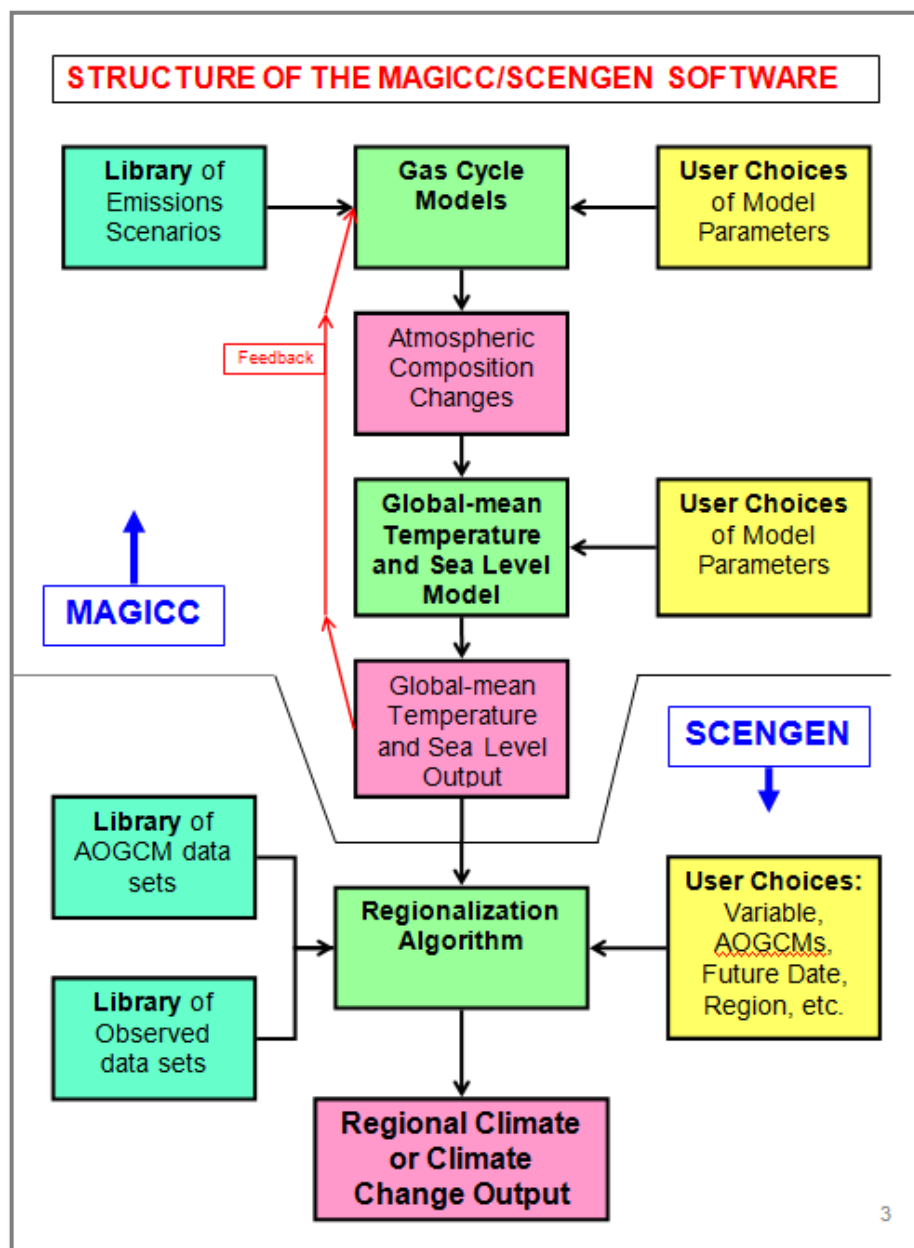


Figura 49. Estructura del modelo MAGICC/SCENGEN (Wigley, 2008).

Los resultados estuvieron enfocados en la celda que se ilustra en la Figura siguiente.



Figura 50. Celda de la malla en que los resultados de los MCGs son producidos

En la Figura a continuación se indican los mapas de anomalías arrojados por el modelo para los cuatro escenarios planteados.

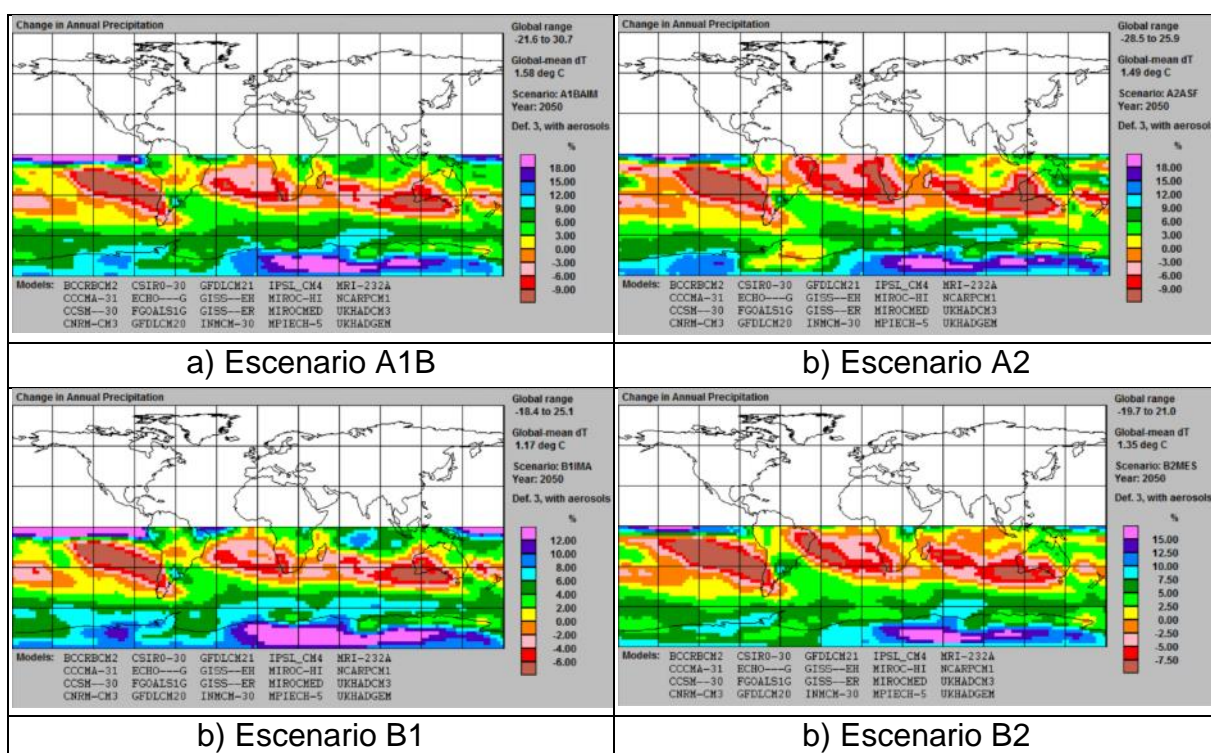


Figura 51. Mapa de Anomalías de Precipitaciones

En la Tabla siguiente se indican las variaciones arrojadas por los modelos para los distintos escenarios

Tabla 12. Variaciones medias arrojadas para el área de estudio

Escenario	Anual
A1B	2.80%
A2	0.20%
B1	1.70%
B2	5.80%
Promedio	2.63%

Acorde a los resultados obtenidos se adoptará un incremento del 2.5% en las precipitaciones de diseño a emplear en las modelaciones hidrológicas.

V. 1. 3. Análisis de la Descarga en el Río Paraná

Con la intención de determinar los niveles hídricos del Río Paraná en la zona de descarga de cada uno de los arroyos en estudio, se analizaron los registros hidrométricos de las escalas ubicadas en Itatí, Itá Ibaté e Ituzaingó, por encontrarse las zonas de estudio en ubicación intermedia a las mismas. En la siguiente tabla se indican las características de estas escalas.

Tabla 13. Estaciones Hidrométricas utilizadas

Escalas	Latitud	Longitud	Registro Disponible	Fuente	Cero IGM ⁵
Ituzaingó	27° 35' 06.00"S	56° 41' 29.00"O	1910 - 2018	E.B.Y.	57,43
Itá Ibaté	27° 25' 17.00"S	57° 19' 25.00"O	1910 - 2018	E.B.Y.	51.86
Itatí	27° 15' 59.00"S	58° 14' 38.00"O	2000 - 2018	SSRH	45.10

Se realizó un estudio estadístico consistente en establecer parámetros mensuales y probabilidades de excedencia por año hidrológico para cada estación que se detalla en el Anexo de Hidrometría.

Para poder establecer la relación Altura-Periodos de Retorno (H-TR) se procedió a generar una serie de máximos anuales por cada estación.

⁵ Fuente: Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCP y VN). Secretaría de Estado de Obras Públicas. 1931. Anuario hidrográfico.

A fin de evitar los efectos de los posibles cambios de régimen, provocados por el cierre de la central hidroeléctrica Yacyretá – Apipé, se consideró para ambas estaciones, registros desde 1984/1985 a 2016/2017, los cuales se analizaron con distintas funciones teóricas de distribución.

Se verificó que los métodos se ajusten a la muestra utilizada según los test de Kolmogoroff y Chi-cuadrado para luego seleccionar la que proporcionó el menor error cuadrático.

Las Funciones de Distribución analizadas fueron: Log-Normal de Dos Parámetros (LN2), Gumbel (GU), General de Valores Extremos (GEV), Pearson Tipo III (PIII), Log-Pearson III (LPIII), Exponencial (EXP) y Wakeby (WA).

Por su parte los Métodos de Estimación de Parámetros empleados fueron: Método de los Momentos (MoM), Método de los Momentos Ponderados Probabilísticamente (MPP), Método de los Momentos Mixtos (MMX) y Método de Máxima Verosimilitud (MV).

Las combinaciones de Modelo de Ley y Método de Ajuste empleadas fueron las que se detallan en la siguiente tabla siguiente.

Tabla 14. Modelos estadísticos utilizados vs método de ajuste

Distribución	Método
LN2	MV
GU	MPP
GEV	MPP
PIII	MV
LPIII	MMX
EXP	MoM
WA	MPP

El ajuste de las muestras se llevó a cabo con el modelo de Análisis de Frecuencia AFMULTI, desarrollado en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL. Este modelo permite elegir cualquiera de las distribuciones indicadas y la expresión de frecuencia experimental que se desee emplear para la serie muestral que se analiza. En este caso se empleó la expresión de Hazen ($B=0.50$) para el cálculo de la frecuencia empírica.

En la tabla siguiente se indican las probabilidades de excedencia y los tiempos de recurrencias asociados para cada valor muestral de las estaciones analizadas.

Tabla 15. Probabilidades de excedencias de la serie de máximos anuales

Año	Estación Itatí			Estación Ita Ibaté			Estación Ituaingo		
	Altura (m)	Fecha	TR (años)	Altura (m)	Fecha	TR (años)	Altura (m)	Fecha	TR (años)
84-85	6,11	23/02/1985	1,5	4,61	22/02/1985	1,5	3,370	22/02/1985	1,6
85-86	5,78	26/05/1986	1,3	4,28	25/05/1986	1,3	3,110	25/05/1986	1,4
86-87	7,93	28/05/1987	6,3	6,35	27/05/1987	5,9	5,070	25/05/1987	8,2
87-88	5,86	31/05/1988	1,4	4,45	29/05/1988	1,4	3,600	27/05/1988	1,9
88-89	6,35	09/02/1989	1,7	4,98	07/02/1989	1,8	4,000	06/02/1989	2,7
89-90	8,85	31/01/1990	18,3	7,34	30/01/1990	22,2	5,630	28/01/1990	15,7
90-91	6,62	14/09/1990	2,1	5,13	13/09/1990	1,9	4,010	12/09/1990	2,8
91-92	9,29	06/06/1992	33,6	7,58	05/06/1992	32,4	5,790	03/06/1992	19,0
92-93	6,29	11/03/1993	1,7	4,70	10/03/1993	1,5	3,400	09/03/1993	1,7
93-94	7,06	10/10/1993	2,8	5,74	09/10/1993	3,1	3,870	08/10/1993	2,4
94-95	7,42	22/01/1995	3,8	6,02	19/01/1995	4,1	4,330	18/01/1995	3,7
95-96	5,43	10/04/1996	1,2	4,52	05/04/1996	1,4	3,153	05/04/1996	1,4
96-97	8,57	09/02/1997	13,1	7,09	08/02/1997	15,3	5,513	06/02/1997	13,6
97-98	8,94	03/05/1998	20,6	7,11	01/05/1998	15,7	5,433	30/04/1998	12,4
98-99	7,49	16/10/1998	4,1	6,01	17/10/1998	4,1	4,490	16/10/1998	4,4
99-00	3,70	12/06/2000	1,0	2,46	02/03/2000	1,0	2,090	02/03/2000	1,0
00-01	6,37	01/03/2001	1,8	4,88	27/02/2001	1,7	3,210	27/02/2001	1,5
01-02	5,71	28/05/2002	1,3	4,40	26/05/2002	1,3	2,580	30/01/2002	1,1
02-03	5,56	03/03/2003	1,3	4,30	01/03/2003	1,3	2,730	28/02/2003	1,2
03-04	5,59	21/12/2003	1,3	4,28	19/12/2003	1,3	2,573	20/12/2003	1,1
04-05	6,21	10/02/2005	1,6	4,86	07/02/2005	1,7	3,075	05/02/2005	1,4
05-06	9,17	26/09/2005	1,5	4,90	03/11/2005	1,7	3,250	02/11/2005	1,5
06-07	6,78	05/03/2007	2,3	5,10	27/10/2009	1,9	3,385	03/03/2007	1,7
07-08	4,73	21/08/2008	1,1	3,55	18/11/2007	1,1	2,675	20/08/2008	1,2
08-09	5,14	07/11/2008	1,1	3,82	06/11/2008	1,1	2,690	01/11/2008	1,2
09-10	7,52	28/10/2009	4,2	6,08	27/10/2009	4,4	4,493	26/10/2009	4,4
10-11	6,72	28/03/2011	2,2	5,05	23/03/2011	1,85	3,390	28/03/2011	1,7
11-12	5,97	27/06/2012	1,4	4,67	25/06/2012	1,5	2,963	24/06/2012	1,3
12-13	8,08	01/07/2013	7,3	6,66	30/06/2013	8,5	4,980	29/06/2013	7,4
13-14	7,66	15/06/2014	4,8	6,24	13/06/2014	5,2	4,865	12/06/2014	6,6
14-15	6,14	06/10/2014	1,6	5,00	19/07/2015	1,8	3,360	16/07/2015	1,6
15-16	7,92	20/12/2015	6,3	6,25	18/12/2015	5,3	4,410	17/12/2015	4,0
16-17	5,96	09/06/2017	1,4	4,46	10/06/2017	1,4	3,370	22/02/1985	1,6

De la observación de la tabla anterior se puede constatar que un mismo evento puede estar asociado probabilidades de excedencia distancias dependiendo de la estación analizada. Esta diferencia se acentúa en los eventos extremos.

Por tanto, se optó por realizar interpolaciones de los niveles del Río Paraná, en la descarga de los Arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María, mediante escenarios medidos en las escalas hidrométricas.

Tal como se pueden observar en la siguiente tabla, donde se analiza la crecida ocurrida en febrero y marzo de 2001, las cotas de agua entre estaciones guarda una pendiente de 5,50 cm/km.

Tabla 16. Alturas y cotas máximos alcanzados en año 2000/01

Estación	Progresiva (km)	Distancia (km)	Cero Hidrómetro (m)	Altura (m)	Nivel de agua (m)	ΔH (m)	Pendiente (cm/km)
Itatí	0	0	45,10	6,37	51,47	-	
Ita Ibaté	96	96	51,86	4,88	56,74	5,27	5,49
Ituzaingó	167	71	57,43	3,21	60,64	3,90	5,49

Este evento tiene una recurrencia cercana a 2 años, es decir, es una crecida media anual ya que presenta 50% probabilidades de ocurrir en un año.

Así, para determinar los niveles altos ordinarios del Paraná, se optó por considerar dichos niveles máximos alcanzados en el año 2000/01.

En tanto que para determinar los niveles medios se optó por utilizar la mediana del registro hidrométrico de la estación Itatí, para el periodo 1984/85 a 2016/17, siendo este valor igual a 3,71 m (48,81 m), obteniendo por interpolación los niveles del Río Paraná en las descargas de los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María, considerando una pendiente única de 5,5 cm/km, tal como se indica en la tabla y figura siguiente.

Tabla 17. Niveles del río Paraná en las descargas de los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María

Estación	Niveles (m)	
	Altos (m)	Medios (m)
Itatí	51,47	48,81
Descarga A° Iribú Cuá	53,07	50,40
Descarga A° Baí	53,95	51,28
Descarga A° Santa María	55,21	52,55
Ita Ibaté	56,75	54,09

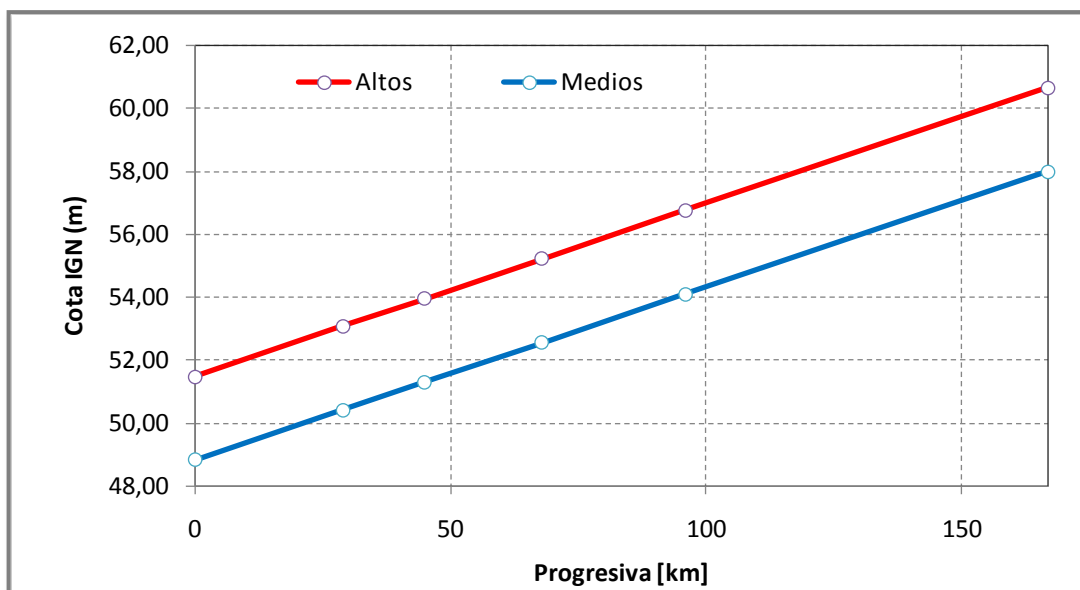


Figura 52. Niveles del río Paraná en las descargas de los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María

V. 1. 4. Hidrodinámica Superficial - Cuencas

En el análisis de la hidrodinámica superficial y la delimitación de cuencas se utilizaron diversas fuentes de información, como ser cartas geomorfológicas, cartas topográficas, imágenes satelitales, modelo de elevaciones de la S.R.T.M y relevamientos de campo.

Es importante destacar, que por las características topográficas de la zona las cuencas bajo estudio presentan múltiples transfluencias en uno u otro sentido dependiendo de los tirantes hídricos generados por las precipitaciones.

Como ya se menciona anteriormente, el área de estudio corresponde a las cabeceras de cuenca o cuencas altas, tanto del Aº Riachuelo como del Aº Empedrado, abarcando parte de las cuencas de aporte a los Esteros del Riachuelo y Cañada del Toro en el primer caso y parte de las cuencas de aporte a los Esteros de las Maloyas y Estero San Lorenzo en el segundo caso.

Dentro del área de estudio, el límite Norte de la cuenca de los Esteros del Riachuelo, se desarrolla prácticamente coincidente con la R.N.Nº12, donde las pequeñas desviaciones de su perímetro han sido absorbidas por el terraplén de la ruta. Continúa luego por las rutas provinciales Nº15 y Nº13 hasta las proximidades de la localidad de Caá Catí, constituyendo estas el límite Este de la cuenca. Luego la divisoria continua en dirección Oeste por límites poco definidos y con múltiples transfluencias, bordeando los Esteros del San Lorenzo, los Esteros de Las Maloyas y la Cañada del Toro, concluyendo aguas abajo de la Laguna Vallejos. Este límite Sur se ha visto modificado por la prolongación de canalizaciones en la cuenca,

desde el Arroyo Fortuna, las cuales captan actualmente aguas de las nacientes del Estero San Lorenzo.

La Cañada del Toro forma parte de la cuenca del Arroyo Riachuelito, el cual vuelca sus aguas al Arroyo Riachuelo aguas abajo de la localidad de San Luis del Palmar. Dentro del área de estudio esta cuenca posee divisorias poco definidas, limitando al Norte con la cuenca de los Esteros del Riachuelo, hasta aguas arriba de la laguna Toropí. El límite Este lo constituyen las lomas ubicadas a la altura de Cerrudo Cué y el límite Sur los Esteros de las Maloyas.

Los Esteros de las Maloyas, pertenecientes a la cuenca del Arroyo Empedrado, poseen como límite norte a la cuenca del Arroyo Riachuelo, la cual se desarrolla por divisorias poco definidas. El límite Este de esta cuenca lo constituyen las lomas ubicadas a la altura de Lomas de Vallejos y Lomas de Villanueva.

Los Esteros del San Lorenzo en la zona de estudio vierten sus aguas al Estero Longaniza, y este a su vez en el Arroyo Empedrado. Posee como límite norte a la cuenca de los Esteros del Riachuelo, la cual se desarrolla por divisorias poco definidas, al igual que el límite Oeste correspondiente a la cuenca de los Esteros de las Maloyas.

Las vías de desagüe de los Esteros del Riachuelo, dentro de la zona de estudio, y a través de la Ruta Nacional N°12 hacia el Río Paraná en dirección norte, corresponden a cursos naturales que con el tiempo sufrieron intervenciones a los efectos de incrementar el área de drenaje y su capacidad de conducción. Estas vías corresponden al Arroyo Iribú Cuá, Arroyo Baí y Arroyo Santa María.

Se presenta en estas cuencas en general un ambiente lotico, caracterizado por la presencia de esteros, cañadas y bañados, con escurrimiento en manto o de tipo laminar y muy lento. La excepción la constituyen los canales mencionados anteriormente, y el Canal Maloyas sobre la R.P.N°5, que aceleran los escurrimientos.

Del análisis de las cartas topográficas del IGN de los años 40 e imágenes satelitales de los años 70, se evidencia un incremento de las áreas inundadas como consecuencia del ascenso de los tirantes hídricos, a pesar de las obras de drenaje transversales realizadas, lo cual tiene explicación en una pérdida en la capacidad de conducción en el sentido general del escurrimiento del estero (oeste-este) debido al paulatino aumento de su biomasa y el embancamiento de los cursos de agua del tramo inferior de la cuenca (arroyos Riachuelito y Riachuelo).

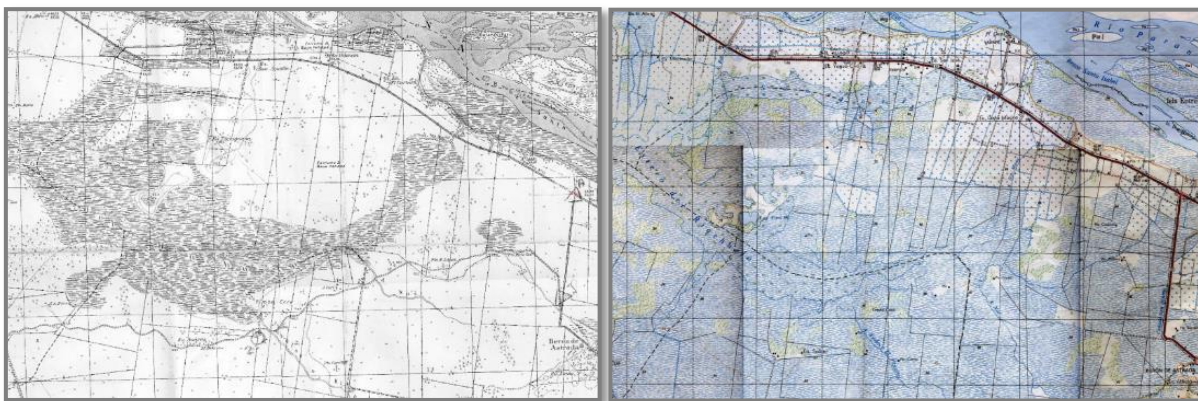


Figura 53. Esteros del Riachuelo. Cartas Topográficas IGN. Año 1944 y 2007.

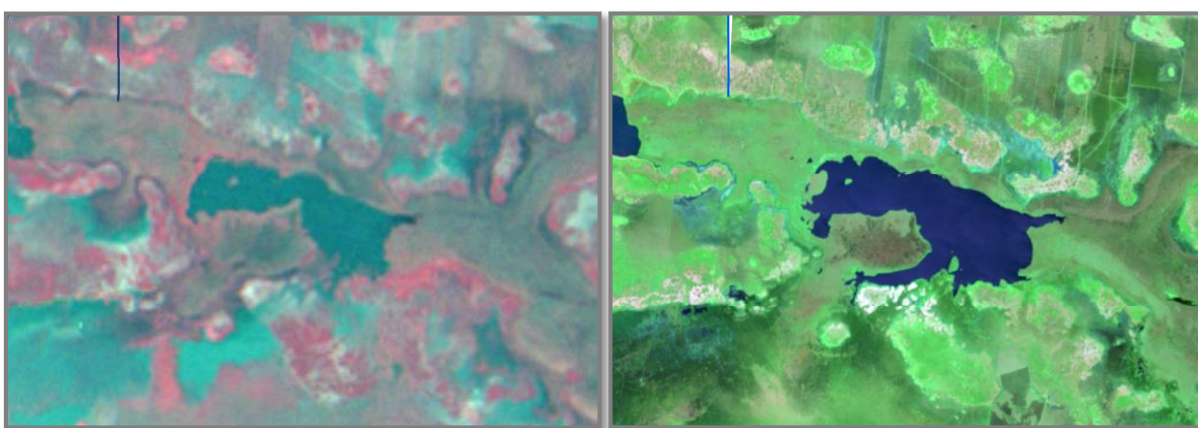


Figura 54. Laguna Toropí. Imagen de Satélite Landsat. Fechas: 10/12/1973 y 04/02/2018

“Con respecto al comportamiento de la cuenca, debe diferenciarse el mismo en situaciones de aguas bajas y de crecidas.

En períodos de aguas bajas, las depresiones y lagunas almacenan el agua sin ocupar grandes áreas; las descargas se producen lentamente en el sentido Este-Oeste, debido a la alta rugosidad y baja pendiente. Los canales transversales a la Ruta Nacional Nº12 evacuan lentamente los excedentes debido a la alta rugosidad de las cabeceras, próximas al estero, y a los propios umbrales existentes, situados en el límite de las obras.

En situación de inundación -que es la de interés-, correspondiente a épocas de grandes precipitaciones, la capacidad de almacenamiento es superada, produciéndose la acumulación del agua, la que excede los límites de las depresiones y pasa a ocupar grandes extensiones de terreno más alto, conforme aumenta el tirante en las lagunas. El sistema se transforma en una cubeta gigante que desborda por los lugares donde el relieve lo permite (en el caso de límites indefinidos) y a través de las obras existentes transversales a la R.N. Nº12, las que contribuyen considerablemente a la evacuación, merced a la carga de agua

producida por la sobreelevación de los niveles en el estero, lo que dota al escurrimiento de una buena velocidad.

Por otro lado, una parte de la masa de agua se elimina hacia el tramo inferior, ocupando el cauce e interfluvios de los cursos, debido a la baja capacidad de los mismos (arroyos Riachuelito y Riachuelo).

De esta forma, la componente transversal del escurrimiento adquiere mayor preponderancia, ya sea por la presencia de las obras, ya sea por la proximidad de la descarga en el río Paraná, lo que le otorga un potencial de drenaje importante en esa dirección.

Cabe destacar que la pendiente general del estero es de Este a Oeste, pero las condiciones de embancamiento y escasa capacidad de los cursos del tramo inferior de la cuenca relegan a un segundo plano esta dirección de escurrimiento, máxime teniendo en cuenta la elevada distancia a la descarga del arroyo Riachuelo en el río Paraná.” (CFI, 1999)

En la cuenca alta, el agua al Este de la ruta pcial. No. 15 (acceso a Berón de Astrada desde R.N.Nº12) se conduce por una serie de canales pequeños que descargan en el denominado Canal Berón de Astrada. Este se emplaza paralelo y adyacente a la ruta hasta unos 4 000 m al Sur de la R.N.Nº12, donde se despega del acceso en forma oblicua para alcanzar la Ruta 12 en la alcantarilla de progresiva 1165+335. Estamos situados en el extremo superior de la cuenca, donde el límite es indefinido debido a la ausencia de divisoria real de aguas.

La R.P.Nº15, a través de las obras de arte que tiene, permite el paso de volúmenes de agua provenientes de la zona Oeste (Cañada San Antonio) en función de la concentración que se produzca por las precipitaciones. A la inversa, cuando en la zona de influencia del Canal Berón de Astrada su capacidad se ve rebasada, se produce el desplazamiento del agua en sentido Este – Oeste, en función de los niveles disponibles.

Continuando aguas abajo, el agua fluye por las depresiones, buscando encausarse en algunos cursos como el Aº Noé y el Aº Avalos, ambos afluentes del estero del Riachuelo. El Aº Santa María actualmente alcanza las desembocaduras del Noé y del Avalos en el estero, por lo que participa activamente en la eliminación de esos volúmenes de esa parte del estero. En los últimos años se han realizado canalizaciones en la cuenca, las cuales llegan hasta el Estero San Lorenzo. El Arroyo Santa María cruza la Ruta Nacional Nº12 a la altura de la Progresiva 1154+750

El Arroyo Baí es otra de las vías importantes del escurrimiento; atraviesa el Estero San José, captándolo y llega hasta el borde del Estero Riachuelo. Ante escenarios de crecientes, capta además los desbordes de la Laguna Toro Hú. Este canal cruza la R.N.Nº12 a la altura de la Progresiva 1132+530.

Continuando con las vías de drenaje hacia el Río Paraná, nos encontramos con el Arroyo Iribú Cuá el cual llega hasta los esteros del Riachuelo y su Afluente N°1 que alcanza la Laguna Vallejos. Su intersección con la R.N.N°12 se da a la altura de la Progresiva 1116+300.

Dentro de la zona de estudio, y de acuerdo a lo descrito anteriormente, se delimitaron 5 cuencas generales de acuerdo a la siguiente figura.

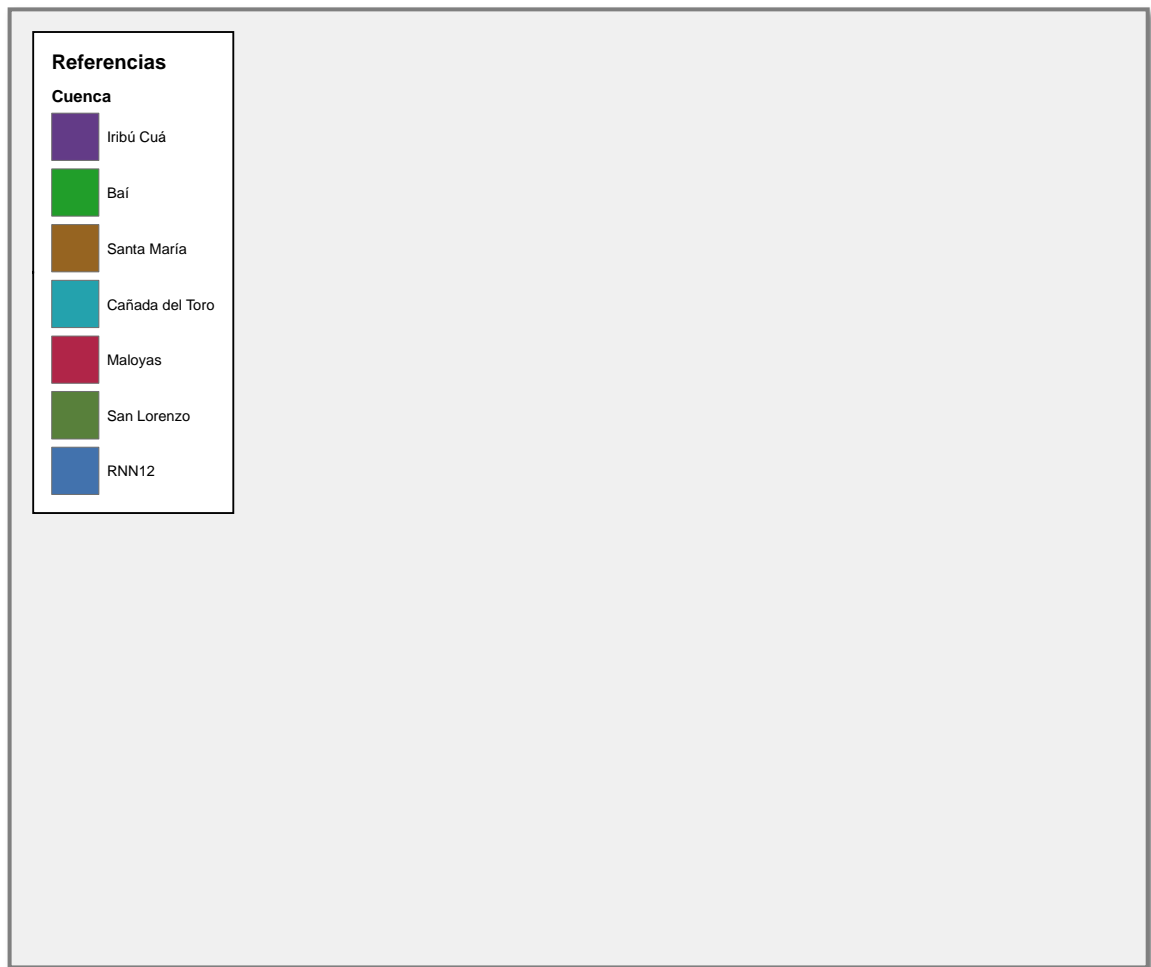


Figura 55. Cuencas Generales. Fuente: elaboración propia.

A su vez, y en base a la hidrodinámica superficial de la zona, estas cuencas generales se subdividieron en un total de 50 subcuencas de acuerdo a lo indicado en la siguiente figura y tabla.

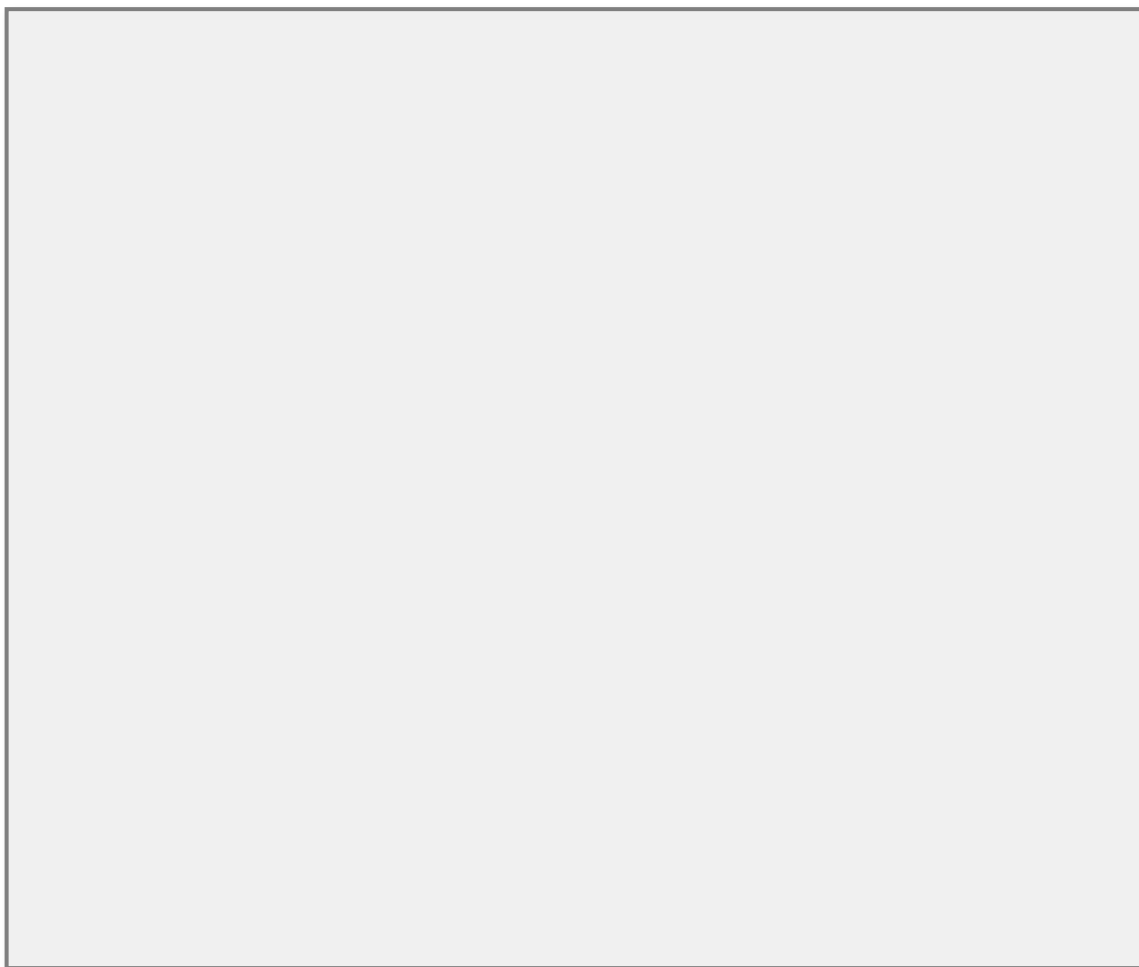


Figura 56. Subcuencas. Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Subcuencas identificadas

Cuenca	Designación	Área [km2]
A° Iribú Cuá	SC_IC_01	22.76
	SC_IC_02	13.01
	SC_IC_03	10.20
	SC_IC_04	14.38
	SC_IC_05	16.18
	SC_IC_06	8.94
	SC_IC_07	66.04
	SC_IC_08	66.91
	SC_IC_09	17.69
	SC_IC_10	13.31
	SC_IC_11	10.27
A° Baí	SC_Ba_01	65.15
	SC_Ba_02	25.14
	SC_Ba_03	35.27
	SC_Ba_04	28.67
	SC_Ba_05	45.18
	SC_Ba_06	103.94

A° Santa María	SC_SM_01	36.90
	SC_SM_02	78.60
	SC_SM_03	40.20
	SC_SM_04	50.17
	SC_SM_05	29.63
	SC_SM_06	37.81
	SC_SM_07	28.68
	SC_SM_08	29.75
	SC_SM_09	29.41
	SC_SM_10	40.48
	SC_SM_11	17.68
	SC_SM_12	86.77
	SC_SM_13	91.52
	SC_SM_14	85.89
Cañada del Toro	SC_CT_04	66.18
	SC_CT_01	19.89
	SC_CT_02	43.41
	SC_CT_03	100.85
Estero Maloyas	SC_ML_09	154.41
	SC_ML_08	19.90
	SC_ML_07	53.38
	SC_ML_04	59.90
	SC_ML_02	64.43
	SC_ML_01	90.49
	SC_ML_03	8.70
	SC_ML_06	46.23
	SC_ML_05	15.76
Estero San Lorenzo	SC_SL_02	200.30
	SC_SL_01	110.75
RNN12	RN-01	1.61
RNN12	RN-02	13.73
RNN12	RN-03	5.79
RNN12	RN-04	24.27

V. 1. 5. Tormentas de Diseño

Para la determinación de los totales precipitados en cada una de las subcuencas que componen el área de estudio, se trazaron isohietas para cada uno de los escenarios de análisis (2,10, 50 y 100 años de recurrencia), tal como puede observarse en las siguientes Figuras.

Los totales precipitados de cada estación, utilizados para la interpolación de las isohietas, fueron los detallados en la Tabla 10 mayorados en un 2,5%,

considerando un aumento de las precipitaciones surgido del estudio de Cambio Climático.

El método de interpolación fue el denominado "distancia inversa ponderada" que está basado principalmente en la inversa de la distancia elevada a una potencia matemática, cuyo valor adoptado en este caso fue 2.

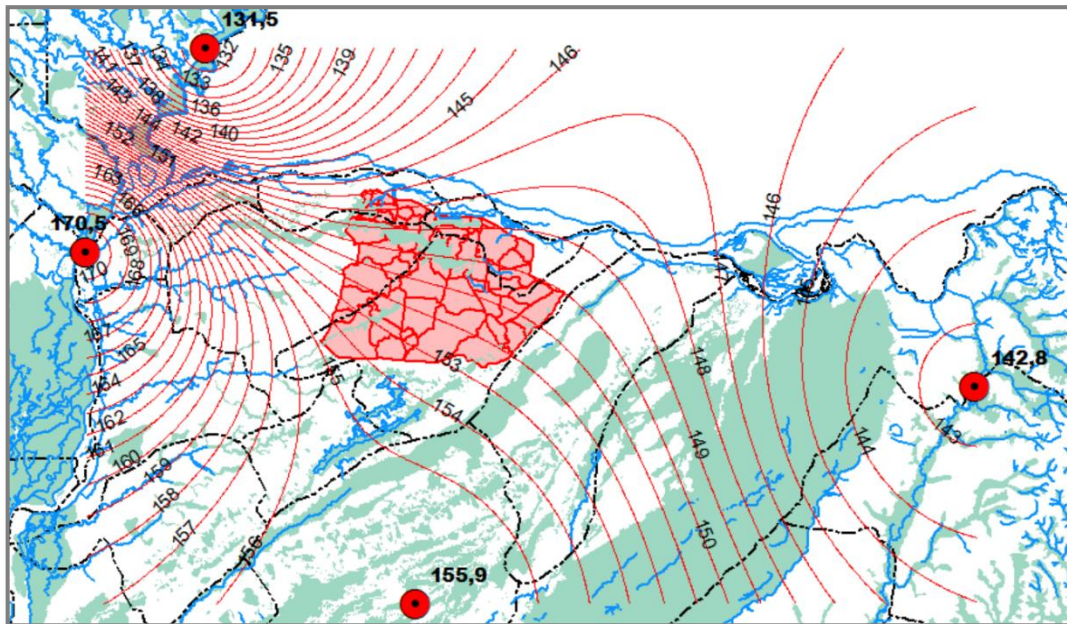


Figura 57. Isohietas para precipitación de 2 años de recurrencia y 2 días de duración

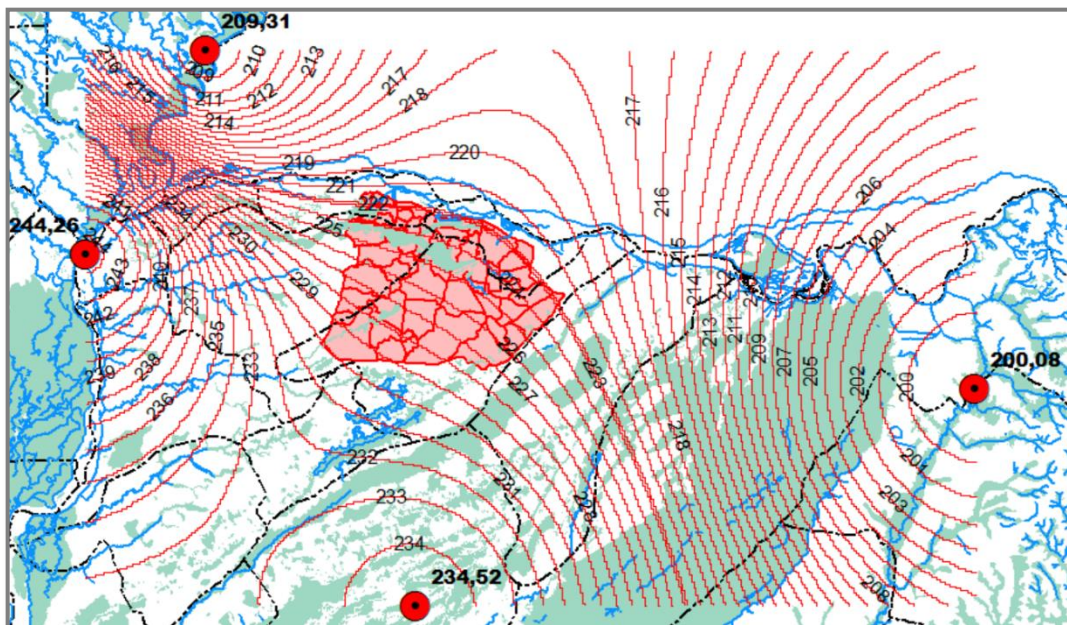


Figura 58. Isohietas para precipitación de 10 años de recurrencia y 2 días de duración

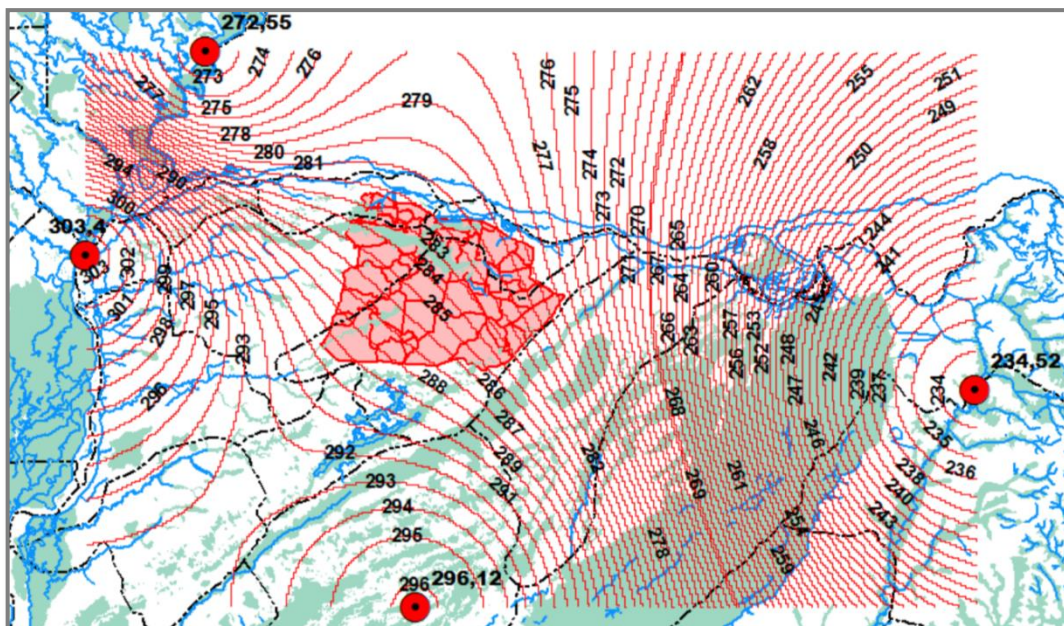


Figura 59. Isohietas para precipitación de 50 años de recurrencia y 2 días de duración

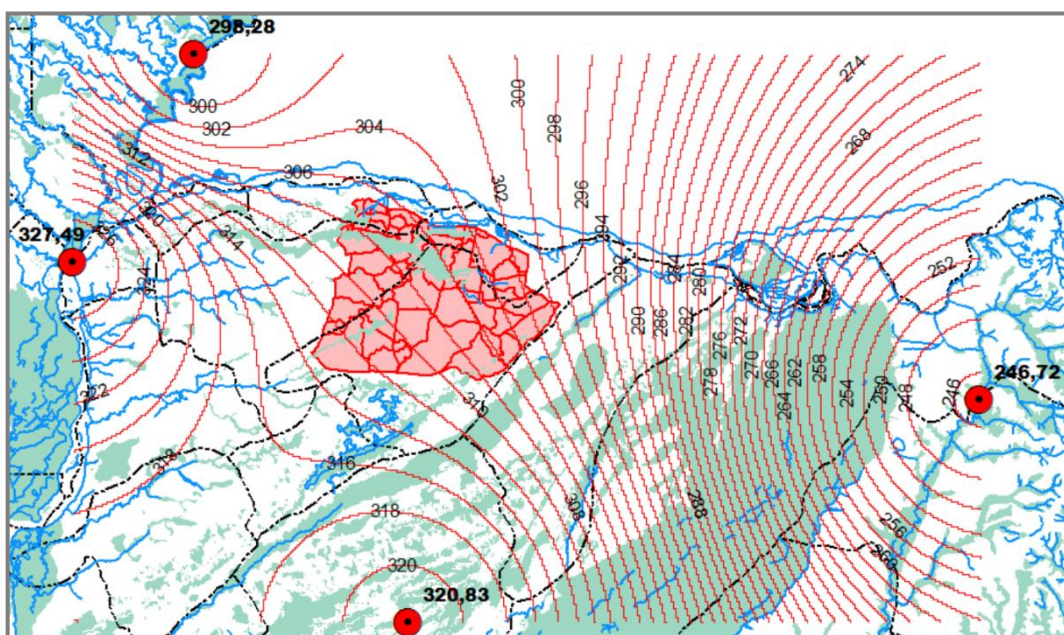


Figura 60. Isohietas para precipitación de 100 años de recurrencia y 2 días de duración

De las isohietas trazadas se determinó el valor medio precipitado en cada subcuenca y se multiplicó dichos valores por el coeficiente areal determinado en la Tabla 11 (0,95), obteniéndose los resultados indicados en la Tabla siguiente.

Tabla 19. Valor medio precipitado en cada subcuenca en una precipitación de 2 días de duración

Subcuenca	TR = 2 años	TR = 10 años	TR = 50 años	TR = 100 años
SC_Ba_01	142,02	212,85	268,29	305,81
SC_Ba_02	141,25	211,88	267,50	304,92
SC_Ba_03	141,72	212,71	268,36	306,28
SC_Ba_04	140,61	211,81	267,07	304,53
SC_Ba_05	141,09	212,26	268,23	306,03
SC_Ba_06	143,04	214,14	269,83	307,60
SC_CT_01	142,46	213,66	269,71	307,48
SC_CT_02	142,82	214,14	270,32	308,40
SC_CT_03	143,51	214,95	271,35	308,34
SC_CT_04	142,27	213,66	270,15	309,59
SC_IC_01	140,09	211,49	267,90	305,88
SC_IC_02	140,60	211,85	267,90	306,00
SC_IC_03	140,60	212,00	268,74	306,80
SC_IC_04	140,09	211,85	268,23	306,54
SC_IC_05	140,60	211,85	268,85	307,00
SC_IC_06	139,65	210,99	267,90	306,05
SC_IC_07	141,27	212,57	268,75	306,75
SC_IC_08	141,29	212,89	269,63	307,96
SC_IC_09	140,30	211,85	268,83	307,02
SC_IC_10	139,62	211,26	268,26	306,74
SC_IC_11	139,50	210,97	267,90	306,23
SC_ML_01	144,01	215,24	271,02	308,88
SC_ML_02	144,12	215,44	271,49	309,64
SC_ML_03	144,40	215,95	271,85	310,00
SC_ML_04	144,77	216,33	272,56	310,20
SC_ML_05	144,77	216,46	272,28	311,09
SC_ML_06	145,35	216,74	272,92	310,57
SC_ML_07	144,61	216,02	272,49	310,78
SC_ML_08	145,35	216,77	273,43	311,76
SC_ML_09	145,64	217,24	273,63	311,97
SC_SC_01	141,20	211,15	265,57	307,12
SC_SL_02	144,17	215,24	270,45	304,58
SC_SM_01	143,45	213,75	267,80	301,81
SC_SM_02	142,72	212,27	265,53	303,88
SC_SM_03	142,91	213,07	267,12	301,77
SC_SM_04	142,50	212,08	265,41	303,31
SC_SM_05	142,50	212,51	266,58	302,14
SC_SM_06	142,25	211,88	265,60	303,93
SC_SM_07	142,43	212,63	266,96	302,32
SC_SM_08	141,59	211,84	265,62	305,52
SC_SM_09	143,45	213,88	268,52	304,95
SC_SM_10	142,98	213,47	267,89	305,09
SC_SM_11	142,50	212,99	267,90	306,46
SC_SM_12	143,15	213,93	269,06	304,84
SC_SM_13	142,08	212,61	267,57	303,03
SC_SM_14	141,52	211,65	266,10	305,81

La distribución temporal de las tormentas se realizó considerando que el 61,4% precipitaría en el primer día y el restante 38,6% en el segundo día. Estas fracciones surgen del promedio de las relaciones entre las alturas precipitadas diarias y el total precipitado en los tres eventos de mayor consideración del registro de cada estación.

Durante cada uno de los dos días de la tormenta, a su vez, se consideró un distribución temporaria de una tormenta tipo III según lo sugerido por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, 2015)⁶ del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Así los montos precipitados horarios en cada subcuenca surgen de multiplicar los porcentajes indicados en la Tabla 20 por el monto precipitado total de cada subcuenca detallados en Tabla 19.

Tabla 20. Distribución temporal de las tormentas de diseño

Tiempo [hh:mm]	Factor	Tiempo [hh:mm]	Factor
01:00	0.61%	25:00	0.39%
02:00	0.61%	26:00	0.39%
03:00	0.66%	27:00	0.41%
04:00	0.75%	28:00	0.47%
05:00	0.84%	29:00	0.53%
06:00	0.94%	30:00	0.59%
07:00	1.14%	31:00	0.71%
08:00	1.44%	32:00	0.91%
09:00	1.95%	33:00	1.23%
10:00	2.66%	34:00	1.67%
11:00	3.75%	35:00	2.35%
12:00	15.35%	36:00	9.65%
13:00	15.35%	37:00	9.65%
14:00	3.75%	38:00	2.35%
15:00	2.66%	39:00	1.67%
16:00	1.95%	40:00	1.23%
17:00	1.44%	41:00	0.91%
18:00	1.14%	42:00	0.71%
19:00	0.94%	43:00	0.59%
20:00	0.84%	44:00	0.53%
21:00	0.76%	45:00	0.48%
22:00	0.69%	46:00	0.44%
23:00	0.63%	47:00	0.39%
24:00	0.56%	48:00	0.35%

⁶ NRCS. 2015. Chapter 4: Storm Rainfall Depth and Distribution. Part 630 Hydrology. Washington. 126 pp.

V. 1. 6. Modelo de Transformación Lluvia-Caudal. Calibración

Ante la carencia de datos de caudales de los arroyos involucrados, se recurrió a modelos de transformación lluvia-caudal, para la determinación de esta variable hidrológica. Por tanto, la asignación de los tiempos de recurrencia estuvo asociada a los totales precipitados.

El ajuste del modelo hidrológico se realizó a partir de los datos obtenidos durante la crecida ocurrida en abril y mayo de 2017 que provocó la avería del puente del Ruta Nacional N° 12 sobre el arroyo Iribú Cuá.

El registro de precipitaciones utilizados para el ajuste del modelo hidrológico correspondió al pluviógrafo de la estación meteorológica del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) ubicada en la ciudad de Resistencia, 115 km al oeste del puente de la RN12 sobre el arroyo Baí. La misma registra datos cada 5 minutos, pero en esta oportunidad se utilizaron los totales precipitados en una hora. El periodo de análisis para el ajuste fue del 01/04/2017 al 19/05/2017. En la Figura 15 se indica hietograma utilizado para el ajuste del modelo hidrológico.

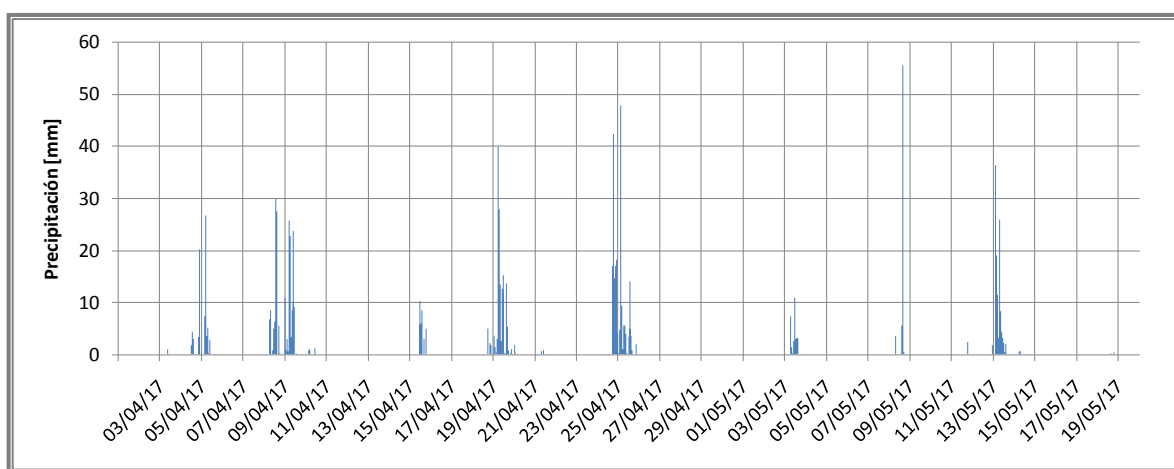


Figura 61. Hietograma utilizado para el ajuste del modelo hidrológico

De las cincuenta subcuencas delimitadas, para el ajuste del modelo solo se recurrió a aquellas que aportan a los canales que descargan al Río Paraná a través de la RNN°12 en su estado actual. En la Figura siguiente se indican las subcuencas utilizadas para el ajuste del modelo hidrológico.

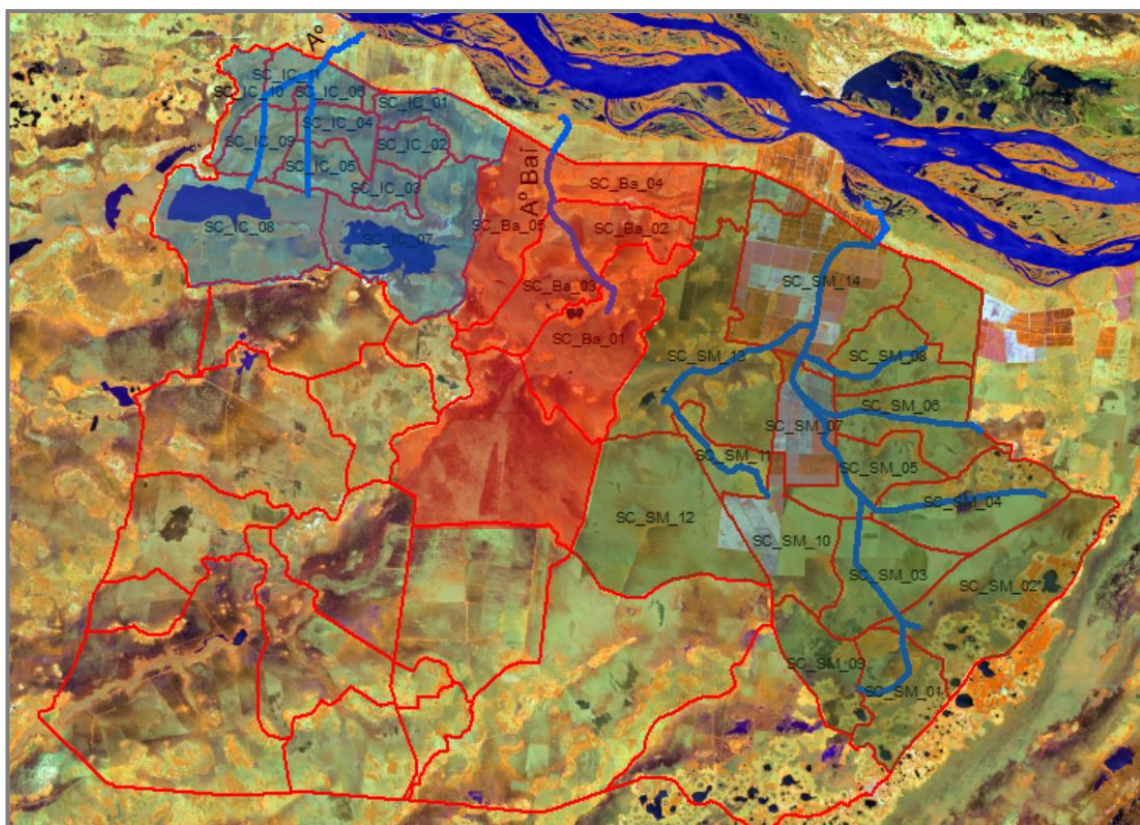


Figura 62. Subcuencas que componen el modelo hidrológico

En la siguiente tabla se indican las áreas de cada una de las subcuencas que componen el modelo correspondiente a los Esteros del Riachuelo.

Tabla 21. Área de las subcuencas utilizadas para el ajuste del modelo hidrológico

Arroyo	Designación	Área (Km ²)	Arroyo	Designación	Área (Km ²)	Arroyo	Designación	Área (Km ²)	
Iribu Cuá	SC_IC_01	22,76	Baí	SC_Ba_01	65,15	Santa María	SC_SM_01	36,90	
	SC_IC_02	13,01		SC_Ba_02	25,14		SC_SM_02	78,60	
	SC_IC_03	10,20		SC_Ba_03	35,27		SC_SM_03	40,20	
	SC_IC_04	14,38		SC_Ba_04	28,67		SC_SM_04	50,17	
	SC_IC_05	16,18		SC_Ba_05	45,18		SC_SM_05	29,63	
	SC_IC_06	8,94		SC_Ba_06	103,94		SC_SM_06	37,81	
	SC_IC_07	66,04		Total	303,35		SC_SM_07	28,68	
	SC_IC_08	66,91					SC_SM_08	29,75	
	SC_IC_09	17,69					SC_SM_09	29,41	
	SC_IC_10	13,31					SC_SM_10	40,48	
	SC_IC_11	10,27					SC_SM_11	17,68	
	Total	259,68					SC_SM_12	86,77	
							SC_SM_13	91,52	
							SC_SM_14	85,89	
							Total	683,47	

Para determinar la cobertura de suelo se realizó una clasificación digital de imágenes donde se identificó un patrón visual asociado a cada cubierta (categoría) de acuerdo a una serie de parámetros como son el tono, la textura, la forma, el contexto, la disposición, etc. y después se identificaron sobre las imágenes las superficies correspondientes a estas categorías, mediante su semejanza con el patrón-tipo previamente identificado. Por último, se realizó una verificación de los resultados.

Así, mediante una imagen satelitales Landsat 8, capturada el 22 de junio de 2016, fue posible realizar una clasificación supervisada del terreno, catalogándose al mismo en cuatro tipos: i) Agua; ii) Cañada; iii) Cultivos; iv) Bosques o monte y v) Pastizales.

- Agua: corresponde a las áreas ocupadas por lagunas y cursos de agua.
- Cañadas o vegas de arroyo: son zonas bajas que pueden estar anegados en momentos de excesos hídricos.
- Bosques o Monte: Se trata principalmente montes ubicados en zonas altas de la cuenca que se observan como áreas de arboledas.
- Cultivos: comprende zonas con cultivos de arroz regadas por inundación.
- Pastizales naturales: comprenden zonas cubiertas por un tapiz vegetal natural.

En la siguiente figura se ilustra la cobertura de suelo del tipo de cobertura realizada en la zona de estudio. En tanto que en la tabla próxima se indican los porcentajes que representan los distintos tipos de coberturas sobre la superficie total de cada subcuenca.

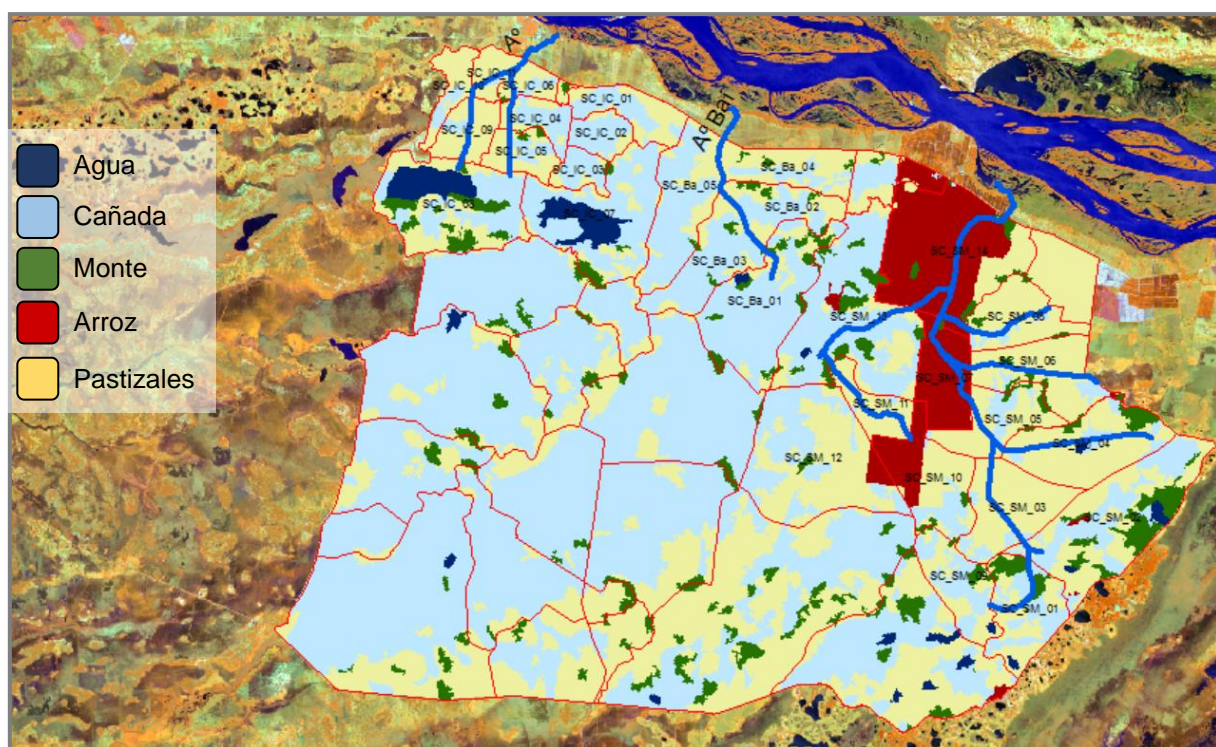


Figura 63. Coberturas de suelo de la zona de estudio

Tabla 22. Porcentajes de los distintos tipos de cobertura

Cuenca	Subcuenca	Agua	Cañada	Arroz	Monte	Pastizales
Iribú Cuá	SC_IC_01	0,0%	47,8%	0,0%	0,3%	52,0%
	SC_IC_02	0,0%	78,2%	0,0%	0,0%	21,7%
	SC_IC_03	0,0%	70,6%	0,0%	1,4%	28,0%
	SC_IC_04	0,0%	60,2%	0,0%	1,8%	38,0%
	SC_IC_05	0,0%	23,0%	0,0%	5,2%	71,8%
	SC_IC_06	0,0%	23,6%	0,0%	2,6%	73,8%
	SC_IC_07	18,5%	59,5%	0,0%	3,8%	18,2%
	SC_IC_08	18,9%	32,3%	0,0%	15,5%	33,4%
	SC_IC_09	0,0%	9,6%	0,0%	0,1%	90,3%
	SC_IC_10	0,0%	21,9%	0,0%	0,0%	78,1%
	SC_IC_11	0,0%	6,1%	0,0%	0,2%	93,8%
Baí	SC_Ba_01	1,1%	73,5%	0,0%	9,7%	15,6%
	SC_Ba_02	0,0%	45,4%	0,0%	8,5%	46,1%
	SC_Ba_03	0,0%	72,5%	0,0%	3,5%	24,0%
	SC_Ba_04	0,0%	23,2%	0,0%	3,7%	73,0%
	SC_Ba_05	0,0%	70,3%	0,0%	0,5%	29,2%
	SC_Ba_06	0,0%	85,5%	0,0%	2,8%	11,7%
	SC_SM_01	1,5%	38,7%	0,0%	15,3%	44,5%
	SC_SM_02	2,4%	35,1%	0,8%	17,3%	44,3%
	SC_SM_03	0,0%	10,2%	0,0%	0,4%	89,4%
	SC_SM_04	1,7%	10,4%	0,0%	9,1%	78,7%
	SC_SM_05	0,0%	18,6%	0,4%	6,1%	74,8%

Santa María	SC_SM_06	0,0%	9,1%	0,5%	6,1%	84,3%
	SC_SM_07	0,0%	0,0%	98,4%	1,3%	0,3%
	SC_SM_08	0,0%	13,8%	0,1%	4,9%	81,2%
	SC_SM_09	1,9%	46,2%	0,0%	6,8%	45,1%
	SC_SM_10	0,0%	19,5%	37,6%	2,8%	40,0%
	SC_SM_11	0,0%	4,2%	0,2%	3,6%	92,0%
	SC_SM_12	0,0%	39,5%	4,0%	1,3%	55,1%
	SC_SM_13	0,5%	66,5%	1,9%	11,0%	20,1%
	SC_SM_14	0,0%	0,3%	81,9%	3,9%	13,9%

La precipitación efectiva es la parte del total precipitado que genera el escurrimiento superficial. Para obtener el escurrimiento correspondiente es necesario retirar de la precipitación total los volúmenes evaporados, retenidos por las depresiones y los infiltrados.

Como metodología para la determinación de la precipitación efectiva se utilizó el método presentado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS)⁷ que sugiere la Ecuación siguiente.

$$\frac{\text{Volumen infiltrado}}{\text{capacidad máxima}} = \frac{\text{Precipitación efectiva}}{\text{Precipitación Total}} \quad (V-3)$$

A su vez el método considera que existe una porción de precipitación denominado la (abstracción inicial antes del encharcamiento) que no generará escorrentía. Por tanto, la relación anterior puede quedar planteada en la siguiente Ecuación.

$$\frac{Fa}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (V-4)$$

Donde:

Fa: volumen infiltrado

Pe: Precipitación efectiva;

S: capacidad máxima de infiltración del suelo

Ia: Intercepción inicial.

⁷ **U.S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service (USDA-SCS).** 1972. National Engineering Handbook. Part 630 Hydrology, Section 4, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

Manteniendo el principio de continuidad, el método incluye la siguiente Ecuación.

$$P = P_e + I_a + Fa \quad (V-5)$$

Combinando las dos ecuaciones anteriores se puede considerar a la precipitación efectiva como se expresa a continuación.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (V-6)$$

Al estudiar los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales pequeñas, el SCS propone la relación empírica descrita a continuación.

$$I_a = 0,2 \cdot S \quad (V-7)$$

Con base a esto la Precipitación efectiva puede obtenerse mediante la siguiente Ecuación.

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \cdot S)}{P + 0,8 \cdot S} \quad (V-8)$$

Por tanto, existe una relación entre la precipitación total y la efectiva que puede representarse de acuerdo a lo indicado en la siguiente Figura.

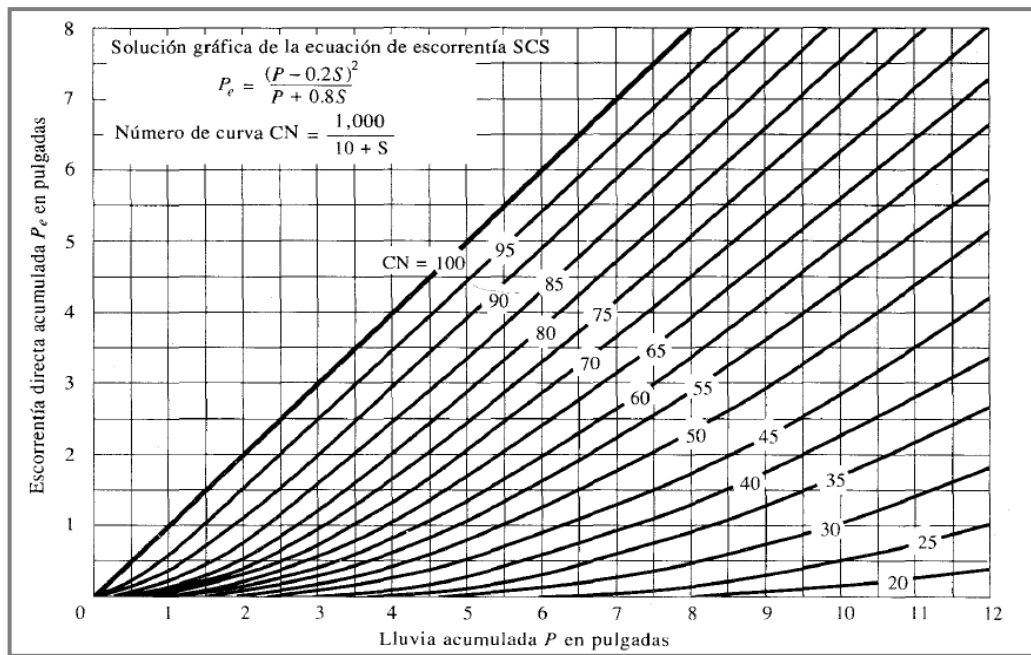


Figura 64. Solución de la ecuación de escorrentía del SCS (Ven Te Chow y colaboradores, 1994)⁸

Para estandarizar las curvas de la figura anterior el SCS definió un número adimensional de curva, denominado CN (Curva Número), tal que $0 \leq CN \leq 100$. La relación entre el CN y S se detallan en la siguiente Ecuación.

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (V-9)$$

Así, para superficies impermeables y superficies cubiertas por agua el CN es igual a 100 y para superficies completamente permeables el CN es igual a 0.

El valor de CN depende: i) del tipo de cobertura del suelo; ii) humedad antecedente y iii) tipo de suelo.

Por tanto, el SCS y diversos autores proponen valores de CN para distintas áreas de coberturas y tipo de suelo. Este último es caracterizado por cuatro grupos según su comportamiento hidrológico. A saber:

- Grupo A: suelos que producen bajo escurrimiento superficial y alta infiltración. Arena profunda, suelos profundos depósitos por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelos menos permeables que la categoría anterior. Suelos poco profundos, depositados por el viento, marga arenosa.

⁸ Chow VT, Maidment DR, Mays LW (1994). Hidrología Aplicada. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia.

- Grupo C: Suelos que generan escurrimiento superficial por encima de la media. Margas arcillosas, margas arenosas, suelo con bajo contenido orgánico y suelos con alto contenido de arcilla.
- Grupo D: Suelos poco profundos con muy baja capacidad de infiltración. Arcillas expansivas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Se consideran tres tipos de humedad antecedente, tal lo indicado en la siguiente Tabla.

Tabla 23. Clasificación de clases antecedentes de humedad (SCS, 1972)

Clases de condiciones de humedad antecedente	Lluvia total de los 5 días anteriores	
	Estación sin desarrollo vegetativo	Estación de crecimiento vegetativo
AMC I	Menos de 12,7 mm	Menos de 35,6 mm
AMC II	12,7 a 27,9 mm	35,6 a 53,3 mm
AMC III	Más de 27,9 mm	Más de 53,3 mm

Así se asignaron valores de CN para los distintos tipos de coberturas, considerando al suelo de la zona como perteneciente al grupo C, y la ponderación se realizó en función del porcentaje de área que ocupan cada uno de estos. En la Tabla siguiente se detalla los distintos valores de CN adoptados para cada uno de los tipos de cobertura.

Tabla 24. Número de Curva asignados a los distintos tipos de coberturas de suelo

Tipo de Cobertura	Clase de suelo			
	A	B	C	D
Agua	100	100	100	100
Cañada ⁽⁹⁾	30	58	71	78
Arroz ⁽¹⁰⁾	59	70	78	81
Monte ⁽¹¹⁾	30	55	70	77

⁹ Chow VT, Maidment DR & May LW. 1994. Hidrología Aplicada. Editorial Mc Graw Hill. Capítulo 5 - Agua Superficial. Tabla 5.5.2 - Numero de Curva de Escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana. Vegas de ríos en condiciones optimas. 154 pp. Bogotá.

¹⁰ Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture. 2004. Hydrologic Soil-Cover Complexes. Table 9.1. Cover type: Small grain - C&T - hydrologic condition: Good. 9-3 pp.

¹¹ Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture. 2004. Hydrologic Soil-Cover Complexes. Table 9.1. Cover type: Pasture, grassland, or range continuous forage grazing- hydrologic condition: Good. 9-3 pp.

Pasturas ⁽¹²⁾	39	61	74	80
--------------------------	----	----	-----------	----

El valor Número de Curva de cada subcuenca, utilizado en la modelación surgió de del CN ponderado por la fracción de área asignada a cada tipo de cobertura, de acuerdo a la siguiente Tabla.

Tabla 25. Números de Curva usados en el ajuste del modelo hidrológico

Cuenca	Subcuenca	Área [km²]	CN_{II}
Iribú Cuá	SC_IC_01	22,76	72,56
	SC_IC_02	13,01	71,65
	SC_IC_03	10,20	71,82
	SC_IC_04	14,38	72,12
	SC_IC_05	16,18	73,10
	SC_IC_06	8,94	73,19
	SC_IC_07	66,04	76,87
	SC_IC_08	66,91	77,32
	SC_IC_09	17,69	73,71
	SC_IC_10	13,31	73,34
	SC_IC_11	10,27	73,81
Baí	SC_Ba_01	65,15	71,70
	SC_Ba_02	25,14	72,30
	SC_Ba_03	35,27	71,68
	SC_Ba_04	28,67	73,15
	SC_Ba_05	45,18	71,87
	SC_Ba_06	103,86	71,32
Santa María	SC_SM_01	36,90	72,63
	SC_SM_02	78,60	72,92
	SC_SM_03	40,20	73,68
	SC_SM_04	50,17	73,78
	SC_SM_05	29,63	73,21
	SC_SM_06	37,81	73,50
	SC_SM_07	28,68	77,88
	SC_SM_08	29,75	73,39
	SC_SM_09	29,41	72,82
	SC_SM_10	40,48	74,80
	SC_SM_11	17,68	73,74
	SC_SM_12	86,77	72,92
	SC_SM_13	91,52	71,76
	SC_SM_14	85,89	77,11

¹² Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture. 2004. Hydrologic Soil-Cover Complexes. Table 9.1. Cover type: Woods - hydrologic condition: Good. 9-3 pp.

Los tiempos de retardo (T_{LAG}) de las subcuencas se calcularon mediante la Formula dada por el Servicio de Conservación de suelos de los Estados Unidos (SCS)¹³, expresada a continuación.

$$T_{LAG} = \frac{l^{0,8} \cdot (S + 1)^{0,7}}{1.900 \cdot Y^{0,5}} \quad (V-10)$$

Dónde:

T_{LAG} : Tiempo de retardo, en horas.

L: longitud del flujo, en ft.

Y: pendiente media de la cuenca, en %.

S: retención potencial máxima, en in.

El método SCS para determinar el T_{LAG} de una cuenca se desarrolló por Mockus (1961)¹⁴. Se extiende por un amplio conjunto de condiciones que van desde las cuencas boscosas con canales empinados y un alto porcentaje de escorrentía resultante de flujo subsuperficial, a prados proporcionando un alto retardo a la superficie de escorrentía, a superficies terrestres suaves y grandes áreas pavimentadas.

Los tiempos de retardos de las distintas subcuencas obtenidos por el método del SCS, son los que se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 26. Tiempos de Retardo (T_{LAG}) empleados en modelo hidrológico

Cuenca	Subcuenca	L [ft]	Y	S [in]	T_{LAG} [hs]
Iribu Cuá	SC_IC_01	29581,60	0,04%	3,78	28,21
	SC_IC_02	17379,48	0,02%	3,96	28,98
	SC_IC_03	16280,93	0,06%	3,92	15,30
	SC_IC_04	17761,30	0,02%	3,87	29,42
	SC_IC_05	18743,04	0,03%	3,68	21,71
	SC_IC_06	12601,31	0,08%	3,66	10,56
	SC_IC_07	43808,69	0,01%	3,01	58,75
	SC_IC_08	28140,32	0,02%	2,93	32,61
	SC_IC_09	16119,59	0,04%	3,57	17,55
	SC_IC_10	22084,01	0,03%	3,63	26,69
	SC_IC_11	14398,95	0,01%	3,55	30,21

¹³ **Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture.** 2010. Part 630 Hydrology National Engineering Handbook. Chapter 15 - Time of Concentration. 15-5 pp.

¹⁴ **Mockus V.** 1961. Watershed lag. U.S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service. ES-1015, Washington, DC.

Baí	SC_Ba_01	36385,00	0,03%	3,95	43,66
	SC_Ba_02	32971,77	0,02%	3,83	46,27
	SC_Ba_03	42248,88	0,02%	3,95	64,96
	SC_Ba_04	38967,33	0,03%	3,67	39,70
	SC_Ba_05	42192,41	0,02%	3,91	52,68
	SC_Ba_06	14199,84	0,01%	4,02	105,27
Santa Maria	SC_SM_01	13992,53	0,16%	3,77	8,04
	SC_SM_02	27170,21	0,05%	3,71	25,00
	SC_SM_03	17222,40	0,04%	3,57	19,14
	SC_SM_04	20142,71	0,05%	3,55	19,10
	SC_SM_05	14004,53	0,05%	3,66	14,82
	SC_SM_06	17872,36	0,13%	3,60	10,79
	SC_SM_07	14523,51	0,05%	2,84	13,57
	SC_SM_08	14185,24	0,07%	3,63	12,24
	SC_SM_09	14419,38	0,11%	3,73	9,84
	SC_SM_10	11626,81	0,03%	3,37	15,73
	SC_SM_11	14951,87	0,07%	3,56	12,98
	SC_SM_12	16054,38	0,06%	3,71	14,57
	SC_SM_13	18373,90	0,05%	3,94	17,93
	SC_SM_14	23091,43	0,07%	2,97	16,05

En el diseño del modelo hidrológico, para la determinación de los caudales de salida de cada subcuencas, se asignó a cada uno de estas un reservorio que simula el comportamiento de los bañados, esteros y lagunas típicos del paisaje que se observa en la zona de estudio. Estos cuerpos de agua laminan los volúmenes excedentes morigerando los caudales picos que descargan al sistema de canales actuales en virtud de su capacidad de almacenamiento. Para simular este comportamiento hidráulico se establecieron, para cada reservorio, una curva superficie inundada versus nivel de agua y otra de caudal de descarga versus nivel de agua.

Las curvas de superficie inundada versus nivel de agua se trazaron considerando los esteros como de sección cuasi rectangular, tal como la indicada en la Figura 65.a, con pendiente de solera muy baja en los primeros 20 cm de altura para luego aumentar considerablemente la misma a alturas mayores. Por tanto, las curvas presentaron una forma similar a la indicada en la Figura 65.b.

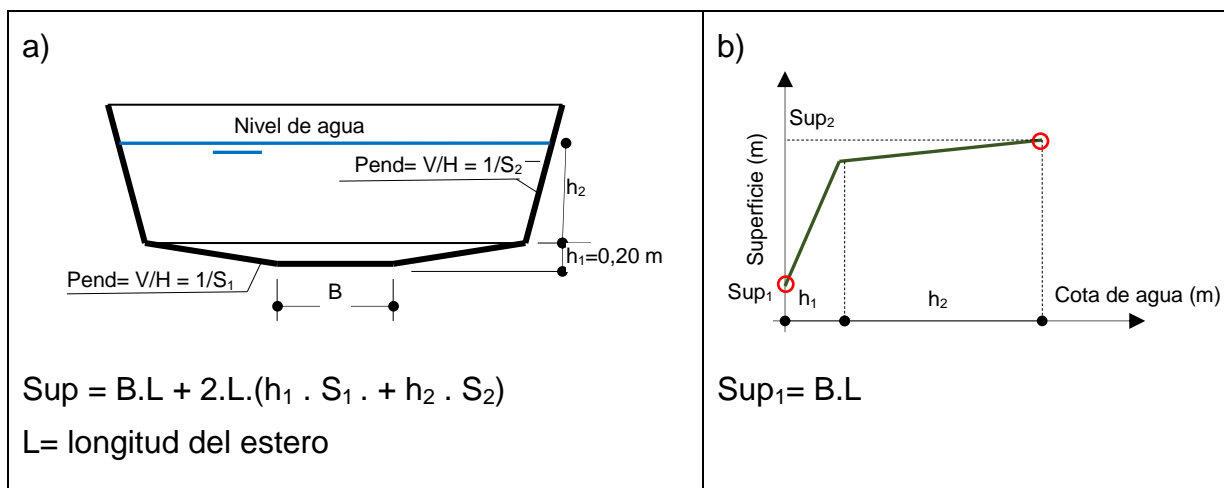


Figura 65. Esquema de los esteros utilizados para la modelación

La superficie inicial de los reservorios (asignada como Sup₁ en la Figura 65.b) fue determinada a partir de una clasificación digital de imágenes Landsat 8 capturada 04 de febrero de 2017 (Figura 66), en tanto que las superficies denominadas como Sup₂ fueron establecidas a partir de imágenes Landsat 8 capturas el 22 de abril de 2017 (Figura 67). La superficie de inundación, asignadas como Sup₁, pueden ser considerada para condiciones normales de la cuenca, en tanto que las superficies Sup₂ pueden asignarse a inundaciones extremas, como las que el escenario que se simuló para el ajuste del modelo hidrológico.

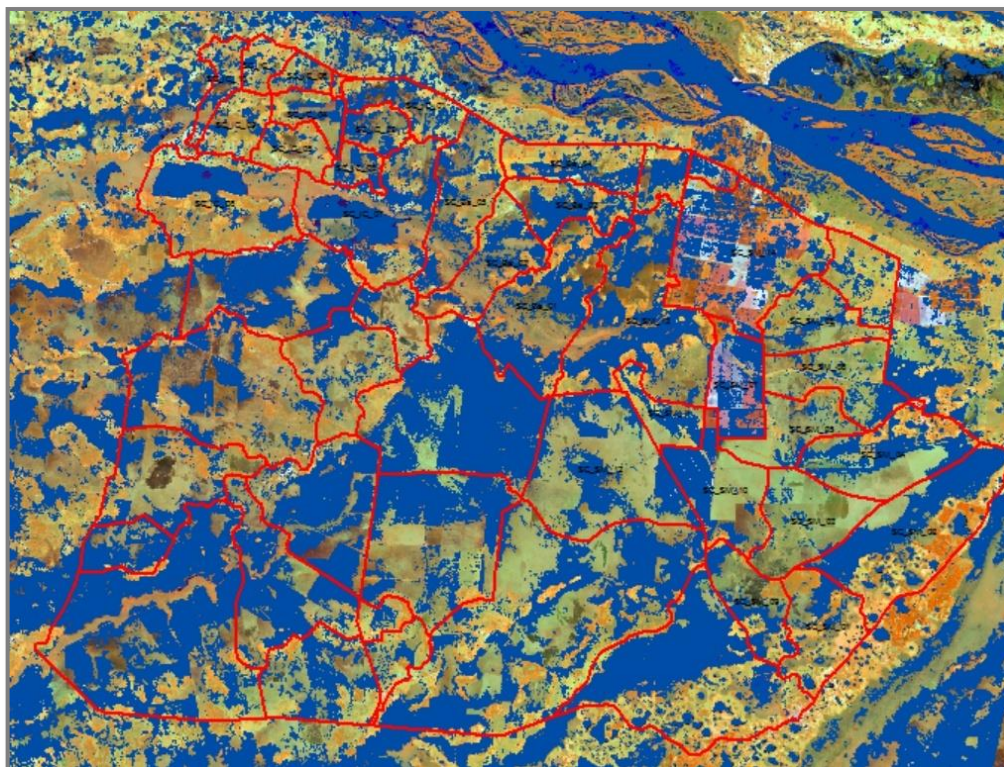


Figura 66. Superficies anegadas (sombreado azul) - Imagen Landsat 8 - 04/02/2017

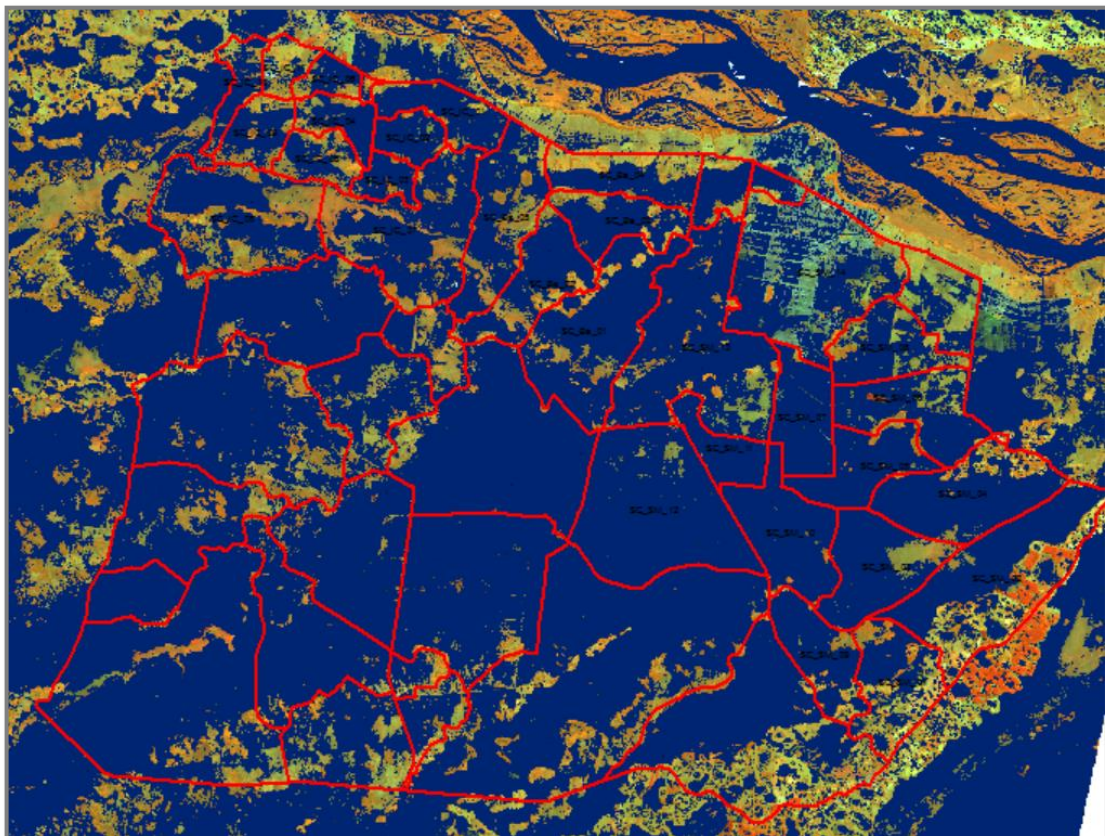


Figura 67. Superficies anegadas (sombreado azul) - Imagen Landsat 8 - 22/04/2017

Con respecto a la laminación que se produce en los bañados de cada subcuenca, simulados como embalses, se adoptó en base a la experiencia y conocimiento de la zona una altura inicial de 0.20m en la cual el agua ocupa toda la superficie de bañados alcanzando los pies de loma de cada subcuenca, en esta primer variación de niveles el agua cubre prácticamente toda la superficie de anegamiento identificada en imágenes satelitales donde la pendiente de fondo es muy suave, luego de estos primeros 20cm, donde el agua ya cubrió toda la superficie de bañados y alcanzo los pies de lomas, los niveles hídricos asciende apoyándose en los mismos, por lo cual la variación de superficie anegada es escasa modificándose sustancialmente los niveles de anegamiento en bañados.

Los valores de h_2 se adoptaron en cada subcuenca de forma iterativa en virtud de cotejar la superficie máxima de inundación arrojados por la simulación y los valores medidos de la imagen satelital capturada el 22 de abril de 2017.

En síntesis, dependiendo de la subcuenca analizada los valores de h_2 (Figura 65) fueron considerados entre 0,20 m y 0,40 m. Las curvas de caudal de descarga versus nivel de agua se trazaron considerando que la sección de control de la descarga de los reservorios (bañados, esteros o lagunas) estará reglada por un canal de sección rectangular y ancho igual a la relación entre superficie de la cuenca

y la longitud del recorrido del agua desde el punto más alejado a su descarga. Así las curvas se materializaron a partir de la expresión de Chezy - Manning (Ecuación siguiente).

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot RH^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (V-11)$$

Dónde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning;

Q: caudal de descarga (m³/s);

A: área transversal del canal (m²);

RH: radio hidráulico del canal (m);

i: pendiente del canal (m/m).

Toda el área de análisis posee un comportamiento similar, donde el agua que precipita se acumula primeramente en superficie generando anegamientos en las zonas de bañados y esteros para luego evacuar por los canales existentes en función de la capacidad de descarga de cada subcuenca. Esta capacidad de descarga de las distintas subcuencas se evaluó con la ecuación de Manning, empleando la rugosidad como parámetro de ajuste en la calibración.

Al no existir registro de alturas de agua ni caudales en toda la zona de análisis, se basó la calibración en registros fotográficos del cauce del Arroyo Iribú Cúa, durante el colapso de la obra de arte de la Ruta Nacional N°12 ocurrida en mayo de 2017, infiriendo de dichas fotografías la altura y velocidad de escurrimiento.

Debido a lo anterior, en base al comportamiento similar de subcuencas y la disponibilidad de un único parámetro de calibración en la descarga del Arroyo Iribú Cúa, es que se empleó para todas las subcuencas un único valor de rugosidad de Manning.

El valor del coeficiente de rugosidad (n) fue establecido como variable de ajuste del modelo, adoptándose n=0,60 como valor final para todas las subcuencas.

Con lo expuesto precedentemente se realizó el diseño del modelo hidrológico en el entorno del programa HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System) desarrollado por el Cuerpo de Ingeniero del Ejercito de los Estados Unidos (USACE).

La disposición de las subcuencas y la secuencia de descarga de las mismas obedeció a la hidrodinámica de la zona. Así se diseñó el modelo hidrológico con 5 salidas, tres correspondiente a la descarga de los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa

María (R12_IC, R12_Ba y R12_SM, respectivamente), una correspondiente a la descarga a los Esteros del Riachuelo (Riachuelo) y, la restante, representa las eventuales transfluencias a la cuenca de la cañada del Toro (IC_12), tal como puede observarse en la siguiente Figura.

El escurrimiento se planteó considerando las descargas de los arroyos en cuestión al río Paraná (indicado con flechas negras en la siguiente Figura) y la descarga a los esteros del Riachuelo (indicado con flechas rojas en la siguiente Figura). En la Figuras 69, 70 y 71 se observan en detalle la disposición de las subcuencas planteadas en el modelo hidrológico, tributantes a los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María, respectivamente.

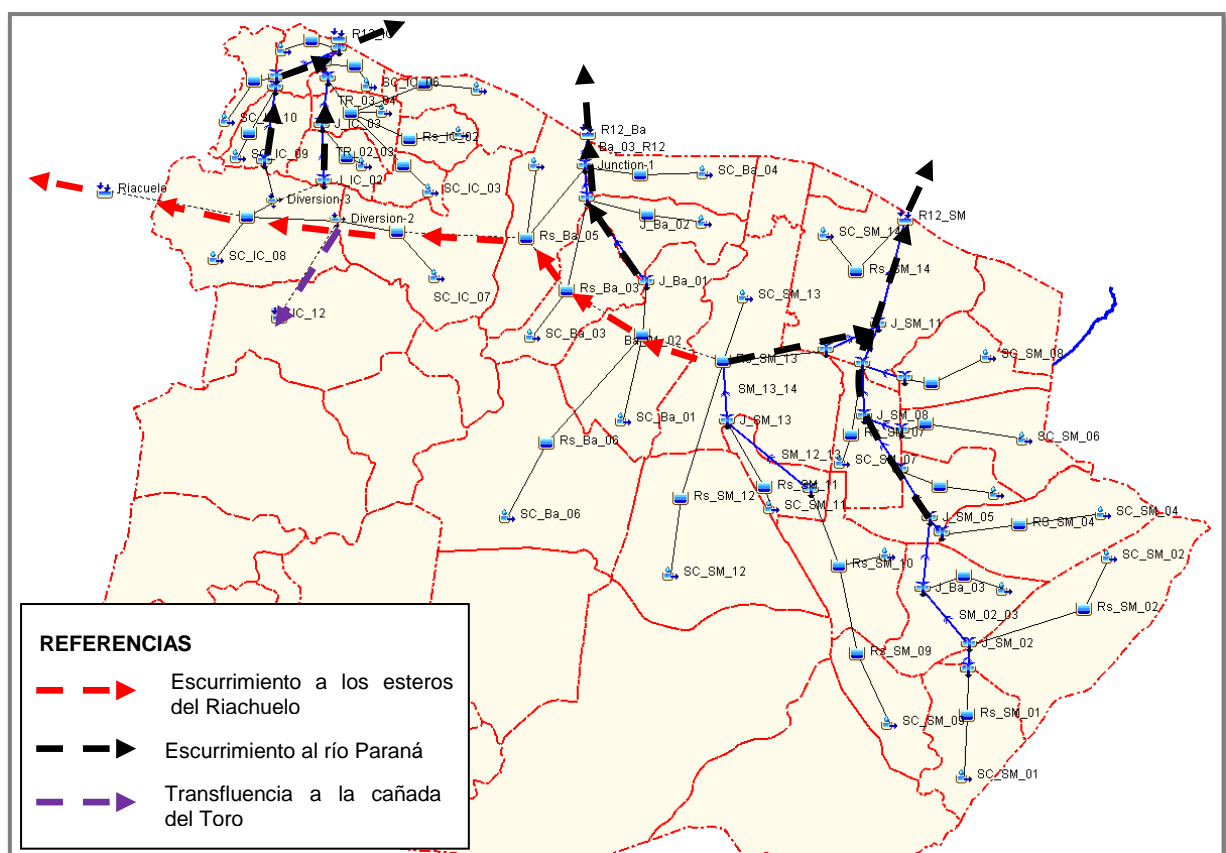
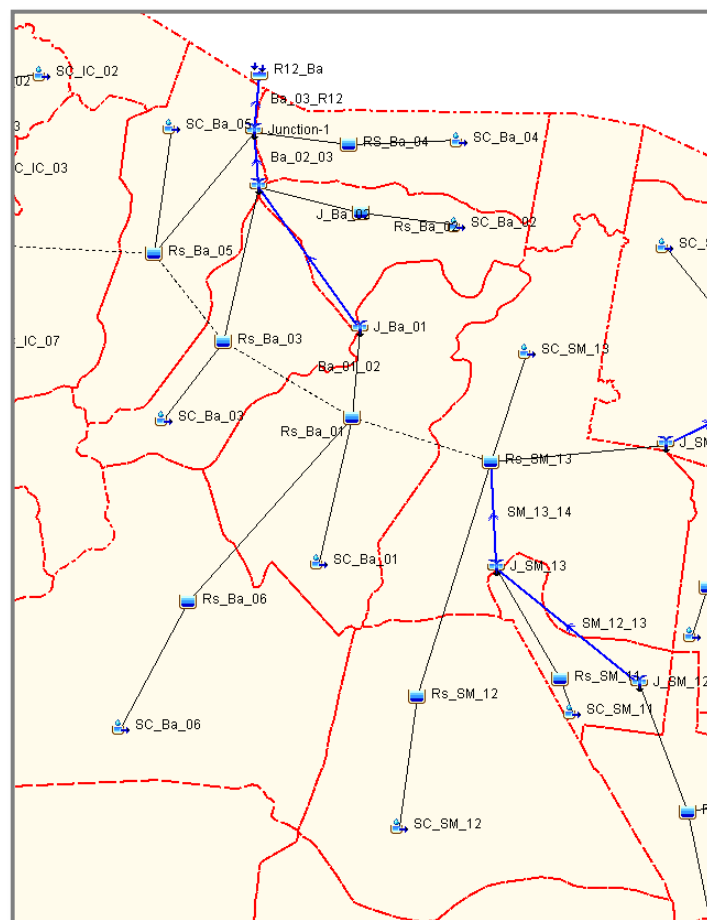
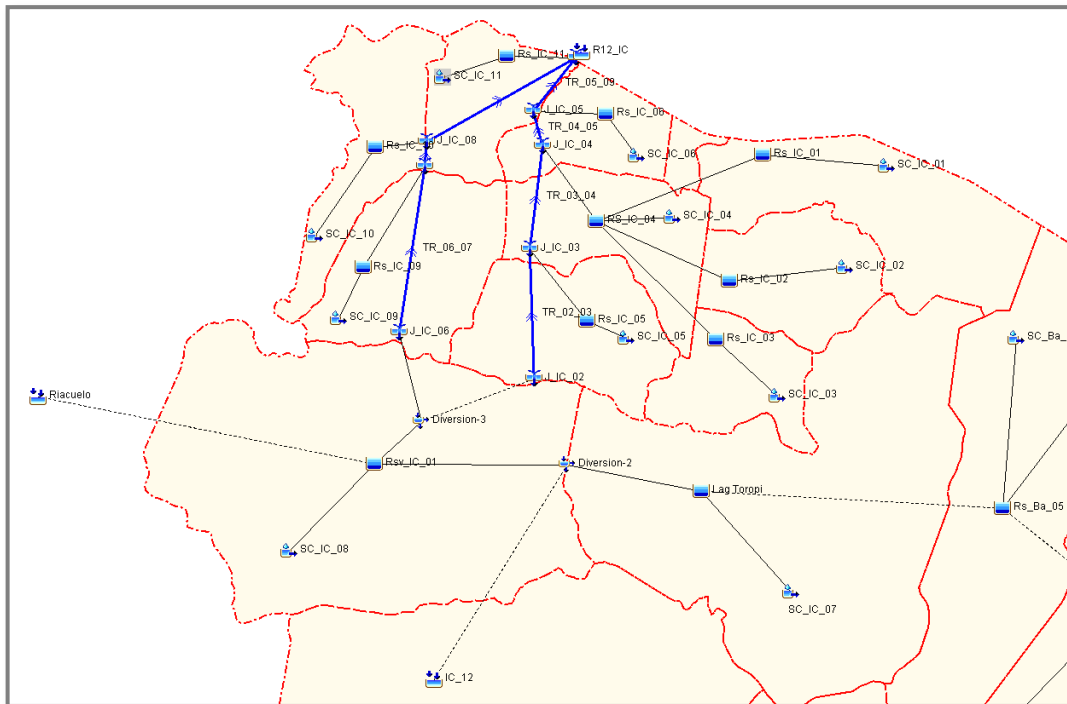


Figura 68. Modelo Hidrológico planteado para la zona de estudio.



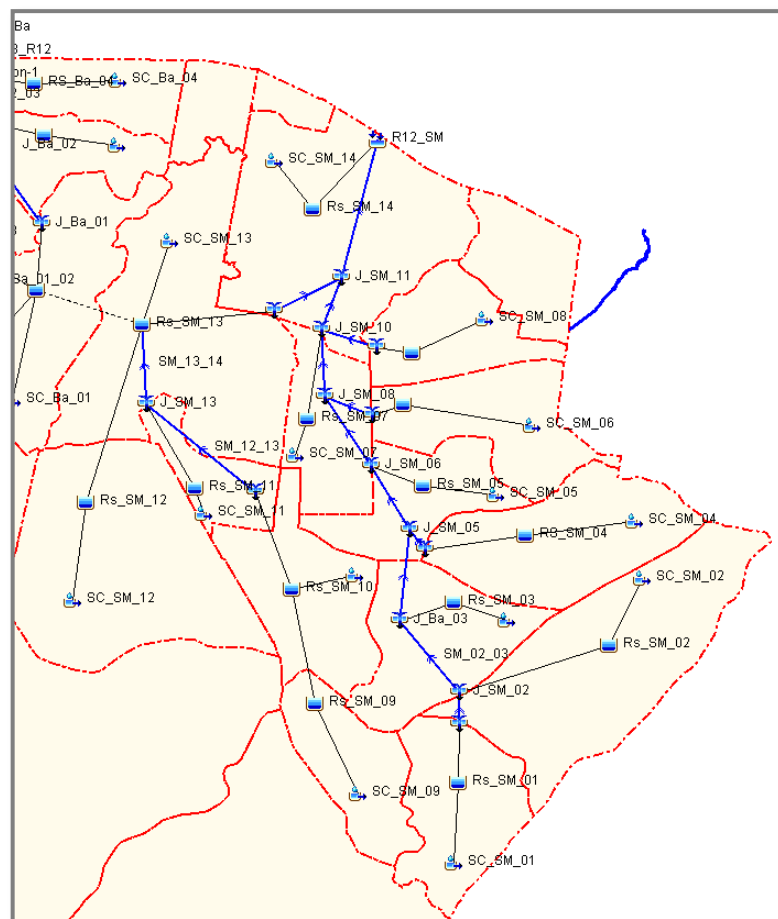


Figura 71. Esquema del modelo hidrológico utilizado para la cuenca del Arroyo Santa María

Se observaron, los hidrogramas arrojados por el modelo hidrológico en las mencionadas secciones de control, tal como se ilustra en las Figuras 72, 73 y 74.

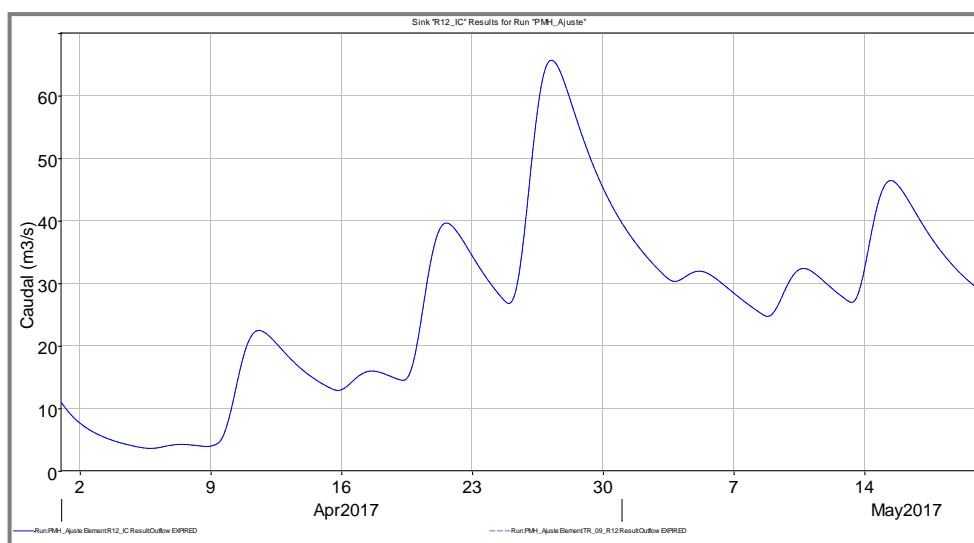


Figura 72. Hidrograma de salida arrojado por el modelo hidrológico - Iribú Cuá

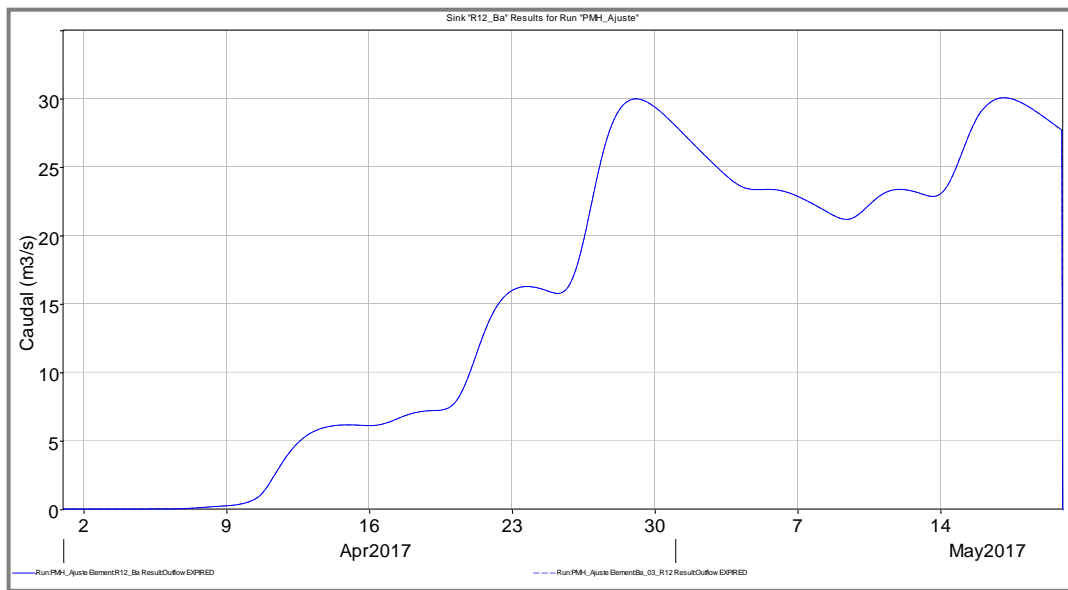


Figura 73. Hidrograma de salida arrojado por el modelo hidrológico - Baí

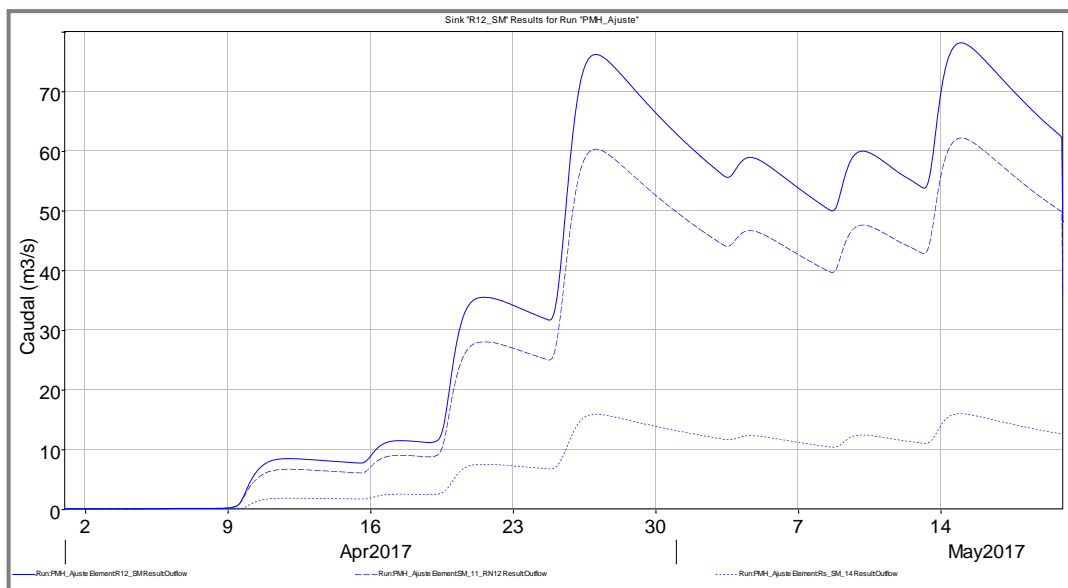


Figura 74. Hidrograma de salida arrojado por el modelo hidrológico - Santa María

En la Tabla siguiente se indican los caudales picos arrojados por el modelo hidrológico para las precipitaciones de abril y mayo utilizados para el ajuste del mismo.

Tabla 27. Caudales pico arrojados por el modelo hidrológico

Cuenca	Área de Drenaje (km ²)	Caudal pico (m ³ /s)	Tiempo al pico (dd/mm/aaa, hh:mm)	Volumen de escorrentía (mm)
Iribu Cuá	259,69	65,6	27abr2017, 06:00	431,72
Baí	303,35	30,0	17may2017, 03:00	212,08
Santa María	683,49	78,1	15may2017, 00:00	230,86

Lamentablemente no existen registro de caudales de ninguno de los arroyos mencionados por lo que se recurrió al uso de imágenes captadas del arroyo Iribú Cuá en momentos posteriores a su avería, ocurrida el 18 de mayo (Figura 75.a). En comparación con la sección del puente es posible estimar que altura del tirante de agua sería de 1,25 m; con sección de paso de 17,01 m². Considerando que el modelo hidrológico arroja un caudal de 32,9 m³/s el 18/05/2017, de concordar con la sección de paso estimada en la Figura 75.a, la velocidad media de flujo sería de 1,93 m/s, magnitud que es verosímil en virtud del evento en consideración.

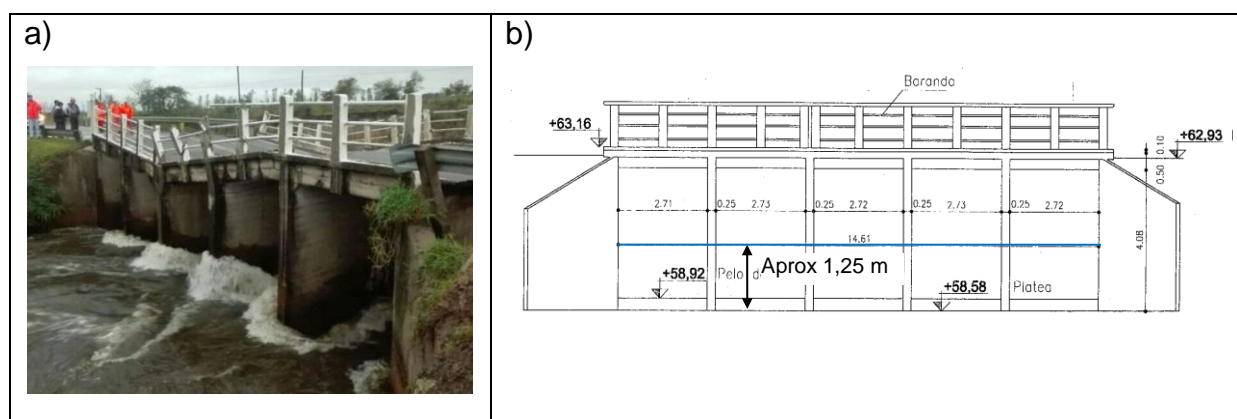


Figura 75. Imagen captada instantes después de la avería del puente sobre el arroyo Iribú Cuá

De acuerdo a lo mencionado, el único registro confiable de calibración obtenido corresponde a fotografías obtenidas de la obra de arte sobre la R.N.º12 del Arroyo Iribú Cuá. De dichos registros se estima una altura de agua de 1.25m (altura sobre platea de la obra de arte).

Para determinar la altura de agua para el caudal de escurrimiento obtenido, se planteó un modelo hidráulico de 1000m de desarrollo, con la antigua obra de arte emplazada en el medio, conduciendo a los resultados indicados en las Figuras siguientes.

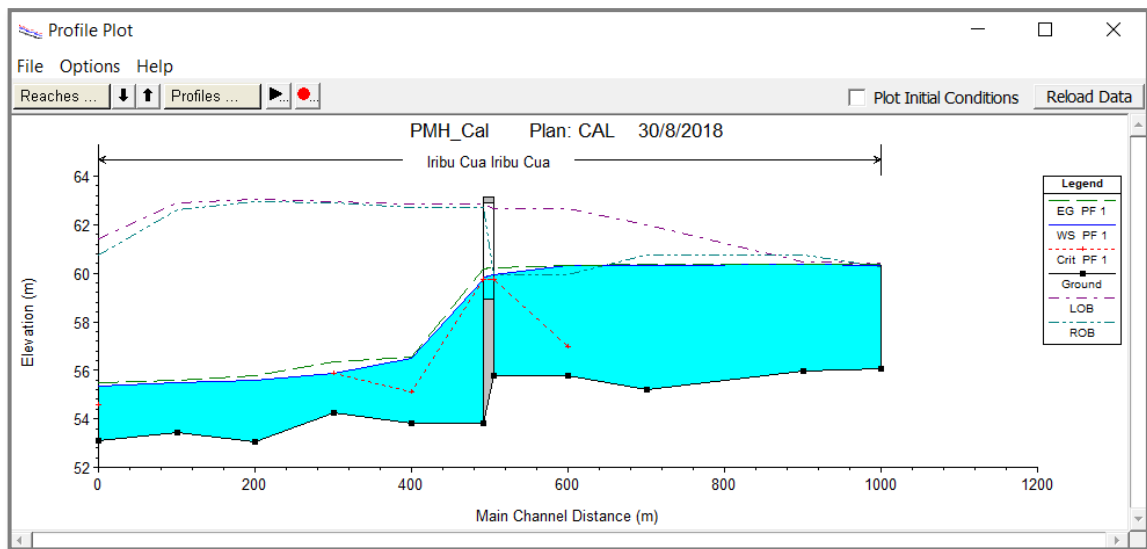


Figura 76. Perfil Hidráulico Puente R.N.º12 sobre Arroyo Baí - 18/05/2017.

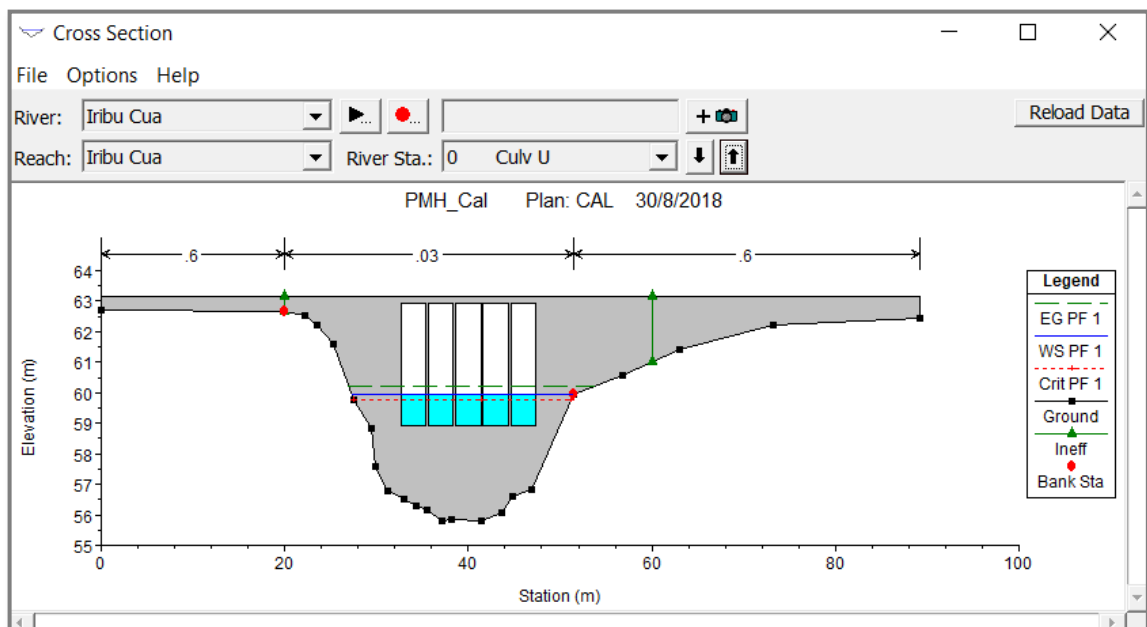


Figura 77. Corte transversal aguas arriba del Puente R.N.º12 sobre Arroyo Baí - 18/05/2017.

Culvert Output			
File Type Options Help			
River:	Iribu Cua	Profile:	PF 1
Reach:	Iribu Cua	RS:	0
Plan: CAL		Culv Group: Culvert #1	
Plan: CAL Iribu Cua Iribu Cua RS: 0 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1			
Q Culv Group (m3/s)	32.90	Culv Full Len (m)	
# Barrels	5	Culv Vel US (m/s)	2.38
Q Barrel (m3/s)	6.58	Culv Vel DS (m/s)	2.87
E.G. US. (m)	60.34	Culv Inv El Up (m)	58.92
W.S. US. (m)	60.33	Culv Inv El Dn (m)	58.92
E.G. DS (m)	56.53	Culv Frctn Ls (m)	0.00
W.S. DS (m)	56.47	Culv Exit Loss (m)	3.65
Delta EG (m)	3.81	Culv Entr Loss (m)	0.12
Delta WS (m)	3.86	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	60.24	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	60.34	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	59.93	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	59.76	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)		Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	0.84	Min El Weir Flow (m)	63.16

Figura 78. Resultados arrojados por la simulación hidráulica del puente sobre el arroyo Baí - 18/05/2017.

Surge de modelación hidráulica, que para el caudal de calibración, aguas arriba de la obra de arte se tendría un nivel hídrico de 60.33 y de 59.93m en la obra de arte (alturas de 1.41 y 1.01m respectivamente), lo cual se considera verosímil para el escenario planteado, y en consecuencia aceptable la calibración.

a) Caudales erogados hacia Esteros del Riachuelo, Cañada del Toro y Estero de las Maloyas

En las Figuras siguientes se puede observar los hidrogramas de caudales erogados a los Esteros del Riachuelo y Cañada del Toro.

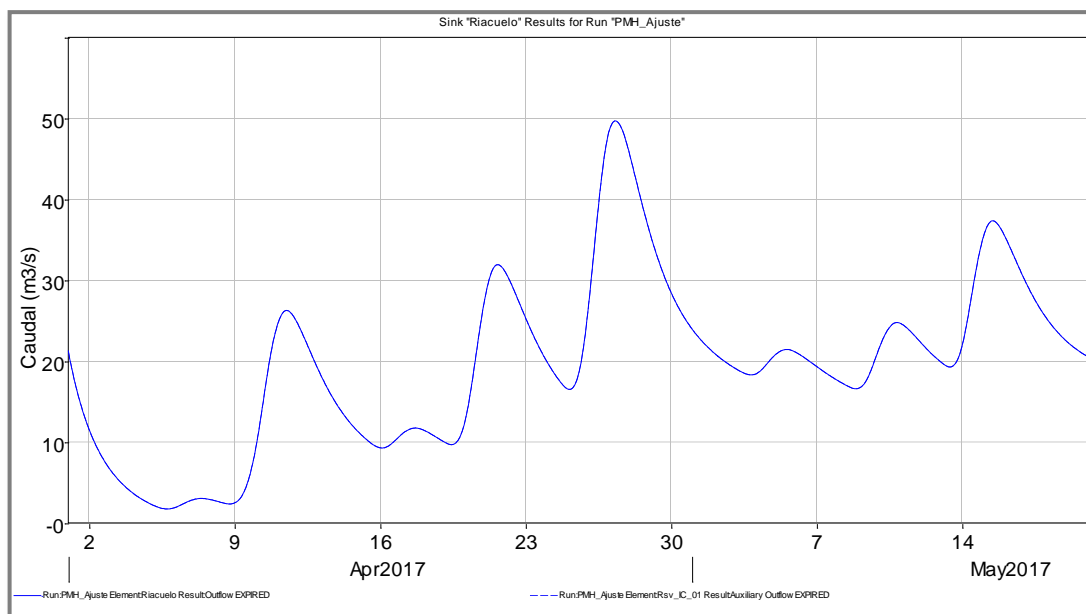


Figura 79. Hidrograma de erogados a los Esteros de Riachuelo arrojado por el modelo hidrológico.

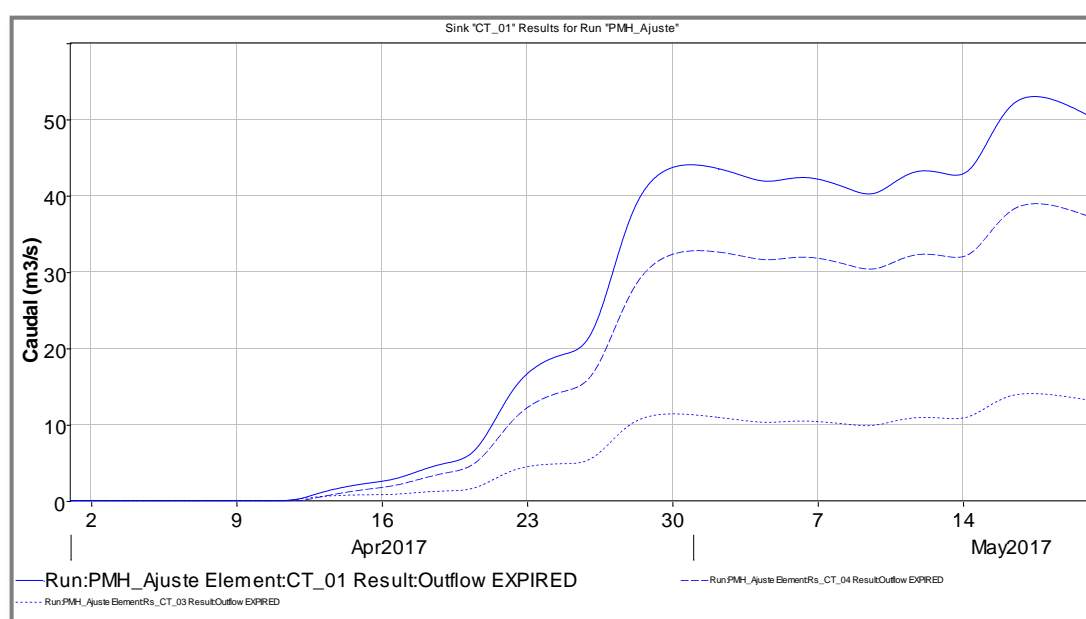


Figura 80. Hidrograma de erogados a la Cañada del Toro arrojado por el modelo hidrológico.

En tanto que los caudales erogados a los Esteros de las Maloyas, fueron modelados con descargas a dos canales que atraviesan la Ruta Provincial N° 5 con dirección NE - SO y que, a los efectos de la modelación, fueron denominados ML_01 y ML_02.

Los hidrogramas de descarga a los canales ML_01 y ML_02 se ilustran en las Figuras siguientes.

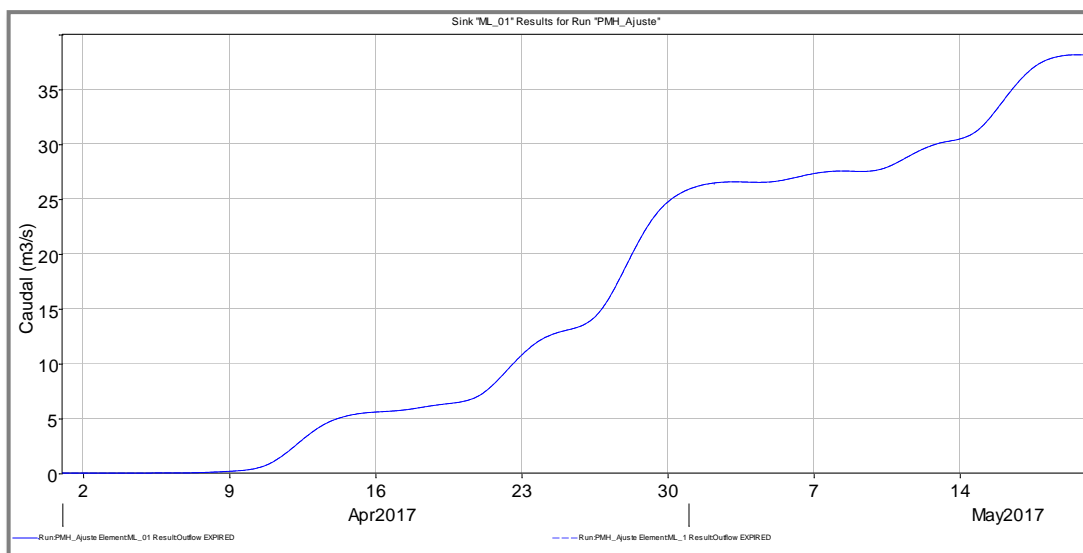


Figura 81. Caudales al Canal ML_01 (Eo Maloyas) arrojado por el modelo hidrológico.

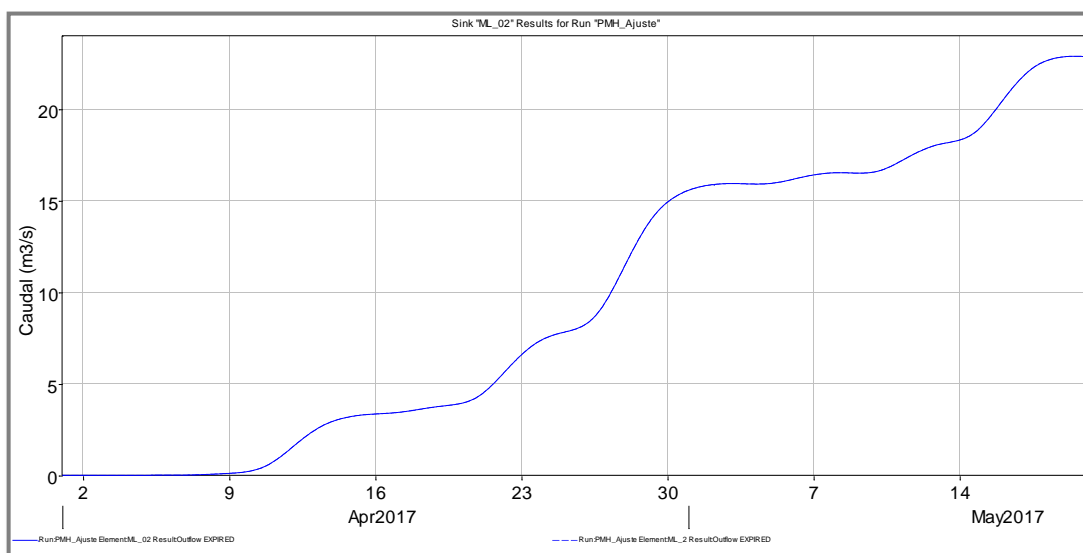


Figura 82. Caudales al Canal ML_02 (Eo Maloyas) arrojado por el modelo hidrológico.

VI. DIAGNOSTICO INTEGRAL – ESCENARIO ACTUAL

VI. 1. Área de Influencia

En la Figura siguiente se muestra el área de influencia del proyecto, la cual abarca los departamentos de Berón de Astrada, General Paz, San Luis del Palmar e Itatí.

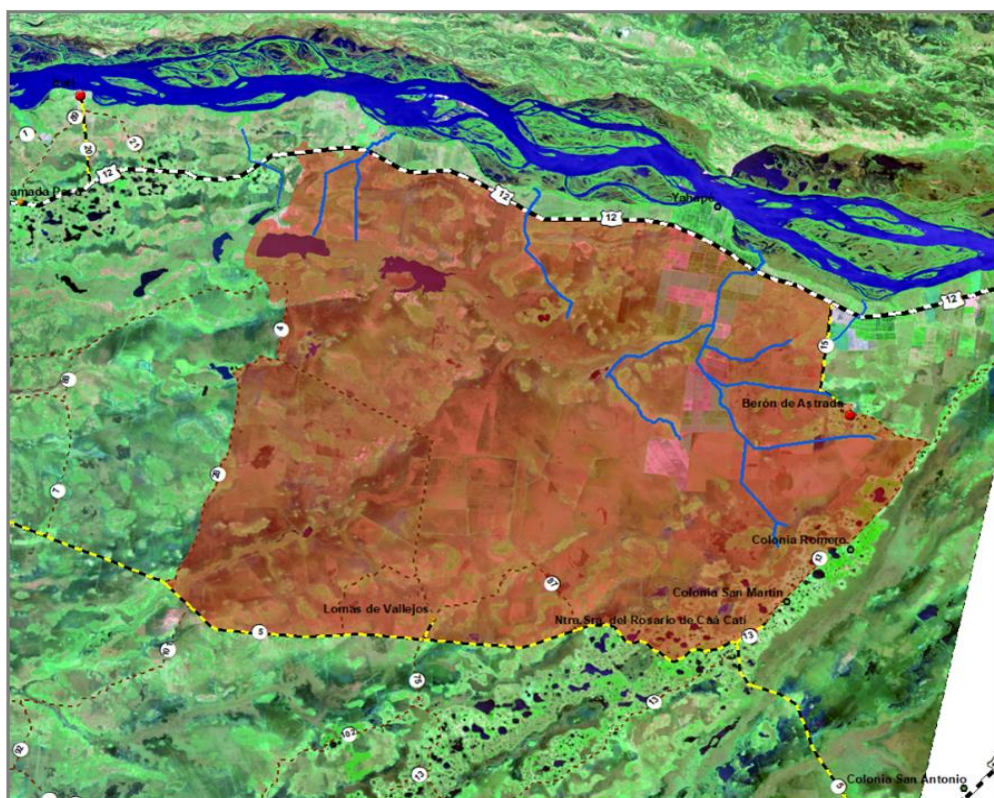


Figura 83. Área de Influencia del Proyecto.

El área de influencia del proyecto cubre una superficie total de 234.232 ha.

VI. 2. Identificación de Beneficiarios

Con la información de identificación de las parcelas dentro del área de influencia del proyecto se identificaron los beneficiarios del proyecto “Plan de manejo hídrico de la zona norte de Corrientes” (Tabla 28).

Tabla 28. Parcelas y superficie por departamento.

Departamento	Parcelas	Superficie (Ha)
Itatí	119	28.005,817
Berón de Astrada	107	49.911,358
General Paz	754	120.895,49 1
San Luis del Palmar	306	76.636,028

TOTAL	1286	275.448,69 5
--------------	------	-----------------

A partir de la obtención de las parcelas, se logró identificar a 3.858 beneficiarios en la zona del proyecto. Esta cantidad surge a partir de contabilizar 2 a 3 beneficiarios por parcela ya que, si bien un productor puede tener más de una parcela, existen también casos como el de sucesiones dentro de una parcela, donde se encuentra 2 o más productores involucrados.

VI. 3. Afectación del Proyecto

El proyecto “Plan de Manejo Hídrico de la zona norte de Corrientes” interviene directamente un complejo sistema de subcuencas, representados por la Subcuenca del Arroyo Bai, Subcuenca del Arroyo Iribu Cuá y la del Arroyo Santa María.

En la Figura 84 se muestra la superficie afectada por las subcuencas y su ubicación en la zona de influencia del proyecto.

A partir de los estudios hidráulicos realizados se determinó el impacto del proyecto en cuanto al aporte sobre las tres cuencas ya mencionadas y la liberación de áreas inundadas (Tabla 29).

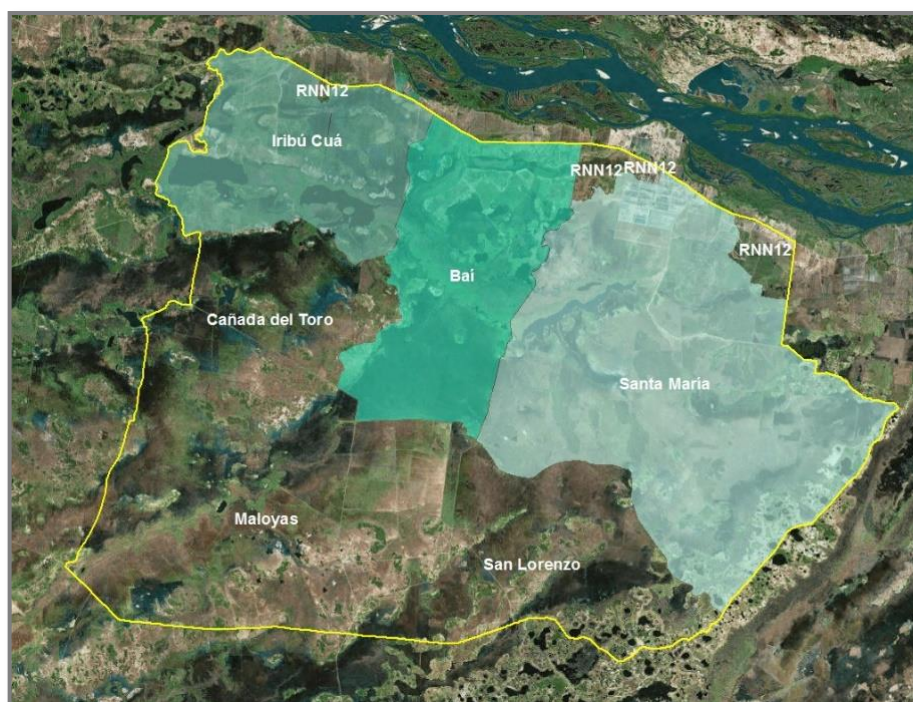


Figura 84. Detalle de subcuencas afectadas directamente por el proyecto.

Subcuencas	Área de influencia (Ha)	Actual	Proyecto	Diferencia (ha)
		Superficie Inundada (ha)	Superficie Inundada (ha)	
Baí		67.957,26	20580,68	47.376,58
Santa María		73.171,51	7471,03	65.700,48
Iribú Cuá		15.117,48	77,00	15040,48
TOTAL	234.232	156.246,25	28.128,71	128.117,54

Tabla 29. Impacto sobre la superficie en la liberación de las áreas inundadas.

Es decir, se mejoraría la situación productiva actual de 128.117 hectáreas, lo que significa una mejora de más del 50 % del área de influencia directa del proyecto.

VI. 4. Situación Social y Económica

Situación demográfica.

Corrientes cuenta con una superficie de 88.199 Km² y una densidad poblacional de 12,1 hab/km² (2015).

Según la proyección poblacional del INDEC para 2015, la cantidad de habitantes de la provincia asciende a 1.070.283, representando el 2,5% de la población total de nuestro país.

La provincia se encuentra dividida en 25 departamentos, siendo los más poblados Capital (36%), Goya (9%) y Santo Tomé (5%); los cuales concentran al 51,3% del total de la población provincial de acuerdo al Censo Nacional de 2010. Asimismo, resulta útil destacar que la capital de Corrientes fue fundada en 1588, siendo la ciudad más antigua de la región del NEA.

Tabla 30. Situación demográfica de la provincia de Corrientes. Fuente: INDEC.

Detalle	Corrientes	NEA	Argentina
Superficie ^(*) (en Km ²)	88.199	289.699	3.745.997
Participación de la superficie en el total nacional (en %)	2,4	7,7	-
Población 2015 (**)	1.070.283	3.982.180	43.131.966
Participación de la población en el total nacional (en %)	2,5	9,2	-
Densidad de población 2015 (en hab/Km2)	12,1	13,7	11,5

(*) Se consideró la superficie argentina correspondiente al Continente Americano (2.780.400 km²) y al Antártico (965.597 km²). No incluye las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur.

(**) Poyección INDEC.

Situación Socio laboral.

Entre los principales indicadores laborales se destacan una tasa de actividad del 42,4%; una tasa de empleo del 40,2% y una tasa de desocupación 5,1% de acuerdo a datos de la EPH – 2trim2016. Cabe destacar que el INDEC se encuentra relevando una nueva EPH con una revisión metodológica sobre las versiones anteriores, con lo cual los resultados podrían verse modificados.

Por otra parte, el sector privado de la provincia registra 78.326 puestos de trabajo (1,2% del total país) a igual período; mientras que el nivel de empleo público asciende a 56.842 de acuerdo a últimos datos disponibles (junio 2016).

Tabla 31. Indicadores de empleo. Fuente: INDEC.

Indicadores de empleo			
Indicadores	Corrientes (*)	Total País (**)	Fuente - Período
Tasa de Actividad (%)	42,4	46,0	EPH. 2trim 2016
Tasa de Empleo (%)	40,2	41,7	EPH. 2trim 2016
Tasa de Desocupación (%)	5,1	9,3	EPH. 2trim 2016
Tasa de Subocupación (%)	3,4	11,2	EPH. 2trim 2016
Asalariados sector privado (puestos)	78.326	6.560.297	MTEySS. 2015
Empleo en la Adm. Pública (puestos)	56.842	2.277.662	MTEySS. Jun 2016
Tasas de empleo no registrado (%)	38,0	33,1	EPH. 3trim 2013
Remuneración Promedio - sector privado (pesos)	11.160	15.277	MTEySS. 2015

(*) Se considera el aglomerado de Corrientes

(**) Total País corresponde a los 31 aglomerados urbanos relevados por EPH.

Respecto a la informalidad del empleo, se destaca una tasa del 38,0%, superior a los niveles nacionales del 33,1% (EPH, 3trim 2015).

El análisis del empleo registrado en el sector privado permite advertir que las ramas con mayor nivel de ocupación son: servicios (34,4%); comercio (23,8%);

agricultura, ganadería y pesca (16,4%) e industria (15,0%). En términos de la contribución al empleo registrado a nivel nacional, el sector con mayor participación fue agricultura, ganadería y pesca con el 3,5%. Por su parte, el promedio salarial de la provincia para el año 2015 fue de \$ 11.160 (27% inferior al promedio nacional). Los rubros con mayor retribución fueron: electricidad, gas y agua (\$ 15.824); minería y petróleo (\$ 14.695) e industria (\$14.395). El menor nivel salarial promedio se registra en el sector de agricultura, ganadería y pesca (\$ 7.525).

Tabla 32. Situación de empleo en la provincia.

Corrientes						Total País		
Empleo registrado (en miles de puestos de trabajo)					Salario promedio 2015 (en \$)	Empleo (miles de puestos de trabajo)		Salarios
Rama de actividad	Año 2015	Part. 2015 (en %)	Variación 2014-2015 (en %)	Participación al total nac. 2015 (en %)		Año 2015	Part. 2015 (en %)	Promedio 2015 (en \$)
Agricultura, ganadería y pesca	12,8	16,4	1,2	3,5	7.525	366,5	5,6	9.030
Minería y petróleo	0,2	0,2	6,7	0,2	14.695	88,5	1,3	49.203
Industria	11,8	15,0	2,2	0,9	14.395	1.283,0	19,6	18.267
Comercio	18,6	23,8	3,4	1,6	10.772	1.176,2	17,9	13.583
Servicios	27,0	34,4	5,9	0,9	11.951	3.106,0	47,3	14.504
Electricidad, gas y agua	0,7	0,9	5,3	1,0	15.824	69,6	1,1	33.336
Construcción	7,3	9,3	24,4	1,6	9.290	470,5	7,2	11.148
Total	78,3	100,0	5,4	1,2	11.160	6.560,3	100,0	15.277

Fuente: elaboración propia en base a datos del SIPA obtenidos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, MTEySS.

En cuanto a las empresas en actividad, la provincia de Corrientes registra 9.5424¹⁵ (1,5% del total nacional) según la última información disponible. Si se considera el tamaño de las mismas, se observa una presencia considerable de microempresas, que representan el 65,3% del total, seguidas de las pequeñas empresas con el 19,9%, grandes empresas con el 8,1% y por último, medianas empresas con el 6,7% del total.

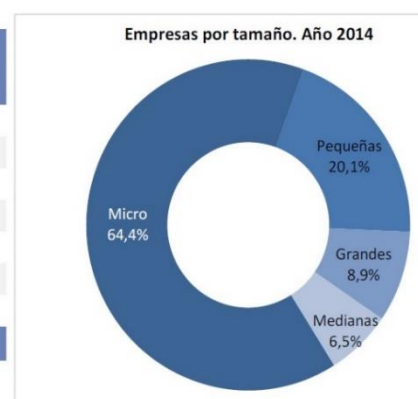
En relación a los sectores económicos, el 48,4% de las empresas corresponden Servicios, el 42,9% a Comercio y el restante 8,7% a Industria. Si se efectúa el análisis por rama de actividad, se advierte que predominan Comercio y Servicios (31,6% y 35,6%), seguidos de Agricultura, ganadería y pesca (21,3%), Industria (6,4%) y Construcción (4,8%).

Tabla 33. Empresas por rama de actividad. Fuente: MINAGRO, 2016.

¹⁵ Las empresas se encuentran clasificadas según las provincias en donde se declaran sus ocupados. Por lo tanto, la suma de las empresas desagregadas por provincia supera al total de empresas que operan efectivamente en el país, ya que las empresas que informan sobre sus trabajadores en diferentes provincias se contabilizan en cada una de las provincias donde se declararon ocupados.

Empresas por rama de actividad. Año 2014				
Rama de Actividad / Tamaño	Provincia	Total Nacional	Total País	Dist. Pcial (%)
Agricultura, ganadería y pesca	2.029	14,3%	68.223	3,0%
Minería y petróleo	18	0,2%	1.650	1,1%
Industria	610	7,1%	65.311	0,9%
Electricidad, gas y agua	21	0,3%	1.291	1,6%
Construcción	459	5,9%	28.803	1,6%
Comercio	3.011	37,5%	175.730	1,7%
Servicios	3.394	34,7%	297.135	1,1%
Total	9.542	100,0%	638.143	1,5%

Fuente: elaboración propia en base a datos del SIPA obtenidos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, MTEySS.



Indicadores Sociales.

En materia social, es posible advertir que en términos de calidad de vida la provincia registra deficiencias en ciertas variables, tales como acceso a red de gas y energía eléctrica de red e interconectividad.¹⁶

En lo relativo a la dimensión educacional, se refleja un comportamiento superior al promedio nacional. Los años de educación promedio alcanzan 10,7 años, lo que involucraría un gran nivel de población con educación primaria completa, lo que se refleja con una tasa de matriculación a nivel primario del 86,6%. Asimismo, la tasa de matriculación a nivel secundario se ubica en 77,6%, mientras que la de nivel superior es del 40,2%. De este modo, la provincia muestra un gran desafío en lo relativo al fortalecimiento de la educación secundaria y superior.

En materia sanitaria los indicadores seleccionados demuestran carencias significativas. Por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil y la tasa de mortalidad materna superan ampliamente al promedio nacional. Por otro lado, a nivel general, la esperanza de vida resulta menor al promedio nacional con 74,4 años. Mientras, la población sin obra social asciende al 48,4%, lo cual se condice con los altos niveles de precariedad e informalidad laboral mencionados.

Tabla 34. Indicadores Sociales.

¹⁶ Cabe destacar que el INDEC se encuentra relevando una nueva EPH con una revisión metodológica sobre las versiones anteriores, ante lo cual los resultados expuestos podrían verse modificados.

Indicadores Sociales

Calidad de vida - Bienestar Social	UM	Corrientes	Argentina	Fuente - Período
Energía eléctrica de red	%, hogares	94,5	97,8	INDEC 2010
Red de gas	%, hogares	1,0	70,4	EPH 2tr.2015
Viviendas particulares con características deficitarias	%, hogares	5,4	7,3	EPH 2tr.2015
Capacidad de subsistencia (hog >= 4 personas)	%, hogares	41,5	39,8	EPH 2tr.2015
Acceso a computadoras	%, hogares	32,2	47,0	INDEC 2010
Conexión a banda ancha	Cada 100 hab	12,0	31,2	INDEC.2014

Educación	UM	Corrientes	Argentina	Fuente - Período
Años de escolarización	años	10,7	10,2	EPH 2tr.2015
Tasa de matriculación a nivel primario (niños 6-12 años)	%	86,6	90,9	EPH 2tr.2015
Tasa de matriculación a nivel secundario (12-18 años)	%	77,6	73,7	EPH 2tr.2015
Tasa de matriculación superior (18-25 años)	%	40,2	32,7	EPH 2tr.2015
Ocupados con secundario completo	%	66,3	61,3	EPH 2tr.2015
Ocupados con instrucción superior completo	%	26,5	21,4	EPH 2tr.2015

Salud	UM	Corrientes	Argentina	Fuente - Período
Mortalidad infantil (tasa 1.000 nacidos vivos)	%	14,9	10,8	MSAL.2013
Mortalidad materna (10.000 nacidos vivos)	%	7,5	3,2	MSAL.2013
Porcentaje de nacidos vivos de bajo peso al nacer (< 2.500 grs.)	%	7,1	7,4	MSAL.2013
Esperanza de vida	Años	74,4	75,3	MSAL.2008-2010
Población no cubierta con obra social o plan médico	%	48,4	36,1	INDEC. 2010

Nota 1: Los indicadores sanitarios suelen tener una desfasaje de dos años debidos al mecanismo de relevamiento de la información.

Nota 2: Se debe tener presente que los datos procesados por la EPH pueden reflejar sobreestimaciones u subestimaciones debido al criterio metodológico propio del relevamiento de la Encuesta.

Situación Productiva.

La provincia de Corrientes constituye, junto con Entre Ríos y Misiones, la región Mesopotámica Argentina. Esta ubicación le otorga una posición privilegiada como centro geopolítico de un mercado potencial con más de 40 millones de consumidores, considerados sólo los tres estados del sur brasileño, Paraguay, Uruguay y las provincias limítrofes.

En 2013, el Producto Bruto Geográfico de la provincia, en términos constantes fue de 6.072 millones de pesos de 1993, representando un incremento interanual 2012-2013 del 5,8% y un aumento del 18,7% respecto a los niveles alcanzados en 2010. Por su parte, medido a precios corrientes alcanzó los 31.382 millones de pesos.

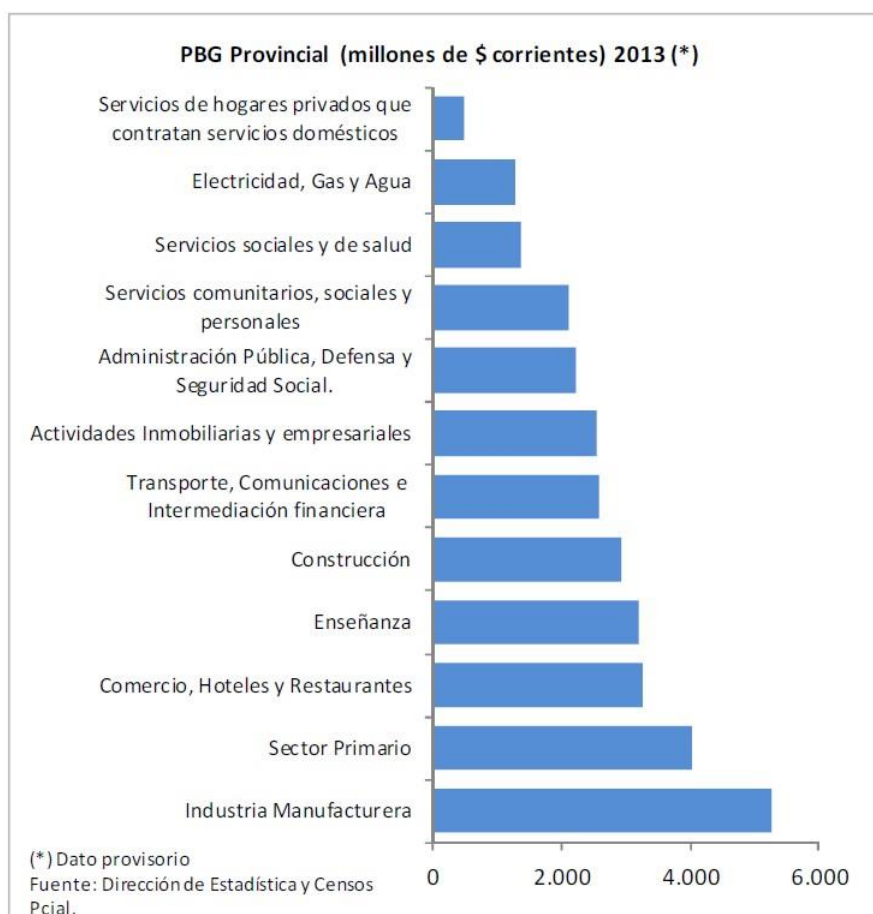
El Producto Bruto Geográfico de Corrientes representaba aproximadamente el 1,1% del total país de acuerdo a estimaciones de la CEPAL en 2005.

Respecto a la participación sectorial (según PBG a precios corrientes), la provincia presenta la siguiente estructura:

Servicios (57%). Como puede observarse, más de la mitad del valor agregado de Corrientes es generado por este sector, siendo los rubros más significativos: Comercio, Hoteles y Restaurantes (10,4%); Enseñanza (10,2%); Transporte, Comunicaciones e Intermediación Financiera (8,2%) y Actividades Inmobiliarias y servicios (8,1%).

Bienes (43%). Dentro de este sector se registra una importante participación de la industria manufacturera (16,8%), sector primario (12,9%) y la construcción (9,4%). Dentro del sector primario, las actividades más relevantes se concentran en la agricultura y silvicultura (cereales: arroz, hortalizas y legumbres, los cítricos dulces y cultivos industriales -yerba mate, el té y el tabaco).

Tabla 35. PBG Provincial



Actividad Económica.

De acuerdo a diversas variables seleccionadas, la actividad económica de la provincia refleja un incremento significativo a lo largo del periodo 2010-2015 impulsado principalmente por la construcción, la distribución de energía eléctrica y el consumo de cemento Portland.

Con respecto al año anterior, se registra un incremento del consumo de cemento Portland (6,9%), las ventas de combustibles (6,2%) y la distribución de energía eléctrica (5,3%). En cambio, se observa una caída pronunciada en los permisos de edificación.

Con respecto a la participación de estas actividades a nivel nacional se observa la siguiente composición: patentamiento de vehículos automotores (2,3%), distribución de energía eléctrica (2,0%), consumo de cemento Portland (1,7%), ventas de combustibles (1,6%) y permisos de edificación (1,3%).

Tabla 36. Actividad Económica provincial. Fuente:MinAgro

Actividad Económica Provincial. 2010 - 2015									
Indicador	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Participación en el Total Nacional (en %) (*)	Fuente
Venta de supermercado	miles \$	9.643	9.730	11.816	19.921	s.d.	s.d.	0,1	DEyC. Pcia.
Consumo cemento Portland	Tn	159.938	196.838	213.371	237.073	196.560	210.171	1,7	AFCP
Distribución de energía eléctrica	GWh	2.051	2.187	2.365	2.452	2.557	2.692	2,0	CAMMESA
Patentamiento	unid.	14.071	20.588	20.024	20.178	15.387	14.619	2,3	ACARA
Permisos de edificación (**)	m ²	64.284	87.157	132.866	127.035	163.318	95.583	1,3	INDEC
Venta de combustibles	m ³	404.138	414.992	413.560	351.254	338.990	359.939	1,6	Sec. Energía

(*) Se considera la participación de la provincia en el total nacional tomando en cuenta el último dato disponible.

(**) Los permisos de edificación corresponden a la ciudad de Corrientes \ El total nacional corresponde a la suma de los 41 aglomerados publicados.

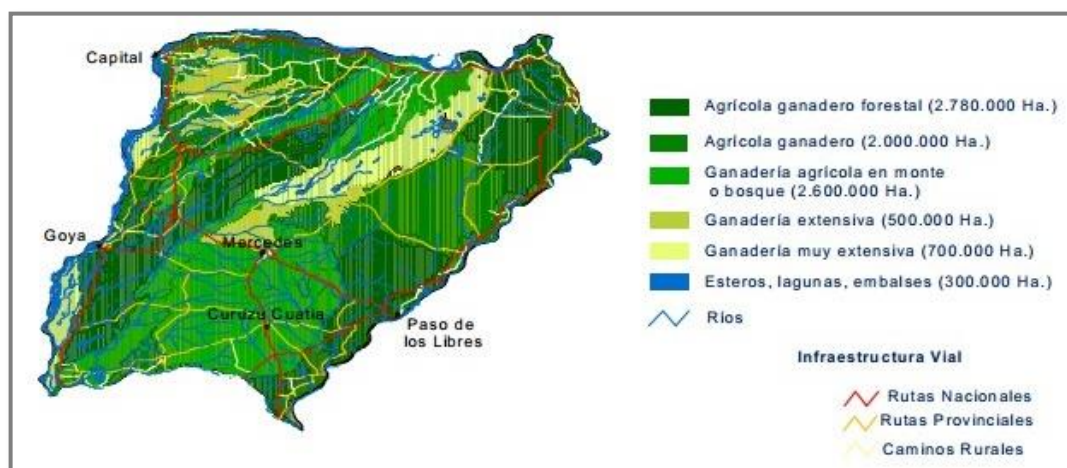


Figura 85. Distintos usos de suelo de la provincia. Fuente: INTA.

VI. 5. Recursos Productivos de la Provincia

El sector primario de la provincia de Corrientes representa un sector importantísimo en la estructura económica provincial, representando el 13% del PBG a valores corrientes del año 2009.

En millones de pesos representó 1.800 en el año 2009 contra 1.300 del año 2006 (un incremento aproximada de 38%), que a precios constantes creció el 11% de 466.9 millones a 519,8.

Tanto a valores corrientes como constantes el sector primario ha perdido relevancia en la economía provincial con respecto a la “industria manufacturera”, “Actividades Inmobiliarias y empresariales” y “Comercio, Hoteles y Restaurantes” pasando del tercer a cuarto sector económico. Esta es una característica que se da casi como una constante a nivel nacional en función del crecimiento económico de los últimos años.

Tabla 37. Precios corrientes de productor, según rama de actividad. En miles de pesos, 2006/2009.

Sector	2006 (*)	2007 (*)	2008 (*)	2009 (*)
Total General	7.608.802	9.702.788	11.627.638	13.783.954
<i>Sector Primario</i>	1.131.343	1.255.633	1.674.132	1.848.554
<i>Industria Manufacturera</i>	1.141.864	1.489.937	1.706.332	2.297.059
<i>Electricidad, Gas y Agua</i>	299.332	362.256	365.942	603.478
<i>Construcciones</i>	605.260	834.598	996.336	1.052.666
<i>Comercio, Hoteles y Restaurantes</i>	1.186.972	1.444.183	1.643.902	1.365.770
<i>Transporte, Comunicaciones, Interm. financiera y Serv. a empresas</i>	595.091	736.870	1.007.835	1.187.458
<i>Actividades Inmobiliarias y empresariales</i>	753.787	1.253.773	1.414.607	1.646.089
<i>Administración Pública, Defensa y Seguridad Social</i>	559.020	650.591	815.995	924.954
<i>Enseñanza</i>	621.755	812.286	1.048.534	1.350.927
<i>Servicios Sociales y de Salud</i>	258.350	267.334	267.334	659.431
<i>Servicios Cominales, Sociales y Personales</i>	367.513	486.540	568.247	670.723
<i>Servicios de hogares que contratan servicio doméstico</i>	88.515	108.787	118.442	176.845

El subsector agropecuario, contaba para el año 2001 (CNA 2001) con 15200 EAPs (explotaciones agropecuarias) con una superficie de 6.860.000 Ha, sobre las cuales sólo 470.000 estaban cultivadas, el resto se dedicaba a la cría de ganado sobre pasturas naturales, contando en ese momento con 3.600.000 cabezas bovinas. Estimando 1.6 Ha por cabeza bovina. El resto de la ganadería ocupaba un lugar menor de 176.000 eq. Vaca en ovinos (5% aproximadamente).

La forestación ocupa un lugar muy significativo en la estructura agraria de la provincia de Corrientes. En el año 2001 (CNA 2001) la superficie plantada era de 283.000 Ha y en el departamento Concepción era de 37.400 has.

En la actualidad la superficie implantada con especies forestales de 450.000, lo que implica un aumento del 59% con respecto al 2001, en el departamento de Concepción la superficie total implantadas de es 51.500 Ha. (+ 36%).

VI. 6. Principales Sistemas Productivos en la Zona de Proyecto

La identificación de los distintos sistemas productivos en la zona de proyecto se realizó mediante la recopilación de distintas fuentes de información acerca de los sistemas productivos de la provincia y de los departamentos afectados en la zona del proyecto.

Luego de obtener la información en cuanto a la cuantificación de las producciones de la zona de proyecto, se procedió a trabajar en conjunto con el departamento de GIS del Ministerio de Producción, con el fin de identificar mediante el uso de cartografía digital e imágenes satelitales, las áreas que abarcaban los distintos sectores productivos teniendo en cuenta el área búfer de influencia determinada para este proyecto.

De esta manera obtenemos un documento confiable y verificable en el terreno para poder realizar una valuación de la producción ajustada al área de influencia del proyecto.

VI. 6. 1. Metodología para la Identificación

Una vez determinado el área total de afectación se procede a identificar las producciones en la cartografía digital dentro de las mismas, con el objetivo de poder cuantificar las producciones de los distintos sistemas productivos y su distribución en el área. Esta información se compara con la adquirida previamente y a su vez se contrasta con datos otorgados por técnicos del ámbito privado y público que trabajan en la zona en cuestión.

VI. 6. 2. Identificación de los Sistemas Productivos en el Área del Proyecto

El área de influencia del Proyecto “Plan de Manejo Hídrico de la zona norte de Corrientes” es de 234.232 has y abarca un total de 1286 parcelas involucradas.

Las Producciones predominantes son: Ganadería, Agricultura y Forestación.

Los sistemas agrícolas están representados principalmente por el cultivo de arroz principalmente dentro del departamento de Berón de Astrada, con un total de 15.000 has en producción y representa gran potencial para la zona debido a poseer fuente de agua segura y suelos aptos para tal uso.

La Forestación ocupa importancia en los departamentos de Berón de Astrada y General Paz alcanzando una superficie cultivada de 159 has y 817 has

respectivamente. A su vez, en el departamento de General Paz se sitúan dos Industrias Forestales, entre otras carpinterías, que procesan la materia prima de la zona.

En cuanto a los sistemas ganaderos, estos se encuentran en toda la zona de influencia del proyecto.

Una vez determinadas y cuantificadas las áreas de intervención se calculó el área ganadera neta, descontando bosques nativos, bosques cultivados, otras producciones y áreas urbanizadas.

La superficie ganadera neta es de 205.343 has, las cuales están destinadas principalmente a la actividad de cría bovina. Sin embargo, del total de la superficie presentada, una gran parte del área productiva ganadera (128.117 has) es susceptible a inundaciones.

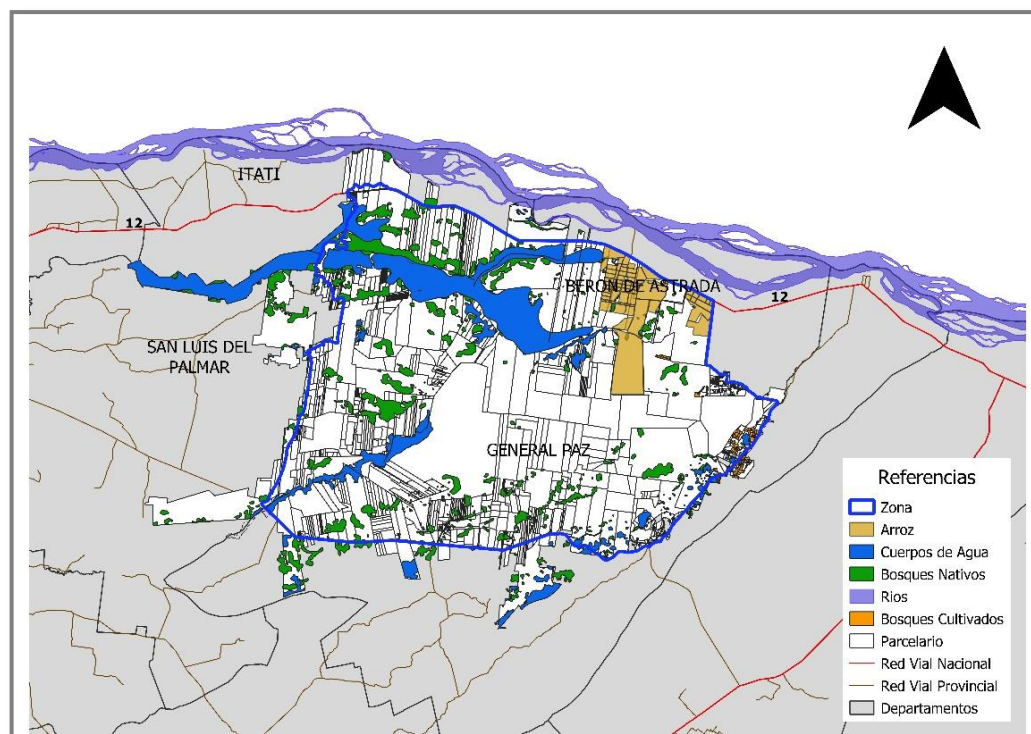


Figura 86. Sistemas productivos en la zona de influencia. Fuente: GIS-MinProCorrientes.

Departamento	Parcelas	Superficie Ha.					
		Parcelas	Bosques Nativos	Bosques Cultivados	Cuerpos de Agua	Arroz	Potencial ganadero
Itatí	119	28.005,817	4.950,869	0,000	3.851,059	0,000	19.203,889
Berón de Astrada	107	49.911,358	2.392,733	159,385	5.821,260	15.000,000	26.537,980
General Paz	754	120.895,491	7.408,670	817,471	8.687,792	0,000	103.981,558

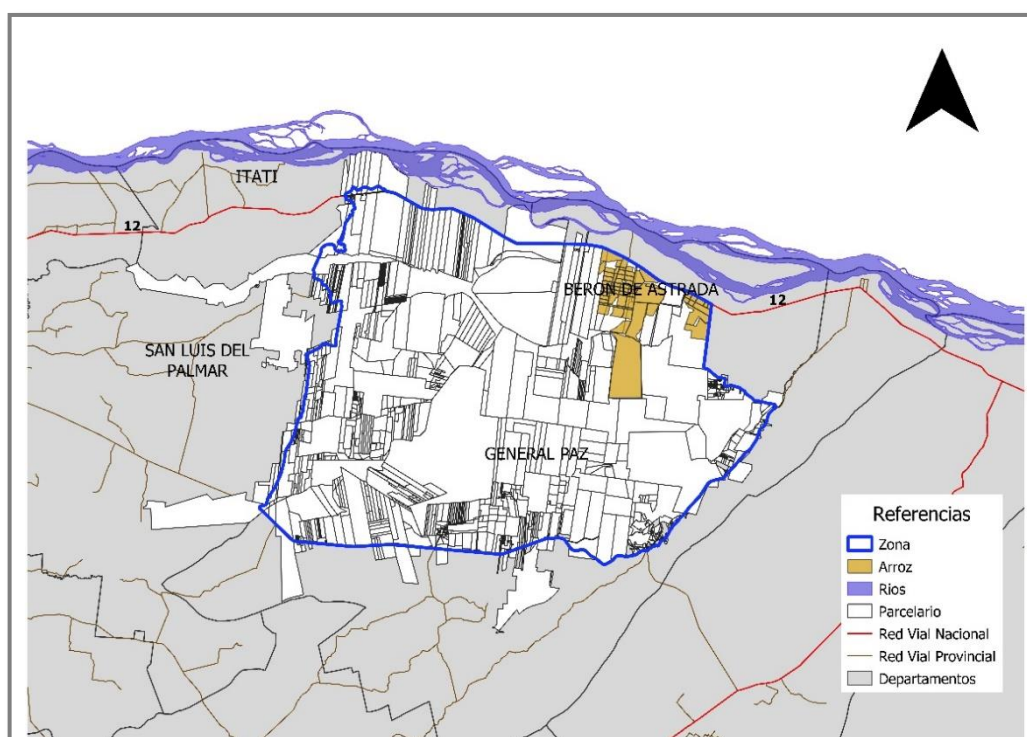


Figura 87. Sistemas arroceros en la zona de influencia. Fuente: GIS-MinProCorrientes.

Tabla 38. Superficie en hectáreas de los distintos componentes identificados y superficie ganadera neta estimada. Fuente: GIS-MinProCorrientes.

<i>San Luis del Palmar</i>	306	76.636,028	7.770,992	0,000	13.244,970	0,000	55.620,067
TOTAL	1286	275.448,695	22.523,263	976,856	31.605,081	15.000,000	205.343,495

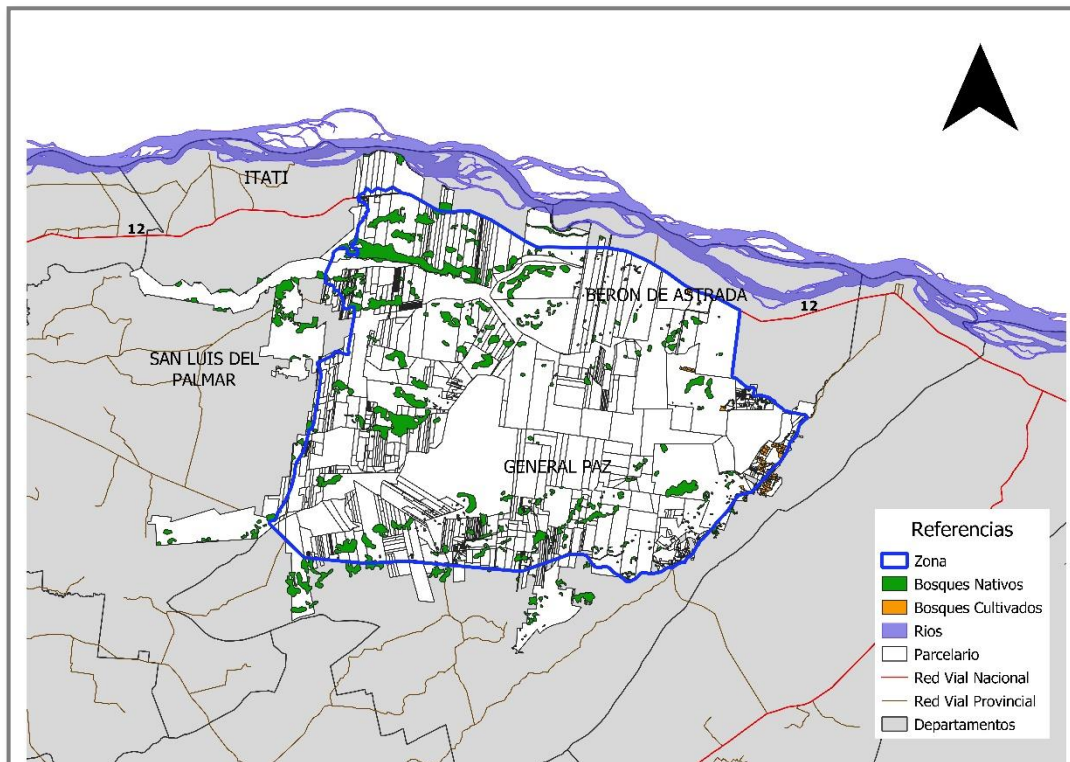


Figura 88. Identificación de las zonas forestales. Fuente: GIS-MinProCorrientes.

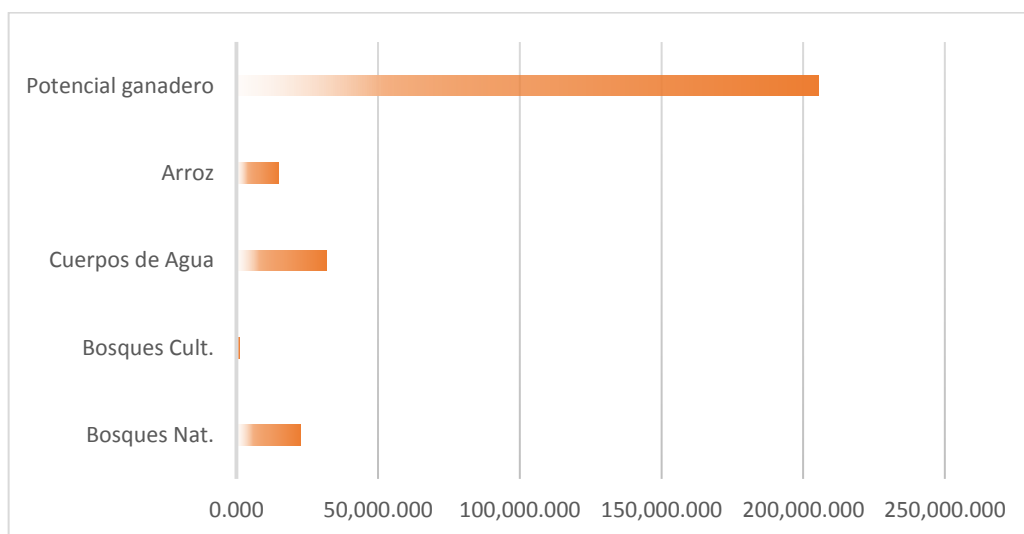


Figura 89. Afectación de los sistemas productivos en el área de influencia del proyecto.

VI. 6. 3. Sistemas Productivos en la zona de Proyecto.

Las actividades productivas más importantes que se identificaron dentro del área de proyecto son la Ganadería, Agricultura y Forestación.

- **Departamento de Berón de Astrada:** Arroz, ganadería y forestación.
- **Departamento de General Paz:** Forestación y ganadería.
- **Departamento de Itatí:** Ganadería.
- **Departamento de San Luis del Palmar:** Ganadería.

La producción Ganadera en Corrientes.

El sistema ganadero predominante en la provincia de Corrientes es la cría, aunque en los últimos años la ganadería de la provincia sufrió un cambio importante, transformándose hacia sistemas de recría y engorde de novillos.

Según datos de la Fundación Correntina de Sanidad Animal (FUCOSA), Corrientes alcanzó en la segunda vacunación del año 2009 un total de 5.214.000 cabezas de existencias, distribuidas en 6.800.000 has. Esta cantidad de cabezas representa un 10,5% del total del stock nacional.

En tanto, en las estimaciones publicadas por la Estación Experimental del INTA Mercedes, la producción media de carne en la provincia se sitúa en torno a los 35 Kg./ha/año y 45 Kg./ha/año, mientras que el porcentaje de marcación es de alrededor del 45 – 50%. Estos indicadores son bajos con respecto a la media nacional, en donde los niveles de porcentaje de destete promedian el 60%. Vale mencionar aquí, que existen establecimientos en la provincia con valores de 70 - 75% de destete.

En campos bajos la producción media es de 20-25 Kg./ha/año, mientras que en campos altos estos valores alcanzan los 30-40 Kg./ha/año. Sin embargo, existen en la provincia productores de avanzada que alcanzan niveles de producción de 40-50 Kg./ha/año en zonas bajas y entre 70-80 en zonas de campos altos.

Se aprovechan las pasturas de crecimiento natural existentes en la región, principalmente en el período de primavera-verano y se utilizan en menor medida pasturas mega térmicas, verdeos de verano ensilado y verdeos de invierno cultivados además de alimentos balanceados.

No obstante, se observa una progresiva utilización de sistemas de engorde a corral y otras suplementaciones a campo, lo que permite ganar kilos en menor tiempo en épocas de escasez de pasturas naturales y disponer de buena calidad y cantidad de carne para la faena.

Con respecto a los destinos de la producción, se destaca la venta de terneros para invernada. Corrientes no logra su autoabastecimiento fundamentalmente porque gran parte de los terneros producidos son invernados en las zonas pampeanas del sur de Córdoba, sur de Santa Fe y Buenos Aires, por lo que el abastecimiento de carne para consumo se completa con cortes que ingresan desde las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe y Chaco. Existe en la actualidad una tendencia a la producción de ciclo completo y a la invernada.

La fuerte demanda de tierras para la agricultura (sojización) y el creciente valor de los campos fueron desplazando la ganadería de la zona núcleo pampeana, es entonces que el NEA está tomando mayor protagonismo, figuras económicas como el pastaje y la capitalización de hacienda se han incrementado, provocando un uso más eficiente de las tierras.

La lenta pero afianzada mejora en la receptividad de los campos mediante la inclusión de tecnologías y prácticas de manejo posicionan a la actividad en un marco de crecimiento significativo.

La Carga Animal.

Los pastizales constituyen la mayor parte de la superficie de Corrientes y están destinados principalmente a uso ganadero. El manejo de estas áreas altera sus características naturales de manera más o menos drástica. En general en la Argentina y particularmente en Corrientes la ganadería representa un factor económico muy importante que se desarrolla en casi todos los ambientes. Las características edáficas, climáticas y forrajeras determinan la aptitud ganadera natural de la región, el desafío es manejarlo de manera sostenible.

El pastizal natural tiene la propiedad de ser flexible, pero cuando un disturbio es lo suficientemente intenso y prolongado en el tiempo, esa "flexibilidad" se ve superada y entonces el pastizal se degrada. El sobre-pastoreo genera un deterioro del ambiente, como resultado la productividad y biodiversidad se ven afectadas.

En el establecimiento (escala predial), generalmente se presentan signos de degradación en los sectores de concentración de hacienda, dormideros, aguadas, corrales. Algunos indicadores de deterioro son:

1- Desaparición de especies valiosas y multiplicación de aquellas con poco o sin valor forrajero.

2- Disminución de la cobertura vegetal y aumento de la proporción de suelo desnudo.

3- Modificación de la biomasa de plantas forrajeras: disminuye con el tiempo, no solo la aérea sino también la radicular.

A una escala regional los indicadores son otros, uno de ellos es la carga ganadera. Se comienza a notar preocupación porque la presión de pastoreo en los departamentos del sur correntino ha empezado a aumentar debido al desplazamiento que ocasiona la agricultura desde la región pampeana. La continuidad de este proceso afectará el potencial productivo del pastizal natural. Las condiciones macro-económicas imperantes y el avance de la frontera agrícola habrían incrementado el stock bovino en la región norte del país. Este incremento de cabezas se da sobre una determinada superficie, lo que genera una determinada "carga" ganadera.

Deregibus (1988) determinó que la receptividad de los pastizales en Corrientes estaba en 1,1 ha/EV/año. Él también advirtió que el umbral casi se había alcanzado y que excedido ese valor comenzaría el sobrepastoreo y la degradación del pastizal. Hace unos años otro cálculo indicaba que la densidad ganadera en Corrientes estaba entre 1,2 a 1,6 ha/EV y se indicaba que ya se había alcanzado la receptividad potencial del pastizal natural.

El cálculo tradicional de cargas se hace dividiendo la cantidad de animales (expresada en equivalentes vaca, EV) por la superficie total (del lote, establecimiento, departamento, provincia, etc.). También se puede calcular el valor inverso, es decir la cantidad de área por EV. Los valores así calculados no reflejan la carga neta o real porque no tienen en cuenta áreas no aprovechables, como represas, lagunas, esteros, bosques cultivados, quintas, cultivos anuales y perennes, entre otros.

Calculo de Carga Animal Neta.

El área "real o neta" se calculó mediante las capas de información y bases de datos asociadas de un Sistema de Información Geográfica - SIG y otras bases de datos no geo-referenciadas. Las superficies que se descontaron corresponden a: esteros, lagunas, plantaciones forestales, quintas cítricas, arroz.

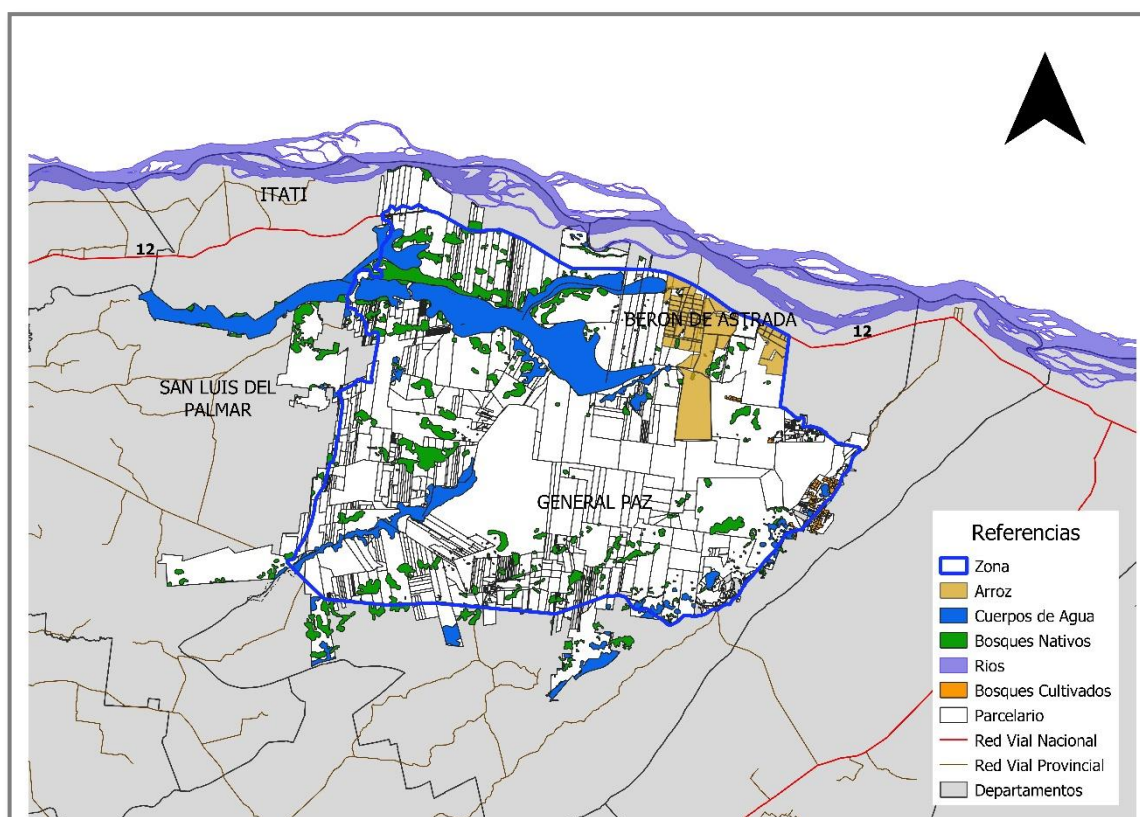


Figura 90. Área de influencia y sistemas productivos identificados. Fuente: SIG-MinProdCorrientes

Aunque sabemos que el cálculo que estamos presentando tiene algunos problemas conceptuales y empíricos inherentes al proceso y a la estimación en sí, creemos que el ejercicio brinda la oportunidad para:

- Arrojar claridad sobre la carga ganadera actual en la provincia.
- Dar una idea de la magnitud de la presión ganadera.
- Establecer una comparación con la capacidad de carga que se le asigna a los pastizales correntinos.
- Estimular el debate sobre las alternativas para evitar o reducir la posible degradación del pastizal natural.

La carga animal neta, en base a los datos obtenidos a partir del departamento de SIG del Ministerio de Producción de Corrientes y en conjunto con información recopilada en relevamientos anteriores, fue de 0,4 a 0,5 cab/ha para la zona de influencia del proyecto.

Tabla 39. Carga animal en la provincia de Corrientes. Fuente: FUCOSA. Dirección de RRNN, EEA INTA Corrientes.

DEPARTAMENTOS	TOTAL/EV	Superficie (ha)		Cargas sin	Cargas
		bruta	ajustada	ajustar	ajustadas
				ev/ha	ev/ha
Lavalle	107790	151597	124735	0,71	0,86
Goya	339541	484962	404807	0,70	0,84
Esquina	239150	393452	299590	0,61	0,80
Monte Caseros	183688	271103	230201	0,68	0,80
San Roque	145573	242948	189976	0,60	0,77
Sauce	166418	249598	231923	0,67	0,72
Curuzu Cuatia	572857	832097	807117	0,69	0,71
Mburucuya	50847	99888	74668	0,51	0,68
Itati	40336	87742	61489	0,46	0,66
Mercedes	568877	974624	871738	0,58	0,65
Paso de los Libres	280850	489642	433181	0,57	0,65
Concepcion	161597	528297	252210	0,31	0,64
Saladas	109560	192047	173152	0,57	0,63
Ituzaingo	206708	977392	348556	0,21	0,59
Alvear	102027	194026	172999	0,53	0,59
Empedrado	103906	197070	182067	0,53	0,57
Santo Tome	298691	700390	526850	0,43	0,57
San Luis del Palmar	119518	258000	213414	0,46	0,56
San Cosme	27820	60733	49717	0,46	0,56
Gral. Paz	107997	260140	193221	0,42	0,56
San Miguel	88660	306262	159398	0,29	0,56
Bella Vista	82285	180166	151758	0,46	0,54
San Martin	303427	665035	585775	0,46	0,52
Capital	20400	56269	46632	0,36	0,44
Beron de Astrada	27880	89311	74750	0,31	0,37
total	4456401	8942791	6859925	0,50	0,65

Ganadería en la Zona de Proyecto.

El sector ganadero en la zona de influencia, se caracterizan por utilizar sistemas productivos extensivos de cría y recría en menor medida.

Modelos de Producción Ganadera.

Con la información obtenida con referentes zonales, INTA, Ministerio de Producción y algunas encuestas realizadas se determinó que en la zona de influencia del Proyecto: “Plan de Manejo Hídrico de la zona norte de Corrientes”, se distinguen 2 modelos de producción: Familiar de subsistencia; y Empresarial.

Familiar de subsistencia.

Esta unidad de Producción está compuesta por pequeños productores que la actividad ganadera que desarrollan en un 75 % es la cría y en menor medida un 25% a la cría y recría.

Las prácticas sanitarias hechas en este estrato son las elementales como las vacunaciones contra la aftosa, brucelosis. Sólo el 50% de ellos realizan otras vacunaciones como ser contra carbunclo, mancha y gangrena. Hacen aplicación mínima de tecnología; realizando pastoreo continuo, quema de pasturas, el grado de apotreramiento y aguadas es escaso.

En cuanto al manejo del rodeo: el servicio de toros es continuo, los mismos son producidos en la propia explotación o por intercambio con productores vecinos, no incorporando material genético de calidad, el destete de los terneros lo realizan a los 12 meses de edad con un peso promedio de 150 Kg., el porcentaje promedio de terneros logrados del 40%.

La característica fundamental es el trabajo familiar. Tienen recursos marginales, tales como tierras de baja calidad, medios de producción escasos de bajo costo y poca productividad, herramientas como arados y rastras traccionados con animales, instalaciones para el trabajo con el ganado muy precaria y en malas condiciones. Otra característica es la multiocupación, no solamente se dedican a la ganadería sino también a la chanchería, lechería, producción de dulces caseros y cultivos hortícolas que los distribuyen entre los pobladores, comercios urbanos y para el propio consumo familiar, los cuales le retribuyen mayores ingresos que la ganadería en sí. Poseen escaso nivel de educación, viven en su campo, las decisiones son tomadas por el productor y su esposa, generalmente realizan emprendimientos asociativos para compra de insumos, vientres, ventas de productos, proyectos para obtención de créditos y demás actividades.

Familiar Capitalizado o Familiar Empresarial

El modelo familiar capitalizado representa a unidades ganaderas con una superficie media de 1400 hectáreas, y en el que se diferencian dos sistemas productivos y tipos sociales según la diferente organización de la producción y el nivel de adopción de tecnologías físicas, biológicas y organizativas.

Resulta posible identificar al interior de este modelo dos sistemas productivos y tipos sociales, según la diferente organización de la producción y el nivel de adopción de tecnologías físicas, biológicas y organizativas: el sistema de producción de subsistencia familiar o ganadero tradicional y el sistema de producción empresarial.

El primer caso registra predominancia la racionalidad económica donde el productor no procede a efectuar una maximización de la tasa de ganancia empresarial.

El modelo responde a modalidades tradicionales de gestión y administración. Se verifica una baja tasa de incorporación de prácticas de manejo y tecnologías, y

deprimidos niveles de coeficientes técnicos y de otros indicadores de la productividad del rodeo.

El segundo caso se caracteriza por la predominancia de criterios de racionalidad económica en las decisiones que se adoptan, en función de cuyas pautas se adoptan tecnologías y sistemas de organización con modalidades más evolucionadas de gestión empresarial.

Se incluyen en el este modelo 745 productores, el 4,1 % del total provincial, mientras que las existencias ganaderas alcanzan a 552.768 cabezas.

Empresarial

Se diferencia del modelo anterior en el mayor tamaño físico de las unidades y la disponibilidad de medios de producción como así también de una mayor solvencia para poder acumular capital y/o realizar inversiones y mejoras. Las mismas cuentan con un parque de maquinarias considerable, cumplen con el plan de vacunación exigido por el SENASA. En la actividad ganadera los servicios son con toros, producidos en el establecimiento, comprados en cabañas o a productores, o por medio de la inseminación que les permite incorporar genética de avanzada a su rodeo; en la mayoría de los casos realizan actividades como tacto que les ofrece tener la posibilidad de detectar las preñeces con anticipación lo cual repercute en un mayor control sobre las pariciones y hacen más eficiente el manejo del rodeo

Valor Bruto de la Producción Ganadera.

La Producción de carne/ha de la zona proyecto es 30 kg de carne/año debido a la influencia en el total del área identificada en el proyecto, de grandes empresas con altos niveles de tecnificación.

Sin embargo, en la última inundación, la producción se vio afectada en un 50% debido a las grandes precipitaciones y la consecuente inundación cuyo efecto negativo permaneció durante varios meses.

Se estima una ampliación de la superficie ganadera dada la habilitación de nuevas áreas de pastoreo actualmente inundadas o bien se encuentra anegada gran parte del año ganadero.

A partir de los estudios hidráulicos realizados se obtuvo la superficie afectada por inundaciones y aquella superficie que se liberaría con situación proyecto.

Tabla 40. Superficie de influencia del proyecto respecto.

Área	de	Actual	Proyecto	Diferencia
------	----	--------	----------	------------

influencia (Has)	Superficie Inundada (ha)	Superficie Inundada (ha)	(ha)
234.235	156.246,25	28.128,70	128.117,54

En este sentido, se estima una afectación sobre 128.117 has sobre las cuales la mejora del drenaje permitirá estabilizar la producción de carne durante todo el año.

El aumento en la productividad de carne por hectárea en la situación con proyecto se da por la mejora en la oferta forrajera a través de la optimización de la recuperación de ambientes de gramillares que actualmente se encuentran inundados con abundancia de pajas de baja calidad. A su vez las políticas productivas implementadas por el Ministerio de Producción, prevee promover capacitaciones y financiaciones de insumos para el productor y acompañamiento a la empresa ganadera en cuanto a la aplicación de las tecnologías de insumos y procesos disponibles.

Tomando en cuenta el incremento de la superficie ganadera por el mejor funcionamiento de los sistemas de escurrimiento y la implementación de un programa de transferencia de tecnologías y asistencia técnica en donde se estima un aumento en la producción de carne/ha a 60 kg de carne/ha.

Tabla 41. Valor bruto de producción Ganadera para la zona afectada. Fuente: Confección propia en base a información recopilada y presentada en el informe.

Concepto	Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Impacto del Proyecto
	Ganadería Bovina	Ganadería Bovina	Ganadería Bovina
Superficie (has)	205.343,00	205.343,00	0,00
Productividad (kg./ha.)	30,00	60,00	30,00
Producción Bruta (tn.)	6.160,29	12.320,58	6.160,29
Superficie afectada por Inundaciones (Has)	128.117,00	0,00	0,00
Superficie no vulnerable (has)	77.226,00	205.343,00	205.343,00
Perdidas de Producción por inundaciones (tn carne) (*)	7.155,11	0,00	0,00
Perdida por mortandad por inundacion (cab) (*)(**)	16.993,00	0,00	0,00
Producción Neta de Perdidas (tn.)	12.253,01	0,00	0,00
Precio (\$/tn.)	35.000,00	35.000,00	35.000,00
Valor de la Producción (\$)	215.610.150,00	431.220.300,00	215.610.150,00
Valor Bruto de Perdidas (\$)	428.855.350,00	0,00	

(*) En base a declaraciones de emergencia de años anteriores.

(**) Precio de referencia de \$ 3000/cab

Como se puede ver en la Tabla 41, las pérdidas por inundación superan al valor bruto de la producción, dado también por las pérdidas por mortandad de

hacienda. El impacto del proyecto radica en la mitigación de estas pérdidas, y recuperación permanente de 128.117 has que actualmente representan zonas vulnerables frente a las inundaciones. Esta recuperación impacta directamente en la producción de carne/ha, debido a la mejora en las condiciones ambientales para el desarrollo de los pastizales.

A su vez, este aumento en la producción de carne viene acompañado por la implementación de una serie de políticas públicas que tienen como objetivo contribuir al alcance de las tecnologías disponibles en lo que respecta al manejo de la hacienda ganadera. En este sentido, la dirección del Plan Ganadero provincial (Ministerio de Producción de Corrientes) tiene en ejecución un programa de asistencia técnica y de insumos, de manera de favorecer la adopción de tecnologías enfocadas principalmente al manejo de la nutrición animal, la eficiencia en la utilización del forraje disponible y por lo tanto la mejor en los índices reproductivos, al mismo tiempo que se contribuye al arraigo rural.

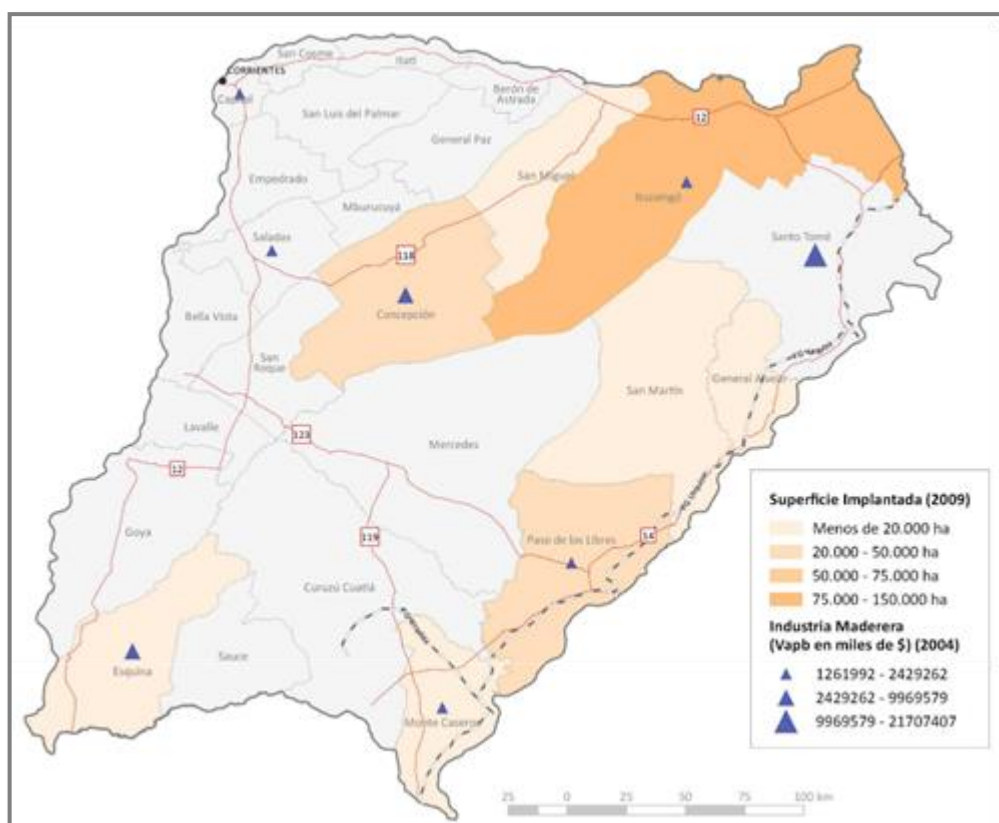
LA SILVICULTURA EN CORRIENTES.

La cadena forestal es uno de los ejes productivos de mayor desarrollo reciente a partir de las inversiones realizadas en la implantación de pinos y eucaliptos, en el marco del Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales.

En 2013, la extracción provincial de madera de bosque implantado se ubicó en torno a los 3,9 millones de toneladas, situando a la provincia en el segundo lugar, luego de Misiones como productora forestal; representando el 33% del total nacional. El 52% corresponde a rollizos de pino y el 48% a eucalipto.

Corrientes, con 418 mil hectáreas forestadas, es una de las provincias argentinas con mayor superficie de bosques implantados. Sobre esta superficie, 373 mil hectáreas inventariadas corresponden en un 70% a pino y el 30% restante a eucalipto. Asimismo, si bien los bosques nativos son escasos, en su territorio convergen tres regiones forestales con características propias marcadamente diferentes: el Parque Chaqueño, el Espinal y la Selva Misionera. Cabe señalar que el aprovechamiento de los recursos forestales del bosque nativo es poco significativo, representado básicamente por la recolección de leña proveniente de la especie Ñandubay.

Si bien en Corrientes la expansión de dicha actividad fue posterior a la de Misiones, alcanzó una superficie similar a esta provincia, pero con un nivel de industrialización menor. Es así que Corrientes es productora y proveedora de materia prima forestal, destinada a su propia industria y a abastecer a otras provincias, como Misiones, Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires.



La provincia cuenta con 256 establecimientos industriales madereros, dedicados a la transformación física o mecánica de la madera, con diferentes grados de desarrollo tecnológico, escala de producción, tipo, calidad de materias primas empleadas. Es importante señalar que no existen industrias elaboradoras de pasta celulósica ni tableros reconstituidos.

Los aserraderos producen, en su gran mayoría, madera sin secado artificial, debido a la escasa cantidad de secaderos existentes, lo que evidencia un bajo nivel de desarrollo tecnológico.

Entre los productos con mayor valor agregado, estas empresas obtienen machimbre, finger-joint, molduras, viviendas de madera, pisos y pellets, con mediana agregación de valor producen cajones y tablones secos y, finalmente, simplemente con bajo valor figuran la madera aserrada en estado húmedo.

La cuenca noreste conformada por los departamentos de Santo Tomé, Ituzaingó y General Alvear, se caracteriza por aportar los volúmenes de producción más elevados, donde en gran medida se localizan las industrias de mayor dimensión de la provincial.

Los grandes establecimientos cuentan con base forestal propia, entre los que se destacan Forestadora Tapebicuá (del Grupo Celulosa Argentina), Grupo Las Marías, Pomera y Enrique Zeni, entre otras.

En términos de empleo, la cadena reviste importancia por la mano de obra ocupada en las distintas actividades productivas que van desde los viveros, implantación, extracción de rollizos, poda y raleo, industrialización y transporte de productos de la madera. En el primer trimestre de 2015, la silvicultura y extracción de madera provincial registró 1.632 puestos de trabajo formal, en tanto que el sector maderero industrial provincial 2.560 empleos registrados y la elaboración de muebles 82 puestos.

En 2015, las exportaciones de la cadena forestal provincial alcanzaron U\$S 22,7 millones y representan el 14,0% del total provincial; el 76,3% de estas exportaciones corresponde a maderas de coníferas perfiladas y el restante, a madera aserrada de coníferas.

El 81,6% de las ventas al exterior de los productos forestales correntinos tiene como destino a los Estados Unidos. Estos productos representan un sector que, en particular, fue afectado por la contracción de la actividad de construcción en los Estados Unidos. En 2006, las exportaciones a los Estados Unidos alcanzaron el valor máximo (US\$ 22 millones), las que disminuyeron a casi la mitad en 2009, para luego recuperarse, con altibajos, hasta un valor de US\$ 18,5 millones en 2015.

Aparece en segundo lugar, pero en menor escala, China, con el 6,3% de las exportaciones forestales correntinas en 2015 y en menor medida son importantes los envíos a Italia (3,5%).

Políticas, desafíos y perspectivas

En 2016, se amplió el monto orientado a la promoción de la inversión en bosques cultivados, prorrogada por ley 26.432, de \$100 a \$265 millones, beneficiando especialmente a los pequeños y medianos forestadores de diversas provincias, entre ellas Corrientes.

En lo relativo a desafíos, se destaca la necesidad de mayor nivel de inversiones en las etapas industriales de primera y segunda transformación de la madera, dado que ello permitiría absorber la oferta provincial primaria y un aprovechamiento integral del recurso forestal.

Dado que en la provincia existe un importante grado de subutilización de la madera, según estimaciones de la Asociación Forestal Argentina (AFOA), podrían producirse poco más de 1 millón de toneladas de celulosa, 586 mil metros cúbicos de tableros, 1,875 millones de metros cúbicos de madera sólida y energía con una capacidad instalada de 94 MW considerando un escenario con inversiones significativas en la cadena.

Cabe mencionar que los emprendimientos productivos requieren especial atención al estricto cumplimiento de las normas ambientales, los parámetros de controles previos y posteriores a la obra, en concordancia con la mejor tecnología disponible, y las evaluaciones de impacto ambiental que correspondan.

La Silvicultura en la zona de Proyecto.

El sector Forestal está fuertemente representado por los departamentos de Berón de Astrada y General Paz.

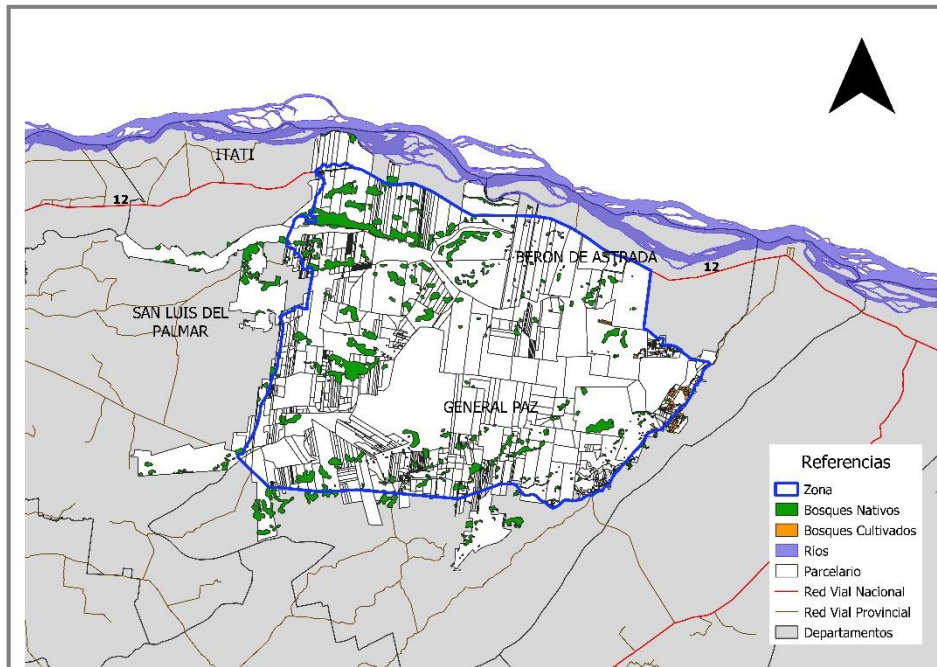


Figura 92. Distribución de los Bosques en el área de influencia.

Distribución de áreas forestadas en la Provincia de Corrientes

Se identificaron dentro del área de influencia del proyecto “Plan de Manejo Hídrico de la zona norte de Corrientes”, 976 has forestadas, 159 has en el departamento de Berón de Astrada y 817 en General Paz. El destino de estas producciones es principalmente a obtención del rollizo para aserrado en aserraderos instalados en Caa Catí.

Valor Bruto de la Producción Forestal e Identificación de impacto del proyecto.

La Producción Forestal de la zona proyecto en promedio es de 35 tn/año para Eucaliptus y 25 tn/año para Pinos. De esta manera se calcula en promedio una talarasa y reposición de aproximadamente 10 años con lo cual vamos a tener una talarasa anual del 10% en promedio.

El costo promedio para un viaje de hasta 60 Km. para un equipo con una capacidad de carga de 14.000 Kg. se estima en 100 \$/Tn a 160 \$/tn dependiendo si es a través de ruta o caminos rurales, respectivamente.

Existencia Forestal Zona Proyecto (has)	Eucalipto	Pino	Total	Ciclo Tala Rasa	Reposición	
	878,40	97,60	976,00	10 años	10% anual	
Concepto	Situación Sin Proyecto		Situación Con Proyecto		Impacto del Proyecto	
	Eucalipto	Pino	Eucalipto	Pino	Eucalipto	Pino
Superficie (has) (*)	87,84	9,76	87,84	9,76	S/I	S/I
Productividad (tn o m3 /ha.)	35,00	25,00	35,00	25,00	S/I	S/I
Producción Bruta (tn.ó m3)	3.074,40	244,00	3.074,40	244,00	S/I	S/I
Perdidas de Producción por mal estado del camino (tn.ó m3)	0,00	0,00	0,00	0,00	S/I	S/I
Producción Neta de Perdidas (tn.ó m3)	0,00	0,00	0,00	0,00	S/I	S/I
Precio (\$/tn) (**)	1.100,00	760,00	1.100,00	760,00	S/I	S/I
Valor de la Producción (\$)	3.381.840,00	185.440,00	3.381.840,00	185.440,00	S/I	S/I

Tabla 42. Valor Bruto en \$ARG de la Producción Forestal.

(*) Se tiene en cuenta el turno de corta de 10 años, por lo tanto, es un 10% anual

(**) Valores en \$ARG para Monte en pie.

El proyecto no tendrá impactos relevantes el sector forestal desde el punto de vista del valor de la producción actual. Sin embargo, si generara ventajas en cuanto al acceso a los montes forestales para la extracción de la madera, mejorando las condiciones de transporte y por lo tanto influyendo en el precio del flete.

EL SECTOR ARROCERO EN CORIENTES.

La producción arroceras está concentrada en el litoral argentino, por el tipo de clima y suelo de la región que favorece la inundación necesaria para el cultivo. Desde 2012, Corrientes se ubicó como la primera provincia productora de arroz, luego de varios años de alternar el primer lugar con Entre Ríos.

En 2015, la producción de arroz alcanzó las 683.200 toneladas (43,6% de la producción nacional). Ello, con respecto a 2010, refleja un incremento del 67,5%. Sin embargo, el hito en términos de producción se obtuvo en 2013 con 756.000 toneladas.

Las principales provincias productoras son Corrientes y Entre Ríos, ambas representan el 80% de la producción del país, mientras que el resto se reparte entre las provincias de Santa Fé, Chaco y Formosa.

En la provincia el sistema de inundación más difundido es la construcción de represas creadas mediante la remoción de tierras. También se utiliza en menor medida agua proveniente de ríos, lagunas y arroyos.

Se registran 100.000 hectáreas cultivadas en toda la provincia (2015); las principales zonas productivas se concentran entre la zona Centro-Sur

(departamentos de Curuzú Cuatiá, Mercedes y Monte Caseros) y la zona Costa del Río Uruguay (departamento de Santo Tomé, Gral. Alvear, Paso de los Libres, San Martín). Ambas zonas representan el mayor desarrollo y nivel de producción en los últimos años. Ello se debe a las mejores condiciones agroecológicas que presentan y a los avances en la tecnología aplicada. Además, se trata de una zona de represas por excelencia, explotaciones de mayor superficie y productores empresarios.

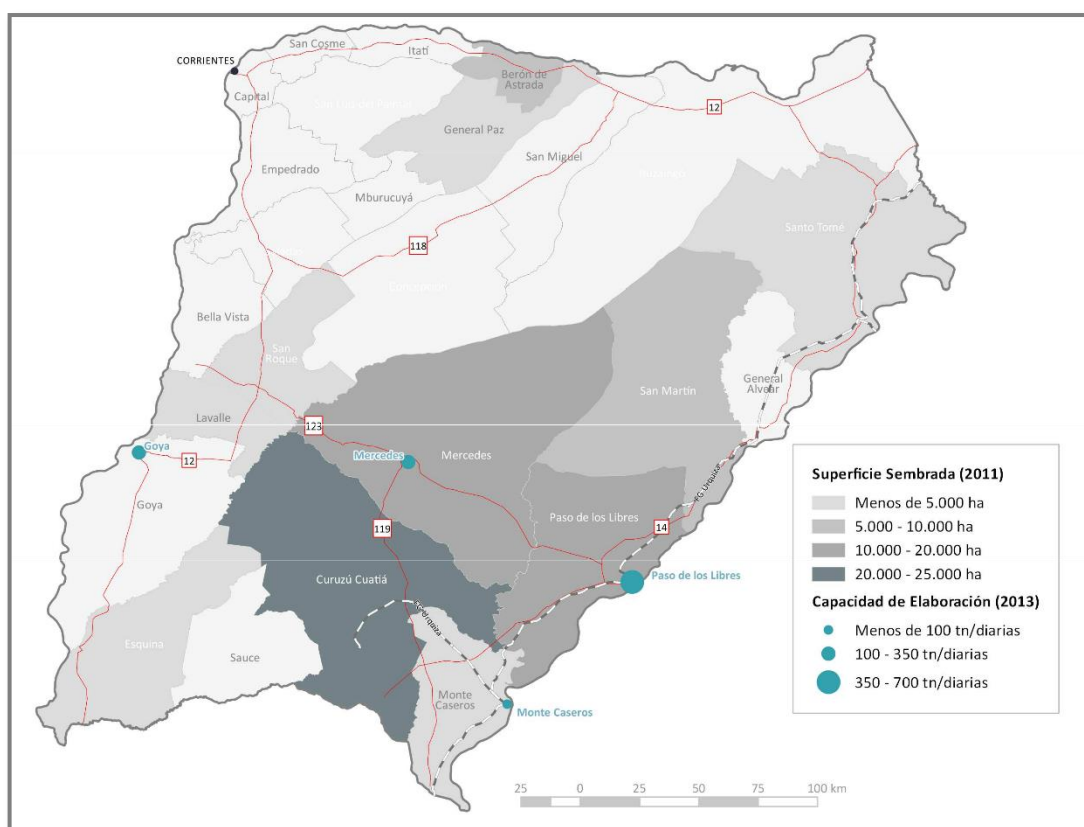


Figura 93. Mapa del sector arrocerero en la provincia de Corrientes. Fuente: MinAgro.

La cadena arrocerera comprende el cultivo de arroz (arroz cáscara o paddy); el procesamiento industrial (que consiste en someter el arroz cáscara a un proceso de secado, descascarillado y pulido para obtener el arroz blanco apto para el consumo y algunos subproductos como el arroz partido). En su etapa industrial, el arroz puede o no pasar por un proceso de parbolizado (precocción). Les siguen los procesos de comercialización y la venta final en los mercados interno y externo. En Corrientes se cultiva la variedad tipo largo fino.

Si bien en Corrientes se realizaron inversiones en secaderos y molinos, a partir del crecimiento de la producción en la última década, parte de la misma se procesa en Entre Ríos.

Dentro de la estructura productiva de la cadena se destaca:

- **Producción Primaria:** los productores de esta etapa son en su mayoría medianos a grandes. Los pequeños redujeron su participación en los últimos años. Las grandes explotaciones de más de 1.000 hectáreas concentran el 55% de la superficie, según el último Censo Agropecuario.

- **Industria:** la provincia posee 8 plantas de molienda, entre las que se destacan Molinos Libres S.A., Molinos Ala y Molinos Agroper.

En cuanto al empleo de la cadena, la incorporación de la cosecha mecánica redujo sustancialmente los requerimientos de mano de obra estacional. Lo mismo ocurre con la incorporación de la cosecha a granel y de equipos con mayor capacidad. La difusión de sistemas de labranza mínima tiende a reducir la demanda de trabajo, que no se compensa con mayor número de prácticas del “paquete tecnológico”. En relación con los otros cereales, el arroz es el más intensivo en el uso de mano de obra por unidad de superficie, por ejemplo, los requerimientos medios de mano de obra son de siete jornales por hectárea.

Las exportaciones de arroz tienen gran importancia dentro de la cadena. En 2015, las ventas externas provinciales fueron de US\$ 76,5 millones, representando una caída del 36% interanual y una participación del 47% del total de las exportaciones de la provincia. El análisis por tipo de producto permite advertir que la mayor demanda se concentra en arroz blanco (60,5%) y en menor medida el arroz con cascara (16,5%) y el arroz partido (14,3%).

En 2015, los principales mercados de destino fueron Iraq, con una participación del 37% y Brasil con el 21%; les siguen Chile y Cuba con el 13% y 9%, respectivamente.

Políticas, desafíos y perspectivas

Las recientes medidas arancelarias eliminaron las retenciones que tributaba el sector, impactando positivamente las posibilidades de colocación en el mercado externo.

Los desafíos que enfrenta la cadena están vinculados, principalmente, a la mejora de la **eficiencia energética** debido a los altos costos de las fuentes de energía utilizadas por los sistemas de riego. Otro desafío para el sector es la diversificación de las exportaciones como así también la mejora de la competitividad que contemple también la incorporación de tecnología plantea buenas perspectivas futuras.

El sector Arrocerero en la zona de proyecto.

El sector arrocerero abarca principalmente el departamento de Berón de Astrada, y abarca una superficie de 15.000 has.

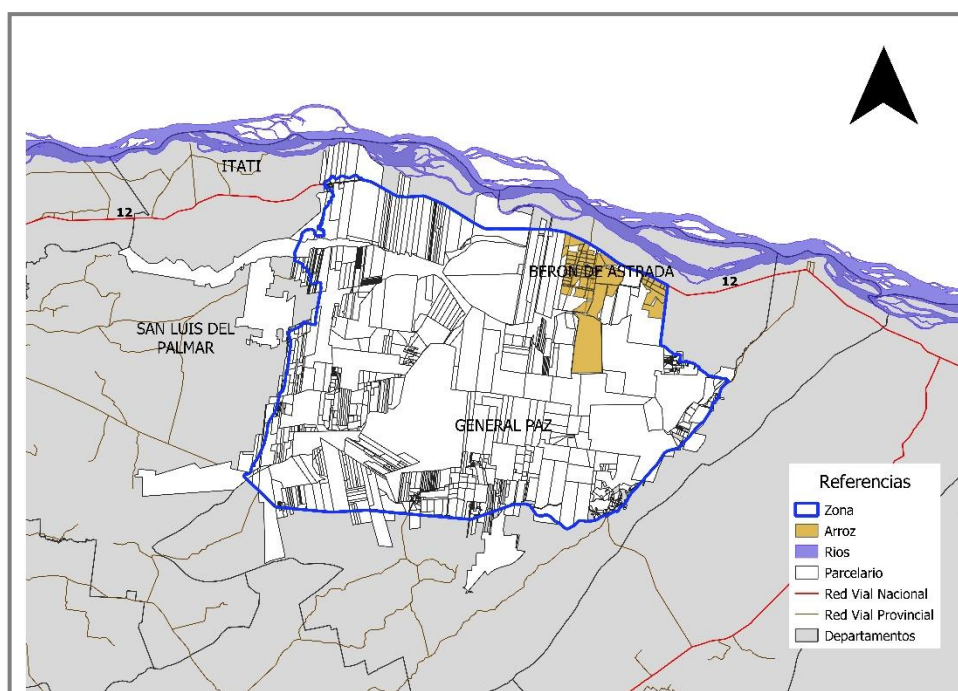


Figura 94. Distribución de los sistemas agrícolas arroceros en la zona de proyecto.

En la Figura 94 se señala las parcelas que están destinadas al cultivo del cereal. Por otro lado, la superficie antropizada que históricamente se ha destinado al cultivo de arroz asciende a más de 40.000 has, incluidas en la zona del proyecto. Esto es, chacras previamente habilitadas para el cultivo y que representan un potencial de expansión para el mismo.

Valor Bruto de la Producción Arrocera en la zona de Proyecto.

En el total del área arroceras se estima un 50% de zonas vulnerables a inundaciones con daños totales si ocurriera antes de cosecha, por lo cual esta superficie debe ser contemplada en el cálculo del Valor Bruto de la Producción.

Tabla 43. Valor Bruto de la Producción en \$ARG.

Concepto	Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Impacto del Proyecto
	Arroz	Arroz	Arroz
Superficie (has)	15.000,00	21.000,00	6.000,00
Productividad (Kg/ha)	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Producción Bruta (Tn)	105.000,00	147.000,00	42.000,00
Superficie Vulnerable por inundaciones (has)	7.500,00	0,00	0,00
Superficie intencion de siembra (has)	0,00	6.000,00	6.000,00
Producción Neta de Perdidas (Tn) (*)	52.500,00	0,00	0,00
Valor en bruto de Perdidas (\$)	357.000.000,00		0,00
Precio (\$/tn) (**)	6.800,00	6.800,00	6.800,00
Valor de la Producción (\$)	714.000.000,00	999.600.000,00	285.600.000,00
(*) Considerando el caso de pérdida total			
(**) Precio de referencia a nov/18			

En este sentido, el impacto del proyecto se ve reflejado en la cosecha del 100% de la superficie destinada al cultivo. A su vez la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz, a través de relevamientos de campaña, identificó proyectos en la zona de estudio factibles de ejecutarse por 6.000 has en una primera etapa ubicados próximos a la cuenca sur del Baí.

De esta manera, el impacto total del Proyecto Manejo Hídrico de la zona norte de Ctes. radica en mitigación de las potenciales perdidas por inundaciones al mismo tiempo que genera un ambiente positivo de cara a nuevas inversiones en la zona.

A su vez, se debe tener en cuenta que la producción arrocerá requiere 1 empleo directo y al menos 3 indirectos por cada 100 has de cultivo. Lo que evidencia la importancia de este cultivo en la generación de empleo regional.

VI. 7. Valor Bruto de Producción.

En la siguiente tabla se expresa el Valor Bruto de Producción de los distintos sistemas identificados y anteriormente descriptos, así como también el impacto en términos monetarios del proyecto.

Tabla 44. Sistemas productivos en la zona de proyecto: Valor Bruto de Producción en \$ARG.

Producción	VBP (\$)	Impacto del Proyecto (\$)	Total (\$)
<i>Ganadería</i>	215.610.150,00	215.610.150,00	431.220.300,00
<i>Arroz</i>	714.000.000,00	285.600.000,00	999.600.000,00
<i>Forestación</i>	3.567.280,00	0,00	3.567.280,00
Valor de la Producción (\$)	933.177.430,00	501.210.150,00	1.434.387.580,00

VI. 8. Situación Social en la Zona de Proyecto.

VI. 8. 1. Metodología para la descripción.

- La presente sección se elaboró a partir del relevamiento de fuentes de información secundarias vinculadas con la región de estudio y el área de influencia del proyecto. Principalmente se trata de fuentes públicas, entre las que preponderan:
- Información censal y estadística de Corrientes, así como también de los Departamentos de Itatí y San Luis del Palmar.
- Documentos y páginas web de instituciones y organizaciones nacionales, provinciales y locales relacionadas con el área de estudio.
- Imágenes satelitales y mapas a escala regional y local.
- Información provista por medios de comunicación regionales y locales.

Descripción social general

Delimitación Geográfica

La Provincia de Corrientes es una de las 23 Provincias que integran la República Argentina. Se encuentra en la región mesopotámica, siendo una de las provincias del Litoral y forma parte de la Región del Norte Grande Argentino (NGA).

La provincia limita al este - separado por el río Uruguay - con la República Oriental del Uruguay y la República Federativa del Brasil; al norte y al oeste con el río Paraná, el cual los separa de la República del Paraguay y de las provincias de Chaco y Santa Fé; al sur con los ríos Mocoetá y Guayquiraró y los arroyos Basualdo y Tunas, marcando el límite con Entre Ríos; mientras que al nordeste los arroyos Itaembé y Chirimay y un tramo terrestre de unos 25 km la separan de la provincia de Misiones (Figura 95).



Figura 95. Mapa de la Provincia de Corrientes. Fuente: IGN¹⁷.

Posee una superficie de 88.886 km², lo que constituye un 3,17% del total de la República Argentina y la convierte en la 16° provincia en cuanto a extensión. Está dividida en 25 Departamentos (Figura 89), los que a su vez se dividen en 70 Municipios (Fuente: Dirección de Estadísticas y Censos)¹⁸.

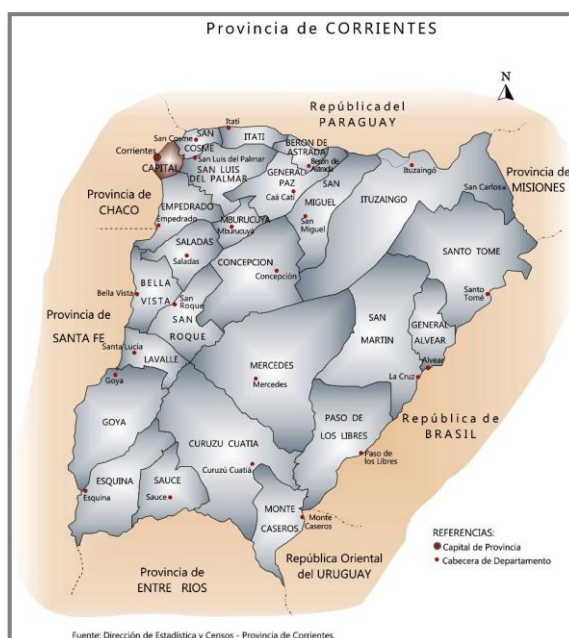


Figura 96. Departamentos de la provincia de Corrientes.

¹⁷ Instituto Geográfico Nacional.

¹⁸ En otras fuentes consultadas (Ministerio del Interior y Transporte de la Nación y Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación) se menciona un número menor de municipios a la fecha de la consulta (18/11/2013)

Información socio-demográfica

Cantidad de habitantes según sexo y edad

La población actual de la Provincia de Corrientes es de 992.595 habitantes, lo que significa una densidad de 11,3 hab/km², convirtiéndola en la 11ª Provincia más densamente poblada del país (Fuente: INDEC, Censo 2010). Asimismo, se advierte un crecimiento sostenido en la cantidad de habitantes desde el año 1980, con una variación intercensal relativa de 6,6% para el período 2001-2010 (Tabla 43).

Tabla 45. Población total de la Provincia de Corrientes por sexo. Fuente: INDEC, Censo Nacional de la Población, Hogares y Viviendas (1980, 1991, 2001 y 2010).

Población	Censos Nacionales			
	1980	1991	2001	2010
Varones	327.744	393.252	459.458	485.075
Mujeres	333.710	402.342	471.533	507.520
Total Provincial	661.454	795.594	930.991	992.595

En cuanto a la estructura poblacional se observa un leve decrecimiento en el sector de la pirámide correspondiente al grupo etario más joven (desde los 20 hasta los 40 años). A su vez, se observa una mayor proporción de varones entre los 0 y los 20 años, mientras que el porcentaje de mujeres incrementa a partir de los 20 a 24 años (Figura 97). Cabe señalar que el índice de masculinidad en el territorio provincial es de 95,6.

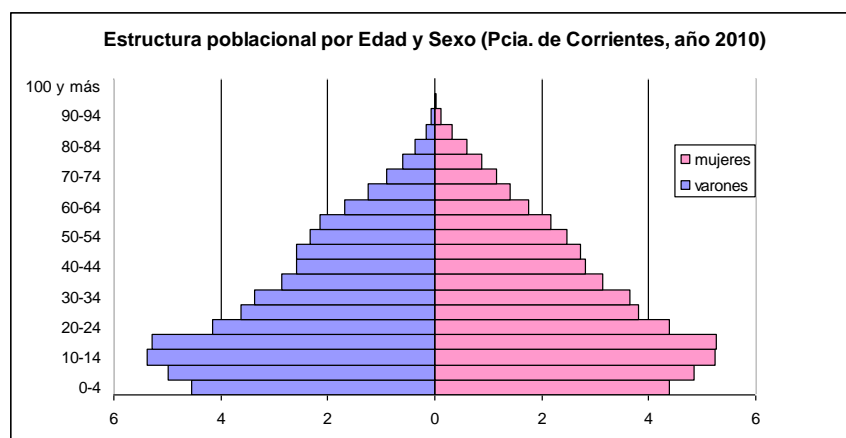


Figura 97. Estructura poblacional por sexo y edad para la Provincia de Corrientes. Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Niveles de pobreza e indigencia

Si bien desde 1980 se registra un importante crecimiento poblacional, la población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)¹⁹ no han aumentado, sino por el contrario, hubo una reducción de más de un 50% desde 1980. Sin embargo, es necesario destacar que más de un 19% de la población provincial las padece (Tabla 46).

Tabla 46. Total, de Población en Hogares Particulares y Población en Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas en la Provincia de Corrientes. Fuente: INDEC, Censo Nacional año 1980, 1991, 2001, 2010.

Censo	Población en hogares particulares (1)	
	Total	% con NBI
1980	648.354	46,9
1991	790.786	31,4
2001	925.924	28,5
2010	985.404	19,7

(1): No se tiene en cuenta instituciones colectivas ni población censada en ellas

¹⁹ Los niveles de pobreza e indigencia pueden ser cuantificados según los niveles de ingresos y la capacidad de consumo de determinados bienes y servicios que se consideran fundamentales - como la Canasta Básica Familiar y la Canasta Básica Total - o con una metodología más amplia que integra variables más complejas, como el índice de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que son aquellos en los cuales se presenta al menos una de estas condiciones: Hogares en los que habitan más de 3 personas por cuarto (hacinamiento); Vivienda precaria, pieza de inquilinato u otro tipo. Se excluye casa, departamento o rancho (calidad de la vivienda); Hogares sin retrete o con retrete sin descarga de agua (condiciones sanitarias); Hogares en los que hay al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela (asistencia escolar); Hogares que tienen 4 o más personas por miembro ocupado, en los cuales el jefe o jefa de hogar no hubiese completado el tercer grado de escolaridad primaria (capacidad de subsistencia). (Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INDEC)

A su vez, las mayores frecuencias de NBI están relacionadas con condiciones de hacinamiento y capacidad de subsistencia disminuida (Tabla 47).

Tabla 47. Frecuencias relativas de población en hogares con NBI, según tipo de NBI. Fuente: Dirección de Estadísticas y Censos. Año 2001.

	Población Total (1)	Tipo de NBI (%)				
		Hacinamiento	Tipos de vivienda	Retrete	Escolaridad	Cap. de subsistencia
Total Provincial	925.924	15	4,6	4,6	2,8	11,6

(1) No se tiene en cuenta instituciones colectivas ni población censada en ellas

La Provincia de Corrientes posee niveles de pobreza e indigencia por encima de la media nacional. De acuerdo a la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), en 2010 el Aglomerado Corrientes promediaba alrededor de un 15% de hogares y un 21,25 de personas en la línea de pobreza y un 3,85% de hogares y 4,8% de personas bajo la línea de indigencia (promedio de total de aglomerados del país: 7,35% y 10,95, 2,4% y 2,8% respectivamente). Para 2011, esa brecha se acortó considerablemente, ya que los hogares del Aglomerado Corrientes bajo la línea de pobreza promediaban alrededor de un 10% y las personas un 14,8%, mientras que el 2,8% de los hogares y un 3,7% de personas estaba bajo la línea de indigencia (promedio de total de aglomerados del país: 5,2% y 7,4%, 2% y 2,05% respectivamente). (Tabla 48).

Tabla 48. Pobreza e Indigencia. Hogares y Población bajo la línea de pobreza e indigencia. Aglomerado Corrientes () y Total País (Cifras porcentuales). Fuente: Encuesta Permanente de Hogares, DEyC – INDEC. Años 2010 y 2011.*

	Jurisdicción	2010		2011	
		Hogares	Personas	Hogares	Personas
Línea Indigencia	Aglomerado Corrientes	3,85	4,8	2,8	3,7
	Total Aglomerados País	2,4	2,8	2	2,05
Línea Pobreza	Aglomerado Corrientes	15	21,25	10	14,8

	Total país	Aglomerados	7,35	10,95	5,2	7,4
--	---------------	-------------	------	-------	-----	-----

(*) Aglomerado Corrientes: se refiere a la ciudad de Corrientes.

Alfabetización y escolaridad. Instituciones educativas existentes.

De acuerdo a la información del Censo Nacional 2001 en la Provincia de Corrientes se registra un promedio de 6,48% (3,35% varones y 3,13% mujeres) de población mayor de 10 años analfabeta, situando a la provincia en segundo lugar a nivel nacional. Para 2010, la tasa de analfabetismo presentó una considerable reducción, siendo un 4,28% (2,23% de varones y 2,05% de mujeres), aunque sigue permaneciendo en el segundo puesto (INDEC 2010). (Tabla 49).

Tabla 49. Población de 10 años o más por condición de alfabetismo y sexo en la Provincia de Corrientes. Fuente: INDEC, Censo Nacional. Año 2001 y 2010.

Total Provinc ial	Población mayor de 10 años	Condición de Alfabetismo					
		Alfabetos			Analfabetos		
		Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres
2001	715.107	668.734	326.206	342.528	46.373	23.970	22.403
2010	806.440	771.948	372.493	399.455	34.492	17.969	16.523

A su vez, en 2001 un promedio del 17,5% de la población entre 12 y 17 años no recibió educación formal. En cuanto a la población mayor a 25 años el 28,6% completó o superó el nivel secundario de enseñanza. Para 2010, esa cifra tuvo un importante aumento hasta el 36,92% (INDEC 2010).

La Provincia cuenta con 2.064 instituciones orientadas a la educación común siendo el 40,4% de ellas establecimientos de nivel inicial, 45,3% escuelas primarias, 11,68% colegios secundarios y 2,62% instituciones de nivel superior no universitario. A su vez, existen designados un total de 19.705 cargos docentes (Tabla 50).

Tabla 50. Total de unidades educativas y cargos docentes para educación común en la provincia de Corrientes. (1): Datos provisorios de 2011. Fuente: Dirección de Planeamiento e Investigación Educativa. Ministerio de Educación de la Provincia. Año 2011. DESED.

Nivel	Unidades educativas	Cargos docentes (1)
Total general	2.064	19.705
Inicial	834	2.734
Primario	935	19.823
Secundario	241	5.221
Sup. no Universitario	54	927

(1): En cargos docentes se contabilizan cargos, no personas.

Condiciones habitacionales y de vivienda

El Censo Nacional 2010 revela que alrededor del 66% de los habitantes de la provincia son propietarios tanto de la vivienda como del terreno, cerca del 9% sólo son propietarios de la vivienda, el 11% son inquilinos, cerca de un 7% son ocupantes por préstamo y un 3% son ocupantes por relación de dependencia (Tabla 51).

Tabla 51. Provincia de Corrientes. Hogares por régimen de tenencia de la vivienda y propiedad del terreno. Año 2010. Fuente: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Año 2010.

Régimen de tenencia de la vivienda y propiedad del terreno	Total Hogares
--	---------------

Total	267.797
Propietario de la vivienda y el terreno	176.138
Propietario de la vivienda solamente	23.882
Inquilino	29.000
Ocupante por préstamo	19.018
Ocupante por relación de dependencia	7.902
Otra situación	11.857

Por otro lado, en los últimos cinco años se observa un incremento consistente de las redes de agua potable y cloacales (Tabla 52).

Tabla 52. Longitud de las redes (en Km, período 2008-2012). DEyC. Años 2011, 2012 y 2013.

	2008		2009		2010		2011		2012	
	Red de Agua	Red de Cloacas	Red de Agua	Red de Cloacas	Red de Agua	Red de Cloacas	Red de Agua	Red de Cloacas	Red de Agua	Red de Cloacas
Total Provincial	1.709	1.257	1.725	1.278	1.746	1.309	1.767	1.348	1.786	1.379

De la misma manera se ha incrementado el número de beneficiarios servidos.

Tabla 53. Beneficiarios de agua corriente (2009-2012). Fuente: DEyC. Años 2010, 2011, 2012 y 2013.

	2009		2010		2011		2012	
	Conexiones	Pob. Servida	Conexiones	Pob. Servida	Conexiones	Pob. Servida	Conexiones	Pob. Servida
Total Provincial	163.604	533.888	168.023	536.490	170.464	622.700	174.430	741.179

Tabla 54. Beneficiarios de Cloacas (Período 2009-2012). DEyC. Años 2010, 2011, 2012 y 2013.

	Cantidad de conexiones
--	------------------------

	2009	2010	2011	2012
Total Provincial	123.831	129.319	130.838	135.718

Condiciones Sanitarias de la población

De acuerdo a la información provista por la Dirección de Planificación y Estadísticas de la Salud (año 2012), en la provincia existen un total de 375 establecimientos sanitarios, de los cuales 343 son públicos (2.403 camas) y 32 privados (924 camas). Asimismo, se registra un médico matriculado por cada 161 habitantes (DEyC 2013 y DEyC 2012).

Por otro lado, sólo el 51,6% de la población provincial posee cobertura de salud, de los cuales 39,4% poseen obra social, 6,8% poseen medicina prepaga a través de la obra social, 1,7% contrataron planes de medicina prepaga de forma directa y 3,7% poseen programas y planes estatales de salud (INDEC, 2010).

Tabla 55. Provincia de Corrientes. Población en viviendas particulares por tipo de cobertura de salud. Año 2010. Fuente: INDEC, Censo Nacional. Año 2010.

		Tipo de Cobertura de salud				
	Población (1)	Obra social	Prepagas a través de obra social	Prepaga por contratación voluntaria	Programas y planes estatales	No tiene
Total Provincial	985.130	388.413	66.814	16.962	36.420	476.521

(1) Población en viviendas particulares

Red Vial

La Provincia de Corrientes no cuenta con una red vial muy extensa (12.660,60 km). La red troncal nacional está compuesta por 12 rutas pavimentadas: ocho nacionales (12, 14, 120, 121, 127, 117, 123, 118) y cuatro provinciales (5, 24, 27, 94). En los departamentos que cuentan con sistemas agrícolas la red provincial es más extensa, lo cual es lógico debido a la demanda de insumos y a la necesidad de comercializar la producción en ciclos más cortos que la ganadería.

Desde 2007 hasta la actualidad la extensión de la red vial no se ha modificado. Sin embargo, si hubo variaciones en cuanto a sus condiciones y calidad. En este sentido, en 2007 la red estaba compuesta por un 6,12% de pavimento, 10,48% ripio, 7,64% suelo mejorado, 75,75% de tierra. Para 2010 se registra una reducción de la red de tierra (72,7) y del suelo mejorado (4,75%), mientras que hay un aumento del pavimento (6,68%) y del ripio (15,80%).

Tabla 56. Red Vial Provincial. Fuente: Dirección Provincial de Vialidad. Año 2007.

Red ⁽²⁰⁾	Longitud (km)				
	Total	Pavimento	Ripio	Suelo mejorado ⁽²¹⁾	Tierra
Total	12.660,56	775,19	1.326,55	968,00	9.590,82
Primaria	2.999,91	761,49	762,38	514,86	961,18
Secundaria	2.283,51	11,37	375,67	330,82	1.565,65
Terciaria	787,21	2,33	188,50	122,32	474,06
Rutas s/nº	6.589,93	-	-	-	6.589,93

Tabla 57. Red Vial Provincial. Año 2012. Fuente: DEyC, año 2013.

Red	Longitud (km)				
	Total	Pavimento	Ripio	Suelo mejorado	Tierra
Total	12.660,60	846,30	2000,03	601,96	9.212,31

²⁰ Red Primaria: Conecta cabeceras departamentales, rutas troncales de la red nacional y pasos fronterizos. Ancho mínimo 50 metros.

Red Secundaria: Une rutas primarias y localidades importantes. Ancho mínimo 35 metros.

Red Terciaria: Une rutas secundarias, parajes y lugares de producción rural. Ancho menos de 35 metros.

Rutas Sin Nº: Accesos a estancias, vecindades, unidades escolares y parajes.

²¹ Se refiere a la calzada mejorada a través de obra con suelos aptos para caminos.

Primaria	2.850,26	753,32	774,71	411,15	911,08
Secundaria	2.366,46	14,66	473,56	117,63	1.760,61
Terciaria	825,53	2,25	195,89	51,80	575,59
Rutas s/nº	6.618,35	76,07	555,87	21,38	5.965,03

Escala Local

Departamento de Itatí

Se ubica en la región norte de Corrientes y ocupa una superficie de 890 km². Al oeste limita con el departamento de San Cosme, al sur con el de San Luis del Palmar, al este con el de Berón de Astrada y al norte con el Río Paraná que lo separa de la República del Paraguay.

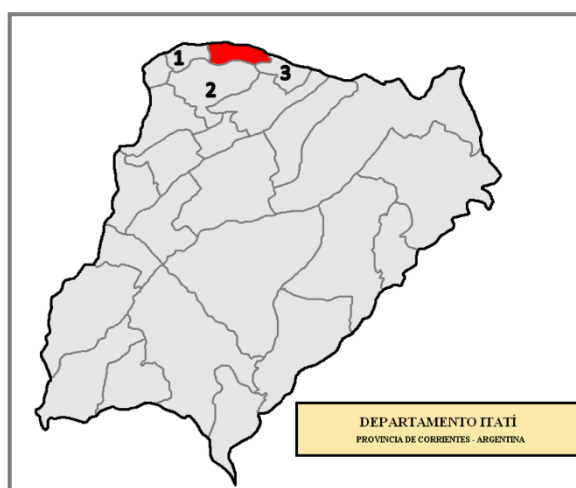


Figura 98. Ubicación del departamento de Itatí. Referencias 1: San Cosme; 2: S.L. del Palmar; 3: Berón de Astrada.

La ciudad capital es la homónima del departamento, y de acuerdo al CENSO 2010 la población en ese entonces era de 9171 personas, de las cuales el 49,47 % corresponden al sexo masculino y el 50,53 % al sexo; un 15 % más que lo registrado en el censo 2001. Por otro lado, el Índice de masculinidad es de 97,9 y la densidad de población igual a 10,3. (Figura 99).

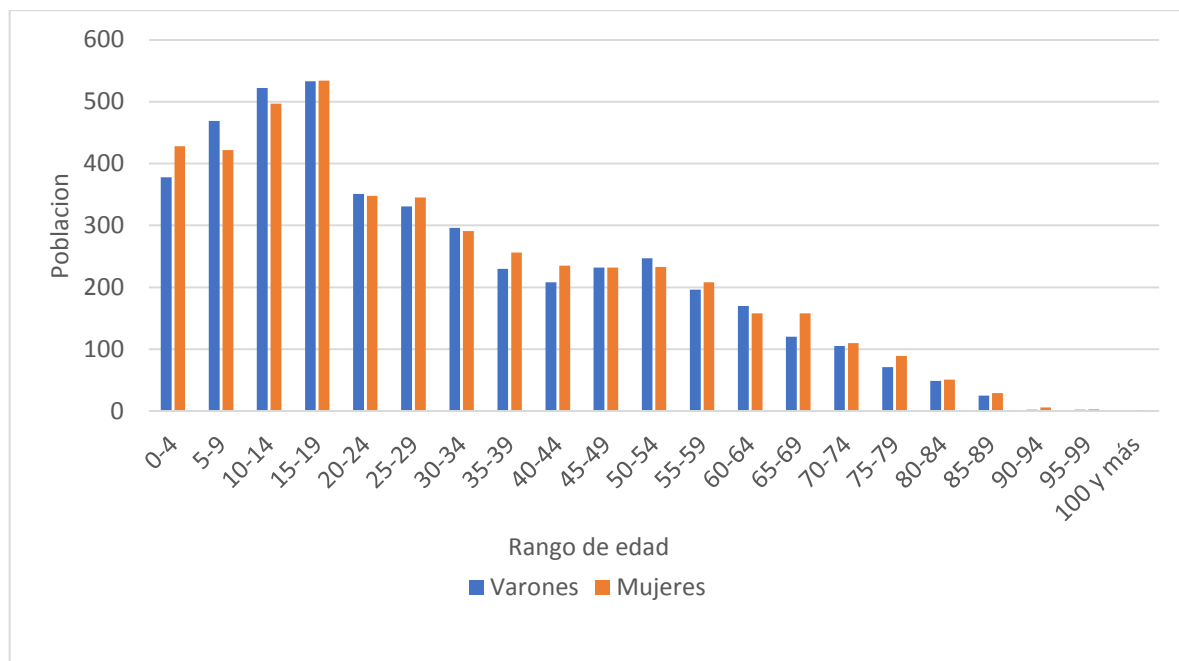


Figura 99. Población por sexo y edad. Fuente: INDEC 2010.

En cuanto a la educación, la asistencia a establecimientos educativos no difiere en gran medida con los promedios provinciales, como se puede observar en la Tabla 56, no así al compararlo con valores obtenidos a nivel país. Cabe destacar el alto grado de asistencia en el rango de edad de 4 a 11 años, lo cual se asemeja con la media nacional, no así en el rango de 25 a 29 años donde el valor a nivel departamental es muy por debajo de la media provincial y de la media nacional.

Tabla 58. Asistencia a establecimientos educativos, por edad. Fuente: DEyC Corrientes.

Grupos de Edad	3 a 4 años	5 años	4 a 11 años	12 a 14 años	15 a 17 años	18 a 24 años	25 a 29 años	30 y más años
Itatí	26,22 %	84,80 %	98,78 %	92,84 %	73,18 %	28,19 %	6,38 %	1,37 %
Provincia	20,09 %	70,91 %	96,94 %	91,19 %	71,31 %	32,95 %	13,14 %	2,70 %
País	39,13 %	78,80 %	98,20 %	95,11 %	79,40 %	36,86 %	14,41 %	3,01 %

Por otro lado, el 30 % de la población no alcanza a terminar el nivel primario, valor que dobla a la media nacional pero similar a lo estimado para la provincia (Tabla 57).

Tabla 59. Nivel de instrucción alcanzado. Fuente: DEyC Corrientes.

Nivel de Instrucción	Sin Instrucción o primaria incompleta	Primaria completa y secundaria incompleta	Secundaria completa y terciario o universitario incompleto	Terciario o universitario completo
Itatí	29,86%	50,93%	14,14%	5,08%
Provincia	29,35%	43,24%	20,75%	6,65%
País	17,90%	48,87%	24,49%	8,73%

En la tabla siguiente se puede observar la lista de las unidades educativas activas referentes a la zona de influencia del proyecto.

Tabla 60. Establecimientos educativos activos en la zona de influencia correspondiente al departamento de Itatí. Fuente: Padrón Nacional, 2015.

NOMBRE	SECTOR	ÁMBITO
ESCUELA Nº 70 POLICIA DE LA PCIA.DE CORRIENTES	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 949 DIRECTOR MANUEL DE JESUS GODOY	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 818 CONGRESO DE TUCUMAN	Estatal	Rural
ESCUELA PRIMARIA Nº 180	Estatal	Rural
COLEGIO SECUNDARIO EN LA PALMIRA	Estatal	Urbano

En cuanto al nivel de ocupación en el departamento, 30 % cumple funciones en el sector público y un porcentaje similar realiza tareas por cuenta propia o es independiente. Por otro lado, el 26 % se ocupa en el sector privado, mientras que a nivel país este segmento de la población significa cerca de un 50 % (Tabla 61).

Tabla 61. Población ocupada según categorías ocupaciones. Fuente: DeyC Corrientes.

Categoría del Trabajador	Obrero o empleado en el sector público	Obrero o empleado en el sector privado	Patrón	Trabajador por cuenta propia	Trabajador familiar
Itatí	29,43%	26,86%	4,83%	31,02%	7,86%
Provincia	26,79%	40,59%	4,15%	23,50%	4,97%
País	21,20%	48,94%	6,24%	20,26%	3,37%

Teniendo en cuenta el acceso a los servicios y calidad de vivienda, según la Tabla 62, se puede observar que de los 2456 hogares solo un 5,65 % no tiene ningún tipo de desagüe de inodoro de las cuales en su mayoría obtienen agua a partir de lluvias, de los arroyos, canales o acequias. El 72 % de los hogares obtiene agua mediante cañerías instaladas dentro de la vivienda ya sea esta proveniente de la red pública, perforaciones, pozos u otros sistemas.

Tabla 62. Acceso al agua y tipo de desagüe por vivienda censada. Fuente: INDEC 2010.

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro				Sin retrete
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	
Total	2.456	542	878	778	119	139
Por cañería dentro de la vivienda	1.785	533	738	465	19	30
Red pública	1.595	532	639	384	11	29
Perforación con bomba de motor	144	1	83	54	5	1
Perforación con bomba manual	4	-	3	1	-	-
Pozo	36	-	10	24	2	-

Transporte por cisterna	-	-	-	-	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	6	-	3	2	1	-
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	510	9	125	258	69	49
Red pública	280	6	80	144	30	20
Perforación con bomba a motor	108	2	30	50	10	16
Perforación con bomba manual	27	-	3	11	9	4
Pozo	84	1	11	47	17	8
Transporte por cisterna	1	-	-	1	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	10	-	1	5	3	1
Fuera del terreno	161	-	15	55	31	60
Red pública	42	-	3	19	7	13
Perforación con bomba a motor	17	-	3	5	3	6
Perforación con bomba manual	3	-	-	1	1	1
Pozo	42	-	3	17	10	12
Transporte por cisterna	7	-	1	-	1	5
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	50	-	5	13	9	23

Según la Dirección de Estadísticas y Censos de la provincia de Corrientes, el 15 % de las viviendas censadas tiene una relación de hasta 0,5 personas por cuarto, mientras que el 8 % tiene una relación de más de 3 personas por cuarto. Esto coincide con las medias a nivel provincial.

Tabla 63. Porcentajes de hogares según hacinamiento. Fuente: DEyC Corrientes.

CANTIDAD DE PERSONAS POR CUARTO	HASTA 0,50	0,51 A 0,99	1 A 1,49	1,50 A 1,99	2,00 A 3,00	MÁS DE 3,00
ITATI	15,82 %	13,20%	27,06%	12,82%	22,59%	8,51%
PROVINCIA	16,31 %	15,09%	29,13%	11,87%	18,93%	8,66%
PAÍS	20,85 %	18,33%	31,55%	10,25%	14,23%	4,78%

Departamento de San Luis del Palmar

Se ubica en la región norte de la provincia de Corrientes ocupando una superficie de 2.551 km². Limita al oeste con el departamento de la ciudad capital de la provincia, al norte lo hace con San Cosme e Itatí, al sur con los departamentos de Empedrado y Mburucuyá mientras que al este lo hace con los departamentos de Berón de Astrada y General Paz.

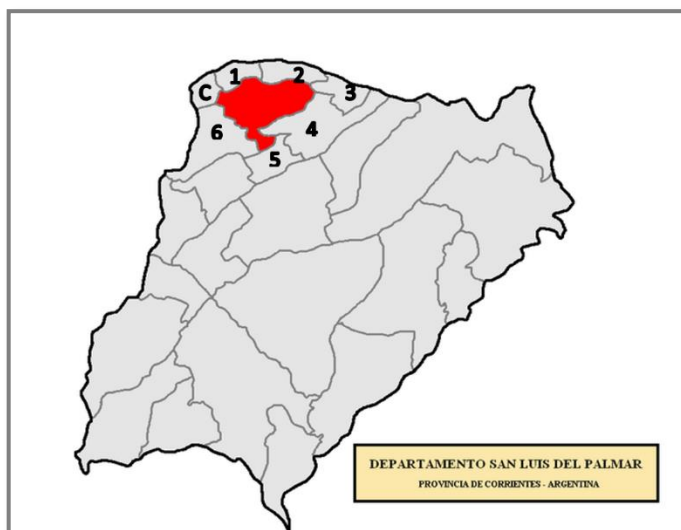


Figura 100. Ubicación del departamento de San Luis del Palmar (Rojo). Ref: C: Corrientes; 1: San Cosme; 2: Itatí; 3: Berón de Astrada; 4: General Paz; 5: Mburucuyá; 6: Empedrado.

La ciudad cabecera del departamento lleva el mismo nombre y contaba, según el Censo del 2010, con un total de 17.590 habitantes. Así mismo del total de

la población, el 51% corresponde al sexo femenino mientras que el 41% al sexo masculino, con un Índice de masculinidad de 95 (Figura 101).

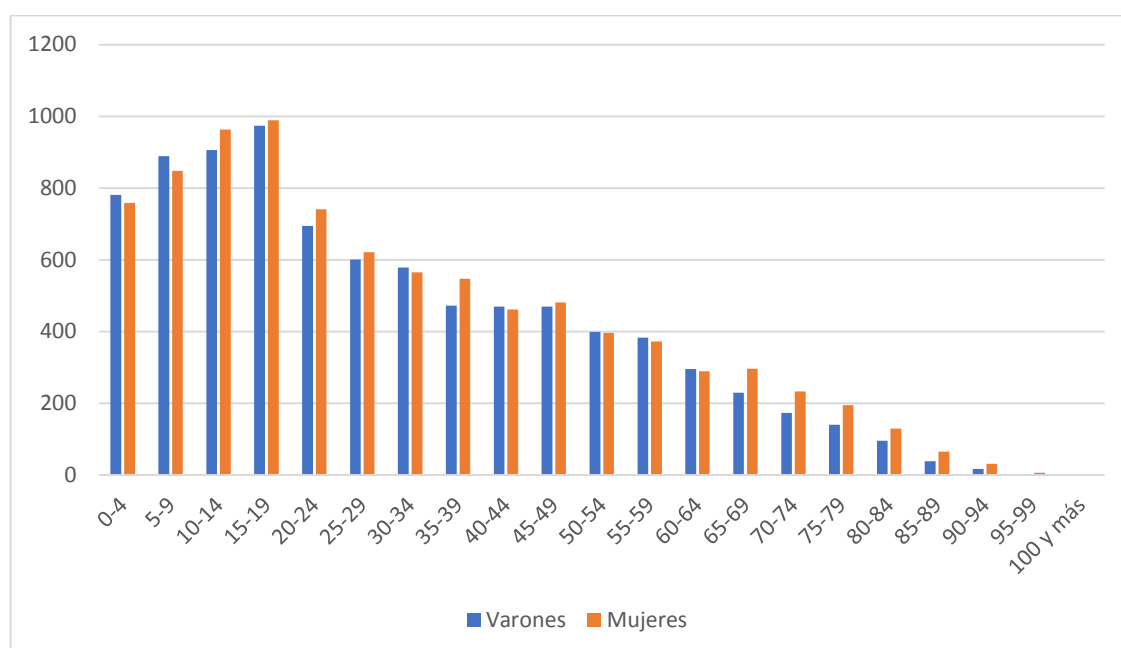


Figura 101. Población por sexo y edad. Fuente: INDEC 2010.

En cuanto a la infraestructura educativa, en la zona de influencia correspondiente al departamento de San Luis del Palmar se disponen de las siguientes unidades educativas activas.

Tabla 64. Establecimientos educativos de San Luis del Palmar, dentro del área de influencia.
Fuente: Padrón Nacional, 2015.

nombre	sector	ambito
ESCUELA Nº 192 SOLDADO RAMON GARCIA	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 122 PEDRO CRISTALDO	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 886	Estatal	Rural
ESCUELA PRIMARIA Nº 437	Estatal	Rural
ESCUELA PRIMARIA Nº 812 PABLO ARGILAGA	Estatal	Urbano
EXTENSION AULICA QUE FUNCIONA EN LA ESCUELA Nº 795 (ESC. NORMAL MARTIN M. DE GUEMES)	Estatal	Rural

En la Tabla 65 se puede ver la condición de alfabetismo para el departamento y compararlo con la situación a nivel nacional y provincial. El mismo alcanza el 91,9 % de la población mayor a 10 años.

Tabla 65. Condición de alfabetismo para San Luis del Palmar para la población mayor a 10 años.

CONDICIÓN DE ALFABETISMO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	PAÍS
ALFABETOS	91,92%	95,72%	97,96 %
ANALFABETOS	8,08%	4,28%	2,04%

En cuanto a la educación, como se puede observar en la Tabla 66, cabe destacar el alto grado de asistencia en el rango de edad de 4 a 11 años lo cual se asemeja con la media nacional y provincial. De la misma manera, la asistencia a establecimientos educativos es similar en la mayoría de los rangos de edad expuestos a nivel provincial y nacional.

Tabla 66. Asistencia a establecimientos educativos según edad.

Grupos de Edad	3 a 4 años	5 años	4 a 11 años	12 a 14 años	15 a 17 años	18 a 24 años	25 a 29 años	30 y más años
San Luis del Palmar	11,95%	73,25 %	98,27 %	93,30 %	74,07 %	27,22 %	8,79%	1,69%
Provincia	20,09%	70,91 %	96,94 %	91,19 %	71,31 %	32,95 %	13,14 %	2,70%
País	39,13%	78,80 %	98,20 %	95,11 %	79,40 %	36,86 %	14,41 %	3,01%

Según la Dirección de Estadísticas y Censos de Corrientes (Tabla 68), el 40 % de la población de San Luis del Palmar no alcanza a terminar el nivel primario o bien no tiene ningún tipo de instrucción educativa, cifra que difiere de la media nacional y provincial en gran medida. A su vez, solo el 13,6 % logra terminar estudios secundarios o bien tienen algún grado de formación terciaria sin finalizar.

Tabla 67. Nivel de instrucción alcanzado.

Nivel de Instrucción	Sin Instrucción o primaria incompleta	Primaria completa y secundaria incompleta	Secundaria completa y terciario o universitario incompleto	Terciario o universitario completo
San Luis del Palmar	39,46%	41,93%	13,61%	5,01%
Provincia	29,35%	43,24%	20,75%	6,65%
País	17,90%	48,87%	24,49%	8,73%

En cuanto al nivel de ocupación en el departamento, 37 % cumple funciones en el sector público una cantidad superior a lo estimado a nivel provincia y nación. El 13% es parte del trabajo familiar mientras que solo un 25 % es obrero o empleado en el sector privado, porcentaje mucho menor a los valores obtenidos a nivel provincia y nación (Tabla 68).

Tabla 68. Población ocupada según categorías ocupacionales.

CATEGORÍA DEL TRABAJADOR	OBRERO O EMPLEADO EN EL SECTOR PÚBLICO	OBRERO O EMPLEADO EN EL SECTOR PRIVADO	PATRÓN	TRABAJADOR POR CUENTA PROPIA	TRABAJADOR FAMILIAR
SAN LUIS DEL PALMAR	36,55%	25,30%	2,01%	23,14%	13,00%
PROVINCIA	26,79%	40,59%	4,15%	23,50%	4,97%
PAÍS	21,20%	48,94%	6,24%	20,26%	3,37%

Del total de viviendas censadas (4.417) el 60,2 % tienen instalaciones por cañería para el agua corriente mientras que 6,7 % acceden al recurso fuera del terreno ya sea a través de la red pública, perforaciones, pozos, transporte por cisternas o agua de lluvia, ríos, arroyos o canales. Un porcentaje similar no dispone de desagües con inodoros, mientras que un 35,7% desaguan mediante pozos

ciegos. Solo un 25,7 % de los hogares tienen acceso a sistemas de cloacas (Tabla 69).

Tabla 69. Hogares por tipo de desagüe y por provisión y procedencia del agua.

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro				Sin retrete
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	
Total	4.417	1.139	928	1.578	502	270
Por cañería dentro de la vivienda	2.660	1.099	739	686	45	91
Red pública	2.515	1.087	693	612	41	82
Perforación con bomba de motor	125	12	41	63	2	7
Perforación con bomba manual	9	-	3	5	-	1
Pozo	10	-	2	6	2	-
Transporte por cisterna	-	-	-	-	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	1	-	-	-	-	1
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	1.461	40	176	760	376	109
Red pública	533	37	108	295	49	44
Perforación con bomba a motor	264	1	47	167	39	10
Perforación con bomba manual	106	-	6	46	53	1
Pozo	543	2	13	249	230	49
Transporte por cisterna	-	-	-	-	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	15	-	2	3	5	5
Fuera del terreno	296	-	13	132	81	70
Red pública	41	-	2	15	6	18
Perforación con bomba a motor	30	-	6	19	2	3
Perforación con bomba manual	10	-	-	6	2	2
Pozo	158	-	5	79	50	24
Transporte por cisterna	-	-	-	-	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	57	-	-	13	21	23

En la Tabla 70 se puede observar el total de viviendas y hogares relevados en el año 2010.

Tabla 70. Total de viviendas y Hogares. Fuente: DEyC Corrientes.

Viviendas	4.941
Viviendas particulares habitadas	4.253
Viviendas particulares deshabitadas	683
Viviendas colectivas	5
Hogares	4.417

Según la Dirección de Estadísticas y Censos de Corrientes el 30 % de los hogares tiene de 1 a 1,5 personas por cuarto, porcentaje similar a los valores obtenidos a nivel nacional y provincial. Por otro lado, el 24 % de los hogares tiene

una relación de 2 a 3 personas por cuarto, mientras que a nivel nacional este porcentaje alcanza solo el 14 % (Tabla 71).

Tabla 71. Cantidad de personas por cuarto. DEyC Corrientes.

Cantidad de Personas por cuarto	Hasta 0,50	0,51 a 0,99	1 a 1,49	1,50 a 1,99	2,00 a 3,00	Más de 3,00
San Luis del Palmar	12,01%	11,02%	29,10%	13,11%	24,41%	10,37%
Provincia	16,31%	15,09%	29,13%	11,87%	18,93%	8,66%
País	20,85%	18,33%	31,55%	10,25%	14,23%	4,78%

Departamento de General Paz

General Paz es un departamento al noroeste de la Provincia de Corrientes, su superficie es de 2.634 km y limita al norte con el Departamento de Berón de Astrada, al este con San Miguel, al sur con Concepción y Mburucuyá y al oeste con San Luis del Palmar (Figura 102).

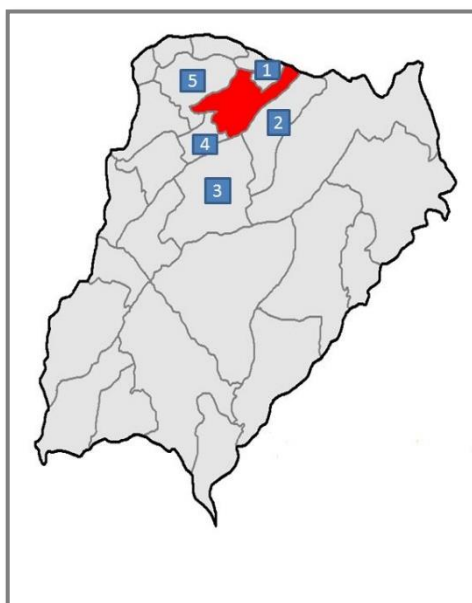


Figura 102. Localización del Departamento de General Paz Referencias: General Paz (rojo); 1) Berón de Astrada 2) San Miguel 3) Concepción; 4) Mburucuyá 5) San Luis del Palmar.

La capital del departamento es la ciudad Nuestra Señora del Rosario de Caá Catí, más conocida como Caá Catí. A su vez, el departamento cuenta con otros tres municipios: Lomas de Vallejos, Palmar Grande e Itá Ibaté (la localidad de más relevancia luego de Caá Catí).

De acuerdo al Censo 2010, 14.836 personas viven en el departamento, 50,30% varones y 40,70% mujeres, mientras que la variación intercensal es de 0,40, el índice de masculinidad 101,20 y la densidad poblacional es de 5,63 habitantes por km.

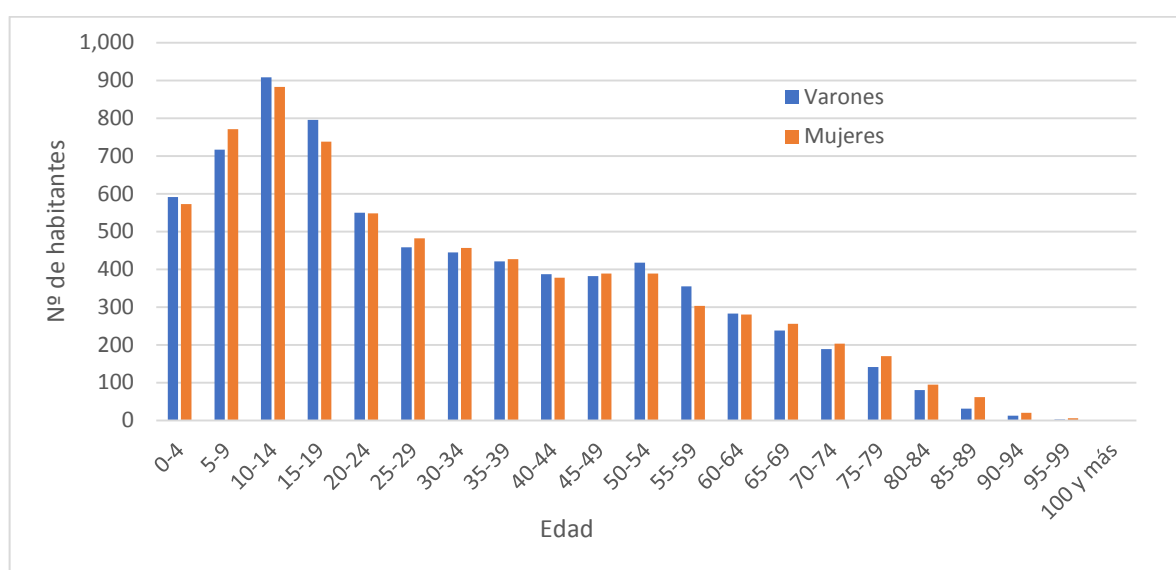


Figura 103. Distribución de la población según sexo.

Por otra parte, según el Censo 2001 de la población de 10 años o más 9,24% de la población es analfabeta, superando ampliamente la media provincial (6,48%) mientras que 54,94% son varones y un 45,06% son mujeres (Censo 2001). A su vez, la tasa de analfabetismo en el año 2010 es de 5,91% (45,84% mujeres y 54,16% varones), mientras la media de la provincia es de 4,28%.

En relación a la tasa de repitencia, tanto en el nivel primario como en el secundario las cifras superan la media provincial. En cuanto al índice de sobreedad, en el nivel primario el porcentaje supera a la media de la provincia mientras que en el nivel secundario se da una situación inversa. La promoción efectiva del departamento en el nivel primario es ampliamente superior a la media de la provincia, mientras que en el nivel secundario el promedio del departamento es apenas superior a la media provincial (Tabla 72).

Tabla 72. Educación Común en General Paz. Tasas de Repitencia, Promoción efectiva y Sobre edad según grado/año por Departamento. Año 2012. Fuente: Dirección de Estadísticas y Censos INDEC 2013

Departamento	Repitencia		Promoción Efectiva		Sobreedad	
	Primaria	Secundaria	Primaria	Secundaria	Primaria	Secundaria
Total provincial	11,4	8,2	43,0	80,1	43,0	49,3
General Paz	14,7	8,4	82,4	80,8	50,9	48,1

A su vez, en la tabla siguiente se ejemplifican las unidades educativas activas del departamento, haciendo referencia a la zona de influencia del proyecto.

*Tabla 73. Unidades educativas del departamento de General Paz, referentes a la zona de influencia.
Fuente: Padron Nacional, 2015.*

NOMBRE	SECTOR	ÁMBITO
ESCUELA Nº 488 CARLOS JULIO MAURIÑO	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 55	Estatal	Rural
ESCUELA ESPECIAL Nº 23 JESUS DE LA MISERICORDIA	Estatal	Urbano
COLEGIO SECUNDARIO JULIA J. LOPEZ DE PEREZ	Estatal	Urbano
EXTENSION AULICA QUE FUNCIONA EN LA ESCUELA Nº 804 (COL. SEC. JULIA J. LOPEZ DE PEREZ)	Estatal	Rural
EXTENSION AULICA DE ADULTOS (COL. SEC. JULIA J. LOPEZ DE PEREZ)	Estatal	Urbano
ESCUELA NORMAL ALMIRANTE GUILLERMO BROWN	Estatal	Urbano
EXTENSION AULICA DE ADULTOS (ESC. NORMAL ALMIRANTE G. BROWN)	Estatal	Urbano
ESCUELA Nº 740	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 804 JOSEFINA BLANCO DE ROMERO QUESADA	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 739	Estatal	Rural
ESCUELA Nº 489 IRENE NIELLA DE GORDIOLA	Estatal	Rural
COLEGIO SECUNDARIO GRAL.JOSE FRANCISCO DE SAN MARTIN	Estatal	Rural
EXTENSION AULICA QUE FUNCIONA EN LA ESC. Nº695 (COLEGIO SEC.GRAL.JOSE F. DE SAN MARTIN)	Estatal	Rural
CENTRO DE FORMACION PROFESIONAL CAA CATI	Estatal	Urbano

J.I.N. Nº 6 (SEDE) - ESCUELA Nº 54	Estatal	Urbano
J.I.N. Nº 6 - ESCUELA Nº 488 CARLOS JULIO MAURIÑO	Estatal	Rural
J.I.N. Nº 6 - ESCUELA PRIMARIA Nº 489	Estatal	Rural
ESCUELA PRIM.P/ADOLESC. Y ADULTOS Nº 73	Estatal	Urbano
INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACION DOCENTE EN CAÁ CATÍ	Estatal	Urbano
J.I.N Nº 72 (SEDE) - ESCUELA PRIMARIA Nº 802	Estatal	Rural
J.I.N. Nº 72-ESCUELA PRIMARIA Nº 697	Estatal	Rural

En referencia a la infraestructura sanitaria, se registran 10 establecimientos de diferente complejidad, siendo el más importante el Hospital “San Vicente Paul” de Caá Catí con 25 camas para internación (Tabla 74).

Tabla 74. Establecimientos sanitarios del Departamento de General Paz. Fuente: Dirección de Planificación y Estadísticas de la Salud de la provincia de Corrientes, año 2007.

NOMBRE ESTABLECIMIENTO	LOCALIDAD	CAMAS	Administración
Hospital “San Vicente de Paul”	Caa Catí	25	S. Pública
Hospital “Inmaculada Concepción”	Itá Ibaté	15	S. Pública
C. S. Lomas de Vallejos	Lomas de Vallejos	4	S. Pública
S. “Ángel Perrota”	General Paz		S. Pública
S. “Arerungua”	General Paz		S. Pública
S. “Las Lomas”	Ibahay		S. Pública
C. S. “Palmar Grande”	Palmar Grande		Municipal
S. “Colonia Romero”	Caa Catí		Municipal

S. "Cerrito"	Cerrito		Municipal
S. "Tacuaral"	Tacuaral		

Cabe destacar que de acuerdo al Censo 2001 el 71,80% de la población no cuenta con cobertura de salud, superando la media provincial de 62,10%.

En relación a la población que vive en hogares particulares, en 2001 se registra a un 36,91% de familias con NBI (siendo la media de la provincia 28,50%), mientras que en el 2010 la población con NBI se reduce a 23,58% (sin embargo hay que tener en cuenta que la media provincial se redujo a 19,70) (Tabla 75).

En referencia a las condiciones habitacionales y de vivienda en General Paz, el Censo 2001 registra que un 80,29% de la población no tiene pavimento en las calles, un 68,34% no tiene desagüe a red (cloaca), el 43,30% no cuenta con alumbrado público, el 34,77% no tiene agua potable y al 27,49% le falta energía eléctrica.

Tabla 75. Total de Población en Hogares Particulares y Población en Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas en la Provincia de Corrientes y en el Departamento de General Paz. Año 2001 y 2010.

	Población en hogares particulares			
	2001		2010	
Departamento	Población Total	Población con NBI	Población Total	Población con NBI
Total Provincial	925.924	264.277	985.404	194.168
General Paz	14.720	5.433	14.710	3.469

A su vez, se muestra en la siguiente tabla el acceso a servicios de cloaca y agua potable. Se puede observar que, de los 4119 hogares, solo el 30% tiene

acceso a redes de desagüe de cloaca cuya provisión de agua es exclusivamente por cañerías dentro de la vivienda conectadas a la red pública. Un porcentaje similar solo tiene acceso al agua por sistemas instalados fuera de la vivienda, ya sea mediante perforaciones o pozos. Aun así, el 20% de los hogares utiliza cámara séptica, y un porcentaje similar utilizan pozos ciegos y excavaciones en tierra.

Tabla 76. Hogares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua. Año 2010. Fuente: INDEC, 2010.

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro				
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	Sin retrete
Total	4.119	1.259	892	850	946	172
Por cañería dentro de la vivienda	2.626	1.214	761	431	165	55
Red pública	2.477	1.212	676	391	148	50
Perforación con bomba de motor	121	1	73	32	11	4
Perforación con bomba manual	7	-	3	3	1	-
Pozo	19	-	8	5	5	1
Transporte por cisterna	-	-	-	-	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	2	1	1	-	-	-
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	1.255	45	123	354	651	82
Red pública	449	43	64	123	193	26
Perforación con	159	-	34	57	57	11

bomba a motor						
Perforación con bomba manual	90	-	2	33	49	6
Pozo	552	2	23	140	349	38
Transporte por cisterna	1	-	-	1	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	4	-	-	-	3	1
Fuera del terreno	238	-	8	65	130	35
Red pública	72	-	6	24	33	9
Perforación con bomba a motor	11	-	1	1	7	2
Perforación con bomba manual	10	-	-	6	3	1
Pozo	117	-	1	29	73	14
Transporte por cisterna	2	-	-	1	-	1
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	26	-	-	4	14	8

Departamento de Berón de Astrada

Es un departamento ubicado al norte de la provincia de Corrientes, con una superficie de 804 km., equivalente al 1% de la provincia. Es uno de los departamentos con menor superficie junto a Itatí, Mburucuyá, San Cosme y Capital. Limita al norte con la República de Paraguay (el límite físico es el Río Paraná), al sudeste con el departamento de General Paz, al sudoeste con San Luis del Palmar y al oeste con Itatí (Figura 104).

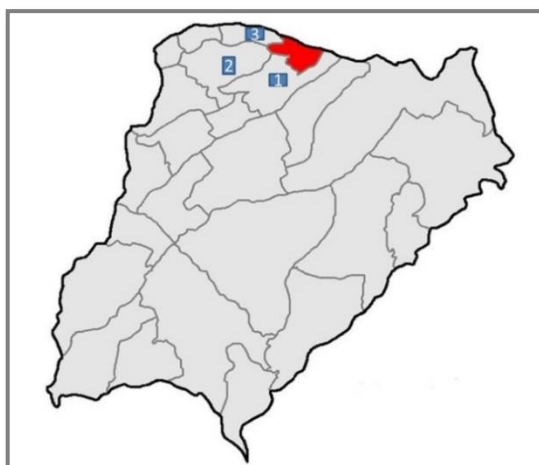


Figura 104. Localización del Departamento de Berón de Astrada. Referencias: Berón de Astrada (rojo); 1) General Paz 2) San Luis del Palmar 3) Itatí.

La capital del departamento es la homónima Berón de Astrada. A su vez, Yahapé es otra ciudad importante del departamento.

De acuerdo al Censo 2010 la población es de 2.461 habitantes, 49,10% mujeres y 50,90% varones, con una variación intercensal de 7,30%, un índice de masculinidad de 103,7 y una densidad poblacional de 3,06 habitantes por km.

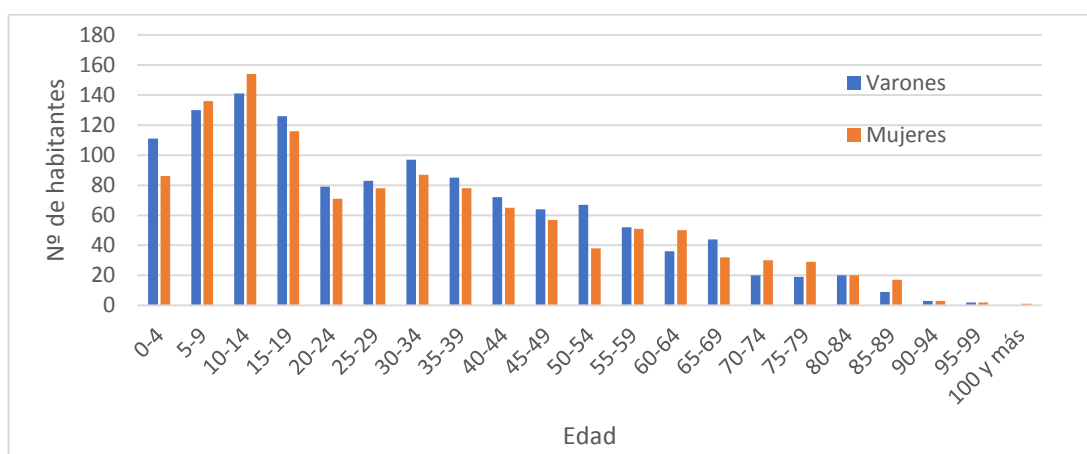


Figura 105. Distribución de la población según sexo y edad.

En relación a la tasa de analfabetismo, en el año 2001 de la población de 10 años o más un 11,64% es analfabeta (59,02% varones, 40,98% mujeres), mientras que en el 2010 se registra un 7,21% de población analfabeta, 51,40% varones y 48,60% mujeres. En el 2001 como en el 2010 las cifras superan las medias provinciales (6,48% y 4,28% respectivamente).

Asimismo, la tasa de repitencia en el nivel primario supera la media provincial mientras que en la secundaria es levemente inferior. En cuanto al índice de

sobreedad, tanto en el nivel primario como en el secundario se supera la media de la provincia. A su vez, se registra que la tasa de promoción efectiva es superior en el departamento tanto a nivel primario como secundario a comparación de la media de la provincia (Tabla 77).

Tabla 77. Educación Común en Berón de Astrada. Tasas de Repitencia, Promoción efectiva y Sobre edad según grado/año por Departamento. Año 2012. Fuente: Dirección de Estadísticas y Censos INDEC 2013

Departamento	Repitencia		Promoción Efectiva		Sobreedad	
	Primaria	Secundaria	Primaria	Secundaria	Primaria	Secundaria
Total provincial	11,4	8,2	43,0	80,1	43,0	49,3
General Paz	18,8	7,4	79,9	83,5	49,8	58,1

En cuanto a la infraestructura educativa, en la tabla siguiente se listan los establecimientos educativos activos al día de la fecha. Todos ellos se encuentran en las inmediaciones del casco urbano de la localidad de Berón de Astrada.

Tabla 78. Establecimientos educativos dentro del área de influencia. Fuente: Padrón Nacional Educativo (2015).

NOMBRE	SECTOR	ÁMBITO
ESCUELA Nº 28 PROVINCIA DE SAN JUAN	Estatal	Rural
ESCUELA PRIMARIA Nº 27 PAGO LARGO	Estatal	Rural
COLEGIO SECUNDARIO GENARO BERON DE ASTRADA	Estatal	Rural
EXTENSION AULICA DE ADULTOS (COLEGIO SEC. GENARO B. DE ASTRADA)	Estatal	Rural
EXTENSION AULICA EN BERON DE ASTRADA (I.S.F.D. Nº1)	Estatal	Rural
SUBSEDE EN BERON DE ASTRADA(I.S.F.D.ITUZAINGO)	Estatal	Urbano

En referencia a la infraestructura sanitaria, el departamento cuenta con 4 establecimientos sanitarios, destacándose el Hospital “José Ramón Vidal” al contar con 10 camas para internación (Tabla 79).

Tabla 79. Establecimientos sanitarios del Departamento de Berón de Astrada. Fuente: Dirección de Planificación y Estadísticas de la Salud de la provincia de Corrientes, año 2007.

NOMBRE ESTABLECIMIENTO	LOCALIDAD	CAMAS	Administración
Hospital "J. R. Vidal"	Berón de Astrada	10	S. Pública
Puesto Sanitario "Yahapé"	Yahapé		S. Pública
S. "Toropichay"	Berón de Astrada		S. Pública
S. "Las Lomas"	Berón de Astrada		S. Pública

Cabe destacar que sólo el 35,70% de la población cuenta con cobertura de salud (Censo 2001).

Por otro lado, según el Censo 2001 de la población que vive en hogares particulares un 41,31% tiene NBI, mientras que en el 2010 se registra un 27,86%, superando en ambos casos la media de la provincia (28,50% y 19,70% respectivamente).

Asimismo, en el 2001 se registra que de la población en hogares particulares el 100% no cuenta con cloacas, gas de red ni pavimento, 14,45% no tiene agua potable, un 8,38% no cuenta con energía eléctrica, y sólo el 58,04% tiene alumbrado público (Tabla 80). A su vez, de acuerdo al Censo 2010 el 4,58% de los hogares no tiene baño.

Tabla 80. Total de Población en Hogares Particulares y Población en Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas en la Provincia de Corrientes y en el Departamento de Berón de Astrada. Año 2001 y 2010. Fuente: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Año 2001 y 2010. INDEC.

	Población en hogares particulares			
	2001		2010	
Departamento	Población Total	Población con NBI	Población Total	Población con NBI
Total	925.924	264.277	985.404	194.168

Provincial				
Berón de Astrada	2.290	946	2.426	676

En cuanto al acceso a servicios de provisión de agua y cloaca, el 50% de los hogares utiliza cámara séptica y pozo ciego mientras que el resto de los hogares continúa utilizando excavaciones en tierra o solo pozos ciegos. No existen hogares con desagües cloacales. Sin embargo, el 80 % de los hogares tiene instalaciones de cañerías en el interior de las viviendas, accediendo al recurso a través de la red pública, perforaciones o pozos.

*Tabla 81. Hogares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua.
Año 2010. Fuente: INDEC, 2010*

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro					Sin retrete
		A pública (cloaca)	red A cámara y pozo ciego	A séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	
Total	676	-	314	209	122		31
Por cañería dentro de la vivienda	422	-	272	113	29		8
Red pública	367	-	233	98	28		8
Perforación con bomba de motor	51	-	38	13	-		-
Perforación con bomba manual	-	-	-	-	-		-
Pozo	4	-	1	2	1		-
Transporte por cisterna	-	-	-	-	-		-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	-	-	-	-	-		-

Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	208	-	40	78	73	17
Red pública	154	-	31	57	54	12
Perforación con bomba a motor	23	-	7	8	6	2
Perforación con bomba manual	6	-	1	3	2	-
Pozo	25	-	1	10	11	3
Transporte por cisterna	-	-	-	-	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	-	-	-	-	-	-
Fuera del terreno	46	-	2	18	20	6
Red pública	17	-	2	6	8	1
Perforación con bomba a motor	4	-	-	1	3	-
Perforación con bomba manual	-	-	-	-	-	-
Pozo	9	-	-	1	5	3
Transporte por cisterna	1	-	-	1	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	15	-	-	9	4	2

VI. 9. Vías de Desarrollo

Programas vigentes.

Actualmente en la provincia se está ejecutando el programa “Mejoramiento de caminos rurales en áreas productivas” cuyo objetivo es mejorar la transitabilidad de los caminos rurales en áreas con potencial para el desarrollo competitivo de las cadenas de valor agropecuarias de la provincia.

En el marco de este programa se pretende incrementar la rentabilidad de las explotaciones, a través de la reducción de los costos en transporte, mejor acceso a los mercados y la movilidad de los pobladores, integración de las zonas rurales con los centros económicos regionales, la contribución a la generación de empleo agrícola y no agrícola, entre otros.

En el área de influencia del proyecto se encuentra la RP N° 13 que conecta la localidad de General Paz con Itá Ibaté.



Figura 106. Zona de influencia de Proyecto y sección de la RP N° 13.

Cabe destacar la disponibilidad de potencia eléctrica con una línea de 33 KV paralelo a RN N12 que promueve la reconversión de los bombes de las arroceras a eléctricos, generando beneficios en la competitividad.



Figura 107. Línea de 33 Kv

Puerto Itá Ibaté.

A través de la Resolución N° 877-E/2017 del boletín oficial de la Nación, se adjudicó la construcción del puerto en Itá Ibaté que, se estima tendrá capacidad para mover unas 450 mil toneladas al año principalmente de arroz y madera y tendrá acceso desde la RN N12. Será el punto de salida fluvial hacia el transporte marítimo de ultramar que contribuirá a mejorar las condiciones de integración física y económica con los países de la Cuenca del Plata.



Figura 108. Esquema del nuevo puerto Itá Ibaté.



Figura 109. Vista diseñada por computadora del futuro Puerto Itá Ibaté.

Antecedentes de Intervención.

Antecedentes de intervención en la zona:

PROMER – (ProderNEA – Mercado) 2005 – 2007.

- i. El proyecto consistió en la constitución de un fondo fiduciario para la asistencia técnica y financiera a los productores frutihortícolas. Consistió en un Fondo Fiduciario conformado con el aporte económico del Gobierno Provincial y del PRODERNEA.

Cantidad de beneficiarios: 25 pequeños productores.

- ii. Los Arandú Guazú: Proyecto de producción hortícola mixta, el mismo busco mejorar la calidad del producto y los niveles de estandarización. El mismo se conformó por 5 varones.

Ministerio de la Producción de Provincia de Corrientes. 2009 – 2014/15/16.

- i. Proyecto Cinturón Verde A, I y II. El mismo consistió en acompañamiento técnico a pequeños productores que comercializan en el Mercado de Corrientes y en ferias francas, busco fortalecer las capacidades asociativas y comerciales de la población mencionada precedentemente. A su vez el Proyecto permitió identificar y cuantificar los tipos de productores, sus producciones y accesibilidad a los mercados. Además, en el mismo se puso especial énfasis en la implementación de BPA.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

- i. Pro- Huerta. Es un programa de políticas públicas que promueve las prácticas productivas agroecológicas para el autoabastecimiento, la educación alimentaria, la promoción de ferias y mercados alternativos con una mirada inclusiva de las familias productoras.
- ii. Proyecto Regional Territorio Humedal Norte: Con este programa se propone llevar adelante actividades en forma integrada y articulada con un fuerte enfoque de gestión, agrupadas en cuatro grandes temas (producción, protección ambiental, comercialización con valor agregado y capacitación), de manera de incrementar, intensificar, integrar y diversificar los sistemas agrícolas, ganaderos y forestales en los sitios más apropiados del territorio cuidando la sustentabilidad del mismo.

Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes

- i. Plan Ganadero: Posibilita a los pequeños productores acceder a alimentos balanceados, pasturas, bebederos, remates de pequeños productores a precios muy competitivos y bajo una asistencia a 180 días a tasa cero.
- ii. Plan Ganadero: ETAPA 2: Intensificar la adopción de tecnología por parte de los productores, con fuerte hincapié en la conformación de grupos para recibir las capacitaciones en tecnologías y también los insumos.

VII. DESARROLLO DEL PLAN DE MANEJO HÍDRICO DE LA ZONA NORTE DE CORRIENTES

VII. 1. Planteo de Alternativas

En base a los desagües principales existentes, se plantearon dos alternativas de canalizaciones con objeto de evacuar los excedentes acumulados en las subcuencas identificadas.

Estas alternativas consideran a los puentes a construirse próximamente sobre la Ruta Nacional Nº12 como existentes, ya que las obras de arte actuales sobre los cauces principales presentan serio riesgo de colapso producto de erosión retrograda, por lo cual no sería recomendable agregar nuevos canales o bien incrementar la sección de los existentes, hasta tanto los nuevos puentes no estén construidos.

La primera variante, denominada “Alternativa Nº1”, cuyo esquema se presenta a continuación, considera la prolongación del Arroyo Iribú Cuá hacia el sur de los Esteros del Riachuelo.

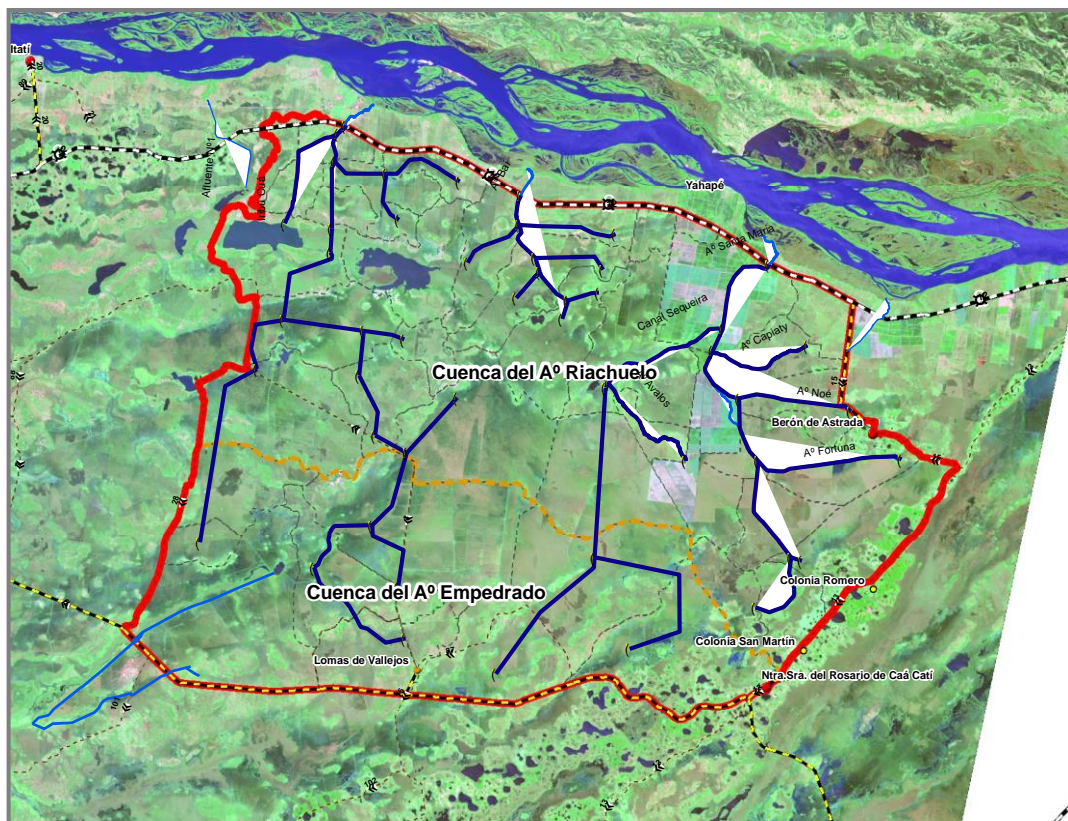


Figura 110. Proyecto de Canales. Alternativa Nº1

Esta alternativa, emplea al Arroyo Iribú Cuá, para evacuar su cuenca de aporte directa, así como también las cuencas de Cañada del Toro y de los Esteros de las Maloyas dentro del Área de Estudio. El arroyo Baí se emplea para evacuar su cuenca de aporte directa; mientras que el Arroyo Santa Maria descarga tanto su cuenca de aporte directa, como la cuenca de los Esteros del San Lorenzo dentro del área de Estudio.

La segunda variante, denominada “Alternativa N°2”, cuyo esquema se presenta a continuación, considera la prolongación del Arroyo Baí hacia el sur de los Esteros del Riachuelo.

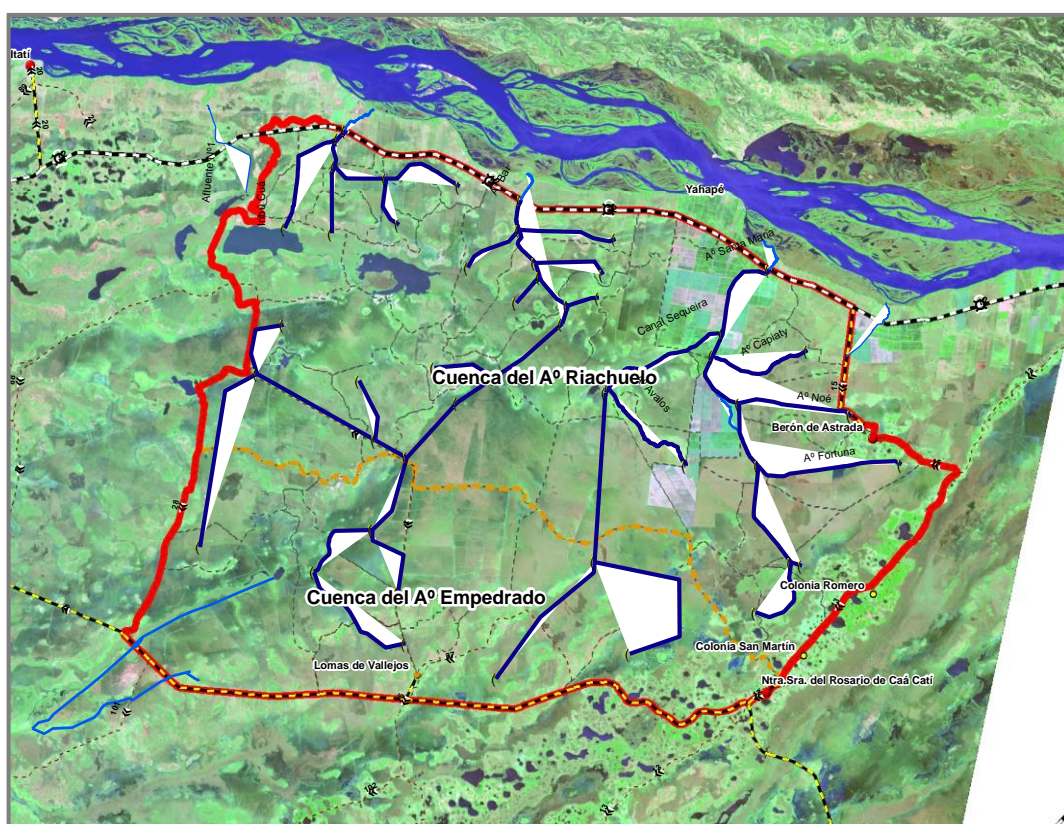


Figura 111. Proyecto de Canales. Alternativa N°2

Esta alternativa, emplea al Arroyo Baí, para evacuar su cuenca de aporte directa, así como también las cuencas de Cañada del Toro y de los Esteros de las Maloyas dentro del Área de Estudio. El arroyo Iribú Cuá se emplea para evacuar su cuenca de aporte directa; mientras que el Arroyo Santa Maria descarga tanto su cuenca de aporte directa, como la cuenca de los Esteros del San Lorenzo dentro del área de Estudio.

VII. 2. Evaluación y Selección de Alternativas

VII. 2. 1. Evaluación de Alternativas a nivel Beneficio-Costo

La Alternativa N°1 presenta la dificultad que la prolongación del Arroyo Iribú Cuá atraviesa a los Esteros del Riachuelo entre las Lagunas Vallejos y Toropí, en una zona de embalsados, con cota de fondo de canales por debajo de la cota de fondo de los esteros, lo cual implicaría obras de sifonamiento a los efectos de dar continuidad al escurrimiento de los Esteros y evitar una evacuación descontrolada del mismo.

A diferencia de la alternativa anterior, la prolongación del A° Baí hacia el sur (Alternativa N°2) se realiza en una zona planicies anegables y bañados, según se aprecia en la siguiente ilustración correspondiente al final de la canalización realizada sobre el Arroyo Baí.



Figura 112. Final de Canalización del Arroyo Baí

Por otro lado, de los relevamientos realizados surge que las cotas de terreno natural de estas planicies anegables se encuentran en el orden de 64.40/64.50m, mientras que la cota de pelo de agua relevada de la Laguna Toropí fue de 64.30m, por lo cual es de esperar que la prolongación del Arroyo Baí en este sector no modifique el comportamiento de los cuerpos de agua o lagunas que se encuentran hacia aguas abajo.

Cabe señalar que la cota relevada del pelo de agua de Laguna Toropí de 64.30m corresponde al día 28/03/2018, luego de una serie de precipitaciones importantes en la cuenca, por lo cual se puede considerar a dicho nivel como un

valor alto. Por otro lado, los niveles ordinarios de la Laguna Vallejos son de 62.60m, con lo cual surge que existe una tendencia marcada al escurrimiento desde la Laguna Toropí hacia la Laguna Vallejos y no en dirección contraria.

Para cada alternativa, se realizó un predimensionamiento hidráulico de acuerdo a lo indicado en punto VII.3., que permitió definir las secciones de canales de proyecto y así determinar el volumen de movimiento de suelo que implica su construcción, cuyos valores se indican en la siguiente tabla.

Tabla 82. Movimiento de suelo expresado en metros cúbicos para cada alternativa planteada

MOVIMIENTO DE SUELO	
ALTERNATIVAS	Metros cúbicos (m3)
ALTERNATIVA 1 A° IRIBU CUA	19492474
ALTERNATIVA 2 A° BAI	18394244

En la tabla anterior se observa que la Alternativa N°2 representa un menor movimiento de suelos en metros cúbicos, lo que significa a su vez un menor costo de la obra.

Por otro lado, el costo a evaluar no solo es económico sino también ambiental. El planteo de la Alternativa 1 donde se establece la prolongación del arroyo Iribú Cuá hacia el sur de los esteros del Riachuelo implicaría obras de sifonamiento por debajo de la cota de fondo de los esteros lo cual generaría grandes disturbios al ecosistema que allí predomina. El movimiento de suelos anegables y que se encuentran comúnmente saturados implica una alteración a un nivel irrecuperable de la estructura, al mismo tiempo que se promueve la eliminación del equilibrio biótico que predomina en ese ambiente.

Al optar por la extensión del Arroyo Baí, se considera un menor movimiento de suelo con el consecuente menor costo de la obra y al mismo tiempo una disminución del impacto ambiental al ecosistema de esteros. Se altera en menor medida la biodiversidad y de esta manera el contribuir a la resiliencia del ecosistema.

VII. 2. 2. Evaluación Socioeconómica

El periodo de ejecución del proyecto se ha definido en veinticuatro meses (24), lapso necesario para la duración de los procesos licitatorios, la ejecución de las obras viales y civiles y la previsión de los recursos de contrapartida provincial. En

este sentido, se ha establecido en el estudio de Factibilidad del proyecto ejecutar el 50% de las obras en el año 1 y el 50% restante en el año 2.

Los costos totales del proyecto se han calculado en función a los precios de mercado vigentes al mes de noviembre de 2018 y están expresados en pesos argentinos y dólares americanos. Los costos fueron estimados a precios constantes, asumiéndose el supuesto que en el transcurso del periodo de ejecución no se producirán cambios en la estructura de precios relativos.

Se adoptó una equivalencia monetaria de \$ARG 38 peso igual a U\$S 1 dólar americano. Los costos totales han sido calculados en función de las actividades y requerimientos de cada uno de los Componentes.

a) Costo Total del Proyecto

El costo total del proyecto para el periodo de ejecución asciende a \$ARG 2.724.685.094,48 equivalentes a U\$S 71.702.239,33 dólares americanos.

Con respecto a la distribución del costo total por componente, el correspondiente a las Obras de Excavación de canales detenta el 89%, siendo el de mayor peso específico por incluir la ejecución de la obra física de los canales y desagües. Las componentes correspondientes a las Obras de Arte, Rápidas Hidráulicas y de Regulación son parte de la obra física y en conjunto con la Excavación detentan el 94% del presupuesto total del proyecto. Al componente de Movilización de Obra le corresponde el 5% y a las Acciones de Mitigación de Impacto Ambiental el 1,5%, como puede observarse en el cuadro siguiente.

Tabla 83. Costos del Proyecto

Componente	\$ARG	U\$S	% Costo Base
Excavación para Canales	\$ 2.441.323.692,42	\$ 64.245.360,33	89,6
Excavación para Fundaciones	\$ 51.235.807,79	\$ 1.348.310,73	1,9
Rápidas Hidráulicas	\$ 20.865.641,09	\$ 549.095,82	0,8
Obras de Arte	\$ 43.123.476,54	\$ 1.134.828,33	1,6
Movilización de las Obra	\$ 127.827.430,91	\$ 3.363.879,76	4,7
Mitigación IA	\$ 40.265.640,73	\$ 1.059.622,12	1,5
Total Costo Base	\$ 2.724.641.689,48	\$ 71.701.097,09	\$100,00
Contingencias			
Costo Total del Proyecto	\$ 2.724.641.689,48	\$ 71.701.097,09	\$ 100,00

Los beneficios económicos del proyecto en Ganadería refieren a una mayor productividad de carne por ha, la recuperación de superficie anegada promueve la mejora de los sistemas pastoriles y una mejor cosecha del forraje disponible.

El ahorro por pérdidas productivas por efectos de la inundación es otro de los beneficios según la declaración de emergencias agropecuarias del año 2017 en la zona de proyecto se perdieron 7.155,11 Tn de carne y además se contabilizó una mortandad de 16.993 cabezas. Para calcular pérdidas en \$ARG se multiplicó la mortandad por 300 kg promedio para obtener kilos de carne y se multiplicó por \$ 35 el kg.

Tabla 84. Valor Bruto de Producción e Impacto de Proyecto en los sistemas ganaderos. Presentación del costo de la inundación. Datos tomados de las Declaraciones de Emergencias de años anteriores.

Concepto	Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Impacto del Proyecto
	Ganadería Bovina	Ganadería Bovina	Ganadería Bovina
Superficie (has)	205.343,00	205.343,00	0,00
Productividad (kg./ha.)	30,00	60,00	30,00
Producción Bruta (tn.)	6.160,29	12.320,58	6.160,29
Superficie afectada por Inundaciones (Has)	128.117,00	0,00	0,00
Superficie no vulnerable (has)	77.226,00	205.343,00	205.343,00
Pérdidas de Producción por inundaciones (tn carne) (*)	7.155,11	0,00	0,00
Pérdida por mortandad por inundación (cab) (*)(**)	16.993,00	0,00	0,00
Producción Neta de Pérdidas (tn.)	12.253,01	0,00	0,00
Precio (\$/tn.)	35.000,00	35.000,00	35.000,00
Valor de la Producción (\$)	215.610.150,00	431.220.300,00	215.610.150,00
Valor Bruto de Pérdidas (\$)	428.855.350,00	0,00	

Cuantificación de Beneficios del Sector Arrocero

En la zona de proyecto, se encuentra en producción 15.000 has de arroz, con una tendencia de aumento de intención de siembra anual, de aproximadamente 3%, además se está ejecutando un proyecto de 6.000 has de arroz el cual depende del saneamiento hidráulico que propone el proyecto para poder desarrollarse. Se trata de una ex arrocera cuya reactivación está siendo gestionada ante el ICAA (Instituto Correntino del Agua y el Ambiente). Los beneficios del proyecto del sector arrocero se cuantifican principalmente por un aumento en la superficie sembrada y por un recupero de superficie con riesgo total por inundación de 7.500 has.

Tabla 85. Presentación de las pérdidas por inundación en el sector arrocero y el Valor Bruto de Producción. Datos tomados de las Declaraciones de Emergencia de años anteriores.

Concepto	Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Impacto del Proyecto
	Arroz	Arroz	Arroz
Superficie (has)	15.000,00	21.000,00	6.000,00
Productividad (Kg/ha)	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Producción Bruta (Tn)	105.000,00	147.000,00	42.000,00
Superficie Vulnerable por inundaciones (has)	7.500,00	0,00	0,00
Superficie intencion de siembra (has)	0,00	6.000,00	6.000,00
Producción Neta de Perdidas (Tn) (*)	52.500,00	0,00	0,00
Valor en bruto de Perdidas (\$)	357.000.000,00		0,00
Precio (\$/tn) (**)	6.800,00	6.800,00	6.800,00
Valor de la Producción (\$)	714.000.000,00	999.600.000,00	285.600.000,00
(*) Considerando el caso de pérdida total			
(**) Precio de referencia a nov/18			

Tabla 86. Proyección de la superficie de siembra para el cultivo de arroz y su impacto económico.

Inc. Anual	3%	Produccion Bruta (Tn)	Valor Bruto Produccion (\$)	Incremento Anual (Has)	Produccion Bruta (Tn)	Valor Bruto Produccion (\$)
Años Beneficios	Has sembradas					
0						
1	21.000,00	147.000,00	\$ 735.000.000,00			
2						
3	21.630	151.410,00	\$ 757.050.000,00	630,00	4.410,00	\$ 22.050.000,00
4	22.279	155.952,30	\$ 779.761.500,00	648,90	4.542,30	\$ 22.711.500,00
5	22.947	160.630,87	\$ 803.154.345,00	668,37	4.678,57	\$ 23.392.845,00
6	23.636	165.449,80	\$ 827.248.975,35	688,42	4.818,93	\$ 24.094.630,35
7	24.345	170.413,29	\$ 852.066.444,61	709,07	4.963,49	\$ 24.817.469,26
8	25.075	175.525,69	\$ 877.628.437,95	730,34	5.112,40	\$ 25.561.993,34
9	25.827	180.791,46	\$ 903.957.291,09	752,25	5.265,77	\$ 26.328.853,14
10	26.602	186.215,20	\$ 931.076.009,82	774,82	5.423,74	\$ 27.118.718,73
11	27.400	191.801,66	\$ 959.008.290,11	798,07	5.586,46	\$ 27.932.280,29
12	28.222	197.555,71	\$ 987.778.538,82	822,01	5.754,05	\$ 28.770.248,70
13	29.069	203.482,38	\$ 1.017.411.894,98	846,67	5.926,67	\$ 29.633.356,16
14	29.941	209.586,85	\$ 1.047.934.251,83	872,07	6.104,47	\$ 30.522.356,85
15	30.839	215.874,46	\$ 1.079.372.279,39	898,23	6.287,61	\$ 31.438.027,55

A partir de lo expuesto anteriormente, se evaluó la viabilidad económica del proyecto mediante su evaluación con indicadores VAN Y TIR como se puede ver en la siguiente tabla.

Para una correcta determinación del impacto de las pérdidas, se tuvo en cuenta un periodo de recurrencia de inundación de 15 años. Esto es en base a las declaraciones de Emergencia de años anteriores. De esta manera, el ahorro por pérdida por inundaciones en el sector arrocero y ganadero fue distribuido en los 13 años de operación del proyecto, contabilizándose como beneficio a partir del año 3 de ejecución de la obra.

A su vez se tuvo en cuenta un costo de mantenimiento a aplicarse a partir del segundo año de operación de la obra del 0,05%.

Tabla 87. Flujo de Fondos del Proyecto (1 de 3)

Riesgo de Inundación	15 años					
AÑO	1	2	3	4	5	
EGRESOS						
Costos de Inversión	\$ 1.278.296.011,42	\$ 1.278.296.011,42				
Costos de Mantenimiento (0,05%)					\$ 1.362.342,55	
INGRESOS						
Beneficios Productivos Arroz			\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	
Proyección Incremento Anual en superficie de Arroz			\$ 22.050.000,00	\$ 22.711.500,00	\$ 23.392.845,00	
Beneficios Productivos Ganadería			\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	
Ahorro por pérdida de inundaciones Arroz (distribuido en 13 años)			\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	
Ahorro por pérdida de inundaciones Ganadería (distribuido en 13 años)			\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	
FLUJO DE FONDOS (\$ARG)	\$ 1.278.296.011,42	\$ 1.278.296.011,42	\$ 583.110.561,54	\$ 583.772.061,54	\$ 583.091.063,99	
FLUJO DE FONDOS (U\$S)	\$ 33.639.368,72	\$ -33.639.368,72	\$ 15.345.014,78	\$ 15.362.422,67	\$ 15.344.501,68	

Tabla 88. Flujo de Fondos del Proyecto (2 de 3)

Riesgo de Inundación									
	AÑO	6	7	8	9	10			
EGRESOS									
Costos de Inversión									
Costos de Mantenimiento (0,05%)		\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55			
INGRESOS									
Beneficios Productivos Arroz		\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00			
Proyección Incremento Anual en superficie de Arroz		\$ 24.094.630,35	\$ 24.817.469,26	\$ 25.561.993,34	\$ 26.328.853,14	\$ 27.118.718,73			
Beneficios Productivos Ganadería		\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00			
Ahorro por pérdida de inundaciones Arroz (distribuido en 13 años)		\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46			
Ahorro por pérdida de inundaciones Ganadería (distribuido en 13 años)		\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08			
FLUJO DE FONDOS (\$ARG)		\$ 583.792.849,34	\$ 584.515.688,25	\$ 585.260.212,33	\$ 586.027.072,13	\$ 586.816.937,72			
FLUJO DE FONDOS (U\$S)		\$ 15.362.969,72	\$ 15.381.991,80	\$ 15.401.584,53	\$ 15.421.765,06	\$ 15.442.550,99			

Tabla 89. Flujo de Fondos del Proyecto (3 de 3)

Riesgo de Inundación									
AÑO	11	12	13	14	15				
EGRESOS									
Costos de Inversión									
Costos de Mantenimiento (0,05%)	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 1.362.342,55	\$ 168.093.071,64			
INGRESOS									
Beneficios Productivos Arroz	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00	\$ 285.000.000,00			
Proyección Incremento Anual en superficie de Arroz	\$ 27.932.280,29	\$ 28.770.248,70	\$ 29.633.356,16	\$ 30.522.356,85	\$ 31.438.027,55	\$ 31.438.027,55			
Beneficios Productivos Ganadería	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00	\$ 215.610.150,00			
Ahorro por pérdida de inundaciones Arroz (distribuido en 13 años)	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46	\$ 27.461.538,46			
Ahorro por pérdida de inundaciones Ganadería (distribuido en 13 años)	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08	\$ 32.988.873,08			
FLUJO DE FONDOS (\$ARG)	\$ 587.630.499,29	\$ 588.468.467,69	\$ 589.331.575,16	\$ 590.220.575,84	\$ 423.043.174,91				
FLUJO DE FONDOS (U\$S)	\$ 15.463.960,51	\$ 15.486.012,31	\$ 15.508.725,66	\$ 15.532.120,42	\$ 11.132.715,13				
						TC	12%		
						TIR	18,52%		
						VAN	\$	23.768.471,39	

Con una tasa de corte (TC) del 12% se puede observar una TIR mayor (18,52%) y con un VAN positivo. Esto nos indica que el proyecto es viable y factible de ser adoptado con los costos y beneficios expuestos en la tabla anterior.

En este sentido resulta conveniente acompañar la determinación del VAN y TIR con un Análisis de Sensibilidad de este último, el cual se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 90. Análisis de sensibilidad del TIR.

Análisis sensibilidad	Caída en Ingresos y Beneficios				
	0%	10%	20%	25%	30%
Incremento en Costos	0%	18,39	15,94	13,51	12,24
	10%	16,5	13,97	11,65	
	20%	14,34	12,24	10,02	
	30%	12,74	10,72		

La TIR resiste un incremento en los costos de un 30% y una baja de en los beneficios de hasta un 25%. Ante un cambio simultaneo en ambas variables el proyecto se mantiene viable con variaciones de hasta un 10%.

VII. 2. 3. Evaluación Ambiental de las Alternativas

a) Metodología para la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales y Sociales

a.1) Parámetros para la identificación y valoración de impactos

Para identificar impactos fue necesario reconocer y clasificar las acciones del proyecto con potencialidad para afectar tanto el medio natural como humano en el área de intervención del proyecto.

Considerando las etapas de construcción y operación, se estimaron los potenciales impactos de las acciones del proyecto sobre la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje, la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada; la incidencia que el proyecto tendrá sobre los elementos que componen el patrimonio socio-cultural e histórico, sobre las relaciones sociales y las condiciones de la calidad de vida de la población, tales como ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas y de cualquier otra incidencia ambiental y/o social derivada de su ejecución, de acuerdo a lo que solicita la legislación provincial.

Por otra parte, se procedió a identificar y describir los factores del ambiente pasibles de ser afectados por dichas acciones.

a.1.1) Acciones Impactantes

En la etapa de construcción se consideran dos acciones relevantes que incluyen diferentes actividades:

1. Instalación y operación del obrador:
 - Elección del sitio, delimitación, adecuación (eliminación de vegetación herbácea, nivelación).
 - Gestión de residuos sólidos urbanos.
 - Gestión de líquidos cloacales.
 - Transporte, almacenamiento y manejo de residuos peligrosos.
 - Acopio y gestión de áridos (incluyendo el manejo de los residuos de obra).
2. Movimiento de maquinarias y equipos; transporte de materiales y movimiento de suelos:
 - Operación y circulación de maquinaria.
 - Transporte de materiales.
 - Movimiento de suelos para la readecuación del canal (construcción del túnel liner nivelación del terreno, deposición del suelo removido).

En la etapa de operación se consideran dos acciones relevantes, que incluyen diferentes actividades:

1. Funcionamiento del canal de desagüe: se considera dentro de esta acción el paso del agua por el sistema de canales.
2. Mantenimiento del canal de desagüe: limpieza por sedimentación, limpieza de embaucamientos de material vegetal.

a.1.2) Factores impactados

- *Medio Natural:*

Suelo: incluye impactos sobre su estructura, erosión, calidad y potencial contaminación.

Agua y morfología del escurrimiento: incluye calidad del agua y escurrimiento superficial.

Aire: específicamente aspectos ligados a su calidad (gases y material particulado).

Medio biótico: incluye fauna y flora.

Ecosistemas: incluye posibles impactos sobre sus funciones.

Paisaje: composición y morfología no posee alteraciones significativas

- *Medio Socio-económico y Cultural*:

Población: incluye calidad de vida (ruidos, olores, partículas en el aire) y acceso a servicios educativos y de salud.

Economía: incluye las actividades de ganadería; forestación y agricultura. También se consideran el turismo y empleo local; las actividades de comercio y servicios y los impactos relacionados con el cambio en el valor inmobiliario de las tierras y la potencial afectación de activos.

a.1.3) Criterios de Valoración de Impactos

Estos impactos se describen y clasifican, con las consideraciones de la Ley Provincial N° 5.067 de Evaluación de Impacto Ambiental para la Provincia de Corrientes. Para su clasificación se distinguen:

- 1) Los efectos positivos de los negativos.
- 2) Los temporales de los permanentes.
- 3) Los simples de los acumulativos y sinérgicos.
- 4) Los directos de los indirectos.
- 5) Los reversibles de los irreversibles.
- 6) Los recuperables de los irrecuperables.
- 7) Los periódicos de los de aparición irregular.
- 8) Los continuos de los discontinuos.
- 9) Se indicarán los impactos ambientales compatibles, moderados, severos y críticos que se prevean como consecuencia de la ejecución del proyecto.

a.2) Matriz de Identificación de Impactos

Mediante el cruce de las acciones impactantes y los factores impactados en un cuadro de doble entrada se elabora la matriz de identificación de impactos para las etapas de construcción y operación.

Posteriormente se define cada impacto y se lo evalúa según los criterios señalados en el artículo 11 de la Ley Provincial N° 5.067 de Evaluación de Impacto Ambiental de la Provincia de Corrientes (detallados en el punto anterior).

Tabla 91. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales (tabla 1)

Factores del Ambiente		Acciones del Proyecto			
		Etapas		Operación	
		Construcción	2. Movimiento de Maquinarias y Equipos, Transporte de Materiales y Movimiento de Suelos	1. Funcionamiento del Canal	2. Mantenimiento del Canal
		1. Instalación y Operación del Obrador	2. Movimiento de Maquinarias y Equipos, Transporte de Materiales y Movimiento de Suelos	1. Funcionamiento del Canal	2. Mantenimiento del Canal
		- Elección del sitio, delimitación, adecuación	- Operación y circulación de maquinaria	- Desagüe de los excesos hídricos	- Circulación de maquinaria
		- Gestión de residuos sólidos urbanos	- Transporte de materiales		
		- Gestión de líquidos cloacales	- Movimiento de suelos par a mejora drenajes		
		- Transporte, almacenamiento y manejo de residuos Peligrosos			
		- Acopio y gestión de áridos			
Suelos	a. Estructura, Erosión	X	X	X	X
	b. Calidad, Contaminación	X	X	X	X
Agua y Morfología del Escurrimiento	a. Escurrimiento Superficial	X	X	X	X
	b. Escurrimiento Subterráneo				
	c. Calidad de Agua	X	X	X	X
Aire	a. Calidad (gases, particulado)	X	X		X
Medio Biótico	a. Flora	X	X	X	X
	b. Fauna	X	X		
Ecosistemas	a. Estructura				
	b. Función				
Paisaje	a. Composición			X	
	b. Morfología	X	X	X	X

Tabla 92. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales (tabla 2)

Acciones del Proyecto				
Etapas				
	Construcción		Operación	
	1. Instalación y Operación del Obrero	2. Movimiento de Maquinarias y Equipos, Transporte de Materiales y Movimiento de Suelos	1. Funcionamiento del Canal	2. Mantenimiento del Canal
Factores del Ambiente	- Elección del sitio, delimitación, adecuación - Gestión de residuos sólidos urbanos - Gestión de líquidos cloacales - Transporte, almacenamiento y manejo de residuos Peligrosos - Acopio y gestión de áridos	- Operación y circulación de maquinaria - Transporte de materiales - Movimiento de suelos par a mejora drenajes	- Desagüe de los excesos hídricos	- Circulación de maquinaria
	X	X		X
			X	
		X	X	X
			X	
	X	X		X
		X		X
			X	
Población Rural	a. Calidad de Vida (ruidos, olores, particulado)			
	b. Servicios Educativos			
	c. Servicios de Salud			
	a. Agricultura, Horticuultura			
	b. Ganadería			X
	c. Forestación			
	d. Industria			
	e. Turismo			
Economía	f. Empleo Local	X		X
	g. Comercio y Servicios			X
	h. Valor Inmobiliario de la Tierra			X
	a. Patrimonio Sociocultural e Histórico			
	b. Patrimonio Arqueológico/Paleontológico			
	a. Conectividad		X	
	b. Transporte de Carga		X	
	c. Transporte Particular (pasajeros)		X	
Patrimonio Cultural				
Tránsito y Transporte				

b) Descripción y Valoración de Impactos

b.1) Etapas de construcción

b.1.1) Instalación y Operación del Obrador

1. Compactación del suelo en el obrador y accesos: se producirá debido al tránsito de las maquinarias y camiones cargados con materiales necesarios para la construcción de los canales de desagües. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, de aparición puntual y de ocurrencia probable. Es un impacto moderado.

2. Afectación a la calidad del suelo en el obrador y accesos: En las tareas de transporte, almacenamiento y manejo de residuos peligrosos, en la gestión de residuos y otros materiales en las instalaciones del obrador, existe el riesgo de derrames. Esto podría causar transferencia de contaminación al agua y al medio biótico, siendo zonas vulnerables a este riesgo los humedales. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, de aparición irregular. Es un impacto moderado, de ocurrencia poco probable de cumplir con las medidas preventivas adecuadas.

3. Afectación del escurrimiento superficial en el obrador y accesos: en las actividades de nivelación del predio y accesos o durante el acopio y gestión de áridos puede producirse la alteración al escurrimiento superficial del agua. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, de aparición irregular. Es un impacto moderado, de ocurrencia poco probable de cumplir con las medidas preventivas adecuadas.

4. Riesgo de afectación a la calidad del agua en áreas vulnerables, cercanas al obrador y accesos: vinculado a actividades mantenimiento de maquinaria y gestión de residuos. Zonas vulnerables a este riesgo son los humedales, por lo que deberá considerarse esto en la selección de la ubicación del predio del obrador. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, de aparición irregular. Es un impacto severo, de ocurrencia poco probable si se siguen criterios de mitigación adecuados.

5. Eliminación de cobertura vegetal en el obrador y accesos: Se procederá a la remoción de la vegetación herbácea y arbustiva de la superficie comprometida con el obrador. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple,

directo, recuperable; de acción continua durante la etapa operativa. De ocurrencia cierta, se considera un impacto moderado.

6. Afectación a fauna en el obrador y accesos: La fauna de la zona será disturbada temporalmente por los ruidos, gases y partículas propias de la operación de máquinas en el predio del obrador, caminos de servicio y áreas cercanas. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, de aparición periódica, acción continua, reversible durante la construcción; ocurrencia probable y se extenderán mientras dure la etapa constructiva. Se considera un impacto moderado.

7. Riesgo de afectación de patrimonio cultural: Durante la instalación y operación del obrador y debido a los procedimientos de delimitación, adecuación (eliminación de vegetación herbácea, nivelación) y gestión de residuos sólidos urbanos y líquidos cloacales –los cuales implican excavaciones– existiría un bajo riesgo de afectación de patrimonio cultural físico (ya sean bienes arqueológicos o paleontológicos). Se trata de un impacto negativo, permanente, simple, irrecuperable, de aparición irregular, de acción continua y de ocurrencia poco probable. Se trata de un impacto crítico.

8. Afectación a la calidad del aire en torno al obrador: se prevé la afectación del aire (en términos de su calidad general y de los niveles sonoros) producto del funcionamiento de los motores de los vehículos de transporte y carga. De igual modo, la circulación de los mismos podría generar gases y material particulado. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, recuperable, de aparición periódica, de acción continua y de ocurrencia probable, la intensidad del impacto será baja o moderada debido a la ubicación del mismo. Es un impacto compatible.

9. Aumento de la oferta laboral: Debido a tareas propias del proyecto se estima que se generará una mayor oferta de empleos para la mano de obra local, ya sea para actividades de mantenimiento, limpieza o construcción propiamente dicha. Se trata de un impacto positivo, temporal, simple, directo, de aparición periódica, de acción continua y de ocurrencia probable.

10. Incremento de la demanda de bienes y servicios: La operación de los obradores aumentará la demanda de bienes y servicios de las localidades cercanas al proyecto, así como en los parajes o comunidades rurales. Se trata de un impacto positivo, temporal, simple, directo, de aparición periódica, de acción continua y de ocurrencia probable.

11. Riesgo de incendios de campos: La vegetación de pastizales, típica de las zonas de proyecto, generando una gran cantidad de material combustible. Durante la obra, con la permanencia de personas, algunas no

habitadas a este ambiente, podrían generarse focos de incendios, por lo que se incorpora un plan de contingencias para manejo de fuego durante la obra. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo. Si la acción de mitigación es oportuna se puede definir como recuperable. Siguiendo criterios establecidos según un plan de gestión adecuado es un impacto poco probable de ocurrir. Este riesgo se extenderá mientras dure la etapa constructiva y en estas condiciones se considera que podría causar un impacto ambiental compatible.

12. Afectación a la fauna local por prácticas de caza y pesca furtiva:

Con el acceso de personas frecuentemente a áreas rurales, de no aplicarse las medidas, éstas podrían realizar frecuentemente estas actividades. Se trata de un impacto negativo, permanente (en relación a especies en peligro de extinción), simple, directo, irreversible e irrecuperable en áreas vulnerables, de ocurrencia poco probable. Se considera un impacto ambiental moderado.

b.1.2) Movimiento de maquinarias y equipos, transporte de materiales y movimiento de suelos

1. Contaminación de suelo y agua con derrames de combustibles y lubricantes: Existen riesgos de contaminación de suelos y aguas por derrames. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, recuperable, de aparición irregular, de ocurrencia poco probable. Por estar contemplada su pronta corrección se considera un impacto ambiental moderado.

2. Obstrucciones temporales del escurrimiento superficial: Podría obstruirse temporalmente el escurrimiento superficial en algún sector durante la construcción de los desagües. En este sentido el impacto difiere para cada alternativa planteada. En el caso de la alternativa Arroyo Baí se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, recuperable, de aparición irregular. Para la alternativa del Arroyo Iribú Cuá se trata de un impacto negativo, temporal, directo, acumulativo, recuperable y de ocurrencia probable. Se considera un impacto ambiental alto.

3. Afectación a la calidad del aire en el frente de obra del canal: La calidad del aire en esta etapa se verá afectada transitoriamente por la operación de maquinaria y el manejo de áridos (polvos, gases y contaminación sonora). Asimismo, la presencia de material particulado puede provocar baja visibilidad en la ruta (en las progresivas cercanas a la misma), con el consiguiente riesgo de accidentes. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, reversible, de aparición periódica y continua durante la obra, de ocurrencia probable, y que se extenderá mientras dure la etapa constructiva. Se considera un impacto ambiental compatible.

4. Eliminación de cobertura vegetal. Se remueve la vegetación herbácea y arbustiva en el área de limpieza, accesos y construcción del canal. Si eventualmente se retiran árboles, estos serán repuestos con especies autóctonas. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, recuperable, de aparición continua y de ocurrencia probable en este proyecto, que se extenderán mientras dure la etapa constructiva. Es un impacto ambiental moderado.

5. Aumentará la oferta laboral: Se estima que durante la etapa constructiva se generará una mayor oferta de empleos para la mano de obra local en los diversos frentes del proyecto, ya sea para actividades de mantenimiento, limpieza o construcción propiamente dicha. Se trata de un impacto positivo, temporal, simple, directo, de acción continua y de ocurrencia probable.

b.2) Etapas de operación

b.2.1) Funcionamiento del Canal

1. Aumentará al drenaje de las subcuencas del Arroyo Baí, Iribú Cuá y Santa María: En la etapa de operación de los canales de desagües de ambas alternativas se contribuirá a desaguar los excesos hídricos de las subcuencas mencionadas mitigando los efectos de las inundaciones frecuentes en el área de influencia ambiental del proyecto.

2. Aumentará en la accesibilidad: Las tareas del mejoramiento del drenaje de las subcuencas contribuirán a mejorar los accesos a las localidades sensibles a las inundaciones que precedieron en estos últimos años. Se trata de un impacto positivo, temporal, simple, directo, recuperable, de aparición periódica, de acción continua y de ocurrencia probable.

3. Aumento en la productividad Ganadera: El aumento del drenaje promoverá una mayor productividad de los sistemas pastoriles además de promover el desarrollo de gramíneas, de gran aporte de raciones de calidad al sistema ganadero de cría bovino y bubalino. Se trata de un impacto positivo, temporal, sinérgico, directo, recuperable, de aparición periódica, de acción continua y de ocurrencia probable.

4. Incremento del nivel de presentismo en las escuelas: Dado que ya no se interrumpirían las clases por el mal estado de los caminos principalmente, el incremento de la conectividad y transitabilidad aumentaría el presentismo en las escuelas localizadas sobre ambas trazas. Esto se aplica con mayor énfasis en el caso de los docentes, ya que en muchos casos provienen de las ciudades cabeceras. De este modo, la disminución de inundaciones aumentará su asistencia

a los establecimientos educativos. Se trata de un impacto positivo, permanente, simple, directo, de acción continua y de ocurrencia cierta.

5. Incremento de la rentabilidad agropecuaria, industrial, comercial, laboral, de transporte y de servicios. El aumento de la conectividad y transitabilidad disminuirá las pérdidas de productos perecederos y aumentará su calidad. La atención veterinaria se verá asegurada con una vía mejorada, reduciendo de este modo los riesgos de mortandad del ganado. El sector agroindustrial se verá favorecido a partir de la posibilidad de distribuir productos perecederos en tiempo y forma. El sector comercial y de servicios se favorecerá no sólo en el desarrollo de sus actividades específicas, tales como la compra, venta y distribución de productos, el traslado de maquinarias, la prestación de servicios, etc. La mayor accesibilidad en épocas de elevadas precipitaciones facilitará las condiciones de traslado de los trabajadores rurales, incrementando de este modo las posibilidades de inserción en el mercado laboral regional y obtener así oportunidades laborales temporales o permanentes. Se trata de un impacto positivo, permanente, simple, directo, de acción continua y de ocurrencia cierta.

6. Incremento en el valor inmobiliario de las tierras. El funcionamiento de los desagües mejorados implicará una mejora en la productividad de los pastizales, lo que se traduce en un incremento en la valorización inmobiliaria en el entorno de la obra. Se trata de un impacto positivo, permanente simple, indirecto, de acción continua y de ocurrencia probable.

7. Erosión del borde de los canales: en la etapa de funcionamiento, el agua que ingresa a los canales produce arrastres de partículas de suelo que se desplazan por el canal que podrían ocasionar erosiones. Se trata de un impacto negativo, temporal, simple, directo, recuperable, de aparición continua y de ocurrencia probable en este proyecto.

8. Cambio del Ecosistema de Equilibrio que se corresponde con ambientes que funcionan bajo un régimen semipermanente de inundación: El planteo del proyecto hídrico norte prevé un saneamiento de un complejo sistema de subcuencas a las cuales pertenece un amplio ecosistema caracterizado por ambientes tipo malezales, bañados y esteros. En estos ambientes se encuentran suelos de baja profundidad e infiltración lenta. Esto genera el predominio de flora adaptadas a una lámina de agua constante y que es bien aprovechada por los sistemas productivos ya establecidos en el área de influencia. El cambio en el sistema de drenaje actual puede llevar a un escurrimiento superficial excesivo que en condiciones climáticas desfavorables puede acrecentar los impactos de los periodos de sequía. Es un impacto negativo, temporal, acumulativo, directo, recuperable, de aparición continua y de ocurrencia probable si no se tienen en cuenta medidas para evitar el drenaje en exceso de los sistemas hidrológicos.

c) Resultados y Conclusiones

Para la etapa de construcción, los impactos significativos son de ocurrencia poco probable al aplicar las medidas preventivas propuestas, como ser el riesgo de incendios, de afectación de la calidad del suelo y agua, de afectación del patrimonio cultural físico (arqueológico/paleontológico) y/o patrimonio sociocultural; o bien de carácter transitorio, como ser: la compactación del suelo, la afectación del escurrimiento superficial, el riesgo de afectación a la calidad del agua en áreas vulnerables, cercanas al obrador y accesos, la eliminación de cobertura vegetal, la afectación a la fauna local, la afectación temporal de actividades agropecuarias, el aumento de la oferta laboral el incremento de la demanda de bienes y servicios.

En la etapa de operación, los impactos más significativos de carácter permanente son positivos y tienen que ver fundamentalmente con el saneamiento hidráulico de zonas anegadas, el mejoramiento de las condiciones para el desarrollo de pastizales, el incremento en el valor inmobiliario de las tierras, el incremento de la rentabilidad agropecuaria, comercial, laboral. En cuanto al medio ambiental, la mitigación de inundaciones actúa promoviendo la conservación de la biodiversidad. Los impactos negativos que se tratan en este estudio son: las posibles erosiones a los márgenes del canal de desagüe y el drenaje en exceso de los sistemas de arroyos y lagunas.

d) El proyecto y su Relación con el Cambio Climático

d.1) Adaptación al Cambio Climático

De acuerdo a lo detallado en la sección V.1.2. **¡Error! No se encuentra el rigen de la referencia.**, se proyecta que los efectos del cambio climático en el área de influencia del proyecto generarán un suave aumento de las precipitaciones, pudiendo considerarlas invariables. Por otra parte, se proyecta un aumento de temperatura significativo, incrementando entre 3° y 4,1° C para el período 2081/2090. La permanencia de lluvias y el aumento de temperatura generarán un posible déficit hídrico para la Provincia en algunos meses del año.

A pesar del aumento de un déficit hídrico es de destacar que los niveles de riesgo de inundaciones aumentarán debido a una mayor ocurrencia e intensidad de fenómenos de El Niño en combinación con al aumento de los caudales pico y disminución de los tiempos de concentración generado por el cambio de uso del suelo.

En este contexto el proyecto toma relevancia en la adaptación al cambio climático, tanto en cuanto al mejoramiento de la infraestructura que disminuirá los problemas de transporte generados por efectos climáticos, como en los beneficios económicos generados por una reducción de costos de transporte que aumentarán la resiliencia del productor. Cabe aclarar que los perjuicios al transporte no solo se dan por inundaciones o anegaciones del camino sino también por sequías que aumentan la cantidad de material suelto generando inestabilidad, sobre todo en las zonas del camino en donde hay arenales.

La adaptación al cambio climático se define como “ajustes en los sistemas ecológicos, sociales y económicos en respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados y sus efectos o impactos. Se refiere a cambios en procesos, prácticas, y estructuras para moderar daños potenciales o para beneficiarse con oportunidades asociadas al cambio climático” (IPCC 2001, Tercer Reporte de Evaluación). La adaptación puede adoptar muchas formas dependiendo de los contextos particulares, de las características agroecológicas de cada región, de las actividades productivas específicas, y de otras variables socioeconómicas.

Aunque el presente proyecto no es un proyecto de adaptación per se, sí contiene componentes y actividades que permitirán ajustes en la infraestructura y generación de capacidades que favorecerán la reducción de la vulnerabilidad y el incremento en la resiliencia de los productores a corto y mediano plazo, contribuyendo a su capacidad adaptativa frente a los impactos del cambio climático.

Los perjuicios debido a la incidencia climática de inundaciones han sido identificados como un problema para los productores, generando inestabilidad comercial y productiva, como así también para la comunidad en general. Las proyecciones sobre aumento de extremos climáticos, tanto inundaciones como sequías, producidos por el cambio climático agravarían aún más esa situación.

Las obras de mejoramiento del escurrimiento de los excesos hídricos asegurarán las condiciones de transitabilidad y conectividad de las redes terciarias con redes primarias y secundarias para favorecer en forma permanente la salud, la educación y el tránsito de la producción a los principales centros de transformación y distribución. Además, permitirá reducir problemas del transporte de insumos para actividades agrícolas y el ingreso de personal técnico y operarios involucrados en actividades productivas, entre otros beneficios.

El proyecto permitirá al sector primario garantizar la salida en forma regular de la producción agropecuaria zonal (ganadería, principalmente). Las ventajas mencionadas resultarán en mejoras en la competitividad y aumento del producto bruto debido a, por ejemplo, la mejora en los sistemas pastoriles naturales con aprovechamiento de gramillares en las zonas bajas que permitirán un aumento en la producción de kg/carne/ha/año debido principalmente a la mejora y estabilización de la calidad forrajera que le confieren los sistemas pastoriles hidromorficos, a su vez,

contribuirá a facilitar la adopción de los cambios productivos necesarios para mejorar la adaptación al cambio climático.

Del mismo modo, la mejora generará beneficios sociales, por ejemplo, dando mayor seguridad para el transporte escolar y para traslados de emergencia.

A su vez, el proyecto promueve la concientización y sensibilización sobre el cambio climático y sus consecuencias a partir del abordaje de la temática en los talleres propuestos. Esto favorecerá la consideración de las proyecciones de cambio climático en la toma de decisión que hagan los productores sobre cómo orientar y optimizar los recursos de modo de compensar los efectos del cambio climático. Los beneficios esperados por el proyecto, tanto en el orden económico- productivo como social, ubican a los productores y sus familias, en una mejor posición ante eventos de cambio climático. Por ello, la concreción de los beneficios esperados por el proyecto resulta una medida para conocer el impacto del proyecto sobre la capacidad adaptativa de los beneficiarios.

Se identifican indicadores presentes en el Marco Lógico que están relacionados con estos beneficios y en definitiva con un mejor posicionamiento de los productores para la adaptación al cambio climático: aumento de la producción en el área de proyecto (en las actividades de ganadería principalmente).

VII. 2. 4. Selección de alternativas

En base a los conceptos mencionados relacionados a Evaluación de Alternativas a Nivel Beneficio-Costo, Evaluación Socioeconómica y Evaluación Ambiental, se selecciona la Alternativa N°2.

VII. 3. Predimensionamiento de Canales

Se realizó un predimensionamiento de los canales que componen el sistema de saneamiento para, posteriormente, analizar su funcionamiento en modelos hidrológico e hidráulico y, de esa manera, evaluar su aptitud ante las condiciones de diseño.

Al efecto, se consideró que los canales deben ser capaces de evacuar los volúmenes excedentes, generados por las distintas cuencas de aporte a sus tramos ante una tormenta de 2 años de recurrencias, en el transcurso de 7 días.

Los volúmenes de excedencia surgieron del producto entre la Precipitación Efectiva, obtenida por el método de Curva Número (Ec. V.8), y el área de aporte de las respectivas subcuencas.

En la Tabla siguiente se puede observar los caudales con los que debe desagotarse las distintas subcuencas para alcanzar su saneamiento en 7 días (Qsan).

Tabla 93. Caudales de saneamiento para el prediseño de canales

Cuenca	Subcuenca	Área [km²]	CN_{II}	Pmed [mm]	Pe [mm]	Vol [hm³]	Qsan [m³/s]
IC	SC_IC_01	22.70	72.56	147.46	73.32	1.66	2.75
IC	SC_IC_02	13.01	71.65	148.00	71.63	0.93	1.54
IC	SC_IC_03	10.20	71.82	148.00	72.03	0.73	1.21
IC	SC_IC_04	14.38	72.12	147.46	72.29	1.04	1.72
IC	SC_IC_05	16.18	73.10	148.00	75.06	1.21	2.01
IC	SC_IC_06	8.93	73.19	147.00	74.44	0.66	1.10
IC	SC_IC_07	66.04	76.87	148.71	84.83	5.60	9.26
IC	SC_IC_08	66.87	77.32	148.72	85.96	5.75	9.50
IC	SC_IC_09	17.68	73.71	147.68	76.25	1.35	2.23
IC	SC_IC_10	12.92	73.34	146.97	74.78	0.97	1.60
IC	SC_IC_11	10.25	73.81	146.85	75.80	0.78	1.28
Ba	SC_Ba_01	65.10	71.70	149.49	72.94	4.75	7.85
Ba	SC_Ba_02	25.12	72.30	148.69	73.71	1.85	3.06
Ba	SC_Ba_03	35.24	71.68	149.18	72.66	2.56	4.23
Ba	SC_Ba_04	28.57	73.15	148.01	75.19	2.15	3.55
Ba	SC_Ba_05	45.13	71.87	148.52	72.56	3.27	5.41
Ba	SC_Ba_06	103.94	71.32	150.57	72.92	7.58	12.53
SM	SC_SM_01	36.85	72.63	151.00	76.39	2.81	4.65
SM	SC_SM_02	78.46	72.92	150.23	76.47	6.00	9.92
SM	SC_SM_03	40.16	73.68	150.43	78.46	3.15	5.21
SM	SC_SM_04	50.11	73.78	150.00	78.35	3.93	6.49
SM	SC_SM_05	29.61	73.21	150.00	76.97	2.28	3.77
SM	SC_SM_06	37.76	73.50	149.74	77.46	2.92	4.84
SM	SC_SM_07	28.65	77.88	149.93	88.44	2.53	4.19
SM	SC_SM_08	29.72	73.39	149.04	76.62	2.28	3.77
SM	SC_SM_09	29.38	72.82	151.00	76.87	2.26	3.73
SM	SC_SM_10	40.45	74.80	150.50	81.26	3.29	5.44
SM	SC_SM_11	17.66	73.74	150.00	78.25	1.38	2.29
SM	SC_SM_12	86.70	72.92	150.68	76.83	6.66	11.01
SM	SC_SM_13	91.44	71.76	149.56	73.14	6.69	11.06
SM	SC_SM_14	85.79	77.11	148.97	85.66	7.35	12.15
CT	SC_CT_01	19.88	71.70	149.96	73.33	1.46	2.41
CT	SC_CT_02	43.37	71.86	150.34	74.01	3.21	5.31
CT	SC_CT_04	66.10	71.15	149.76	71.86	4.75	7.85
CT	SC_CT_03	100.73	71.74	151.06	74.31	7.49	12.38
ML	SC_ML_01	90.49	71.68	151.58	74.59	6.75	11.16
ML	SC_ML_02	64.43	71.37	151.70	73.96	4.77	7.88
ML	SC_ML_03	8.70	73.13	152.00	78.42	0.68	1.13
ML	SC_ML_04	59.90	71.49	152.39	74.79	4.48	7.41
ML	SC_ML_05	15.76	73.30	152.39	79.18	1.25	2.06
ML	SC_ML_06	46.23	72.75	153.00	78.34	3.62	5.99
ML	SC_ML_07	53.38	71.66	152.22	75.06	4.01	6.63

ML	SC_ML_08	19.90	71.21	153.00	74.61	1.48	2.46
ML	SC_ML_09	154.41	71.76	153.30	76.19	11.76	19.45
SL	SC_SL_02	200.30	72.58	151.76	76.90	15.40	25.47
SL	SC_SL_01	110.75	73.46	148.63	76.42	8.46	13.99

Los caudales de prediseño de cada uno de los tramos se obtuvieron de la adición de los caudales de saneamiento en virtud de las áreas de aporte de los mismos. En las tablas siguientes se detallan los caudales utilizados para el prediseño de los canales.

Tabla 94. Caudales utilizados para el prediseño de canales - Iribú Cuá

Designación Tramo	Longitud	Pendiente	Cuenca	Caudal [m ³ /s]		
	[m]	[m/m]		Afluente	Tramo	Total
Afluente N°2 -02	7210	0,00010	SC_IC_01	0,00	2,75	2,75
Afluente N°2 -03	4500	0,00020	SC_IC_02	0,00	1,54	2,76
			SC_IC_03		1,21	
Afluente N°2 -01	4475	0,00010	SC_IC_04	5,51	1,72	7,23
Iribú Cuá - 03	5676	0,00090	SC_IC_07	0,00	9,26	11,27
			SC_IC_05		2,01	
Iribú Cuá - 02	2524	0,00090	SC_IC_06	18,50	1,10	19,59
Afluente N°1	9950	0,00075	SC_IC_07	0,00	9,26	22,59
			SC_IC_09		9,50	
			SC_IC_10		2,23	
			SC_IC_11		1,60	
Iribú Cuá - 01	1027	0,0009		42,19	0,00	42,19

Tabla 95. Caudales utilizados para el prediseño de canales - Baí

Designación Tramo	Longitud	Pendiente	Cuenca	Caudal [m ³ /s]		
	[m]	[m/m]		Afluente	Tramo	Total
Baí - 21	16352	0,00005	SC_ML_08	0,00	2,46	9,081
			SC_ML_07		6,63	
Baí - 23	6246	0,00010	SC_CT_04	0,00	7,85	7,85
Baí - 20	11375	0,00005	SC_CT_03	16,93	12,38	29,31
Baí - 22	5413	0,00040	SC_CT_02	0,00	5,31	5,31
Baí - 19	3032	0,00005	---	34,62	0,00	34,62
Baí - 16	10854	0,00020	SC_ML_05	0,00	2,06	8,05
			SC_ML_06		5,99	
Baí - 15	7335	0,00010	SC_ML_04	8,05	7,41	15,46

Baí - 18	6937	0,00025	SC_ML_01	0,00	11,16	12,29
			SC_ML_03		1,13	
Baí - 14	6936	0,00010	SC_ML_02	27,75	7,88	35,63
Baí - 13	6284	0,00010	---	70,24	0,00	70,24
Baí - 12	3732	0,00010	SC_Ba_06	70,24	12,53	82,78
Baí - 17	5357	0,0006	SC_CT_01	0,00	2,41	2,41
Baí - 11	7356	0,00010	70% SC_Ba_01	85,19	5,50	90,68
Baí - 05	1615	0,00030	---	90,68	0,00	90,68
Baí - 10	2731	0,00010	30% SC_Ba_01	0,00	2,36	2,36
Baí - 04	3426	0,0003	---	93,04	0,92	93,96
Baí - 08	3000	0,00010	SC_Ba_03	0,00	4,23	4,23
Baí - 03	1233	0,0003	---	98,19	0,00	98,19
Baí - 09	6292	0,00010	SC_Ba_02	0,00	3,06	3,06
Baí - 02	3538	0,0003	---	101,25	0,00	101,25
Baí - 06	5597	0,00010	SC_Ba_05	0,00	5,41	5,41
Baí - 07	8480	0,0001	SC_Ba_04	0,00	3,55	3,55
Baí - 01	2612	0,00030	---	110,22	0,00	110,22

Tabla 96. Caudales utilizados para el prediseño de canales - Santa María

Designación Tramo	Longitud	Pendiente	Cuenca	Caudal [m³/s]		
	[m]	[m/m]		Afluente	Tramo	Total
Sequeira - 04	13124	0,00018	75% SC_SL_02	0,00	19,10	19,10
Sequeira - 05	16512	0,00018	25% SC_SL_02	0,00	6,37	20,36
			SC_SL_02		13,99	
Sequeira - 03	14284	0,00020	SC_SM_12	39,46	11,01	50,48
Avalos - 01	10683	0,00040	SC_SM_10	0,00	5,44	7,72
			SC_SM_11		2,29	
Sequeira - 02	482	0,00030		50,48	0,00	50,48
Sequeira - 01	11239	0,00030	SC_SM_13	58,20	11,06	69,25
Fortuna - 05	7108	0,00010	SC_SM_09	0,00	3,73	8,39
			SC_SM_01		4,65	
Fortuna - 04	942	0,00030	SC_SM_02	0,00	9,92	9,92
Fortuna - 03	9254	0,00030	SC_SM_03	18,31	5,21	23,52
Fortuna - 02	12557	0,00020	SC_SM_04	0,00	6,49	6,49
Fortuna - 01	5742	0,00030	SC_SM_05	30,01	3,77	33,78
Noé - 02	9663	0,00050	SC_SM_06	0,00	4,84	4,84
Noé - 01	5626	0,00050	SC_SM_07	38,61	4,19	42,80
Capiaty - 01	9099	0,00010	SC_SM_08	0,00	3,77	3,77

Santa María - 02	2112	0,00050		46,57		46,57
Santa María - 01	8047	0,00050	SC_SM_14	115,82	12,15	127,97

Para el prediseño se adoptaron canales de sección trapezoidal con pendientes de taludes 1:2 (V:H), un ancho de solera mínimo de 2,00 m. Las capacidades máximas de los canales se calcularon mediante la Expresión de Manning (Ec V-11), considerando un coeficiente de rugosidad igual a 0,03.

Tabla 97. Predimensionamiento de canales - Iribú Cuá

Designación Tramo	Longitud	Pendiente	Cota Solera [m]		Profundidad [m]		Ancho
	[m]	[m/m]	Inicial	Final	Inicial	Final	[m]
Afluente N°2 -02	7210	0.00010	61.49	60.77	1.51	2.33	2,00
Afluente N°2 -03	4500	0.00020	61.67	60.77	1.63	2.33	2,00
Afluente N°2 -01	4475	0.00010	60.77	60.32	2.33	2.98	3,00
Iribú Cuá - 03	5676	0.00090	61.80	56.69	2.60	6.61	2,00
Iribú Cuá - 02	2524	0.00090	56.69	54.42	6.61	8.58	3,00
Afluente N°1	9950	0.00075	61.89	54.43	1.31	8.57	2,00
Iribú Cuá - 01	1027	0.0009	54.42	53.50	8.58	9.50	3,00

Tabla 98. Predimensionamiento de canales - Baí

Designación Tramo	Longitud	Pendiente	Cota Solera [m]		Profundidad [m]		Ancho
	[m]	[m/m]	Inicial	Final	Inicial	Final	[m]
Baí - 21	16352	0,00005	61,50	60,68	1,60	2,72	5,00
Baí - 20	11375	0,00005	60,68	60,12	2,72	4,38	8,00
Baí - 22	5413	0,00040	62,28	60,12	1,62	4,38	2,00
Baí - 19	3032	0,00005	60,12	59,96	4,38	4,04	11,00
Baí - 16	10854	0,00020	63,56	61,39	1,84	2,21	3,00
Baí - 15	7335	0,00010	61,39	60,66	2,21	3,14	5,00
Baí - 18	6937	0,00025	62,39	60,66	1,91	3,14	7,00
Baí - 14	6936	0,00010	60,66	59,96	3,14	4,04	7,00
Baí - 13	6284	0,00010	59,96	59,34	4,04	4,86	18,00
Baí - 12	3732	0,00010	59,34	58,96	4,86	5,34	18,00
Baí - 17	5357	0,0006	62,18	58,97	1,82	5,33	2,00
Baí - 11	7356	0,00010	58,96	58,23	5,34	6,27	18,00
Baí - 05	1615	0,00030	58,23	57,74	6,27	7,26	18,00
Baí - 10	2731	0,00010	63,02	62,75	1,48	2,25	2,00
Baí - 04	3426	0,0003	57,74	56,71	7,26	8,09	18,00

Baí - 08	3000	0,00010	62,51	62,21	1,49	2,59	2,00
Baí - 03	1233	0,0003	56,71	56,34	8,09	8,26	18,00
Baí - 09	6292	0,00010	62,97	62,34	1,53	2,26	2,00
Baí - 02	3538	0,0003	56,34	55,28	8,26	8,22	18,00
Baí - 06	5597	0,00010	61,84	61,28	1,16	2,22	3,00
Baí - 07	8480	0,0001	62,11	61,26	2,09	2,24	3,00
Baí - 01	2612	0,00030	55,28	54,50	8,22	9,50	18,00

Tabla 99. Predimensionamiento de canales - Santa María

Designación Tramo	Longitud	Pendiente	Cota Solera [m]		Profundidad [m]		Ancho
	[m]	[m/m]	Inicial	Final	Inicial	Final	[m]
Sequeira - 04	13124	0.00018	65.76	63.40	1.74	3.10	8,00
Sequeira - 05	16512	0.00018	66.37	63.40	1.63	3.10	8,00
Sequeira - 03	14284	0.00020	63.40	60.54	3.10	4.36	10,00
Avalos - 01	10683	0.00040	64.67	60.40	1.83	4.50	3,00
Sequeira - 02	482	0.00030	60.54	60.40	4.36	4.50	10,00
Sequeira - 01	11239	0.00030	60.40	57.02	4.50	8.48	12,00
Fortuna - 05	7108	0.00010	66.10	65.39	1.40	2.11	7,00
Fortuna - 04	942	0.00030	65.67	65.39	1.83	2.11	4,00
Fortuna - 03	9254	0.00030	65.39	62.62	2.11	4.38	7,00
Fortuna - 02	12557	0.00020	65.13	62.62	1.87	4.38	3,00
Fortuna - 01	5742	0.00030	62.62	60.89	4.38	5.71	10,00
Noé - 02	9663	0.00050	65.72	60.89	2.28	5.71	3,00
Noé - 01	5626	0.00050	60.89	58.08	5.71	7.92	10,00
Capiaty - 01	9099	0.00010	63.99	63.08	2.01	2.92	3,00
Santa María - 02	2112	0.00050	58.08	57.02	7.92	8.48	10,00
Santa María - 01	8047	0.00050	57.02	53.00	8.48	12.00	20,00

Cabe señalar, que el tiempo de recurrencia utilizado para el diseño de los canales surgió de las probabilidades excedencias establecidas en los términos de referencia para las simulaciones de drenaje.

De todas las recurrencias establecidas en los términos de referencia, se consideró que la de 2 años es aceptable para el diseño de obras de saneamiento rural como las que se pretenden proyectar en el estudio. La probabilidad de excedencia establecida y consecuentemente el riesgo de falla de las obras está en concordancia con la vulnerabilidad que pueden presentar las áreas productivas ante distintos tiempos de anegamiento.

Por tanto, conjuntamente con la recurrencia de dos años se adoptó un tiempo de evacuación de 7 días y con esto se determinaron caudales de diseño. A su vez, con estos mismos caudales de saneamiento se evaluó los tiempos demandados para la evacuación de los volúmenes de escorrentía generados por los demás eventos (TR 10, 50 y 100 años), tal como puede en la Tabla siguiente.

Tabla 100. Tiempos de saneamiento estimados para tiempos de recurrencias de 10, 50 y 100 años

Subcuenca	Q [m³/s]	TR = 10 años				TR = 50 años				TR = 100 años			
		P _{med} [mm]	R [mm]	Vol [hm³]	Ts [días]	P _{med} [mm]	R [mm]	Vol [hm³]	Ts [días]	P _{med} [mm]	R [mm]	Vol [hm³]	Ts [días]
SC_IC_01	2,75	222,6	138,2	3,1	13,2	282,0	192,4	4,4	18,4	312,3	220,7	5,0	21,1
SC_IC_02	1,54	223,0	135,7	1,8	13,3	282,0	189,3	2,5	18,5	313,0	218,1	2,8	21,3
SC_IC_03	1,21	223,2	136,4	1,4	13,3	282,9	190,7	1,9	18,5	313,6	219,3	2,2	21,3
SC_IC_04	1,72	223,0	137,1	2,0	13,3	282,4	191,2	2,7	18,5	313,4	220,2	3,2	21,3
SC_IC_05	2,01	223,0	140,2	2,3	13,1	283,0	195,3	3,2	18,2	314,1	224,4	3,6	20,9
SC_IC_06	1,10	222,1	139,6	1,2	13,1	282,0	194,6	1,7	18,3	313,0	223,7	2,0	21,0
SC_IC_07	9,26	223,8	152,5	10,1	12,6	282,9	208,2	13,7	17,2	313,8	237,6	15,7	19,6
SC_IC_08	9,50	224,1	154,2	10,3	12,6	283,8	210,6	14,1	17,1	315,6	241,0	16,1	19,6
SC_IC_09	2,23	223,0	142,1	2,5	13,0	283,0	197,3	3,5	18,1	314,4	226,9	4,0	20,8
SC_IC_10	1,60	222,4	140,4	1,8	13,1	282,4	195,5	2,5	18,3	313,9	225,0	2,9	21,1
SC_IC_11	1,28	222,1	141,5	1,5	13,1	282,0	196,8	2,0	18,2	313,2	226,1	2,3	20,9
SC_Ba_01	7,85	224,1	136,8	8,9	13,1	282,4	189,8	12,4	18,2	312,1	217,4	14,2	20,9
SC_Ba_02	3,06	223,0	137,7	3,5	13,1	281,6	191,1	4,8	18,2	311,2	218,8	5,5	20,8
SC_Ba_03	4,23	223,9	136,6	4,8	13,2	282,5	189,8	6,7	18,3	312,7	217,9	7,7	21,0
SC_Ba_04	3,55	223,0	140,3	4,0	13,1	281,1	193,7	5,5	18,0	310,7	221,4	6,3	20,6
SC_Ba_05	5,41	223,4	136,8	6,2	13,2	282,3	190,4	8,6	18,4	312,6	218,5	9,9	21,1
SC_Ba_06	12,53	225,4	136,8	14,2	13,1	284,0	190,0	19,7	18,2	314,2	218,0	22,7	20,9
SC_SM_01	4,65	225,0	140,5	5,2	12,9	281,9	192,6	7,1	17,6	309,1	218,0	8,0	20,0
SC_SM_02	9,92	223,4	140,0	11,0	12,8	279,5	191,4	15,0	17,5	306,3	216,4	17,0	19,8
SC_SM_03	5,21	224,3	143,1	5,7	12,8	281,2	195,6	7,9	17,4	308,7	221,4	8,9	19,8
SC_SM_04	6,49	223,2	142,5	7,1	12,7	279,4	194,2	9,7	17,4	306,6	219,7	11,0	19,6
SC_SM_05	3,77	223,7	141,1	4,2	12,8	280,6	193,4	5,7	17,6	308,5	219,5	6,5	20,0
SC_SM_06	4,84	223,0	141,5	5,3	12,8	279,6	193,5	7,3	17,5	307,2	219,4	8,3	19,8
SC_SM_07	4,19	223,8	155,8	4,5	12,3	281,0	209,8	6,0	16,6	309,3	236,9	6,8	18,8
SC_SM_08	3,77	223,0	141,1	4,2	12,9	279,6	193,1	5,7	17,6	307,5	219,3	6,5	20,0
SC_SM_09	3,73	225,1	141,2	4,2	12,9	282,7	194,0	5,7	17,7	310,3	219,8	6,5	20,0
SC_SM_10	5,44	224,7	147,0	5,9	12,7	282,0	200,2	8,1	17,2	310,2	226,9	9,2	19,5
SC_SM_11	2,29	224,2	143,2	2,5	12,8	282,0	196,5	3,5	17,6	310,8	223,6	3,9	20,0
SC_SM_12	11,01	225,2	141,6	12,3	12,9	283,2	194,8	16,9	17,8	312,2	221,9	19,2	20,2
SC_SM_13	11,06	223,8	136,7	12,5	13,1	281,7	189,3	17,3	18,1	310,7	216,3	19,8	20,7
SC_SM_14	12,15	222,8	152,4	13,1	12,5	280,1	206,3	17,7	16,9	308,6	233,5	20,0	19,1
SC_CT_01	2,41	224,9	137,55	2,7	13,1	283,9	191,2	3,8	18,3	314,4	219,6	4,4	21,0
SC_CT_02	5,31	225,4	138,49	6,0	13,1	284,5	192,4	8,3	18,2	315,6	221,2	9,6	20,9
SC_CT_04	7,85	224,9	135,83	9,0	13,2	284,4	189,7	12,5	18,5	315,9	219,0	14,5	21,3
SC_CT_03	12,38	226,3	138,87	14,0	13,1	285,6	192,9	19,4	18,2	317,7	222,7	22,4	21,0
SC_ML_01	11,16	226,6	138,97	12,6	13,0	285,3	192,4	17,4	18,1	315,2	220,3	19,9	20,7
SC_ML_02	7,88	226,8	138,20	8,9	13,1	285,8	191,8	12,4	18,2	316,8	220,6	14,2	20,9

SC_ML_03	1,13	227,3	144,15	1,3	12,9	286,2	198,3	1,7	17,7	316,4	226,6	2,0	20,2
SC_ML_04	7,41	227,7	139,40	8,3	13,0	286,9	193,2	11,6	18,1	317,8	222,0	13,3	20,8
SC_ML_05	2,06	227,8	145,19	2,3	12,8	286,6	199,3	3,1	17,6	316,4	227,3	3,6	20,1
SC_ML_06	5,99	228,1	143,73	6,6	12,8	287,3	198,0	9,2	17,7	317,5	226,3	10,5	20,2
SC_ML_07	6,63	227,4	139,64	7,5	13,0	286,8	193,8	10,3	18,1	319,2	223,9	12,0	20,9
SC_ML_08	2,46	228,2	138,93	2,8	13,0	287,8	193,1	3,8	18,1	320,4	223,3	4,4	21,0
SC_ML_09	19,45	228,7	141,10	21,8	13,0	288,0	195,2	30,1	17,9	319,9	224,9	34,7	20,7
SC_SL_01	25,47	226,6	141,77	28,4	12,9	284,7	195,0	39,1	17,8	313,2	221,6	44,4	20,2
SC_SL_02	13,99	222,3	140,61	15,6	12,9	279,5	193,3	21,4	17,7	307,9	219,8	24,3	20,1

Como puede observarse en la Tabla precedente, para eventos de 10 años de recurrencia los tiempos de evacuación estarán en torno a los 13 días, valor aceptable para algunas de las actividades productivas previstas.

El trabajo antecedente realizado por el CFI en el año 1999 consideraba la rectificación de los cauces existentes y la construcción de nuevas obras de arte en la R.N.Nº12. El presente trabajo se basa en los nuevos puentes a construir por la Dirección Nacional de Vialidad en el sitio de las actuales obras de arte, con secciones de escurrimiento superiores a las planteadas en el estudio antecedente del CFI, por lo cual no se las considera. El mismo criterio vale para las rectificaciones, ya que la nueva cota de desagüe de los puentes a construir por DNV poseen valores inferiores a los previstos en estudios antecedentes.

VII. 4. Escenarios de Análisis

Para determinar el impacto que tendrán las obras previstas en este proyecto sobre sistema hidrológico de la zona de estudio, se plantearon dos escenarios. El primero que refiere a la situación sin las obras proyectadas, denominado “Situación Actual” y el segundo donde se incluye el efecto de las obras planteadas denominado “Situación Con Proyecto”.

Si bien en el escenario “Situación Actual” se establece el funcionamiento de las subcuencas tal lo planteado en la calibración del modelo de transformación lluvia caudal, a fin de contener la misma área de estudio en ambos escenarios, se anexaron las cuencas de los esteros Maloyas (subcuencas con prefijo ML), Cañada del Toro (subcuenca con prefijo CT) y San Lorenzo (subcuenca con prefijo SL).

En la Figura siguiente se ilustra el modelo hidrológico planteado para la Situación Actual.

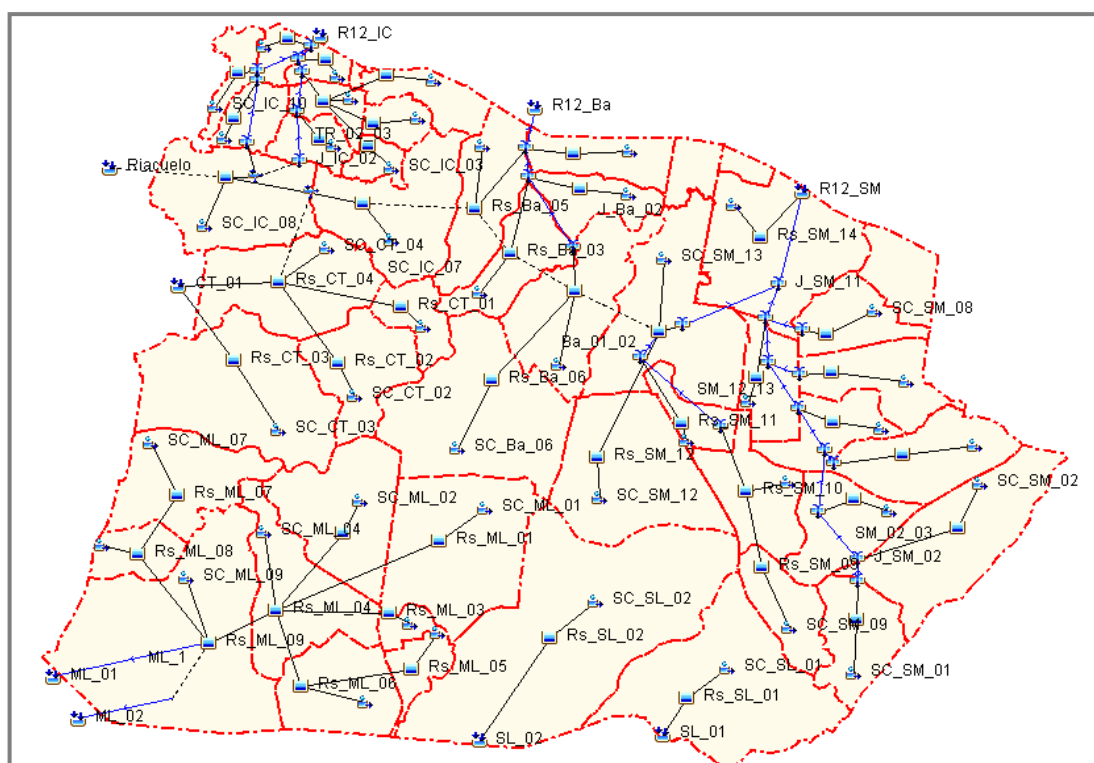


Figura 113. Modelo Hidrológico – Situación Actual

El trazado de las curvas de Nivel de Agua versus Superficie inundada de los reservorios que simulan el comportamiento de los esteros y cañadas de la zona de estudio se establecieron a partir de las dimensiones características indicadas en la Tabla siguiente, respetando las variables se esquematizan en la Figura 65.

Tabla 101. Dimensiones de los reservorios – Situación Actual

Subcuenca	B [m]	L [m]	C ₀ [m]	C ₂ [m]	S ₁ [H/V]	S ₂ [H/V]
SC_IC_01	1289,83	8818,96	63,00	63,50	2600,00	46,00
SC_IC_02	1406,68	4624,36	63,00	63,45	2800,00	89,00
SC_IC_03	2155,15	4733,12	63,00	63,45	1800,00	113,00
SC_IC_04	1445,96	4971,62	63,36	63,81	2500,00	157,00
SC_IC_05	1654,38	4890,00	63,03	63,48	2800,00	47,00
SC_IC_06	1793,71	5914,00	63,00	63,45	1100,00	223,00
SC_IC_09	1793,71	5914,00	63,10	63,55	1565,00	66,00
SC_IC_10	1248,52	5331,42	62,60	63,05	1400,00	357,00
SC_IC_11	1384,65	3708,96	62,95	63,40	550,00	56,00
SC_Ba_01	3212,47	10138,64	64,00	64,60	5600,00	109,00
SC_Ba_02	1288,60	9755,00	64,00	64,35	1600,00	36,00
SC_Ba_03	1329,67	13259,00	64,00	64,30	2600,00	95,00

SC_Ba_04	2381,61	12042,00	64,00	63,50	1200,00	10,00
SC_Ba_05	1616,91	13973,00	64,00	63,50	2800,00	98,00
SC_Ba_06	3660,25	14199,84	64,00	63,50	2800,00	153,00
SC_CT_01	1301,29	7643,34	63,90	64,35	2000,00	185,00
SC_CT_02	2089,08	10389,13	63,70	64,15	5000,00	283,00
SC_CT_03	3827,48	13174,60	63,90	64,42	8500,00	315,00
SC_CT_04	6776,10	9767,02	63,70	64,11	4300,00	272,00
SC_SM_01	2161,65	8535,44	67,50	67,96	3300,00	69,00
SC_SM_02	2371,34	16573,83	67,50	67,95	2000,00	130,00
SC_SM_03	1913,07	10505,66	67,00	67,45	7000,00	165,00
SC_SM_04	2041,42	12287,05	65,13	65,63	4300,00	164,00
SC_SM_05	1734,20	8542,76	67,00	67,45	6400,00	162,00
SC_SM_06	1734,01	10902,14	65,72	66,17	4200,00	257,00
SC_SM_07	1618,36	8859,34	64,00	64,45	3350,00	164,00
SC_SM_08	1719,13	8653,00	64,00	64,25	3300,00	196,00
SC_SM_09	1671,56	8795,82	67,50	67,95	3600,00	181,00
SC_SM_10	2854,05	7092,35	66,50	66,95	7500,00	199,00
SC_SM_11	969,14	9120,64	64,00	64,45	2500,00	135,00
SC_SM_12	4429,98	9793,17	64,00	64,45	12700,00	152,00
SC_SM_13	4082,56	11208,08	64,00	64,45	7650,00	181,00
SC_SM_14	3048,72	14085,77	65,00	65,45	2500,00	177,00
SC_ML_01	4187,04	10805,55	63,80	64,30	9300,00	163,00
SC_ML_02	3301,18	9759,01	63,80	64,30	4300,00	172,00
SC_ML_03	1096,15	3968,37	65,70	66,20	1750,00	47,00
SC_ML_04	6334,17	9456,24	63,60	64,10	5020,00	131,00
SC_ML_05	1712,72	4601,80	65,70	66,19	3200,00	195,00
SC_ML_06	2901,46	7966,48	65,70	66,20	3500,00	191,00
SC_ML_07	2308,96	11559,79	63,70	64,20	5750,00	149,00
SC_ML_08	1757,01	5663,64	63,10	63,60	2250,00	123,00
SC_ML_09	4442,52	17378,43	63,00	63,50	4750,00	200,00
SC_SL_01	4358,13	12705,78	68,00	68,50	2500,00	206,00
SC_SL_02	3741,11	26,770,16	66,00	66,50	7250,00	263,00

En tanto que las curvas de Cota de Agua versus Descarga se obtuvieron de materializar las secciones transversales al flujo de los reservorios, considerando que estos oficiaran de canales cuyas dimensiones se detallan en Tabla siguiente, y obtener los caudales para cada nivel de agua aplicando la Ec. V-11.

Tabla 102. Dimensiones establecidas para las descargas de los reservorios – Situación Actual

Subcuenca	Ancho [m]	i [m/m]	n	Nivel h1 [m]
SC_IC_01	1289.83	4.16095E-05	0.60	63.20
SC_IC_02	1406.68	6.48739E-05	0.60	63.20
SC_IC_03	2155.15	6.33831E-05	0.60	63.20
SC_IC_04	1445.96	9.05137E-05	0.60	63.56
SC_IC_05	1654.38	4.08998E-05	0.60	63.23
SC_IC_06	857.96	7.79536E-05	0.60	63.20
SC_IC_07				
SC_IC_08				
SC_IC_09	1793.71	3.38181E-05	0.60	63.30
SC_IC_10	1248.52	7.50269E-05	0.60	62.80
SC_IC_11	1384.65	8.08852E-05	0.60	63.15
SC_Ba_01	3212.47	2.95898E-05	0.60	64.20
SC_Ba_02	1288.60	3.07535E-05	0.60	64.20
SC_Ba_03	1329.67	2.26261E-05	0.60	64.20
SC_Ba_04	2381.61	4.98256E-05	0.60	64.20
SC_Ba_05	1616.91	2.147E-05	0.60	64.20
SC_Ba_06	3660.25	2.1127E-05	0.60	64.20
SC_CT_01	1301.29	3.92499E-05	0.60	64.15
SC_CT_02	2089.08	2.88763E-05	0.60	63.93
SC_CT_03	3827.48	2.27711E-05	0.60	64.10
SC_CT_04	6776.10	3.07156E-05	0.50	63.90
SC_SM_01	2161.65	3.51476E-05	0.60	67.70
SC_SM_02	2371.34	1.81008E-05	0.60	67.70
SC_SM_03	1913.07	2.8556E-05	0.60	67.20
SC_SM_04	2041.42	2.44159E-05	0.60	65.33
SC_SM_05	1734.20	3.51174E-05	0.60	67.20
SC_SM_06	1734.01	2.75175E-05	0.60	65.92
SC_SM_07	1618.36	3.38626E-05	0.60	64.20
SC_SM_08	1719.13	3.46701E-05	0.60	64.20
SC_SM_09	1671.56	3.41071E-05	0.60	67.70
SC_SM_10	2854.05	4.22991E-05	0.60	66.70
SC_SM_11	969.14	3.28924E-05	0.60	64.20
SC_SM_12	4429.98	3.06336E-05	0.60	64.20
SC_SM_13	4082.56	2.67664E-05	0.60	64.01
SC_SM_14	3048.72	2.12981E-05	0.60	65.20
SC_ML_01	4187.04	2.77635E-05	0.60	64.00
SC_ML_02	3301.18	3.07408E-05	0.60	64.00

SC_ML_03	1096.15	7.55977E-05	0.60	65.90
SC_ML_04	6334.17	3.17251E-05	0.60	63.80
SC_ML_05	1712.72	6.51919E-05	0.60	65.90
SC_ML_06	4187.04	2.77635E-05	0.60	64.00
SC_ML_07	4187.04	2.77635E-05	0.60	64.00
SC_ML_08	4187.04	2.77635E-05	0.60	64.00
SC_ML_09	4187.04	2.77635E-05	0.60	64.00
SC_SL_01	4358.13	2.36113E-05	0.60	68.20
SC_SL_02	3741.11	1.12065E-05	0.60	66.20

Las obras planteadas consisten en la ejecución de una serie de canales que a la vez que permite un saneamiento de las actuales áreas de aporte de los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María y además suman parte de las actuales áreas de aporte de los esteros Maloyas, Cañada del Toro y San Lorenzo. Las trazas de dichos canales son esquematizadas en la Figura siguiente, en tanto que sus dimensiones son indicadas en las Tabla presentada a continuación.

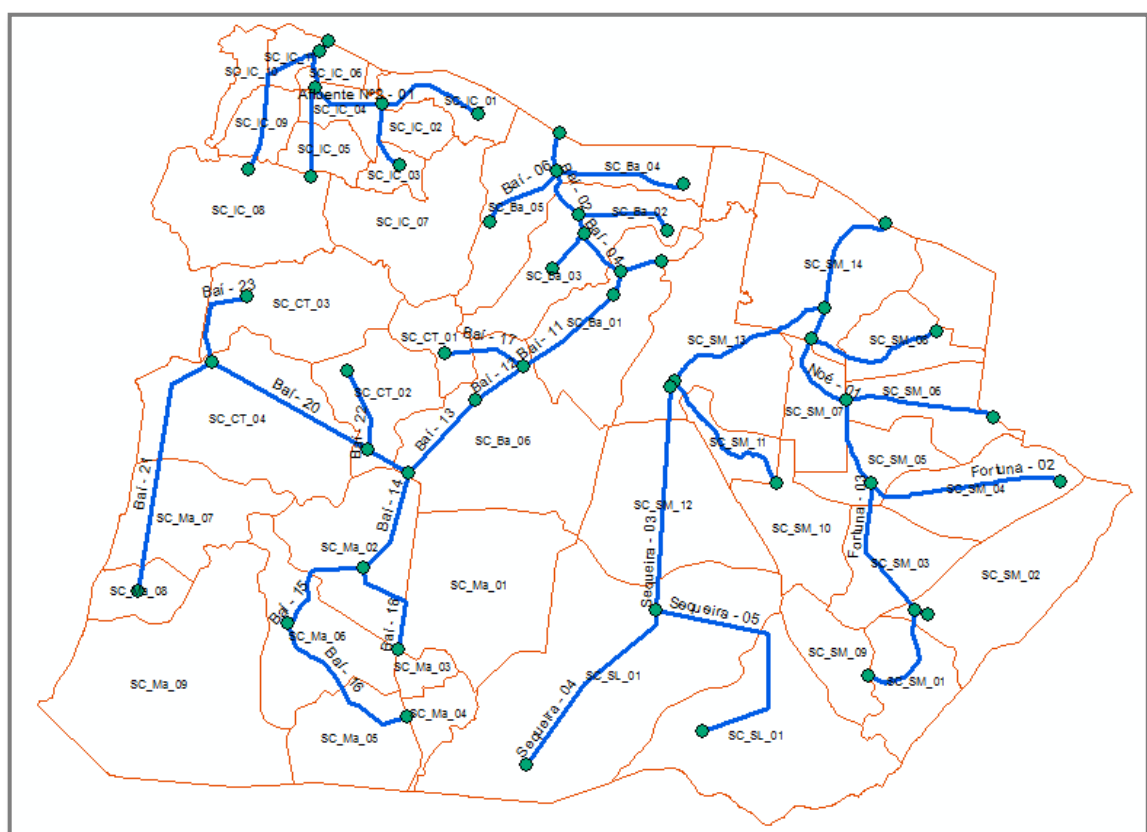


Figura 114. Esquema de Canales – Situación de Proyecto

Tabla 103. Parámetros para tránsito de crecientes

Designación Tramo	Descarga	Longitud	Pendiente	Profundidad [m]		Ancho	Talud
		[m]	[m/m]	Inicial	Final	[m]	[H/V]
Afluente N°2 -02	Iribú Cuá	7210	0,00010	1,51	2,33	2,00	2/1
Afluente N°2 -03	Iribú Cuá	4500	0,00020	1,63	2,33	2,00	2/1
Afluente N°2 -01	Iribú Cuá	4775	0,00010	2,33	2,98	3,00	2/1
Iribú Cuá - 03	Iribú Cuá	5676	0,00090	2,60	6,61	2,00	2/1
Iribú Cuá - 02	Iribú Cuá	2524	0,00090	6,61	8,58	3,00	2/1
Afluente N°1	Iribú Cuá	9950	0,00075	1,31	8,57	2,00	2/1
Iribú Cuá - 01	Iribú Cuá	1027	0,0009	8,58	9,50	3,00	2/1
Baí - 21	Baí	16352	0,00005	1,60	2,72	5,00	2/1
Baí - 23	Baí	6246	0,00010	2,09	2,72	2,00	2/1
Baí - 20	Baí	11375	0,00005	2,72	4,38	8,00	2/1
Baí - 22	Baí	5413	0,00040	1,62	4,38	2,00	2/1
Baí - 19	Baí	3032	0,00005	4,38	4,04	11,00	2/1
Baí - 16	Baí	10854	0,00020	1,84	2,21	3,00	2/1
Baí - 15	Baí	7335	0,00010	2,21	3,14	5,00	2/1
Baí - 18	Baí	6937	0,00025	1,91	3,14	7,00	2/1
Baí - 14	Baí	6936	0,00010	3,14	4,04	7,00	2/1
Baí - 13	Baí	6284	0,00010	4,04	4,86	18,00	2/1
Baí - 12	Baí	3732	0,00010	4,86	5,34	18,00	2/1
Baí - 17	Baí	5357	0,0006	1,82	5,33	2,00	2/1
Baí - 11	Baí	7356	0,00010	5,34	6,27	18,00	2/1
Baí - 05	Baí	1615	0,00030	6,27	7,26	18,00	2/1
Baí - 10	Baí	2731	0,00010	1,48	2,25	2,00	2/1
Baí - 04	Baí	3426	0,0003	7,26	8,09	18,00	2/1
Baí - 08	Baí	3000	0,00010	1,49	2,59	2,00	2/1
Baí - 03	Baí	1233	0,0003	8,09	8,26	18,00	2/1
Baí - 09	Baí	6292	0,00010	1,53	2,26	2,00	2/1
Baí - 02	Baí	3538	0,0003	8,26	8,22	18,00	2/1
Baí - 06	Baí	5597	0,00010	1,16	2,22	3,00	2/1
Baí - 07	Baí	8292	0,0001	2,09	2,24	3,00	2/1
Baí - 01	Baí	2612	0,00030	8,22	9,50	18,00	2/1
Sequeira - 04	Santa María	13124	0,00018	1,74	3,10	8,00	2/1
Sequeira - 05	Santa María	16512	0,00018	1,63	3,10	8,00	2/1
Sequeira - 03	Santa María	14284	0,00020	3,10	4,36	10,00	2/1
Avalos - 01	Santa María	10683	0,00040	1,83	4,50	3,00	2/1
Sequeira - 02	Santa María	482	0,00030	4,36	4,50	10,00	2/1
Sequeira - 01	Santa María	11239	0,00030	4,50	8,48	12,00	2/1
Fortuna - 05	Santa María	7108	0,00010	1,40	2,11	7,00	2/1

Fortuna - 04	Santa María	942	0,00030	1,83	2,11	4,00	2/1
Fortuna - 03	Santa María	9254	0,00030	2,11	4,38	7,00	2/1
Fortuna - 02	Santa María	12557	0,00020	1,87	4,38	3,00	2/1
Fortuna - 01	Santa María	5742	0,00030	4,38	5,71	10,00	2/1
Noé - 02	Santa María	9663	0,00050	2,28	5,71	3,00	2/1
Noé - 01	Santa María	5626	0,00050	5,71	7,92	10,00	2/1
Capiaty - 01	Santa María	9099	0,00010	2,01	2,92	3,00	2/1
Santa María - 02	Santa María	2112	0,00050	7,92	8,48	10,00	2/1
Santa María - 01	Santa María	8047	0,00050	8,48	12,00	20,00	2/1

En la Figura siguiente se ilustra el modelo hidrológico planteado para la Situación de Proyecto.

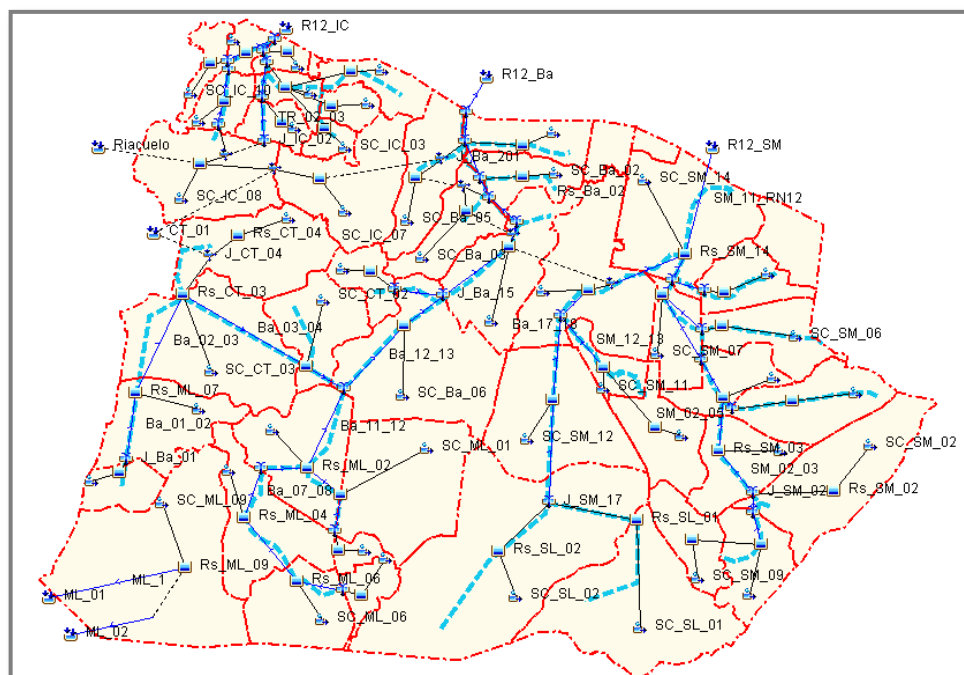


Figura 115. Modelo Hidrológico – Situación de Proyecto

Con la ejecución de los canales proyectados se modificaría la relación entre el nivel de agua y caudal erogado, pero también la relación entre el primero y la superficie de inundación, por cuanto a que la solera del canal que surca una subcuenca dada generará una superficie inundada igual a la superficie proyectada sobre las subcuencas. Por tanto, las curvas de Nivel de Agua versus Superficie inundada utilizadas en los reservorios de la modelación para un escenario “Con Proyecto”, presentaron la forma indicada en la Figura siguiente.

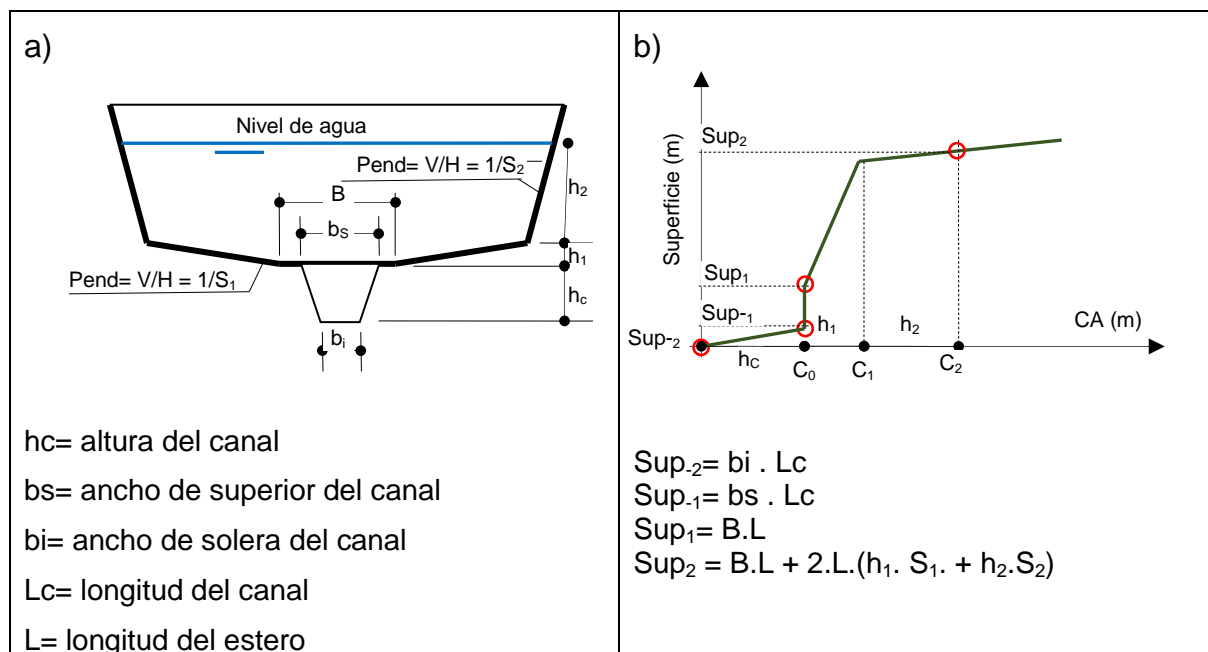


Figura 116. Esquema de los esteros utilizados para la modelación – Con Proyecto

VII. 4. 1. Superficies de Inundación obtenidas por el Modelo Hidrológico

El modelo hidrológico comprendió la interacción de un conjunto de subcuencas donde cada una de estas descarga a su reservorio, este simula el comportamiento de los bañados, esteros y lagunas típicos del paisaje que se observa en la zona de estudio.

Estos cuerpos de agua laminan los volúmenes excedentes morigerando los caudales picos que descargan al sistema de canales actuales en virtud de su capacidad de almacenamiento. Para simular este comportamiento hidráulico se establecieron, para cada reservorio, una curva superficie inundada versus nivel de agua y otra de caudal de descarga versus nivel de agua.

El modelo hidrológico arrojó resultados de niveles agua alcanzados para cada simulación (Escenarios "Situación Actual" o "Con Proyecto" asociados a precipitaciones con distintas probabilidades de excedencia).

Así las superficies de inundación de cada subcuenca fueron determinadas a partir de los niveles de aguas arrojados por el modelo mediante la curva de superficie inundada versus nivel de agua.

Los excedentes de los reservorios se establecieron mediante curvas de caudal de descarga versus nivel de agua. Estos excedentes luego son descargados a una serie de canales cuya configuración depende del escenario analizado (Situación Actual o Con Proyecto).

Las curvas caudal descargado versus nivel de agua depende de las dimensiones del canal, por tanto, se establecieron dos de estas curvas para cada subcuenca, una para escenario "Situación Actual" y la restante para el escenario "Con Proyecto".

A continuación se describe el modelo hidrológico y la metodología utilizados para obtener las superficies de inundación en cada escenario de análisis, utilizando como ejemplo la subcuenca SC_SL_12 cuya ubicación se pueden ver en las Figura siguientes.

Para determinar los volúmenes y caudales de escorrentía se utilizó el método de curva número (CN), descrito en el apartado V.1.6. Modelo de Transformación Lluvia-Caudal. Calibración. En el caso de la subcuenca SC_SL_02 el valor de CN_{III} es de 85 y el $TLAG = 8032$ min, valores invariantes para ambos escenarios por tanto los caudales de escorrentía arrojados por el modelo fueron idénticos ante una misma precipitación.

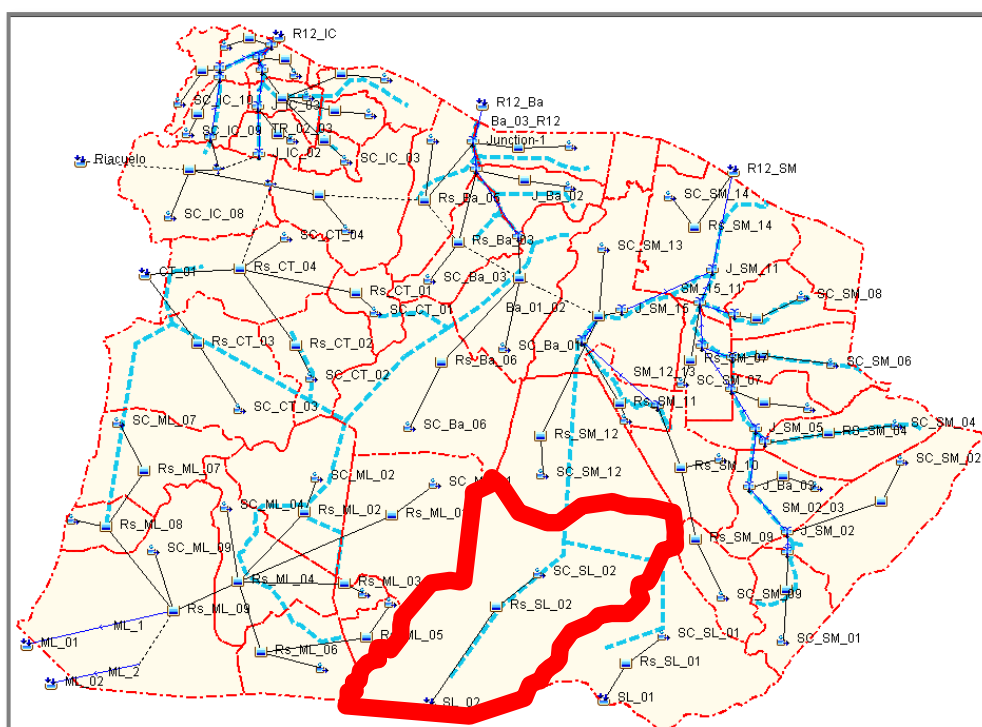


Figura 117. Modelo Hidrológico - Escenario Situación Actual

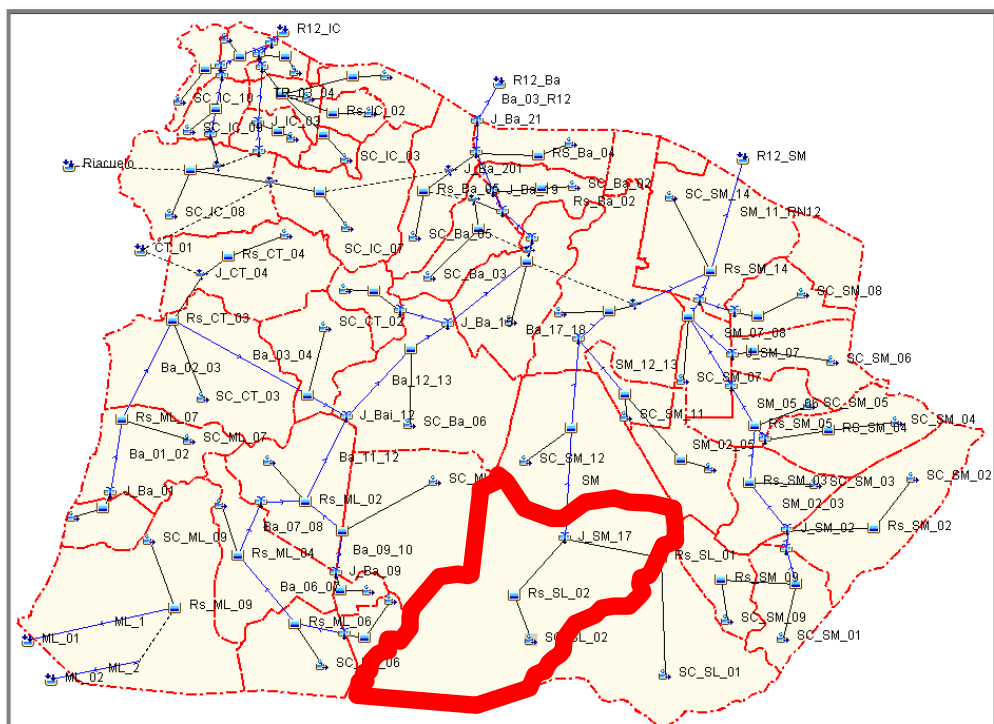


Figura 118. Modelo Hidrológico - Escenario Con Proyecto

Al efecto en las siguientes Figuras se ilustran los hidrograma de la cuenca SC_SL_02 para una tormenta de 2 años de recurrencia y escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto", respectivamente.

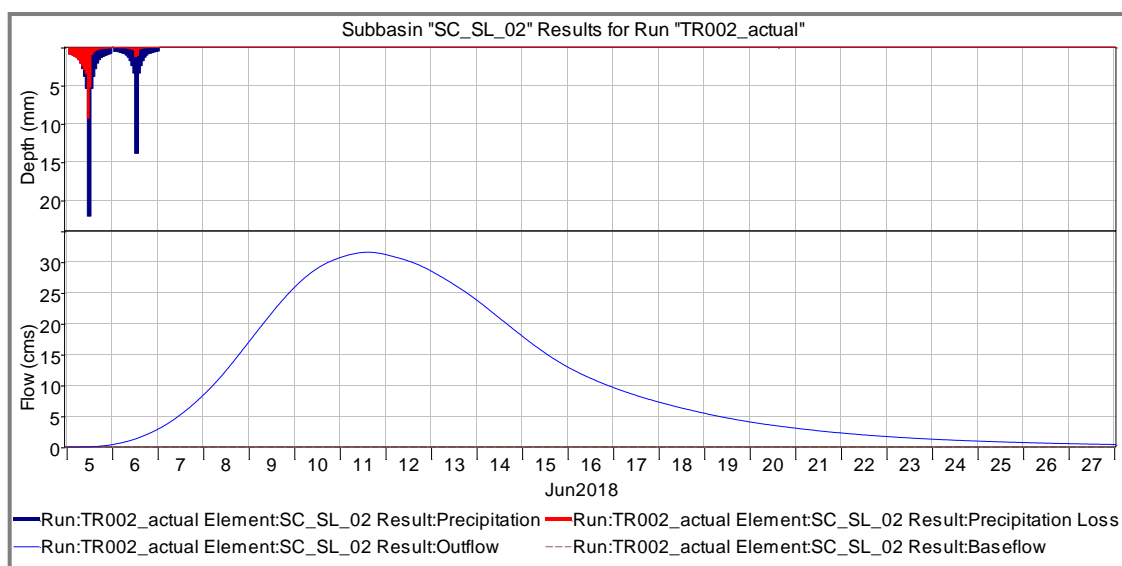


Figura 119. Hidrograma cuenca SC_SL_02 - Situación Actual - TR = 2 años

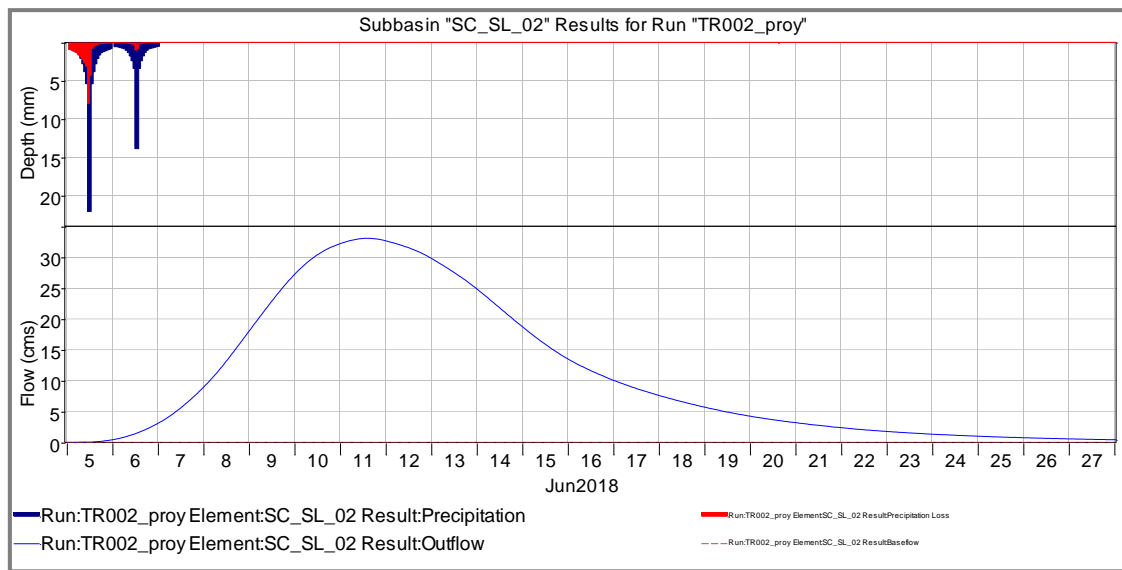


Figura 120. Hidrograma cuenca SC_SL_02 - Con Proyecto - TR = 2 años

Tal como puede verse en las Figuras 117 y 118, la cuenca SC_SL_02 descarga en el reservorio Rs_SL_02 que fue analizado mediante el método de Puls, incluido en el programa HEC - HMS. Este método demanda como datos a: i) el hidrograma de ingreso al reservorio (Figuras 119 y 120), ii) la curva de almacenamiento vs elevación (asociada a la curva de sup. inundada versus nivel de agua y iii) la curva de elevación versus descarga (Linsley et al, 1977)²².

El método parte de la relación de balance de masas (Ecuación siguiente)

$$I - O = \Delta S \quad (VII-1)$$

Donde:

I: Caudal afluente

O: Caudal efluente

S: Almacenamiento

Para dar una forma más conveniente al tránsito de avenidas generalmente se supone que el promedio de los flujos al comienzo y al final de un intervalo pequeño de tiempo "t" es igual al flujo promedio de este período. Usando subíndices 1 y 2 para indicar condiciones de inicio y final del intervalo la Ecuación anterior puede escribirse en la Ecuación siguiente.

²² Linsley RK, Kohler MA, Paulus JLH. 1977. Hidrología para ingenieros. Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición. Bogotá, Colombia.

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \cdot t + \frac{O_1 + O_2}{2} \cdot t = S_2 - S_1 \quad (VII-2)$$

Considerando los datos exigidos por el método, en un embalse, la Ecuación anterior puede desarrollarse en la Ecuación siguiente.

$$I_1 + I_2 + \left(\frac{2S}{t} - O_1 \right) = \frac{2S_2}{t} + O_2 \quad (VII-3)$$

La ecuación anterior se utilizó para determinar los caudales de salida del reservorio en distintos intervalos de tiempo.

Las curvas de superficie inundada versus nivel de agua se trazaron considerando los esteros como de sección cuasi rectangular, tal como la indicada en la Figura 121.a, con pendiente de solera muy baja en los primeros 20 cm de altura para luego aumentar considerablemente la misma a alturas mayores. Por tanto, las curvas presentaron una forma similar a la indicada en la Figura 121.b.

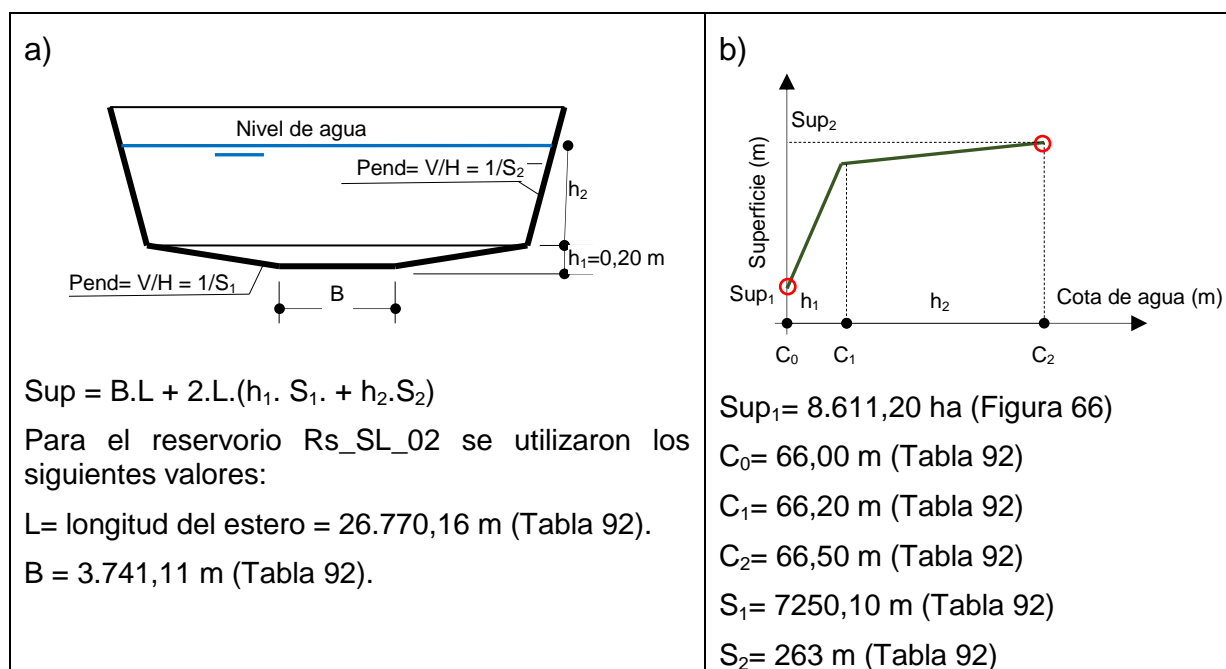


Figura 121. Esquema de los esteros utilizados para la modelación

Por ejemplo, si el nivel de agua alcanza un valor de 66,40 m en el reservorio Rs_SL_02 (SC_SL_02), la superficie inundada será la siguiente:

$$\text{Sup} = 8611 \text{ ha} + 2 \times 26770,16 \text{ m} \cdot [7250,1 \times (66,2 - 66) \text{ m} + 263 \times (66,4 - 66,2) \text{ m}] / 100^2$$

$$\text{Sup} = 16.656 \text{ ha}$$

Con la ejecución de los canales proyectados se modificaría la relación entre el nivel de agua y el caudal erogado, pero también la relación entre el primero y la superficie de inundación. En efecto, la superficie de la solera del canal que surca una subcuenca dada generará una superficie inundada, de forma que las curvas de Nivel de Agua versus Superficie inundada utilizadas en los reservorios de la modelación para un escenario "Con Proyecto", presentaron la forma indicada en la Figura siguiente.

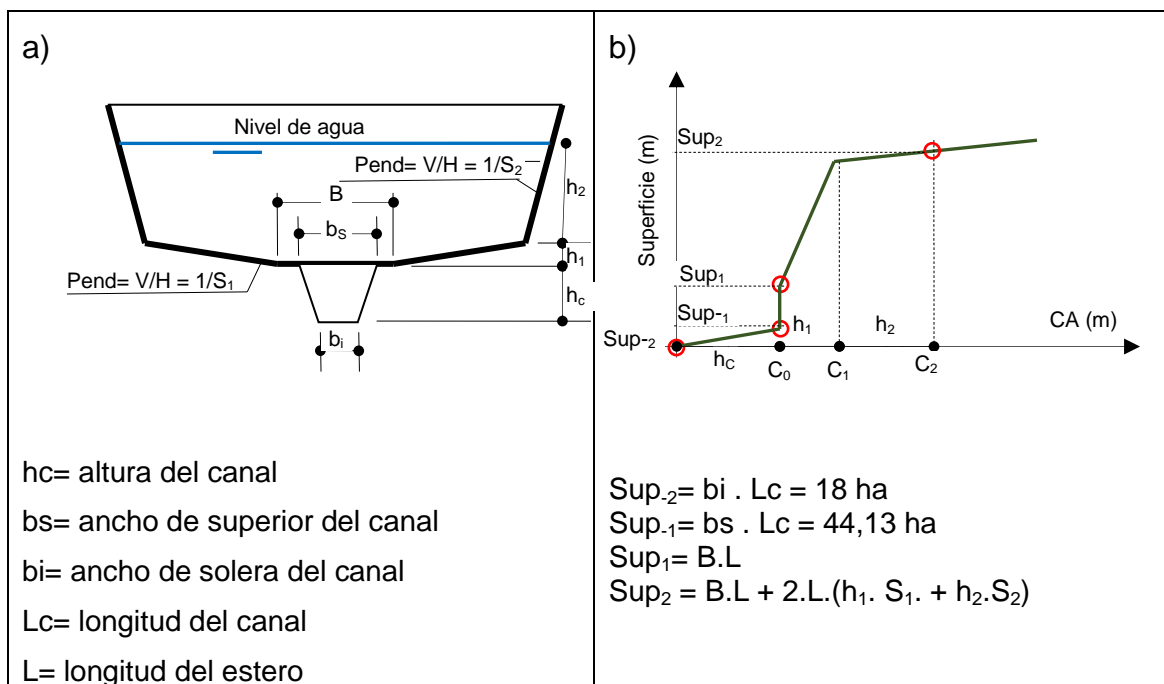


Figura 122. Esquema de los esteros utilizados para la modelación – Con Proyecto

En las Figuras siguientes se ilustran las curvas de superficie de inundación versus nivel de agua del Reservoir Rs_SL_02 (subcuenca SC_SL_02) para los escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto", respectivamente.

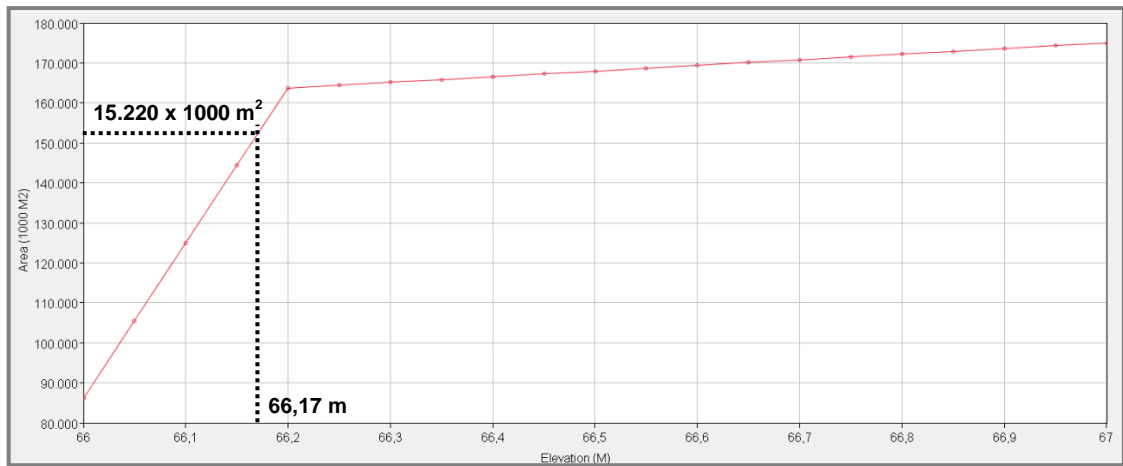


Figura 123. Curva Nivel de agua vs superficie de inundación del Rs_SL_02 - Situación Actual.

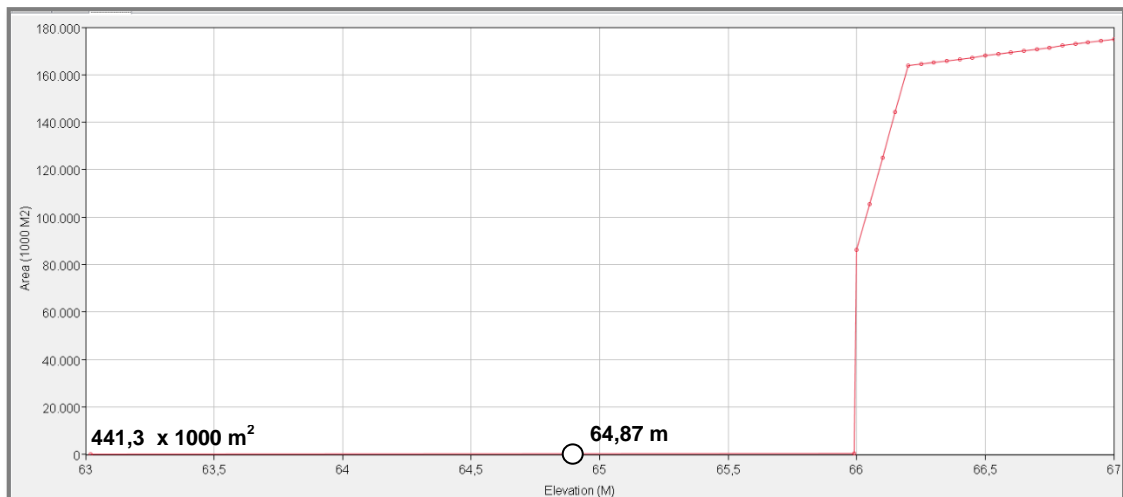


Figura 124. Curva Nivel de agua vs superficie de inundación del Rs_SL_02 - Con Proyecto.

Las curvas de caudal de descarga versus nivel de agua se trazaron considerando que la sección de control de la descarga de los reservorios (bañados, esteros o lagunas) estará reglada por un canal de sección rectangular y ancho igual a la relación entre superficie de la cuenca y la longitud del recorrido del agua desde el punto más alejado a su descarga. Así las curvas se materializaron a partir de la expresión de Chezy - Manning (Ecuación VII-4).

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot RH^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (VII-4)$$

Dónde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning;

Q: caudal de descarga (m³/s);

A: área transversal del canal (m^2);

RH: radio hidráulico del canal (m)

i: pendiente del canal (m/m) = $1,12 \times 10^{-05}$ m/m (para SC_SL_02)

En la Figura siguiente se observa la curva de elevación versus descarga para el Escenario "Situación Actual" del Reservoir Rs_SL_02.

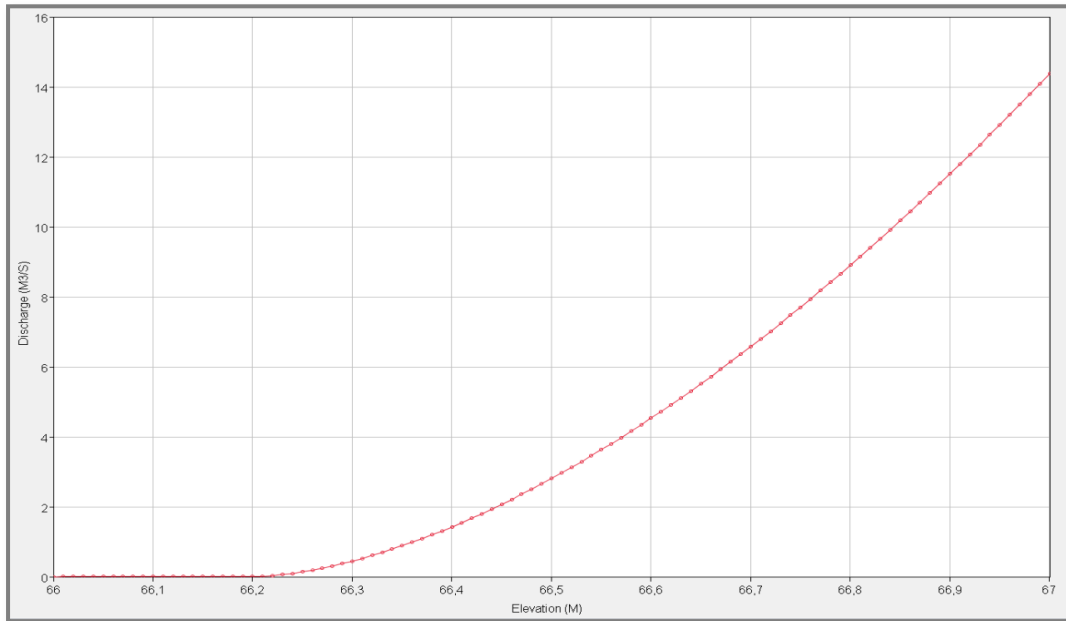


Figura 125. Curva Nivel de agua vs Descarga del Rs_SL_02 - Situación Actual.

Las obras planteadas consisten en la ejecución de una serie de canales que permite un saneamiento de las áreas de la zona de estudio. Por tanto, ante el escenario Con Proyecto, las curvas de elevación versus descarga se modifican considerando la materialización de los canales de saneamiento que permiten la evacuación de los excedentes de cada subcuenca.

Así, la curva de descarga del reservorio Rs_SL_02 para el escenario "Con Proyecto" fue la indicada en la Figura siguiente.

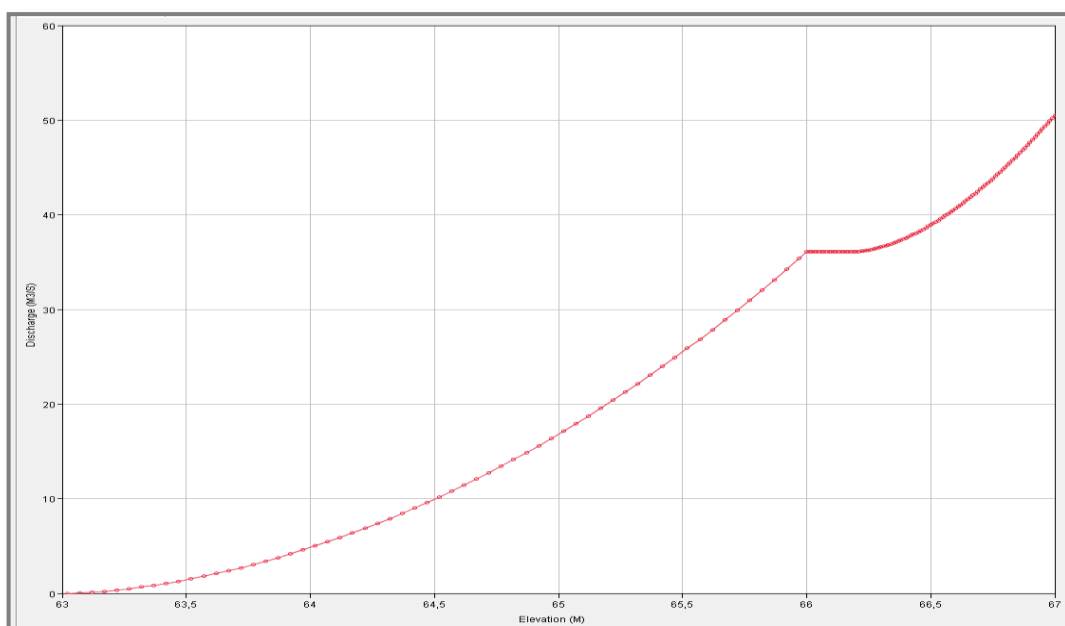


Figura 126. Curva Nivel de agua vs Descarga del Rs_SL_02 - Con Proyecto.

El modelo hidrológico arrojó, entre otros resultados, de cada reservorio los caudales de ingreso, los caudales de descarga y los niveles del agua alcanzado en cada instante del periodo de simulación, tal como puede observarse en las Figuras siguientes para los escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto", respectivamente.

Mediante estas variables fue posible establecer los niveles de permanencia máxima de agua durante 7 días, que para el Reservorio Rs_SL_02 fue de 66,17 m ante "Situación Actual" y 64,87 m ante el escenario "Con Proyecto".

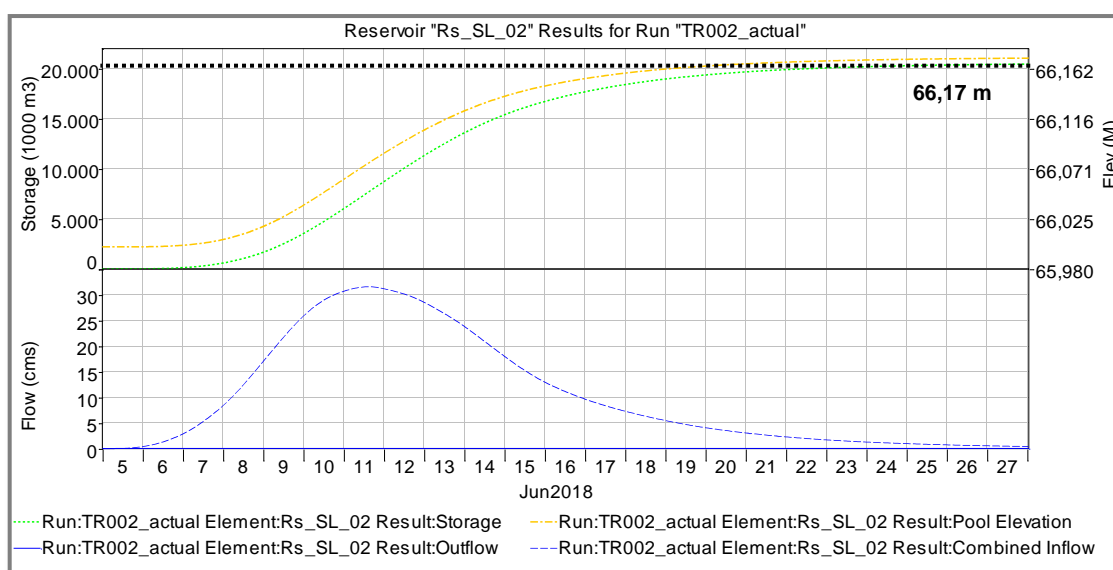


Figura 127. Resultados del modelo hidrológico - Rs_SL_02 - Situación Actual

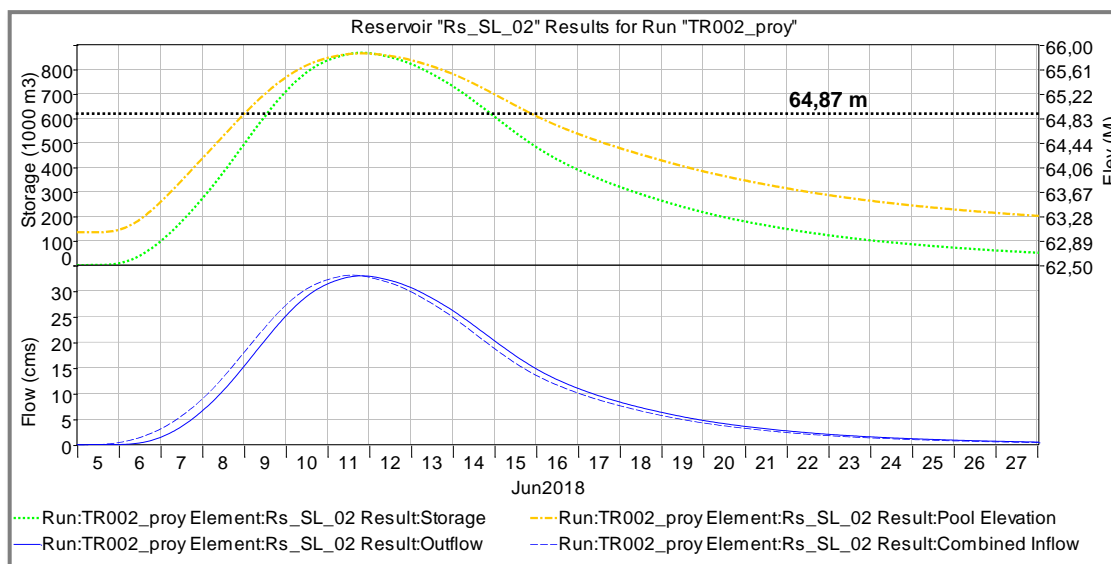


Figura 128. Resultados del modelo hidrológico - Rs_SL_02 - Con Proyecto.

Con respecto a la superficie inundada correspondiente, estos resultados se materializaron de observar la vinculación de los niveles de inundación mencionados en la Curva Nivel de agua vs superficie de inundación del correspondiente reservorio, tal como pueden observarse en las Figuras 123 y 124.

Luego, la modelación hidrológica utilizada indica que los reservorios descargarán a un sistema de canales cuya configuración depende de los escenarios de análisis. Así en el escenario "Con Proyecto" se cargó el entramado de los canales y arroyos existente con las secciones de cada tramo obtenidas del relevamiento oportunamente realizado y, en el escenario "Con Proyecto" se utilizó el entramado de canales adoptados de la Alternativa de proyecto considerada como más conveniente y las secciones de paso determinado para el proyecto de saneamiento.

VII. 4. 2. Análisis de Resultados

Como variable de análisis de comparación entre los escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto" se observaron las alturas máximas del nivel de agua durante 7 días de permanencia y su correspondiente superficie de inundación para eventos con distintas probabilidades de excedencia (2, 10, 50 y 100 años).

Los análisis comparativos se realizaron en función de los resultados arrojados por sendos escenarios para una misma tormenta, por ejemplo, ante una tormenta de diseño de 10 años de recurrencia se observaron las superficies inundadas arrojados por este evento ante la "Situación Actual" y ante el escenario "Con Proyecto" de la diferencia de ambas superficies se obtuvo la superficie que sanearía el proyecto ante un evento de 10 años de recurrencia.

En la Figura siguiente se indican las superficies que se anegarían en sendos escenarios ante eventos de distintos tiempos de recurrencia.

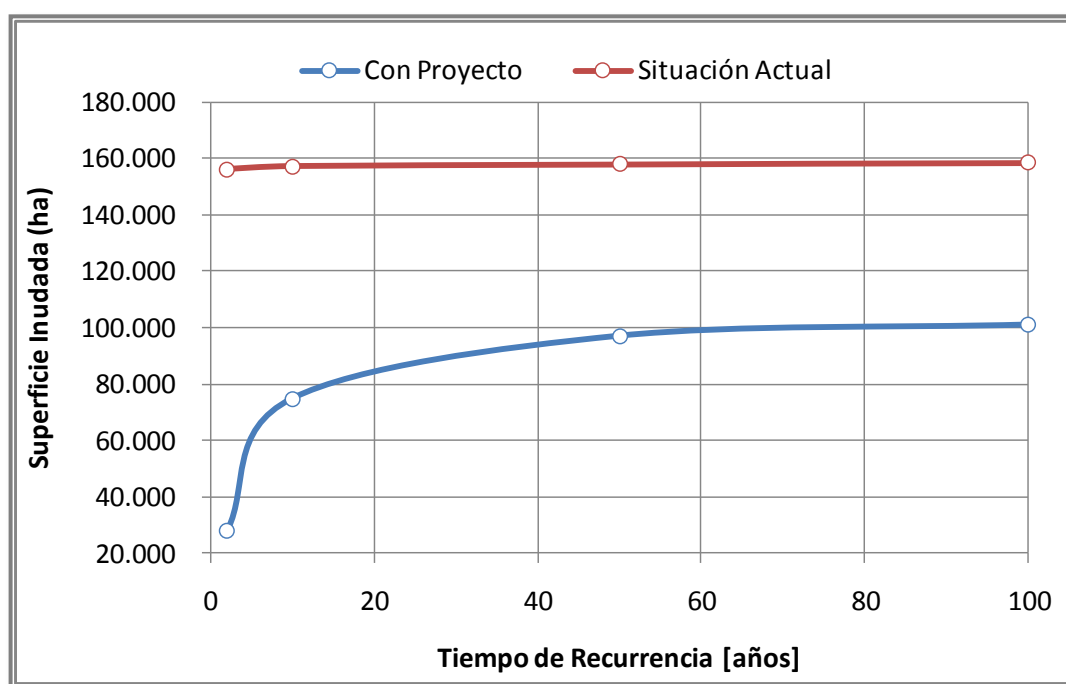


Figura 129. Superficies inundadas en escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto"

En las Tablas siguientes se detallan las áreas saneadas con el presente proyecto que surgen de la diferencia entre áreas de inundaciones generadas para los distintos escenarios.

Tabla 104. Niveles de agua y superficies inundadas máximas alcanzadas durante 7 días - TR= 2 años

Subcuencas	Cuenca	Actual		Proyecto		Superficie a sanear (ha)
		Nivel Máx (m)	Sup. Inundada (ha)	Nivel Máx. (m)	Sup. Inundada (ha)	
SC_Ba_01	Baí	64,15	4.825,57	62,56	41,12	4.784,45
SC_Ba_02	Baí	64,18	1.807,40	64,00	10,36	1.797,04
SC_Ba_03	Baí	64,17	2.300,34	64,02	1.266,13	1.034,21
SC_Ba_04	Baí	64,22	1.561,59	63,51	15,29	1.546,30
SC_Ba_05	Baí	64,18	2.884,84	62,02	8,73	2.876,11
SC_Ba_06	Baí	64,13	9.065,08	63,44	44,12	9.020,96
SC_ML_01	Baí	63,96	7.632,84	63,85	5.422,03	2.210,82
SC_ML_02	Baí	63,94	5.358,09	63,17	26,20	5.331,89

SC_ML_03	Baí	65,93	508,32	62,39	0,00	508,32
SC_ML_04	Baí	63,76	4.777,23	63,68	4.017,71	759,53
SC_ML_05	Baí	65,94	956,48	65,7	360,27	596,21
SC_ML_06	Baí	65,9	3.019,17	63,15	8,25	3.010,91
SC_ML_07	Baí	63,89	4.167,41	63,74	2.173,35	1.994,06
SC_ML_08	Baí	63,23	1.735,68	61,96	2,53	1.733,15
SC_CT_01	Baí	64,14	1.099,87	61,69	1,70	1.098,17
SC_CT_02	Baí	63,91	3.236,16	63,84	2.508,92	727,24
SC_CT_03	Baí	64,09	7.548,86	63,88	41,60	7.507,26
SC_CT_04	Baí	63,9	5.472,35	63,8	4.632,38	839,96
Sub Total	Baí		7.957,26		20.580,68	47.376,58
SC_SL_01	Santa María	68,18	7.060,03	65,52	13,10	7.046,93
SC_SL_02	Santa María	66,17	15,210,05	64,87	44,13	15.165,92
SC_SM_01	Santa María	67,75	2.032,82	67,56	1183,10	849,72
SC_SM_02	Santa María	67,68	4.961,89	63,36	24,07	4.937,82
SC_SM_03	Santa María	67,21	3.444,25	64,54	18,08	3.426,17
SC_SM_04	Santa María	65,31	3.843,61	63,01	13,83	3.829,77
SC_SM_05	Santa María	67,20	2.649,01	62,76	22,14	2.626,87
SC_SM_06	Santa María	65,92	2.759,01	60,89	25,00	2.734,01
SC_SM_07	Santa María	64,19	2.623,32	59,19	18,95	2.604,38
SC_SM_08	Santa María	64,24	1.912,30	58,34	16,99	1.895,31
SC_SM_09	Santa María	67,69	2.246,28	67,48	0,00	2.246,28
SC_SM_10	Santa María	66,66	3.421,07	64,67	0,00	3.421,07
SC_SM_11	Santa María	64,19	1.607,70	60,88	14,81	1.592,89
SC_SM_12	Santa María	64,19	8.102,45	64,09	5.614,98	2.487,47
SC_SM_13	Santa María	64,13	6.483,59	62,31	373,89	6.109,70
SC_SM_14	Santa María	65,21	4.814,12	54,96	87,95	4.726,17
Sub Total	Santa María		73.171,51		7.471,03	65.700,48
SC_IC_01	Iribú Cuá	64,17	1.745,30	60,96	7,87	1.737,42
SC_IC_02	Iribú Cuá	63,16	1.011,76	60,83	2,26	1,009,50
SC_IC_03	Iribú Cuá	63,28	813,56	61,25	1,91	811,65
SC_IC_04	Iribú Cuá	63,62	990,46	56,82	20,63	969,83
SC_IC_05	Iribú Cuá	63,30	8.201,78	58,73	6,55	8.195,23
SC_IC_06	Iribú Cuá	63,22	521,63	54,42	9,42	512,21

SC_IC_09	Iribú Cuá	63,35	808,46	56,82	11,10	797,36
SC_IC_10	Iribú Cuá	62,80	778,11	57,18	1,54	776,58
SC_IC_11	Iribú Cuá	63,23	246,42	55,30	15,72	230,70
Sub Total	Iribú Cuá		15,117,48		77,00	15.040,48

Total			156,246,25		28,128,71	128.117,54
--------------	--	--	-------------------	--	------------------	-------------------

Tabla 105. Niveles de agua y superficies inundadas máximas alcanzadas durante 7 días - TR= 10 años

Subcuencas	Cuenca	Actual		Proyecto		Superficie a sanear (ha)
		Nivel Máx (m)	Sup. Inundada (ha)	Nivel Máx. (m)	Sup. Inundada (ha)	
SC_Ba_01	Baí	64,23	5.399,97	62,62	41,12	5.358,84
SC_Ba_02	Baí	64,27	1.874,75	64,1	1.557,67	317,08
SC_Ba_03	Baí	64,25	2.519,77	64,08	1.679,81	839,96
SC_Ba_04	Baí	64,31	1.563,76	64,1	1.272,10	291,66
SC_Ba_05	Baí	64,26	3.057,77	62,63	8,73	3.049,04
SC_Ba_06	Baí	64,20	9.621,71	64,01	8.110,85	1.510,86
SC_ML_01	Baí	64,03	8.447,34	63,94	7.230,87	1.216,47
SC_ML_02	Baí	64,02	5.868,37	63,84	4.518,82	1.349,55
SC_ML_03	Baí	66	510,93	62,39	0,00	510,93
SC_ML_04	Baí	63,86	5.171,86	63,82	5.161,95	9,91
SC_ML_05	Baí	66,01	969,04	65,7	360,27	608,77
SC_ML_06	Baí	66,01	3.052,64	63,36	82,55	2.970,09
SC_ML_07	Baí	63,97	4.324,47	63,86	3.768,60	555,86
SC_ML_08	Baí	63,32	1.916,87	63,15	1.531,79	385,08
SC_CT_01	Baí	64,25	1.130,98	61,87	1,69	1.129,28
SC_CT_02	Baí	64	3.191,07	63,97	3.173,43	17,64
SC_CT_03	Baí	64,18	7.839,22	64,03	6.205,05	1.634,18
SC_CT_04	Baí	64,01	5.530,79	63,86	5.136,36	394,43
Sub Total	Baí		71.991,31		49.841,67	22.149,64
SC_SL_01	Santa María	68,28	7.228,97	67,98	13,10	7.215,87
SC_SL_02	Santa María	66,25	16.444,95	66,00	8.611,20	7.833,75
SC_SM_01	Santa María	67,84	1.988,27	67,70	1.971,78	16,49
SC_SM_02	Santa María	67,78	5.128,95	63,36	24,07	5.104,88

SC_SM_03	Santa María	67,29	3.328,38	64,54	18,08	3.310,29
SC_SM_04	Santa María	65,39	4.079,12	65,18	2.469,91	1.609,21
SC_SM_05	Santa María	67,27	2.668,38	63,55	22,14	2.646,25
SC_SM_06	Santa María	66,01	2.809,44	60,89	25,00	2.784,44
SC_SM_07	Santa María	64,26	2.700,12	59,81	18,95	2.681,17
SC_SM_08	Santa María	64,33	1.942,83	58,35	16,99	1.925,84
SC_SM_09	Santa María	67,77	2.331,90	67,62	1.802,97	528,93
SC_SM_10	Santa María	66,73	3.855,08	64,67	0,00	3.855,08
SC_SM_11	Santa María	64,19	1.607,70	60,97	14,81	1.592,89
SC_SM_12	Santa María	64,26	8.369,05	64,28	8.375,01	-5,95
SC_SM_13	Santa María	64,20	7.683,97	62,34	373,89	7.310,08
SC_SM_14	Santa María	65,32	4.868,97	55,23	87,95	4.781,02
Sub Total	Santa María		77.036,09		23.845,84	53.190,25
SC_IC_01	Iribú Cuá	64,25	1.968,06	63,01	1.011,56	956,50
SC_IC_02	Iribú Cuá	63,24	1.118,64	60,85	2,26	1.116,38
SC_IC_03	Iribú Cuá	63,32	817,84	61,25	1,91	815,93
SC_IC_04	Iribú Cuá	63,72	1.006,07	57,90	20,63	985,44
SC_IC_05	Iribú Cuá	63,38	823,85	58,73	6,55	817,31
SC_IC_06	Iribú Cuá	63,30	542,73	54,42	9,42	533,31
SC_IC_09	Iribú Cuá	63,44	815,49	58,68	11,10	804,38
SC_IC_10	Iribú Cuá	62,89	830,61	57,18	1,54	829,07
SC_IC_11	Iribú Cuá	63,26	259,92	55,43	15,72	244,20
Sub Total	Iribú Cuá		8.183,21		1.080,69	7102,53
Total			157.210,61		74.768,20	82.442,41

Tabla 106. Niveles de agua y superficies inundadas máximas alcanzadas durante 7 días - TR= 50 años

Subcuencas	Cuenca	Actual		Proyecto		Superficie a sanear (ha)
		Nivel Máx (m)	Sup. Inundada (ha)	Nivel Máx. (m)	Sup. Inundada (ha)	
SC_Ba_01	Baí	64,29	5.413,23	62,86	41,12	5.372,11
SC_Ba_02	Baí	64,33	1.878,96	64,17	1.776,18	102,78
SC_Ba_03	Baí	64,31	2.534,89	64,13	2.024,55	510,34
SC_Ba_04	Baí	64,37	1.565,20	64,19	1.532,21	33,00

SC_Ba_05	Baí	64,33	3.076,94	63,09	8,73	3.068,21
SC_Ba_06	Baí	64,26	9.647,78	64,06	8.508,44	1.139,34
SC_ML_01	Baí	64,09	8.468,48	64,01	8.440,30	28,18
SC_ML_02	Baí	64,07	5.885,16	63,92	5.190,24	694,92
SC_ML_03	Baí	66,03	512,05	62,39	-	512,05
SC_ML_04	Baí	63,94	5.191,68	63,91	5.184,25	7,43
SC_ML_05	Baí	66,06	978,02	65,7	360,27	617,75
SC_ML_06	Baí	66,08	3.073,94	65,7	1.903,86	1.170,08
SC_ML_07	Baí	64,03	4.345,13	63,93	4.310,69	34,45
SC_ML_08	Baí	63,38	1.925,23	63,21	1.684,71	240,52
SC_CT_01	Baí	64,31	1.147,95	63,91	507,66	640,28
SC_CT_02	Baí	64,06	3.226,35	64,05	3.220,47	5,88
SC_CT_03	Baí	64,24	7.889,02	64,11	7.781,12	107,90
SC_CT_04	Baí	64,08	5.567,99	63,91	5.477,66	90,33
Sub Total	Baí		72.327,99		57.952,46	14.375,53
SC_SL_01	Santa María	68,35	7.265,61	68,06	6.297,68	967,93
SC_SL_02	Santa María	66,31	16.529,44	66,06	10.940,20	5.589,24
SC_SM_01	Santa María	67,91	1.996,51	67,78	1.981,20	15,31
SC_SM_02	Santa María	67,85	5.159,11	63,37	24,07	5.135,05
SC_SM_03	Santa María	67,34	3.345,71	64,58	18,08	3.327,63
SC_SM_04	Santa María	65,45	4.103,31	65,25	3.209,59	893,71
SC_SM_05	Santa María	67,32	2.682,22	63,58	22,14	2.660,09
SC_SM_06	Santa María	66,07	2.843,07	60,89	25,00	2.818,07
SC_SM_07	Santa María	64,31	2.714,65	59,84	18,95	2.695,70
SC_SM_08	Santa María	64,39	1.963,18	58,35	16,99	1.946,19
SC_SM_09	Santa María	67,82	2.347,82	67,69	2.246,28	101,54
SC_SM_10	Santa María	66,79	3.872,02	66,48	-	3.872,02
SC_SM_11	Santa María	64,31	1.680,39	63,20	14,81	1.665,58
SC_SM_12	Santa María	64,31	8.383,94	64,40	8.410,73	-26,79
SC_SM_13	Santa María	64,25	7.704,26	64,00	4.254,30	3.449,96
SC_SM_14	Santa María	65,40	4.908,86	56,08	87,95	4.820,91
Sub Total	Santa María		77.500,10		37.567,98	39.932,12
SC_IC_01	Iribú Cuá	64,31	1.972,93	63,09	1.378,43	594,50
SC_IC_02	Iribú Cuá	63,29	1.122,76	60,87	2,26	1.120,49

SC_IC_03	Iribú Cuá	63,34	819,98	61,26	1,91	818,07
SC_IC_04	Iribú Cuá	63,79	1.017,00	57,90	20,63	996,37
SC_IC_05	Iribú Cuá	63,43	826,15	58,73	6,55	819,61
SC_IC_06	Iribú Cuá	63,34	553,28	54,42	9,42	543,86
SC_IC_09	Iribú Cuá	63,50	820,17	58,76	11,10	809,07
SC_IC_10	Iribú Cuá	62,94	849,64	57,18	1,54	848,10
SC_IC_11	Iribú Cuá	63,28	260,75	55,51	15,72	245,03
Sub Total	Iribú Cuá		8.242,66		1.447,55	6.795,11

Total			158.070,75		96.967,99	61.102,76
--------------	--	--	-------------------	--	------------------	------------------

Tabla 107. Niveles de agua y superficies inundadas máximas alcanzadas durante 7 días -TR=100 años

Subcuencas	Cuenca	Actual		Proyecto		Superficie a sanear (ha)
		Nivel Máx (m)	Sup. Inundada (ha)	Nivel Máx. (m)	Sup. Inundada (ha)	
SC_Ba_01	Baí	64,32	5.419,86	62,87	41,12	5.378,74
SC_Ba_02	Baí	64,36	1.881,07	64,2	1.869,83	11,24
SC_Ba_03	Baí	64,34	2.542,44	64,15	2162,44	380,00
SC_Ba_04	Baí	64,4	1.565,92	64,23	1.561,83	4,09
SC_Ba_05	Baí	64,36	3.085,16	63,97	8,73	3.076,42
SC_Ba_06	Baí	64,36	9.691,23	64,09	8.747,00	944,23
SC_ML_01	Baí	64,11	8.475,52	64,04	8.450,86	24,66
SC_ML_02	Baí	64,1	5.895,23	63,96	5.525,95	369,28
SC_ML_03	Baí	66,05	512,79	63,35	0,00	512,79
SC_ML_04	Baí	63,98	5.201,59	63,95	5.194,16	7,43
SC_ML_05	Baí	66,08	981,61	65,7	360,27	621,34
SC_ML_06	Baí	66,12	3.086,12	65,73	2.071,16	1.014,96
SC_ML_07	Baí	64,07	4.358,91	63,96	4.321,02	37,89
SC_ML_08	Baí	63,42	1.930,81	63,24	1.761,17	169,64
SC_CT_01	Baí	64,35	1.159,26	63,96	660,53	498,73
SC_CT_02	Baí	64,09	3.243,99	64,08	3.238,11	5,88
SC_CT_03	Baí	64,27	7.913,92	63,93	3.965,36	3.948,56
SC_CT_04	Baí	64,12	5.589,24	63,93	5.488,29	100,95
Sub Total	Baí		72.534,67		55.427,83	17.106,84

SC_SL_01	Santa María	68,39	7.286,55	68,1	6.551,80	734,75
SC_SL_02	Santa María	66,34	16.571,68	66,09	12.104,71	4.466,98
SC_SM_01	Santa María	67,94	2.000,05	67,81	1.984,74	15,31
SC_SM_02	Santa María	67,89	5.176,35	63,37	24,07	5.152,28
SC_SM_03	Santa María	67,37	3.356,11	64,77	18,08	3.338,03
SC_SM_04	Santa María	65,48	4.115,40	65,29	3.632,27	483,13
SC_SM_05	Santa María	67,34	2.687,76	63,87	22,14	2.665,62
SC_SM_06	Santa María	66,10	2.859,88	60,89	25,00	2.834,88
SC_SM_07	Santa María	64,33	2.720,46	60,65	18,95	2.701,51
SC_SM_08	Santa María	64,42	1.973,36	58,35	16,99	1.956,37
SC_SM_09	Santa María	67,85	2.357,37	67,71	2.312,79	44,58
SC_SM_10	Santa María	66,81	3.877,67	66,53	2.038,07	1.839,60
SC_SM_11	Santa María	64,34	1.687,78	64,45	1.714,87	-27,09
SC_SM_12	Santa María	64,34	8.392,87	64,45	8.425,62	-32,75
SC_SM_13	Santa María	64,28	7.716,43	64,05	5.111,72	2.604,71
SC_SM_14	Santa María	65,44	4.928,81	56,41	87,95	4.840,86
Sub Total	Santa María		77.708,52		44.089,75	33.618,77
SC_IC_01	Iribú Cuá	64,33	1.974,55	63,13	1.561,86	412,69
SC_IC_02	Iribú Cuá	63,31	1.124,40	60,87	2,26	1.122,14
SC_IC_03	Iribú Cuá	63,35	821,05	61,27	1,91	819,14
SC_IC_04	Iribú Cuá	63,84	1.024,80	57,90	20,63	1.004,18
SC_IC_05	Iribú Cuá	63,45	827,07	58,73	6,55	820,53
SC_IC_06	Iribú Cuá	63,37	561,20	54,42	9,42	551,78
SC_IC_09	Iribú Cuá	63,53	822,51	58,80	11,10	811,41
SC_IC_10	Iribú Cuá	62,96	857,26	55,55	1,54	855,72
SC_IC_11	Iribú Cuá	63,29	261,16	55,55	15,72	245,44
Sub Total	Iribú Cuá		8.274,01		1.630,99	6.643,02
Total			158.517,19		101.148,57	57.368,62

VII. 5. Modelación Hidráulica

La modelación hidráulica a fin de observar el funcionamiento de los canales de saneamiento prediseñados en el apartado anterior se realizó utilizando el programa computacional HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center –River Analysis System), en su versión 4.1.0, desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers.

El objetivo de esta modelación es estimar los perfiles hidráulicos resultantes del tránsito de los caudales obtenidos mediante el modelos hidrológico sobre los distintos tramos de canales y, de esta manera, estimar los tiempos de anegamiento que pudieran ocurrir ante las condiciones de análisis.

La modelación numérica efectuada por este programa permite realizar un análisis de flujo permanente unidimensional (1D), gradualmente variado, en cauces naturales con secciones transversales de cualquier geometría, basándose en la solución numérica de la ecuación diferencial de flujo gradualmente variado para cauces de secciones no prismáticas.

El cálculo del perfil hidráulico se realiza de manera iterativa de una sección a otra, resolviendo la ecuación de la energía a través del “Método de paso estándar”. La ecuación de la energía se puede escribir como:

$$y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e \quad (VII-5)$$

donde:

y_1, y_2 : profundidad del agua en las secciones transversales 1 y 2.

z_1, z_2 : elevación del canal principal en las secciones 1 y 2.

V_1, V_2 : Velocidad promedio en las secciones 1 y 2 ($= Q/A$).

α_1, α_2 : Coeficientes de Coriolis.

g : Aceleración de la gravedad.

h_e : pérdida de carga (energía por unidad de peso)

En la siguiente Figura se muestra un esquema con los términos presentes en la ecuación de la energía.

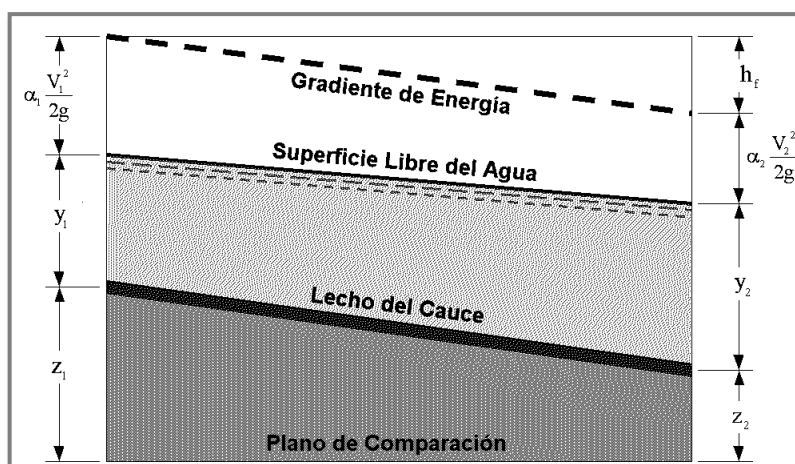


Figura 130. Representación de la ecuación de la Energía en el modelo del programa HEC-RAS

La altura de pérdidas de energía (h_e) entre dos secciones está compuesta por la altura debida a las pérdidas por fricción y por la altura debida a las pérdidas localizadas por contracción y por expansión. La ecuación para la altura de pérdida de energía es:

$$h_e = L S_f + C \left[\frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right] \quad (VII-6)$$

Donde:

L : distancia ponderada de la longitud del tramo

S_f : pendiente representativa del tramo

C : coeficiente de contracción o expansión

La distancia ponderada de la longitud de un tramo se calcula de la siguiente manera:

$$L = \frac{L_{lob} \bar{Q}_{lob} + L_{ch} \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \quad (VII-7)$$

Donde:

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} : longitud de los tramos de la sección transversal para la planicie de inundación izquierda, el canal principal y la planicie de inundación derecha respectivamente.

\bar{Q}_{lob} , \bar{Q}_{ch} , \bar{Q}_{rob} : promedio aritmético entre los caudales de una sección: caudal de la planicie de inundación izquierda, del canal principal y de la planicie derecha respectivamente.

La determinación de la conducción total y del coeficiente de velocidad en una sección transversal requiere de la subdivisión del flujo en fajas para las cuales la velocidad se puede asumir uniformemente distribuida. La aproximación empleada por HEC-RAS divide el flujo mediante fajas en las áreas de inundación, usando los coeficientes de Manning ingresados para cada sector como elemento de división (su ubicación dentro de la sección, en donde cambia el valor de n) tal como se muestra en a continuación.

El caudal se calcula dentro de cada subdivisión de la siguiente forma en base a la ecuación de Manning:

$$Q = K S_f^{0,5} \quad (VII-8)$$

$$K = \frac{c_u}{n} A R^{2/3} \quad (VII-9)$$

donde:

K= factor de conducción

n= coeficiente de Manning

A= área del flujo para la subdivisión

R= radio hidráulico (área / perímetro mojado)

cu = 1.0 para unidades SI y cu = 1,486 para unidades inglesas

El programa suma todas las conducciones en la planicie de inundación para obtener la conducción en la misma, tanto para la planicie izquierda como para la derecha. La conducción del canal principal se calcula por lo general como una sola faja. La conducción total de la sección transversal se obtiene sumando las tres subdivisiones, tal como puede verse en la siguiente Figura.

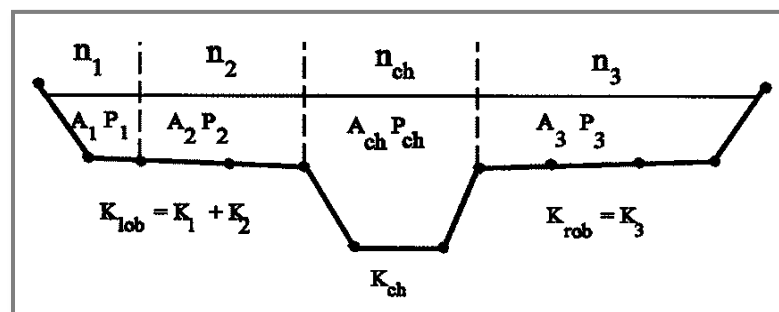


Figura 131. Esquema de subdivisión por defecto en HEC-RAS

HEC-RAS dispone de un método alternativo para calcular la conductancia entre cada punto de quiebre de la planicie de inundación. Las conducciones de cada faja se suman para obtener las conducciones totales en las diferentes planicies y la conducción total se obtiene como la suma de las conductancias correspondientes a las tres subdivisiones (Figura siguiente).

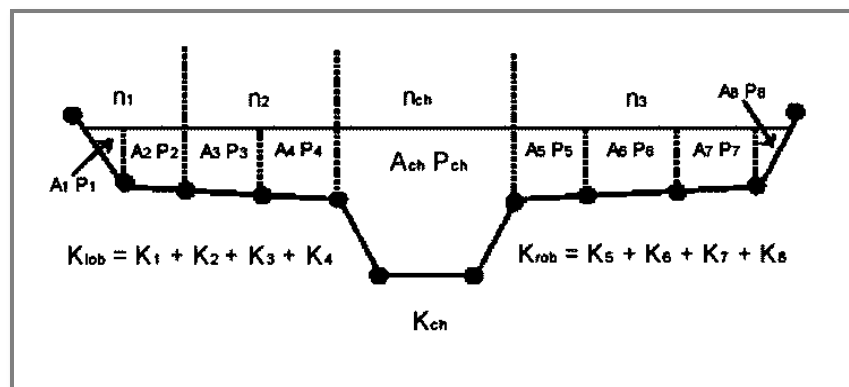


Figura 132. Método de subdivisión alternativo en HEC-RAS

Los resultados de ambos métodos serán diferentes cuando las planicies de inundación presenten vegetación y pendientes muy empinadas. En general, la aproximación por defecto de HEC-RAS calcula una conducción menor para igual elevación de superficie que la metodología alternativa.

El caudal en el canal principal no se divide en fajas a menos que se presenten diferentes rugosidades dentro del mismo. Cuando se presentan diferentes valores de n en el mismo, el programa HEC-RAS verifica si el canal principal tiene taludes superiores a $z = 5$. Si el resultado es positivo, establece las fajas en los cambios de n y calcula el valor de n_c en base a la siguiente relación (Chow, 1959):

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1.5})}{P} \right]^{2/3} \quad (VII-10)$$

donde:

n_c : coeficiente de rugosidad equivalente

P : perímetro mojado de la sección principal

P_i : perímetro mojado de la faja i

n_i : coeficiente de rugosidad de Manning de la faja i

La pendiente del canal principal en HEC-RAS se define como el cociente entre la distancia horizontal entre valores adyacentes de las progresivas de n dentro de tal canal y la diferencia de altura de esos puntos. El valor de n_c debe ser

analizado a fin de verificar que sea de una magnitud razonable. El valor calculado se presenta como n en los resultados.

No obstante su versatilidad y su gran difusión actual, la modelación realizada mediante HEC-RAS posee una serie de limitaciones que deben tenerse presentes a la hora de analizar los resultados obtenidos.

Las siguientes hipótesis están implícitas en las expresiones analíticas que se emplean en la presente versión del programa HEC-RAS:

- El flujo es gradualmente variado (excepto en algunas estructuras hidráulicas, como puentes, alcantarillas, y azudes. En esas estructuras, donde el flujo puede ser rápidamente variado, se emplea la ecuación de cantidad de movimiento o alguna ecuación empírica).
- El flujo es unidimensional (por ejemplo, sólo se tiene en cuenta la componente de la velocidad en la dirección del flujo). Ésta es la limitación principal, ya que aunque el programa ofrezca la opción de distribución lateral de flujo, realiza la misma a partir de cálculos globales promediados en la sección y con métodos empíricos simplificados.
- Las pendientes de los ríos son “pequeñas”, es decir, menores a 1:10 (o el 10%). El flujo se asume permanente porque no se toma en cuenta el término en función del tiempo en la ecuación de la energía. El flujo se asume gradualmente variado porque la ecuación de energía se basa en la hipótesis de que la distribución de presión en cada sección es hidrostática. En los sectores donde el flujo es rápidamente variado, el programa aplica la ecuación de cantidad de movimiento u otra ecuación empírica. El flujo se asume unidimensional porque la ecuación de energía se basa en la hipótesis que la altura de energía total es la misma para todos los puntos de la sección transversal.

El sistema de canales fue analizado por separado en virtud su descarga proyectada, es decir, se realizaron análisis diferenciados entre los sistemas de canales que descargan a los arroyos Iribú Cuá, Baí y Santa María. Cada modelación hidráulica requirió la carga de datos geométricos y la necesaria planimetría de los tramos que componen cada uno de los sistemas de canales.

En todos los casos se realizó una simulación bajo régimen variable (*Unsteady Flow*) para lo cual, como dato de entrada, se utilizaron los hidrografa arrojados por el modelo hidrológico, descrito en apartados anteriores, y que, conjuntamente con los datos geométricos, particularizaron cada sistema de canales.

Las siguientes Figuras esquematizan las modelaciones hidráulicas de los sistemas Iribú Cuá, Baí y Santa María. En ellas se puede ver, además de la

planimetría utilizada, los hidrogramas cargados en cada caso y los sitios previstos para el inicio de su tránsito.

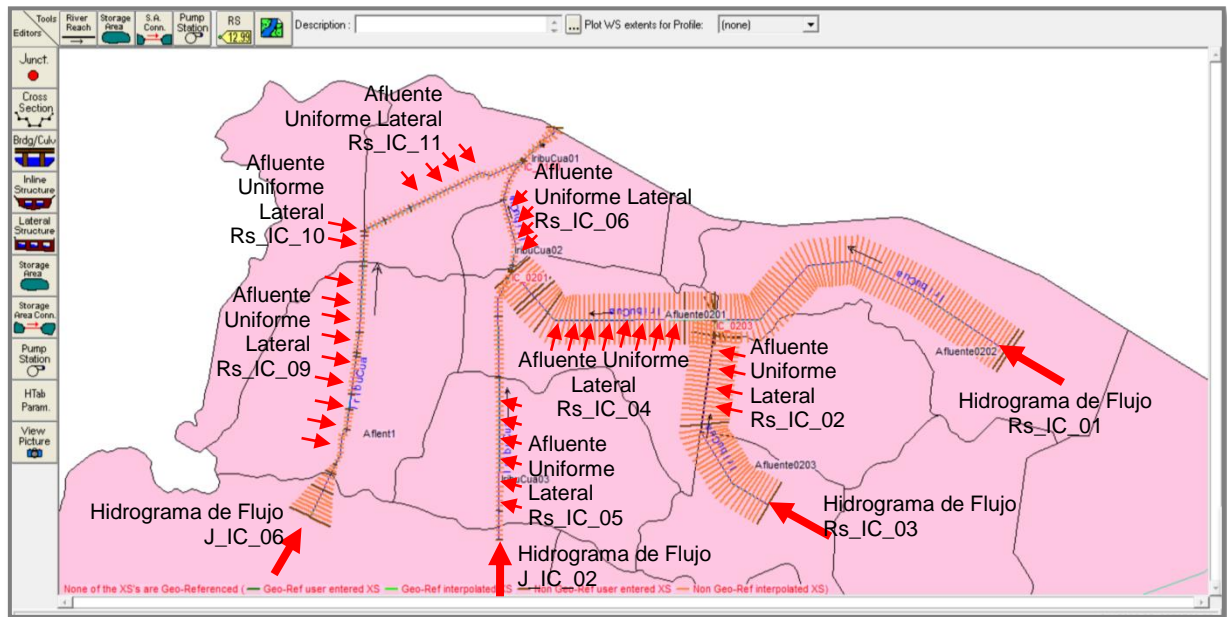


Figura 133. Esquema de modelación hidráulica - Iribú Cuá

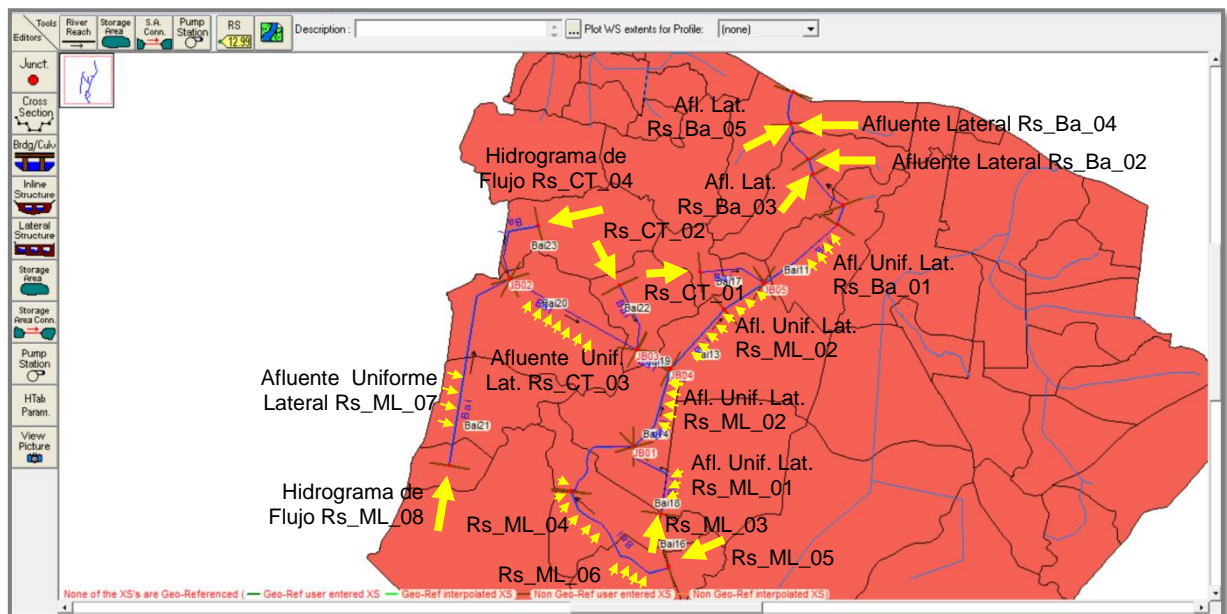


Figura 134. Esquema de modelación hidráulica - Baí

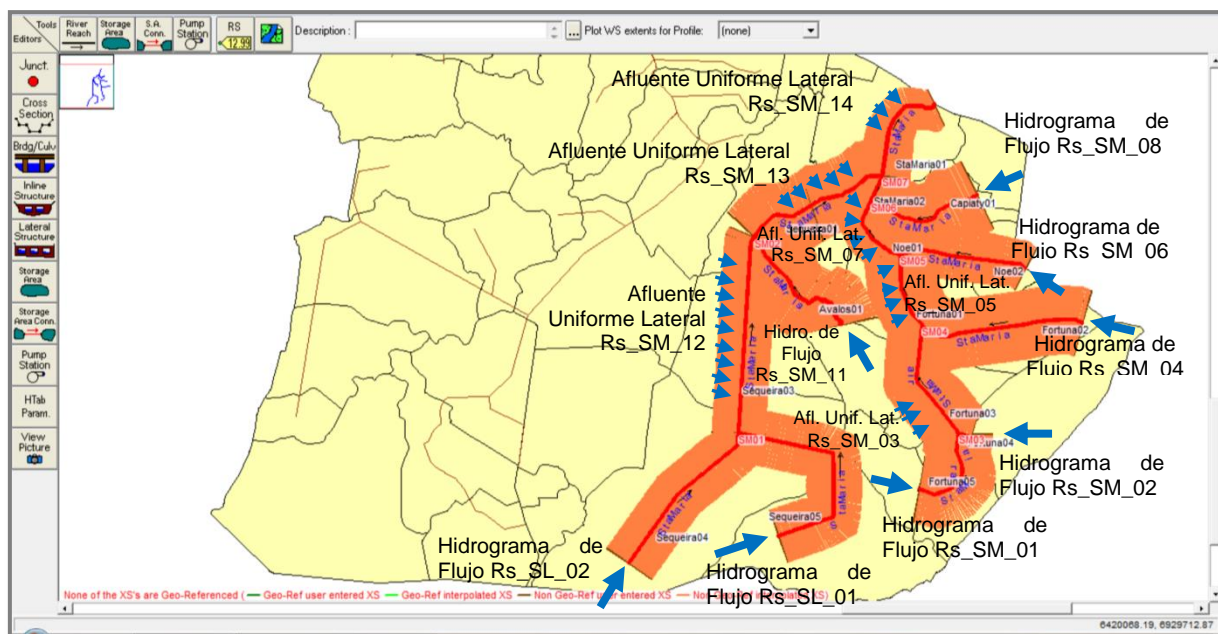


Figura 135. Esquema de modelación hidráulica - Santa María

Para establecer las condiciones de descarga se consideró la pendiente hidráulica que se produciría aguas abajo del cruce con la Ruta Nacional N° 12 en cada uno de los cursos. Al efecto, si no existiera influencia de los niveles del río Paraná esta será coincidente con la pendiente longitudinal del cauce, caso contrario la misma surge de la diferencia entre los niveles del curso en el cruce con la vía y los niveles del cuerpo receptor.

Por tanto se compararon los niveles medios y altos del río Paraná (Tabla 17 y Figura 52) con las cotas de solera proyectadas para los cursos en el cruce con la Ruta Nacional N°12. Tal como puede observarse en la siguiente Tabla, los niveles altos del Paraná sólo pueden afectar la descarga del arroyo Santa María, considerando que los mismos se encuentran 0,43 m y 0,55 m por debajo de la solera de proyecto de los arroyos Iribú Cuá y Baí, respectivamente.

Tabla 108. Cota de Solera y Niveles del río Paraná en las descargas de los arroyos

Designación	Cota de solera Canal (m)	Niveles (m)	
		Altos (m)	Medios (m)
Descarga A° Iribú Cuá	53,50	53,07	50,4
Descarga A° Baí	54,50	53,95	51,28
Descarga A° Santa María	53,00	55,21	52,55

Por tanto, se establecieron las condiciones de borde en la descarga de los arroyos, indicadas en la siguiente Tabla.

Tabla 109. Cota de Solera y Niveles del río Paraná en las descargas de los arroyos

Designación	Pendiente Hidráulica		Observaciones
	Nivel Alto del Paraná (m)	Nivel Medio del Paraná (m)	
Descarga Aº Iribú Cuá	0,0009	0,0009	No existe afectación del Paraná en ambos escenarios
Descarga Aº Baí	0,0003	0,0003	No existe afectación del Paraná en ambos escenarios
Descarga Aº Santa María	0,000277	0,0005	

Para adoptar la pendiente hidráulica en el escenario de niveles altos del Paraná en el arroyo Santa María se utilizó el valor de la mediana de los niveles arrojados por el modelo en dicha sección. Esto requirió un análisis iterativo, que estableció un nivel de 56,07 m, es decir; 0,86 m de diferencia con los niveles altos del Paraná. Así, la pendiente surgió de la diferencia entre este último valor y 3109 m, longitud entre la sección del cruce vial y la descarga al cuerpo receptor.

En la siguiente figura se puede observar en azul los niveles arrojados por el modelo en la descarga del Aº Santa María y el valor de mediana establecido.

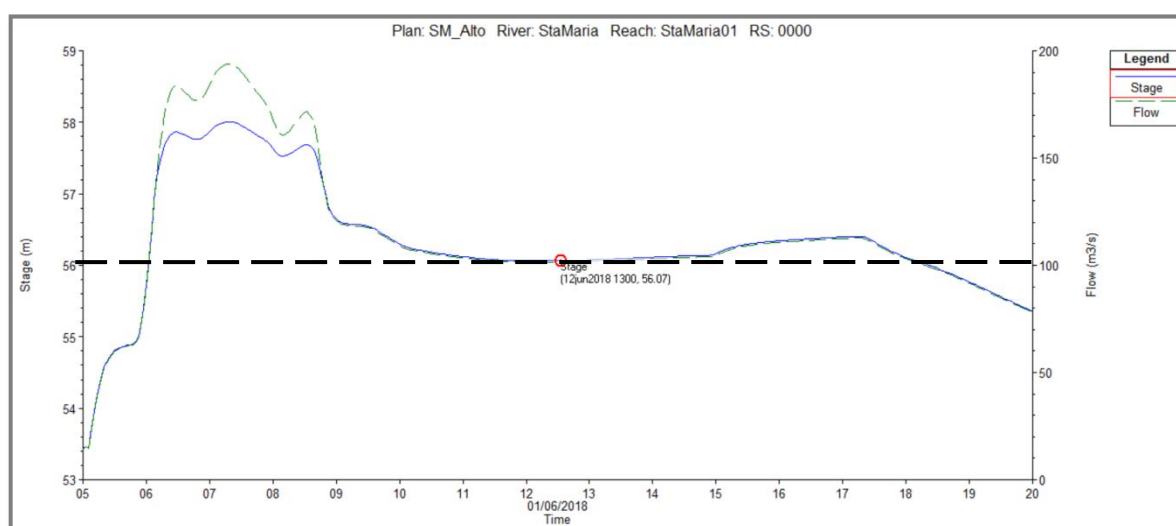


Figura 136. Niveles de agua en la descarga del Arroyo Santa María bajo el puente de RN12

VII. 5. 1. Análisis de Resultados

En todas las simulaciones realizadas el modelo arrojó resultados verosímiles que permitieron un análisis técnico del funcionamiento hidráulico de las obras en cuestión.

Arroyo Iribú Cuá

En la siguiente Figura se observa, en perspectiva, la mancha de inundación ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

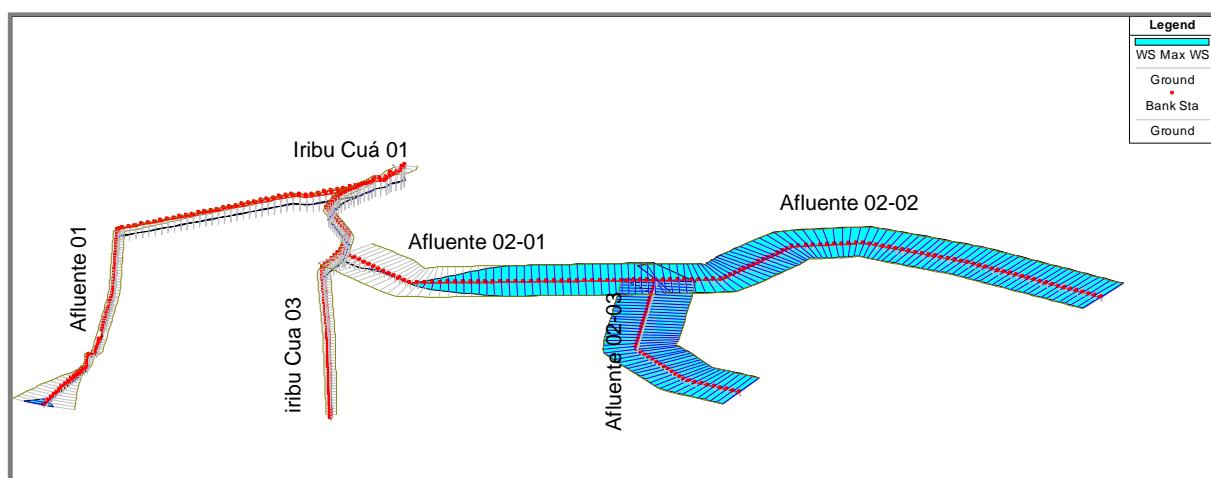


Figura 137. Mancha de inundación - Arroyo Iribú Cuá

En la siguiente Figura se ilustra el perfil hidráulico ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

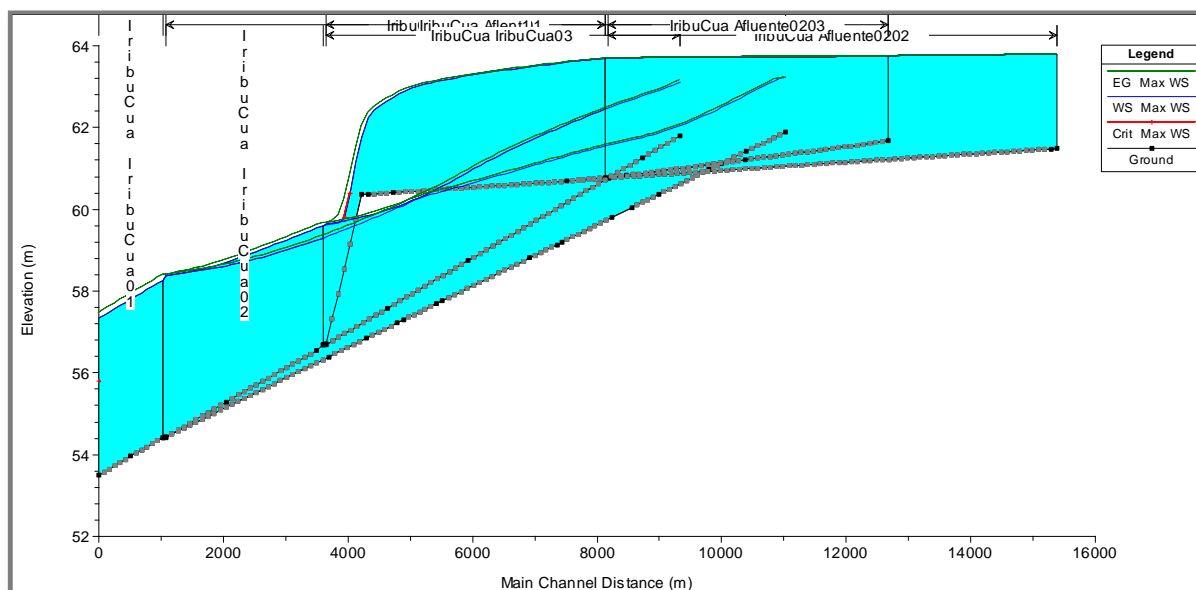


Figura 138. Perfil Hidráulico - Arroyo Iribú Cuá

En la siguiente Tabla se detallan los niveles, velocidades y ancho mojados arrojados por el modelo ante condiciones de altura máximas.

Tabla 110. Variables Hidráulicas arrojadas por el modelo - Aº Iribú Cuá

Tramo	Prog.	Q	Cota Solera	Nivel de agua	E.G. Elev.	E.G. Pendiente	Velocidad del Canal	Ancho mojado	Froude
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m)	
Afluente0203	4500	5	61,67	63,736	63,74	0,000004	0,08	1027	0,02
Afluente0203	2200	4.61	61,21	63,72	63,72	0,000003	0,077	1027	0,02
Afluente0203	300	9.26	60,83	63,701	63,7	0,000011	0,159	1027	0,04
Afluente0203	0	9.24	60,77	63,691	63,69	0,000011	0,162	1027	0,04
IribuCua03	5676	5.37	61,80	63,113	63,15	0,000733	0,891	13,89	0,28
IribuCua03	5076	5	61,26	62,774	62,8	0,000477	0,646	9,26	0,22
IribuCua03	2276	14.88	58,74	60,904	60,96	0,00086	1,087	10,65	0,31
IribuCua03	990	14.83	57,58	59,989	60,03	0,000527	0,904	11,63	0,24
IribuCua03	0	14.71	56,69	59,65	59,67	0,000222	0,66	13,06	0,16
Aflent1	9950	5.29	61,89	63,218	63,22	0,000108	0,314	460,4	0,1
Aflent1	9325	5.29	61,42	62,801	62,84	0,000811	0,822	7,32	0,28
Aflent1	8925	5.28	61,12	62,492	62,52	0,000758	0,789	7,78	0,27
Aflent1	8720	5.28	60,97	62,342	62,37	0,000725	0,772	7,98	0,27
Aflent1	7912	5,00	60,36	61,868	61,89	0,000488	0,668	7,92	0,22
Aflent1	7481	5,00	60,04	61,705	61,72	0,000305	0,558	8,75	0,18
Aflent1	7159	6.2	59,80	61,59	61,61	0,000343	0,617	9,23	0,19
Aflent1	6356	9.21	59,19	61,266	61,29	0,000399	0,723	10,27	0,21
Aflent1	6280	9.49	59,13	61,234	61,26	0,000402	0,731	10,37	0,21
Aflent1	5843	11.12	58,81	61,044	61,07	0,000414	0,768	10,96	0,21
Aflent1	4443.11	16.33	57,76	60,438	60,47	0,000398	0,835	12,6	0,21
Aflent1	4343.12	16.33	57,68	60,401	60,43	0,000373	0,815	12,75	0,21
Aflent1	3816	23.34	57,29	60,095	60,16	0,00066	1,105	13,06	0,28
Aflent1	3716	23.34	57,21	60,03	60,09	0,000647	1,097	13,12	0,27
Aflent1	3216	24.04	56,84	59,711	59,77	0,000622	1,088	13,4	0,27
Aflent1	2617	24.88	56,39	59,354	59,41	0,000568	1,059	13,85	0,26
Aflent1	0	28.23	54,43	58,38	58,41	0,000188	0,722	17,8	0,16
Afluente0202	7210	5,00	61,49	63,782	63,78	0,000003	0,07	1027	0,02
Afluente0202	7110	4.99	61,48	63,781	63,78	0,000003	0,07	1027	0,02
Afluente0202	10	8.94	60,77	63,691	63,69	0,000011	0,157	1027	0,04
Afluente0202	0	8.94	60,77	63,691	63,69	0,000011	0,157	1027	0,04
Afluente0201	4475	18.18	60,77	63,689	63,69	0,000039	0,31	1027	0,07
Afluente0201	3870	18.14	60,69	63,597	63,6	0,000069	0,402	1027	0,09
Afluente0201	1070	18.12	60,41	62,743	62,79	0,000874	0,987	17,21	0,31
Afluente0201	670	18.9	60,37	62,25	62,36	0,001711	1,483	10,53	0,43
Afluente0201	574.29	19.09	60,36	61,748	62,02	0,005784	2,309	8,89	0,76
Afluente0201	0	18.45	56,7	59,625	59,67	0,000431	0,937	10,46	0,22

IribuCua02	2524	33.2	56,69	59,598	59,67	0,000656	1,169	16,54	0,28
IribuCua02	2424	33.2	56,55	59,541	59,61	0,000586	1,123	16,74	0,27
IribuCua02	970	38.13	55,29	58,708	58,77	0,000514	1,134	16,67	0,25
IribuCua02	0	38.06	54,42	58,366	58,41	0,000262	0,88	18,92	0,19
IribuCua01	1027	66.31	54,42	58,265	58,4	0,000896	1,603	18,51	0,34
IribuCua01	515	66.31	53,96	57,804	57,94	0,000908	1,613	18,38	0,34
IribuCua01	0	66.31	53,49	57,34	57,47	0,000904	1,611	18,39	0,34

En la siguiente Figura se ilustran los hidrogramas y niveles arrojados por el modelo en los distintos tramos del sistema de canales.

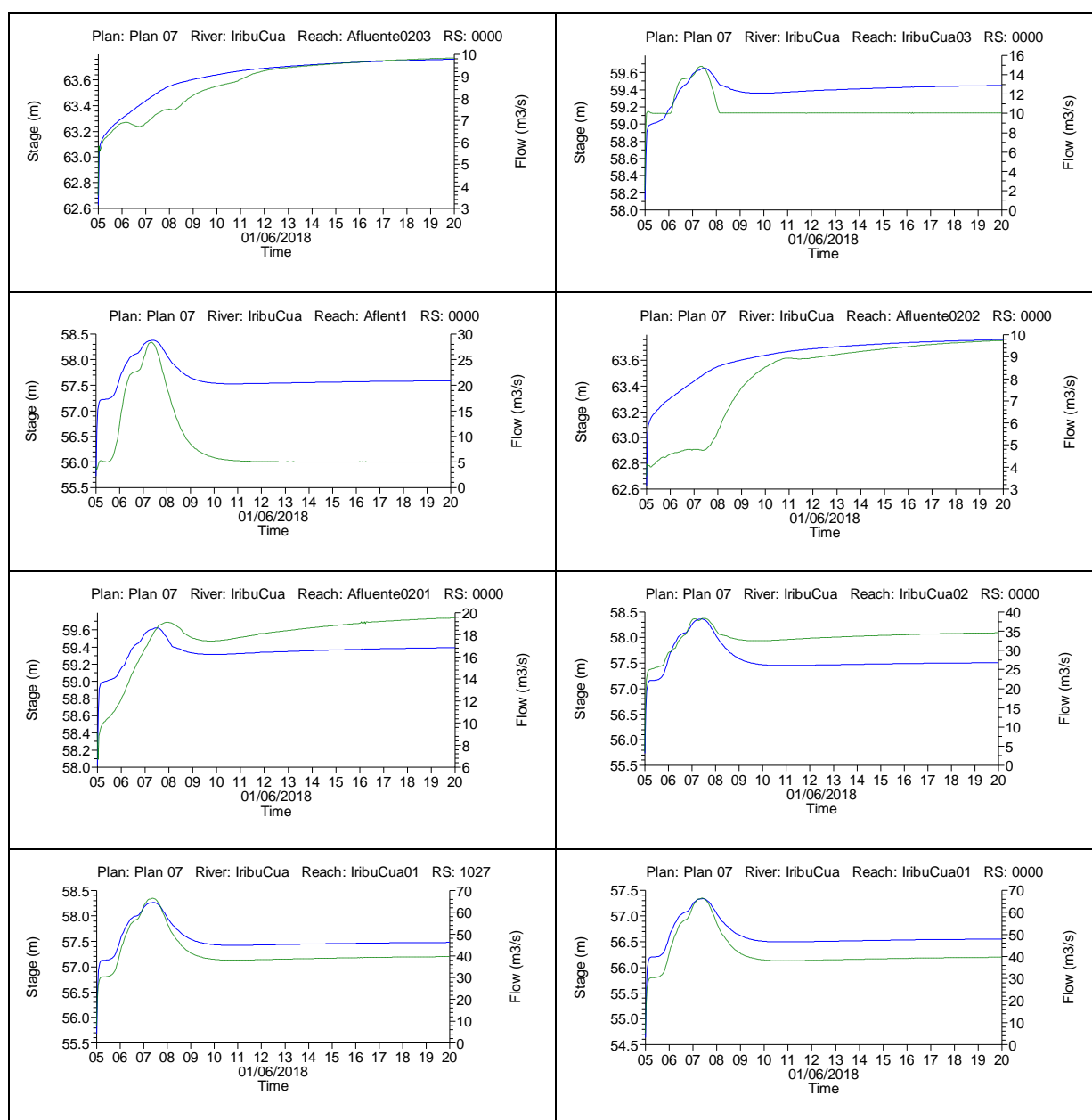


Figura 139. Hidrogramas y Niveles arrojados por el modelo - A° Iribú Cuá

(Ref: Hidrogramas en verde y Niveles en azul)

Arroyo Baí

En la siguiente Figura se observa, en perspectiva, la mancha de inundación ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

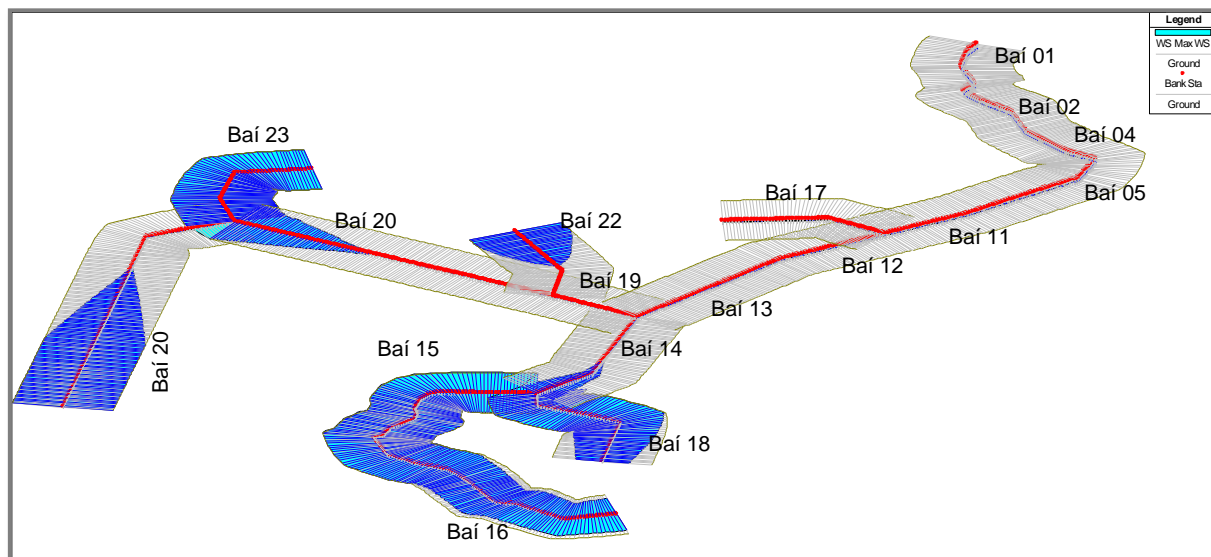


Figura 140. Mancha de inundación - Arroyo Baí

En la siguiente Figura se ilustra el perfil hidráulico ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

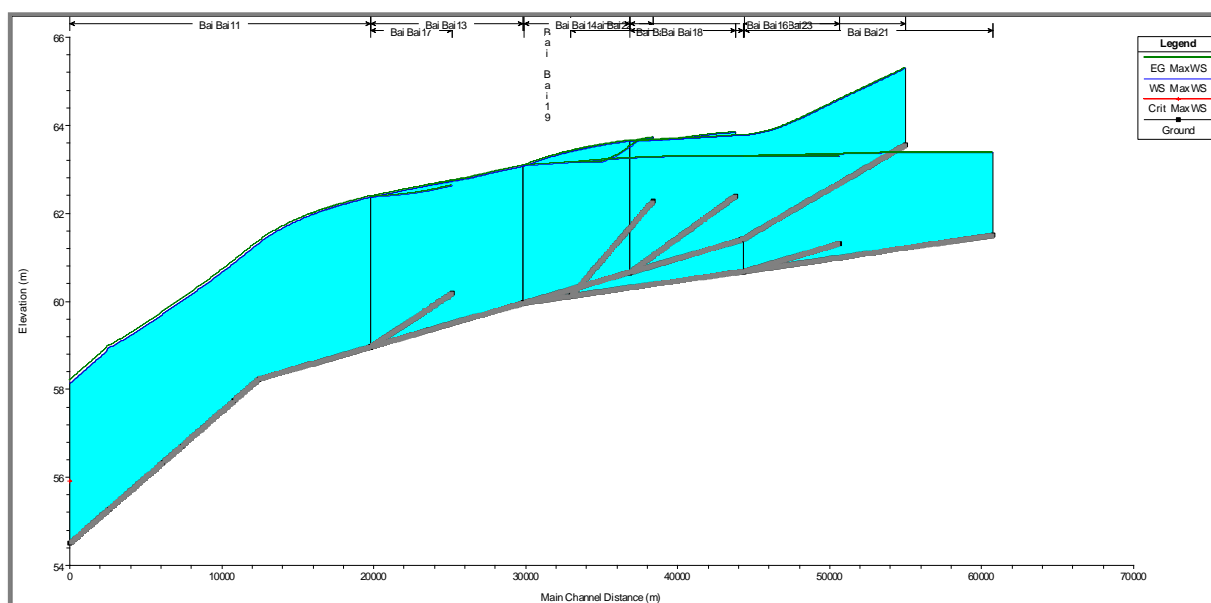


Figura 141. Perfil Hidráulico - Arroyo Baí

En la siguiente Tabla se detallan los niveles, velocidades y ancho mojado arrojados por el modelo ante condiciones de altura máximas.

Tabla 111. Variables Hidráulicas arrojadas por el modelo - A° Baí

Tramo	Prog.	Q Total	Cota Solera	Nivel de agua	E.G. Elev.	E.G. Pendiente	Velocidad del Canal	Ancho mojado	Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m)	
Bai16	18189	32,93	63,56	65,302	65,30	0,000169	0,424	2516,9	0,14
Bai16	7360	26,66	61,39	63,776	63,78	0,000010	0,134	3125,01	0,03
Bai16	7310	26,53	61,39	63,775	63,78	0,000009	0,137	3125,01	0,03
Bai16	0	9,17	60,66	63,650	63,65	0,000010	0,157	2201,99	0,04
Bai18	6937	2,00	62,39	63,837	63,84	0,000016	0,138	307,66	0,04
Bai18	0	3,87	60,66	63,650	63,65	0,000001	0,061	2205,68	0,01
Bai14	6936	13,04	60,66	63,644	63,65	0,000043	0,337	18,94	0,08
Bai14	0	24,29	59,96	63,071	63,09	0,000127	0,591	19,44	0,13
Bai21	16352	3,00	61,50	63,375	63,38	0,000000	0,011	3125,01	0,00
Bai21	0	3,01	60,68	63,296	63,30	0,000006	0,113	15,46	0,03
Bai23	6246	3,52	61,31	63,300	63,30	0,000003	0,056	2506,54	0,02
Bai20	11375	1,38	60,68	63,296	63,30	0,000000	0,020	2486,20	0,00
Bai20	0	11,86	60,12	63,152	63,16	0,000028	0,278	20,13	0,06
Bai22	5412	8,36	62,28	63,724	63,72	0,000045	0,198	2044,87	0,07
Bai22	0	1,97	60,12	63,156	63,16	0,000003	0,080	14,15	0,02
Bai19	3032	13,83	60,12	63,153	63,16	0,000024	0,267	23,13	0,06
Bai19	0	13,79	59,96	63,085	63,09	0,000021	0,256	23,5	0,05
Bai13	10016	38,08	59,96	63,074	63,09	0,000073	0,505	30,46	0,10
Bai13	3732	39,38	59,34	62,624	62,64	0,000064	0,488	31,14	0,10
Bai13	0	43,63	58,96	62,370	62,38	0,000069	0,515	31,64	0,10
Bai17	5357	6,55	60,18	62,629	62,64	0,000095	0,388	11,8	0,10
Bai17	0	6,54	58,97	62,370	62,37	0,000021	0,219	15,6	0,05
Bai11 ²³	19780	50,17	58,96	62,370	62,39	0,000091	0,593	31,64	0,12
Bai11 ²⁴	12420	70,31	58,23	61,313	61,36	0,000257	0,944	30,33	0,19
Bai11 ²⁵	10809	74,54	57,74	60,871	60,92	0,000274	0,981	30,53	0,20
Bai11 ²⁶	7383	74,50	56,71	60,015	60,06	0,000225	0,916	31,22	0,18
Bai11 ²⁷	6150	77,86	56,34	59,719	59,76	0,000227	0,931	31,52	0,18
Bai11 ²⁸	2612	81,35	55,28	58,95	58,99	0,000183	0,875	32,68	0,17
Bai11 ²⁹	0	102,51	54,5	58,135	58,20	0,000301	1,116	32,54	0,21

²³ Corresponde a la progresiva 7.356 m del tramo Baí 11

²⁴ Corresponde a la progresiva 0.000 m del tramo Baí 11

²⁵ Corresponde a la progresiva 0.000 m del tramo Baí 05

²⁶ Corresponde a la progresiva 0.000 m del tramo Baí 04

²⁷ Corresponde a la progresiva 0.000 m del tramo Baí 03

²⁸ Corresponde a la progresiva 0.000 m del tramo Baí 02

²⁹ Corresponde a la progresiva 0.000 m del tramo Baí 01.

En la siguiente Figura se ilustran los hidrogramas y niveles arrojados por el modelo en los distintos tramos del sistema de canales.

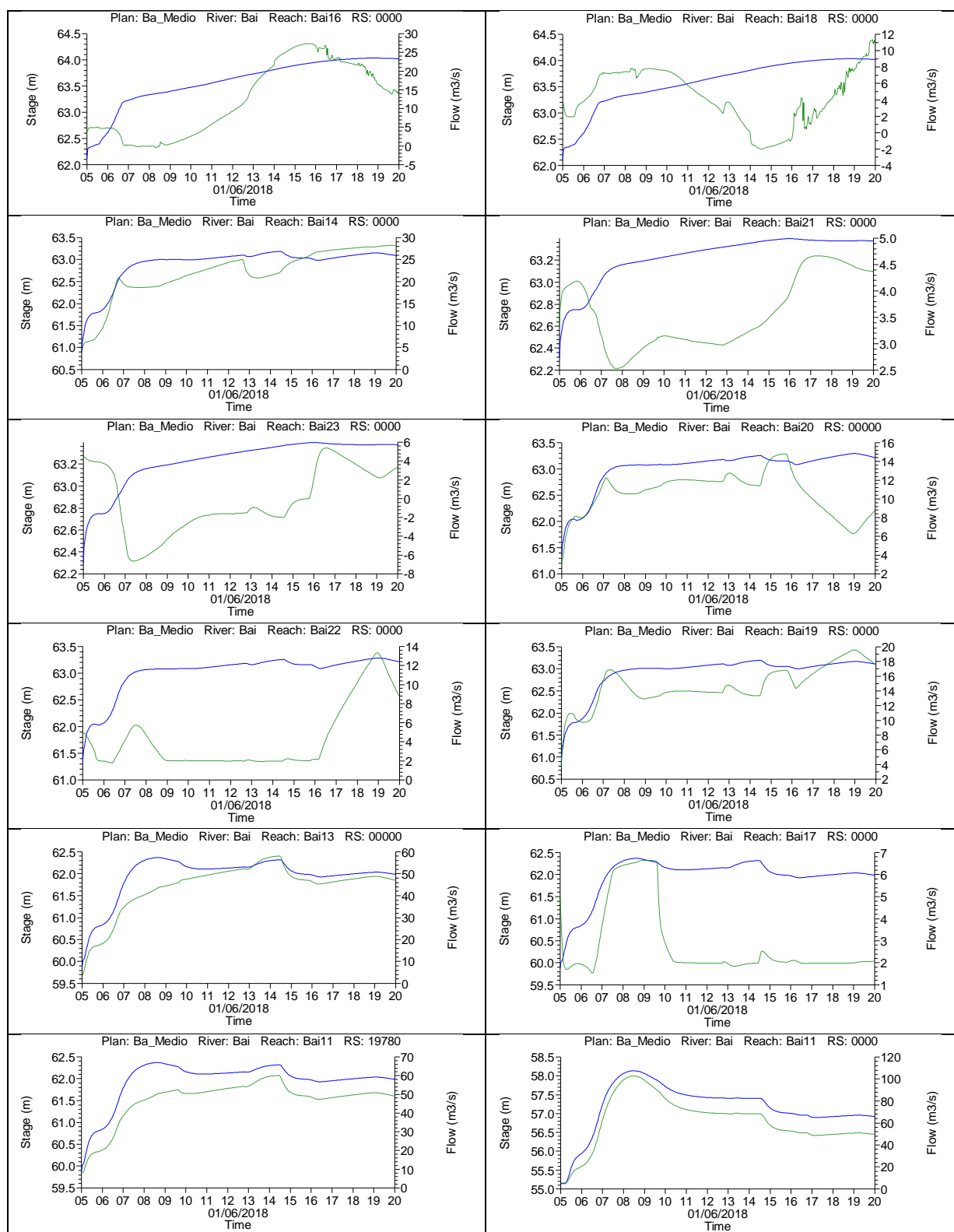


Figura 142. Hidrogramas y Niveles arrojados por el modelo - A° Baí
(Ref: Hidrogramas en verde y Niveles en azul)

Arroyo Santa María - Niveles altos en Paraná

En la siguiente Figura se observa, en perspectiva, la mancha de inundación ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

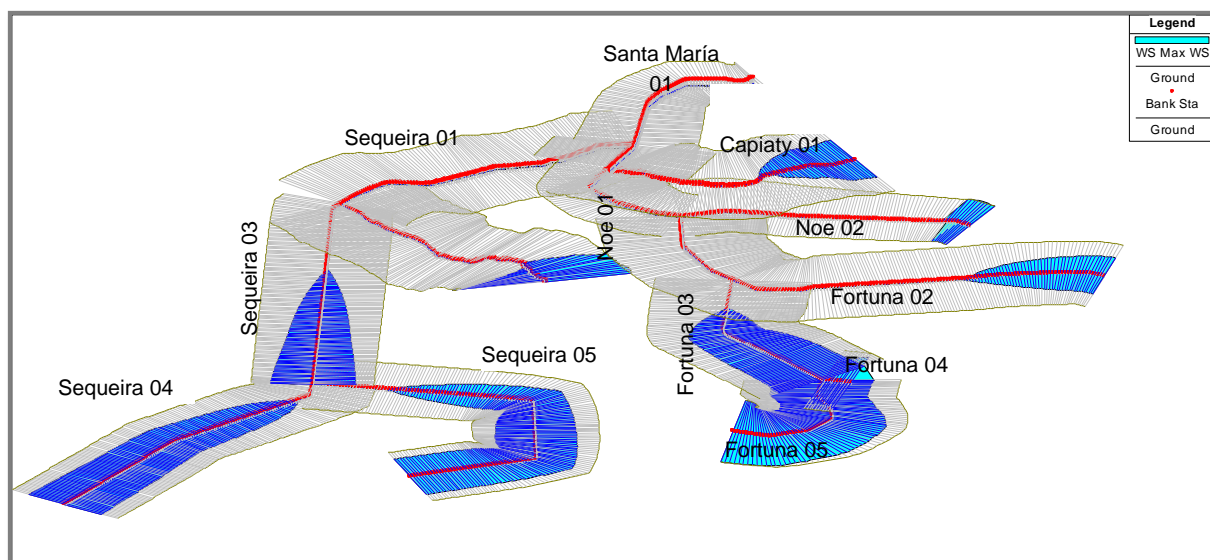


Figura 143. Mancha de inundación - Arroyo Santa María - Niveles altos en Paraná

En la siguiente Figura se ilustra el perfil hidráulico ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

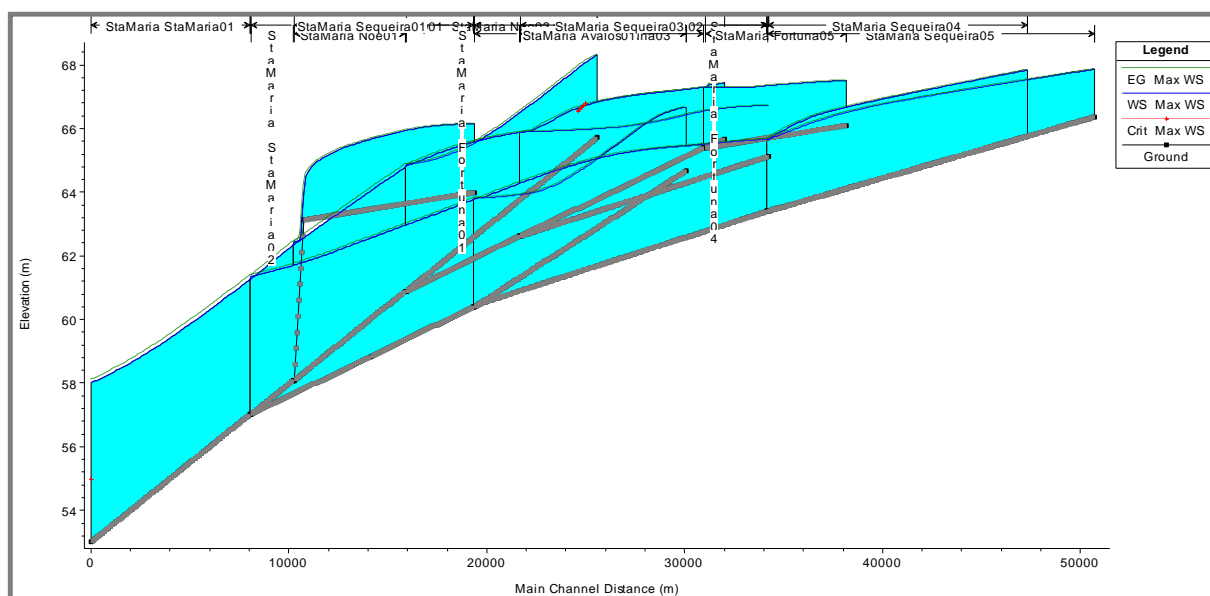


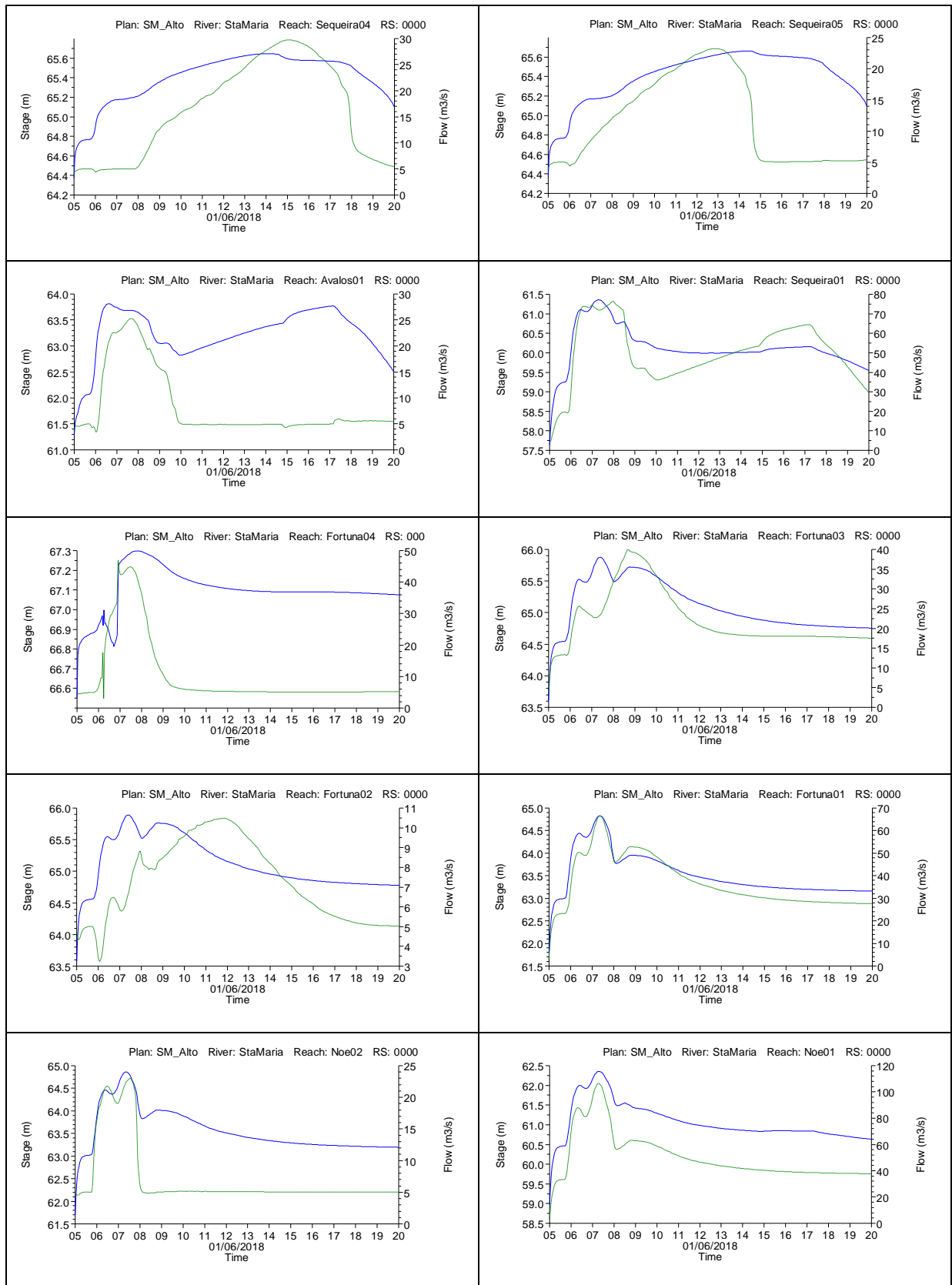
Figura 144. Perfil Hidráulico - Arroyo Santa María - Niveles altos en Paraná

En la siguiente Tabla se detallan los niveles, velocidades y ancho mojado arrojados por el modelo ante condiciones de altura máximas.

Tabla 112. Variables Hidráulicas arrojadas por el modelo - A° Santa María - Niveles altos en Paraná

Tramo	Prog.	Q Total	Cota Solera	Nivel de agua	E.G. Elev.	E.G. Pendiente	Velocidad del Canal	Ancho mojado	Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m)	
Sequeira04	13124	32,78	65,76	67,844	67,85	0,000126	0,462	2878,5	0,12
Sequeira04	0	28,25	63,4	65,646	65,69	0,00042	0,9	19,97	0,23
Sequeira05	16512	26,59	66,37	67,87	67,87	0,000099	0,33	3086,33	0,11
Sequeira05	0	17,94	63,4	65,663	65,68	0,000164	0,565	20,06	0,14
Sequeira03	14764	47,14	63,4	65,674	65,68	0,00004	0,329	2802,51	0,07
Sequeira03	482	36,58	60,54	63,845	63,86	0,000105	0,595	25,22	0,12
Sequeira03	0	36,25	60,4	63,799	63,82	0,000093	0,567	25,59	0,11
Avalos01	10683	26,78	64,67	66,676	66,68	0,000079	0,15	5655	0,08
Avalos01	0	20,43	60,4	63,811	63,82	0,000029	0,318	25,64	0,06
Sequeira01	11239	56,86	60,4	63,771	63,81	0,000236	0,9	25,48	0,18
Sequeira01	6030	67,84	58,83	62,557	62,6	0,000229	0,936	26,91	0,18
Sequeira01	0	71,88	57,02	61,36	61,39	0,000142	0,801	29,36	0,15
Fortuna05	7108	9,3	66,1	67,521	67,52	0,000034	0,207	5113	0,06
Fortuna04	942	45,8	65,67	67,435	67,44	0,000095	0,358	4530,17	0,1
Fortuna04	0	41,31	65,39	67,299	67,3	0,000252	0,594	3339,18	0,17
Fortuna03	9254	34,88	65,39	67,3	67,3	0,000081	0,364	3557,75	0,1
Fortuna03	0	23,24	62,62	65,877	65,89	0,000097	0,528	20,03	0,11
Fortuna02	12557	11,17	65,13	66,73	66,73	0,00002	0,139	3036,2	0,05
Fortuna02	0	6,58	62,62	65,89	65,89	0,000018	0,206	16,54	0,05
Fortuna01	5712	29,8	62,62	65,878	65,89	0,000084	0,51	25,86	0,11
Fortuna01	0	66,46	60,89	64,83	64,88	0,00023	0,943	25,76	0,18
Noe02	9663	27,65	65,72	68,31	68,33	0,000328	0,882	3532,02	0,2
Noe02	0	22,21	60,89	64,865	64,88	0,000087	0,51	18,9	0,11
Noe01	5626	88,63	60,89	64,788	64,87	0,000427	1,278	25,58	0,25
Noe01	0	106,24	58,08	62,358	62,45	0,000424	1,338	27,11	0,25
Capiaty01	9099	17,46	63,99	66,159	66,16	0,000016	0,153	3308,64	0,04
Capiaty01	0	8,63	58,08	62,448	62,46	0,000089	0,426	6,28	0,08
StaMaria02	2112	114,87	58,08	62,34	62,45	0,000504	1,456	27,04	0,27
StaMaria02	0	114,85	57,02	61,277	61,39	0,000505	1,457	27,02	0,27
StaMaria01	8047	186,74	57,02	61,262	61,38	0,000477	1,547	36,95	0,27
StaMaria01	0	193,98	53	58,008	58,09	0,000277	1,291	40,03	0,21

En la siguiente Figura se ilustran los hidrogramas y niveles arrojados por el modelo en los distintos tramos del sistema de canales.



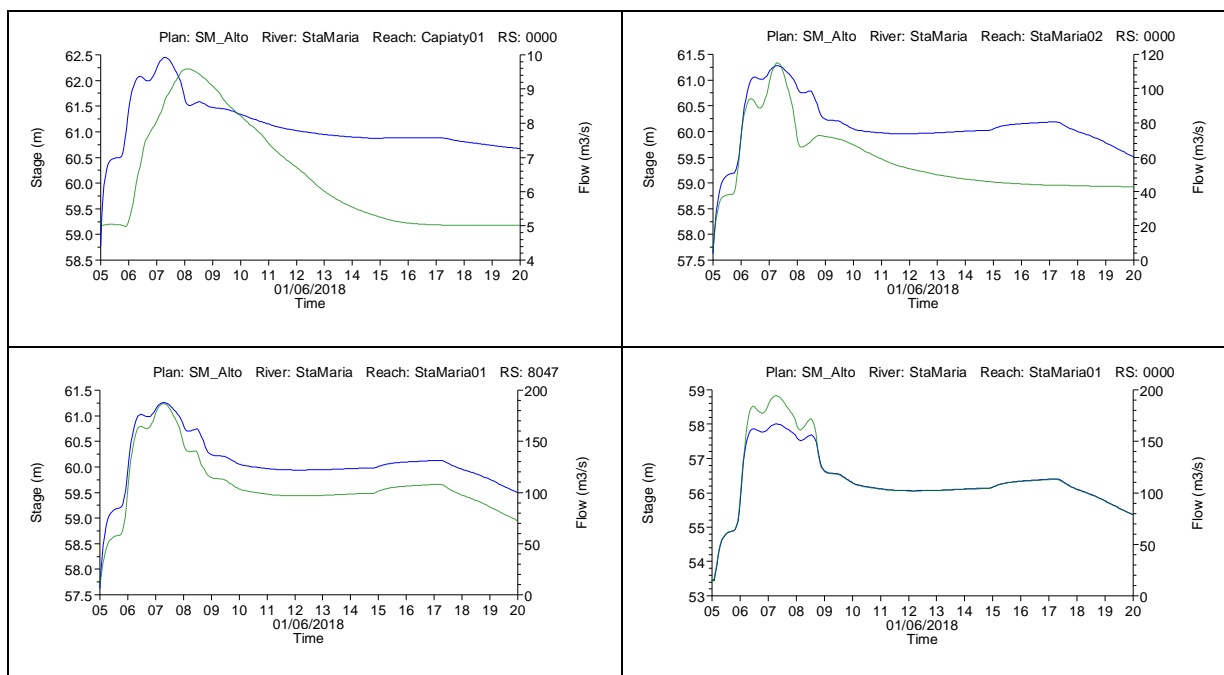


Figura 145. Hidrogramas y Niveles arrojados por el modelo - A° Santa María - Niveles altos en Paraná (Ref: Hidrogramas en verde y Niveles en azul)

Arroyo Santa María - Niveles Medios en Paraná

En la siguiente Figura se observa, en perspectiva, la mancha de inundación ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

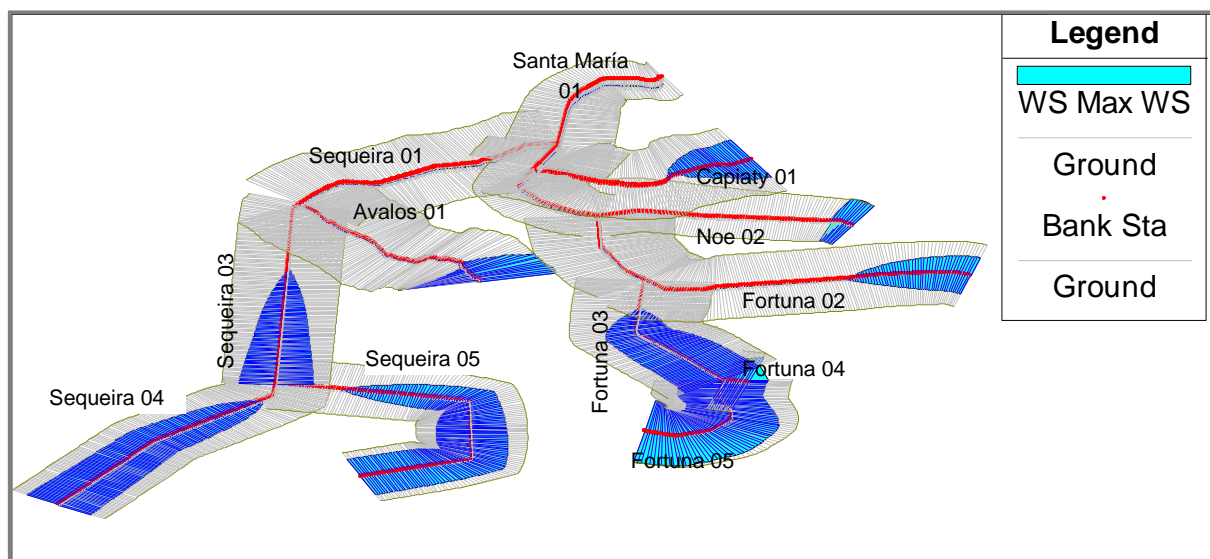


Figura 146. Mancha de inundación - Arroyo Santa María - Niveles medios en Paraná

En la siguiente Figura se ilustra el perfil hidráulico ante condiciones de altura máximas arrojadas por el modelo.

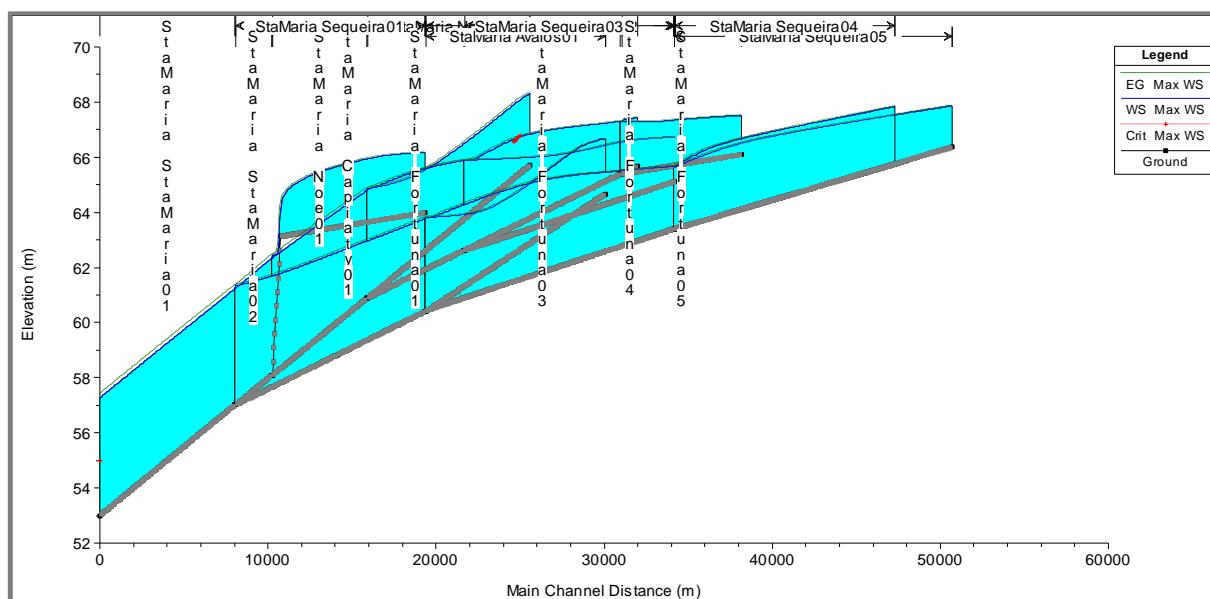


Figura 147. Perfil Hidráulico - Arroyo Santa María - Niveles medios en Paraná

En la siguiente Tabla se detallan los niveles, velocidades y ancho mojados arrojados por el modelo ante condiciones de altura máximas.

Tabla 113. Variables Hidráulicas arrojadas por el modelo - A° Santa María - Niveles altos en Paraná

Tramo	Prog.	Q Total	Cota Solera	Nivel de agua	E.G. Elev.	E.G. Pendiente	Velocidad del Canal	Ancho mojado	Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m)	
Sequeira04	13124	32,78	65,76	67,844	67,85	0,000126	0,462	2878,5	0,12
Sequeira04	0	28,25	63,4	65,646	65,69	0,00042	0,9	19,97	0,23
Sequeira05	16512	26,59	66,37	67,87	67,87	0,000099	0,33	3086,33	0,11
Sequeira05	0	17,92	63,4	65,663	65,68	0,000164	0,565	20,06	0,14
Sequeira03	14764	47,13	63,4	65,674	65,68	0,00004	0,329	2802,51	0,07
Sequeira03	482	36,57	60,54	63,843	63,86	0,000105	0,595	25,21	0,12
Sequeira03	0	36,27	60,4	63,797	63,81	0,000093	0,568	25,59	0,11
Avalos01	10683	26,77	64,67	66,676	66,68	0,000079	0,15	5655	0,08
Avalos01	0	20,41	60,4	63,81	63,82	0,000029	0,318	25,64	0,06
Sequeira01	11239	56,87	60,4	63,77	63,81	0,000236	0,901	25,48	0,18
Sequeira01	6030	67,87	58,83	62,552	62,6	0,00023	0,938	26,89	0,18
Sequeira01	0	71,91	57,02	61,335	61,37	0,000146	0,808	29,26	0,15
Fortuna05	7108	9,31	66,1	67,521	67,52	0,000034	0,207	5113	0,06
Fortuna04	942	45,77	65,67	67,436	67,44	0,000095	0,357	4533,04	0,1
Fortuna04	0	41,36	65,39	67,299	67,3	0,000253	0,595	3339,18	0,17

Fortuna03	9254	34,89	65,39	67,3	67,3	0,000081	0,364	3557,75	0,1
Fortuna03	0	23,26	62,62	65,877	65,89	0,000097	0,528	20,03	0,11
Fortuna02	12557	11,17	65,13	66,73	66,73	0,00002	0,139	3036,2	0,05
Fortuna02	0	6,58	62,62	65,89	65,89	0,000018	0,206	16,54	0,05
Fortuna01	5712	29,83	62,62	65,878	65,89	0,000085	0,511	25,86	0,11
Fortuna01	0	66,47	60,89	64,83	64,88	0,00023	0,944	25,76	0,18
Noe02	9663	27,61	65,72	68,31	68,33	0,000327	0,881	3532,02	0,2
Noe02	0	22,22	60,89	64,865	64,88	0,000087	0,51	18,9	0,11
Noe01	5626	88,65	60,89	64,788	64,87	0,000427	1,278	25,58	0,25
Noe01	0	106,26	58,08	62,349	62,44	0,000427	1,343	27,07	0,25
Capiaty01	9099	17,44	63,99	66,159	66,16	0,000016	0,153	3308,64	0,04
Capiaty01	499.95	9,58	63,13	63,983	64,23	0,007094	2,2	9,58	0,83
Capiaty01	0	8,62	58,08	62,44	62,45	0,000089	0,427	6,27	0,08
StaMaria02	2112	114,9	58,08	62,331	62,44	0,000508	1,461	27	0,27
StaMaria02	0	114,85	57,02	61,25	61,36	0,000518	1,471	26,92	0,28
StaMaria01	8047	186,79	57,02	61,235	61,36	0,000489	1,561	36,84	0,28

De la comparación entre los resultados arrojados por el modelo ante niveles medios y altos del río Paraná, se constata que la afectación del río Paraná ante crecidas ordinarias solo alcanza al tramo Santa María 01 y consecuentemente a la descarga de los tramos Santa María 02 y Capiaty 01. En la siguiente Figura se puede observar la variación de los niveles del Santa María, aguas arriba del puente de RN12, en ambos escenarios de simulación.

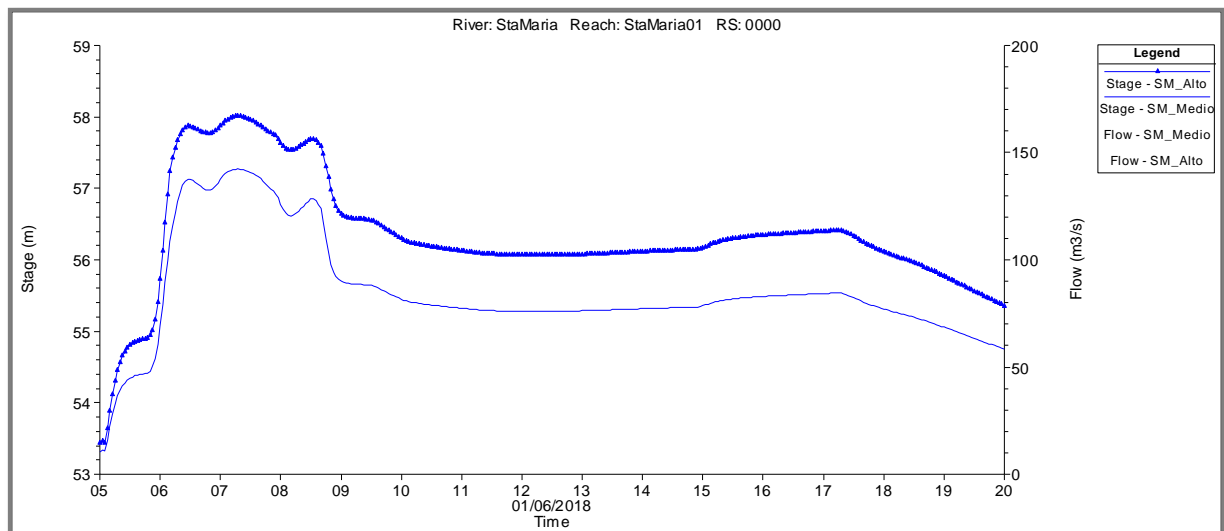
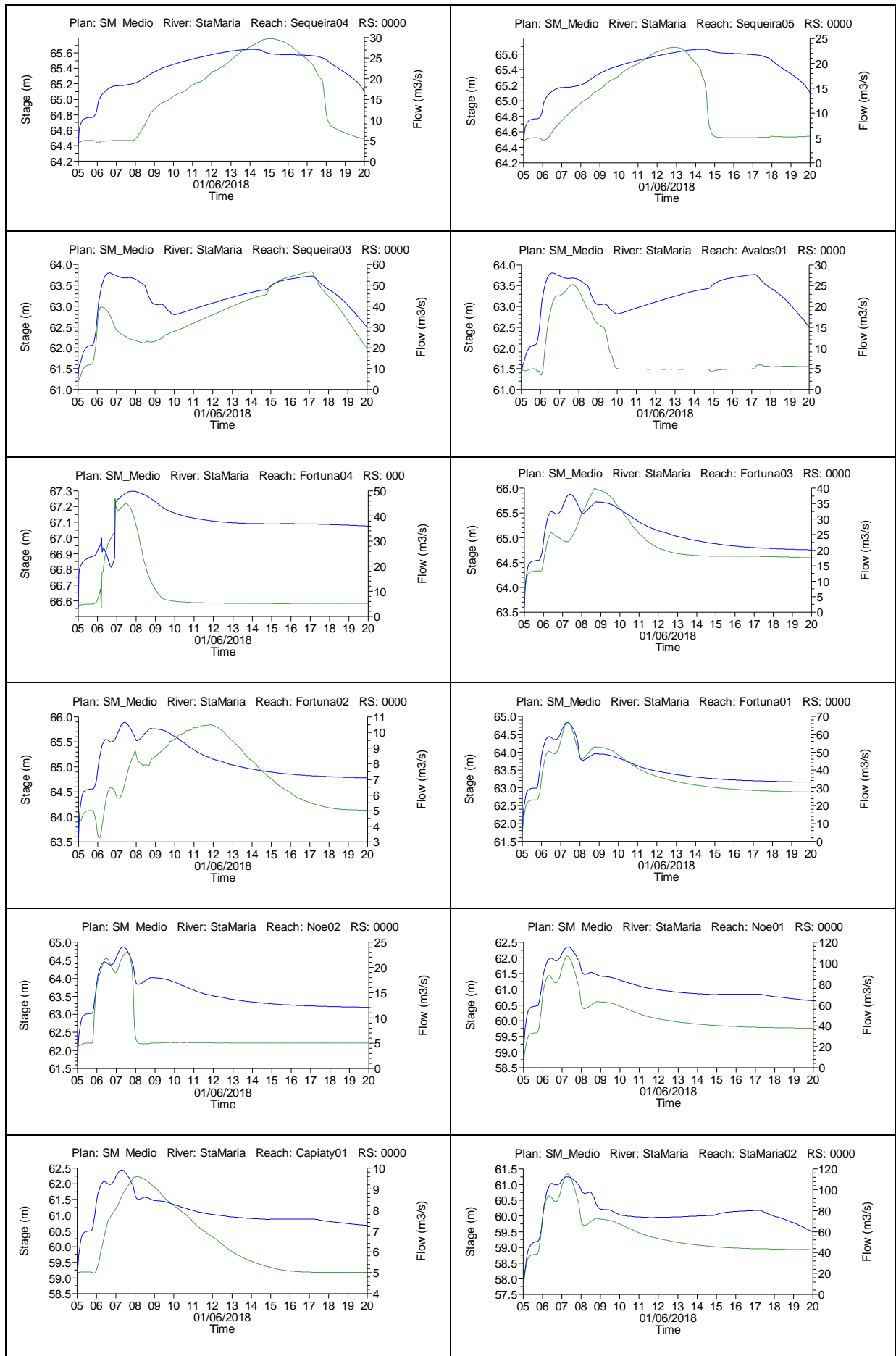


Figura 148. Comparación de Niveles arrojados por el modelo - A° Santa María

En la siguiente Figura se ilustran los hidrogramas y niveles arrojados por el modelo en los distintos tramos del sistema de canales.



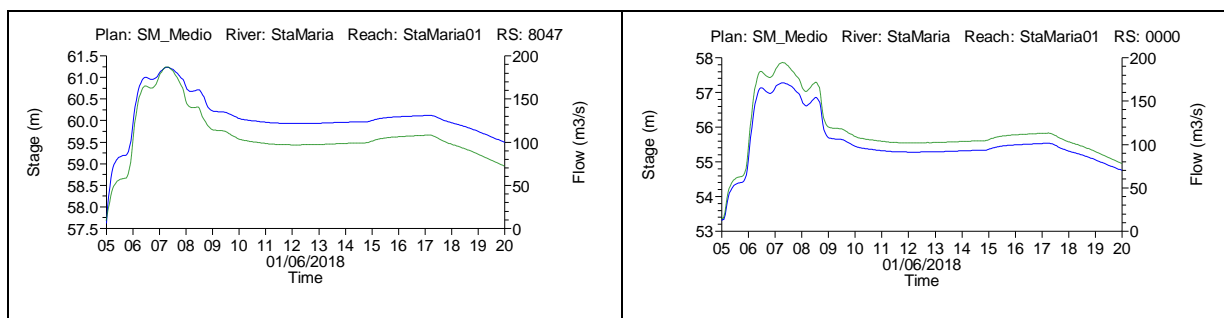


Figura 149. Hidrogramas y Niveles arrojados por el modelo - A° Santa María - Niveles altos en Paraná (Ref: Hidrogramas en verde y Niveles en azul)

VII. 5. 2. Recurrencias Extraordinarias del Río Paraná

Se procedió a analizar la afectación de las crecientes máximas del Río Paraná sobre los canales que descargan al mismo, para ello se determinaron por interpolación los niveles hídricos en coincidencia con cada curso de agua para recurrencias de 5, 10, 50 y 100 años de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 114. Niveles Hídricos para Distintas Recurrencias

Estación	Prog. (km)	TR≈5 (2013/14)	TR≈10 (2012/13)	TR≈50 (1991/92)	TR≈100
Itatí	0	52.76	53.18	54.39	55.50
Descarga A° Iribú Cuá	29	54.37	54.79	55.92	57.03
Descarga A° Baí	45	55.26	55.68	56.76	57.87
Descarga A° Santa María	68	56.54	56.96	57.97	59.08
Ita Ibaté	96	58.10	58.52	59.44	

Se presenta a continuación los niveles de solera de los canales proyectados a la altura de la Ruta Nacional N°12 y los niveles generales de terreno natural correspondiente a cada cauce.

Tabla 115. Cota de Solera de Cauces en Puentes y Cotas Generales del Terreno

Cauce	Solera de Puente R.N.N°12	Terreno Natural
A° Iribú Cuá	53.50	63.00
A° Baí	54.50	64.00
A° Santa María	53.00	65.50

De las planillas anteriores se deduce que, a partir de recurrencias de 5 años, el Río Paraná ingresa por los cauces en análisis más allá de la Ruta Nacional N°12.

En la siguiente planilla se presentan las progresiva de los canales aguas arriba de la R.N.Nº12 a las cuales llegaría los distintos niveles de inundación del Río Paraná, y la revancha de estos niveles con respecto al terreno natural.

Tabla 116. Progresivas aguas arriba de la R.N.Nº12 con presencia de agua en fondo de canal por crecientes del Río Paraná

Cauce	TR≈5	TR≈10	TR≈50	TR≈100
Aº Iribú Cuá	1000	1500	3000	4000
Aº Baí	2500	4000	7500	11000
Aº Santa María	7000	8000	10000	Noé – 2000 Sequeira - 7000

Tabla 117. Revanchas de Crecientes Extraordinarias a Terreno Natural

Cauce	TR≈5	TR≈10	TR≈50	TR≈100
Aº Iribú Cuá	8.63	8.21	7.08	5.97
Aº Baí	8.74	8.32	7.24	6.13
Aº Santa María	8.96	8.54	7.53	6.42

De las planillas anteriores surge, que si bien para crecientes extraordinarias existe un ingreso de agua en los canales o cauces en análisis más allá de la Ruta Nacional Nº12, estos niveles de crecientes en ningún caso alcanzan a las cotas de terreno natural, manteniéndose para la recurrencia extrema de 100 años, unos 6 metros por debajo del terreno natural, por lo cual se concluye que aun para situaciones de crecientes extraordinarias en el Río Paraná no se verá afectada significativamente la capacidad de evacuación de estos cauces.

VII. 6. Limitaciones a la Determinación de Superficies de Inundación.

Las superficies de inundación se obtuvieron del modelo hidrológico HEC-HMS, ya que si bien el modelo hidráulico HEC-RAS generado proporciona perfiles hidráulicos, los cuales asociados a los perfiles transversales al cauce determinan un ancho de inundación (o bien superficie considerando la distancia entre perfiles), ocurre que los perfiles relevados comprenden de acuerdo a los Términos de Referencia un ancho de aproximadamente 100metros, mientras que la franja de inundación en muchos casos excede considerablemente a este valor.

A fin de que la modelación del perfil hidráulico sea lo representativa de la realidad, los perfiles generados fueron extrapolados en extensión, lo cual motivo a que se empleen las superficies inundadas obtenidas del modelo hidrológico de acuerdo a la metodología descrita anteriormente.

A su vez el modelo hidráulico plantea dificultades para establecer las áreas que se sanearían con el presente proyecto, por cuanto es incapaz de establecer las áreas anegadas en zonas en que no existen canales, tal como ocurre en la Situación Actual.

Se destaca que al ser un modelo hidráulico unidireccional, el HEC – RAS es inaplicable en áreas con escurrimiento no definido. Este es un factor de importancia en la cuantificación de los efectos que realizaría la obra sobre el medio, considerando que la misma extendería el sistema de canales a un área de, por lo menos, 1320 km² y que actualmente presentan un escurrimiento deficiente por ausencia de vías de drenaje bien definidas.

Si bien se considera que el modelo hidrológico obtenido es una buena representación de la realidad, a futuro y en base a nuevas mediciones de campo y parámetros de calibración que se puedan obtener, se podrá incrementar la precisión del mismo en base al esquema conceptual planteado.

VII. 7. Obras de Regulación

A fin de evitar que ante escenarios de sequías, los canales proyectados agraven esta situación, se plantea sobre los mismos una serie de obras de regulación, las cuales serán operadas mediante compuertas tipo vertederos, de manera que se pueda establecer un nivel de agua mínimo en los canales.

Estas obras de regulación, se plantean sobre alcantarillas tipo O-41211 o tipo Z-2915 dependiendo de la altura de las mismas, adosando en la cara de aguas arriba guías sobre las cuales se desplazarán tablas que permitan regular el nivel de agua en los canales aguas arriba de estas obras.

La verificación de la sección de paso de estas alcantarillas, se realiza para una recurrencia de 50 años.

La obtención de una solución precisa de la hidráulica de alcantarillas representa una tarea de cómputo complicada.

Las alcantarillas frecuentemente actúan como una constricción al flujo y están a menudo sujetas a una gama de flujo incluyendo los tipos variados rápidamente y flujos gradualmente variados. Es esta mezcla de las condiciones del flujo y de la naturaleza altamente transitoria de la hidráulica de alcantarillas que hace que la solución hidráulica sea una tarea difícil.

Por esta razón, el objetivo es simplificar el problema de la hidráulica y dimensionar la alcantarilla usando dos diversas hipótesis de control de flujo:

- Control de entrada: calcula la profundidad aguas arriba (o energía) como resultado del efecto de la constricción en la entrada de la alcantarilla mientras que desprecia la fricción del conducto de la alcantarilla y otras pérdidas de menor importancia.
- Control de salida: calcula la profundidad aguas arriba de la cabecera usando metodologías hidráulicas convencionales que consideran las pérdidas predominantes debido a la fricción del conducto de la alcantarilla, así como las pérdidas localizadas a la entrada y la salida.

Para determinar la capacidad de conducción de las alcantarillas se empleó la metodología propuesta en la “Circular N°5: Gráficos Hidráulicos para el Diseño de Alcantarillas” de la Dirección Nacional de Vialidad.

El procedimiento propuesto la “Circular N°5: Gráficos Hidráulicos para el Diseño de Alcantarillas” asume una serie de hipótesis. Además, estos gráficos fueron obtenidos a partir de un conjunto de ensayos en laboratorio, y posteriormente convalidados con experimentación en el terreno. Todo esto le incorpora un componente empírico que, cuanto mucho, puede ser interpretado físicamente.

Estos gráficos fueron originalmente preparados por la Sección Hidráulica División Puentes de la Oficina de Ingeniería y Operaciones del Bureau of Public Roads de Washington – EEUU (1964) y posteriormente traducidos y adaptados a las unidades métricas por el Ing. Rühle (1966).

Los ensayos de laboratorio y las observaciones en el terreno, han puesto de manifiesto dos formas fundamentales típicas de escurrimiento en las alcantarillas: 1) escurrimiento con control de entrada y 2) escurrimiento con control de salida.

En el escurrimiento con control de entrada, el caudal que puede pasar por la alcantarilla, depende fundamentalmente de las condiciones de entrada a la misma. Es decir, depende de la sección transversal del conducto, de la geometría de la embocadura y de la profundidad del agua a la entrada o altura del remanso. En este tipo de escurrimiento no influyen las características del conducto mismo. En cambio, en el escurrimiento con control de salida debe agregarse a las anteriores el nivel del agua a la salida, la pendiente, longitud y rugosidad del conducto.

En alcantarillas con control de salida, la profundidad del remanso a la entrada (H_e) se puede expresar a través de la siguiente ecuación:

$$H_e = H + H_1 - L \cdot i \quad (VII-11)$$

Donde “ H_1 ” es el nivel a la salida; “ H ” es la altura de carga o energía requerida para hacer circular una cantidad dada de agua a través de la alcantarilla, y está compuesta por la altura de velocidad (o cinética) h_v ; pérdida de carga a la entrada h_e

y pérdida de carga por fricción o rozamiento h_f ; “L” es la longitud del conducto e “i” su pendiente.

$$H = h_v + h_e + h_f \quad h_v = \frac{V^2}{2g} \quad h_e = K_e \cdot \frac{V^2}{2g} \quad h_f = \frac{2g n^2 L}{R^{4/3}} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{VII-12})$$

$$H = \left(1 + K_e + \frac{2g n^2 L}{R^{4/3}} \right) \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{VII-13})$$

Donde “V” es la velocidad media en el conducto; “g” es la aceleración de la gravedad; “ K_e ” es el coeficiente de pérdida de carga a la entrada; “n” es el coeficiente de rugosidad de Manning y “R” su radio hidráulico.

El nivel de agua a la salida (H_1) se adoptó igual al valor obtenido de modelación hidráulica en la sección correspondiente.

Se verificó en consecuencia que las alcantarillas no trabajen ahogadas y que las velocidades a la salida no resulten excesivas.

Tabla 118. Obras de Regulación

Designación	Canal	Progresiva	Tipo	Nº Vanos	Luz	Altura	C.D.
REG-01	Iribú Cuá - 03	9000	O-41211-I	2	2.00	2.00	61.60
REG-02	Afluente Nº1	10000	O-41211-I	2	2.00	2.00	61.15
REG-03	Afluente Nº2 - 01	200	Z-2915-I	3	2.00	3.50	60.30
REG-04	Baí - 06	200	Z-2915-I	3	2.00	3.00	61.30
REG-05	Baí - 07	200	O-41211-I	1	2.00	2.00	61.30
REG-06	Baí - 08	200	O-41211-I	1	2.00	2.00	62.23
REG-07	Baí - 09	200	O-41211-I	1	2.00	2.00	62.37
REG-08	Baí - 10	200	O-41211-I	1	2.00	2.00	62.76
REG-09	Baí - 04	10750	Z-2915-I	8	2.00	4.50	57.73
REG-10	Baí - 17	2300	Z-2915-I	1	2.00	3.50	60.34
REG-11	Baí - 14	100	Z-2915-I	3	2.00	4.50	59.96
REG-12	Baí - 19	1100	Z-2915-I	2	2.00	4.50	60.02
REG-13	Sequeira - 01	3400	Z-2915-I	6	2.00	5.50	58.05
REG-14	Avalos - 01	1500	Z-2915-I	2	2.00	4.50	61.00
REG-15	Sequeira - 03	1500	Z-2915-I	6	2.00	4.50	60.84
REG-16	Sequeira - 03	14200	Z-2915-I	7	2.00	3.50	63.40
REG-17	Capiaty - 01	2500	Z-2915-I	2	2.00	3.50	63.33
REG-18	Noé - 01	1700	Z-2915-I	8	2.00	6.00	58.93

REG-19	Noé - 02	5800	Z-2915-I	3	2.00	5.50	60.99
REG-20	Fortuna - 01	5600	Z-2915-I	5	2.00	4.50	62.53

Tabla 119. Verificación Hidráulica de Obras de Regulación

Obra de Regulación	Caudal [m ³ /s]	hc [m]	H1 [m]	Hc [m]	He [m]	Velocidad [m/s]	He/H [%]
REG-01	6.4	0.64	1.55	0.08	1.63	1.04	81%
REG-02	6.4	0.64	1.47	0.09	1.56	1.09	78%
REG-03	20.9	1.07	2.61	0.13	2.74	1.33	91%
REG-04	19.1	1.01	1.76	0.24	2.00	1.82	80%
REG-05	5.2	0.88	1.44	0.24	1.68	1.80	84%
REG-06	4.2	0.76	1.38	0.17	1.55	1.51	77%
REG-07	3.6	0.68	1.34	0.13	1.47	1.32	74%
REG-08	3.5	0.68	1.34	0.13	1.47	1.32	74%
REG-09	92.6	1.51	3.51	0.20	3.71	1.65	93%
REG-10	6.6	1.03	2.32	0.15	2.47	1.41	82%
REG-11	27.4	1.29	3.31	0.14	3.45	1.38	86%
REG-12	15.5	1.15	3.27	0.10	3.37	1.18	84%
REG-13	83.1	1.70	4.68	0.16	4.84	1.48	97%
REG-14	18.4	1.29	3.13	0.16	3.29	1.47	82%
REG-15	63.4	1.42	3.45	0.17	3.62	1.53	91%
REG-16	61.8	1.26	2.40	0.25	2.65	1.84	88%
REG-17	13.5	1.05	1.80	0.26	2.06	1.88	69%
REG-18	134.1	1.93	4.93	0.21	5.14	1.70	93%
REG-19	34.3	1.49	4.42	0.12	4.54	1.29	91%
REG-20	66.9	1.66	3.72	0.24	3.96	1.80	99%

hc: Tirante Crítico, H1: Nivel a la Salida, Hc: Altura de Carga, He: Nivel a la Entrada, He/H: relación altura de funcionamiento/altura de alcantarilla.

VII. 8. Saltos Hidráulicos

A los efectos de salvar los desniveles existentes en las desembocaduras de determinados canales, se proyectaron “rápidas” o “caídas inclinadas”, de manera tal de disipar la energía del agua y contrarrestar así los fenómenos de erosión en estas desembocaduras.

Los canales que presentan desniveles en sus desembocaduras se indican en la siguiente tabla.

Tabla 120. Canales con Caidas Inclinadas

Designación	Canal	Prog.	Solera Sup.	Solera Inf.	Desnivel
RAP-01	Afluente N°2-01	150	60.30	56.70	3.60
RAP-02	Baí - 06	150	61.28	55.28	6.00
RAP-03	Baí - 07	150	61.28	55.28	6.00
RAP-04	Baí - 08	150	62.21	56.71	5.50
RAP-05	Baí - 09	150	62.35	56.35	6.00
RAP-06	Baí - 10	150	62.74	57.74	5.00
RAP-07	Capiaty - 01	150	63.08	58.08	5.00

En una caída inclinada se distinguen las siguientes partes: Transición de entrada, Sección de control, Tramo inclinado y Colchón Amortiguador o Poza.

La transición de entrada une mediante un estrechamiento progresivo la sección del canal superior con la sección de control.

La sección de control es la sección correspondiente al punto donde comienza la pendiente fuerte de la caída, como ésta casi siempre es mayor que la crítica, el régimen que se establece es el supercrítico motivando que en la sección de control se presente la profundidad o tirante crítico, que depende fundamentalmente de las propiedades geométricas de la sección, de ahí su nombre de sección de control.

El tramo inclinado, donde la solera del canal superior se une con la del inferior siguiendo un plano con talud de 1,5:1, debiendo tener la parte revestida suficiente altura para que el agua no la supere.

Colchón o Poza, donde se absorbe la energía cinética del agua al pie de la caída, mediante la generación de un salto hidráulico.

El cálculo hidráulico de estas caídas inclinadas se realizó para una recurrencia de 50 años.

El dimensionamiento de la sección de control, adoptada de sección rectangular se realiza de manera tal que la energía en la sección de control sea similar a la del canal aguas arriba.

La longitud de esta transición se basa en que el ángulo de la transición de la superficie de agua no supere el valor de 12.5° , a los efectos de evitar la formación de ondas de perturbación.

Se indican en las tablas siguientes los valores de ancho obtenidos para las secciones de control de las distintas rápidas.

Tabla 121. Parámetros Hidráulicos de la sección aguas arriba de la rápida

Designación	Canal	Bf	i	m	Yn	n	Vel	Q	hvn
RAP-01	Afluente N°2-01	2.00	0.0001	2.0	2.88	0.014	0.94	20.9	0.04
RAP-02	Baí - 06	3.00	0.0001	2.0	2.57	0.014	0.91	19.1	0.04
RAP-03	Baí - 07	3.00	0.0001	2.0	1.38	0.014	0.65	5.2	0.02
RAP-04	Baí - 08	2.00	0.0001	2.0	1.40	0.014	0.62	4.2	0.02
RAP-05	Baí - 09	2.00	0.0001	2.0	1.30	0.014	0.60	3.6	0.02
RAP-06	Baí - 10	2.00	0.0001	2.0	1.29	0.014	0.60	3.5	0.02
RAP-07	Capiaty - 01	3.00	0.0001	2.0	2.19	0.014	0.83	13.5	0.04

Bf: solera del canal revestido aguas arriba de la rápida, i: pendiente de solera del canal, m: taludes laterales del canal, Yn: tirante normal, n: rugosidad de Manning, Vel: velocidad de escurrimiento, Q: Caudal de diseño, hvn: carga de velocidad.

Tabla 122. Parámetros hidráulicos en la sección de control de la rápida

Designación	Bc	Long. de Transición (E)	Angulo deflexión	Yc	hvc	Yn+hvn	Yc+hvc
RAP-01	2.50	25.0	12.4	1.9	1.0	2.92	2.89
RAP-02	2.70	25.0	11.9	1.7	0.9	2.61	2.58
RAP-03	2.00	15.0	12.3	0.9	0.4	1.40	1.32
RAP-04	1.50	15.0	11.5	0.9	0.5	1.42	1.39
RAP-05	1.50	15.0	10.8	0.8	0.4	1.32	1.25
RAP-06	1.50	15.0	10.7	0.8	0.4	1.31	1.24
RAP-07	2.50	25.0	10.5	1.4	0.7	2.23	2.16

Bc: ancho de solera de la sección de control rectangular, Yc: tirante crítico, hvc: carga de velocidad crítica.

En la siguiente figura se presenta el perfil hidráulico de la caída inclinada.

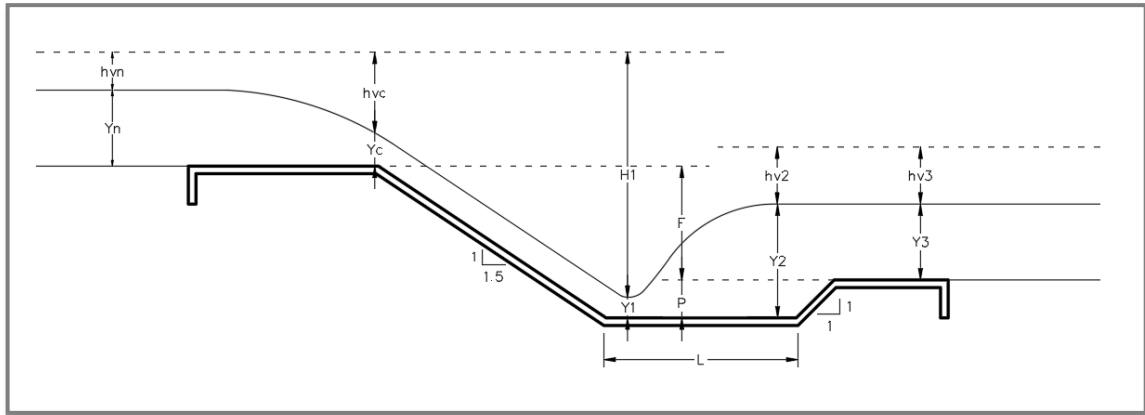


Figura 150. Perfil de la caída inclinada

De la figura anterior, se puede expresar la siguiente ecuación,

$$H_1 = P + F + Y_c + h_{vc} - Y_1 \quad (\text{VII-14})$$

Donde la velocidad V_1 al final de la caída resulta,

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H_1} \quad (\text{VII-15})$$

Considerando las ecuaciones anteriores y la ecuación de continuidad, se obtiene el tirante conjugado menor Y_1 , a partir del cual se determina el tirante conjugado mayor Y_2 , con la siguiente ecuación.

$$Y_2 = -\frac{Y_1}{2} + \sqrt{\frac{Y_1^2}{4} + \frac{2 \cdot V_1^2 \cdot Y_1}{g}} \quad (\text{VII-16})$$

La longitud de la poza disipadora se calcula con la siguiente ecuación.

$$L = 6 \cdot (Y_2 - Y_1) \quad (\text{VII-17})$$

A fin de balancear las energías al final de la rápida y el canal aguas abajo, es que se recomienda que la profundidad de la poza se determine con la siguiente ecuación.

$$P = 1.15 \cdot Y_2 - Y_3$$

(VII-18)

En base a las ecuaciones expuestas, se obtuvieron los siguientes resultados para las distintas rápidas.

Tabla 123. Parámetros Hidráulicos de Poza Disipadora

Designación	Y1	P	H1	V1	A1	F1	Y2	Lp Cálculo	Lp Adoptado
RAP-01	0.68	2.00	7.81	12.38	1.69	4.81	4.27	21.6	22.0
RAP-02	0.50	2.00	10.08	14.06	1.36	6.33	4.26	22.5	22.5
RAP-03	0.20	1.50	8.62	13.00	0.40	9.31	2.52	13.9	14.0
RAP-04	0.22	1.50	8.17	12.66	0.33	8.62	2.57	14.1	14.5
RAP-05	0.19	1.50	8.56	12.96	0.28	9.62	2.43	13.5	14.0
RAP-06	0.20	1.50	7.54	12.16	0.29	8.79	2.33	12.8	13.0
RAP-07	0.41	2.00	8.75	13.10	1.03	6.53	3.59	19.1	19.5

VII. 9. Alcantarillas

Sobre los caminos existentes que son intersectados por las trazas de los canales proyectados se dispusieron alcantarillas a los efectos de no interrumpir su continuidad.

La verificación de la sección de paso de estas alcantarillas, se realiza para una recurrencia de 50 años, de acuerdo a la metodología descrita en apartado VII.6, conduciendo a los siguientes resultados.

Tabla 124. Alcantarillas

Designación	Canal	Progresiva	Tipo	Nº Vanos	Luz	Altura	C.D.
ALC-01	Afluente Nº1	1720	Z-2916-I	2	5.00	6.00	54.94
ALC-02	Afluente Nº1	4015	Z-2916-I	2	5.00	5.00	56.62
ALC-03	Iribú Cuá - 02	3400	Z-2916-I	2	5.00	5.00	56.46
ALC-04	Afluente Nº2-01	2840	Z-2915-I	2	2.00	3.50	60.59
ALC-05	Afluente Nº2-01	3970	Z-2915-I	2	2.00	3.50	60.70
ALC-06	Afluente Nº2-01	4760	Z-2915-I	2	2.00	3.50	60.77
ALC-07	Afluente Nº2-02	2420	Z-2915-I	1	2.00	3.50	61.01
ALC-08	Afluente Nº2-02	4970	Z-2915-I	1	2.00	3.00	61.27

ALC-09	Afluente N°2-02	6680	Z-2915-I	1	2.00	3.00	61.44
ALC-10	Baí - 07	8292	O-41211-I	1	2.00	2.00	62.11
ALC-11	Baí - 16	5615	Z-2915-I	4	2.00	3.00	62.50
ALC-12	Baí - 16	10854	O-41211-I	2	2.00	2.00	63.52
ALC-13	Baí - 18	3710	Z-2915-I	2	2.00	3.50	61.60
ALC-14	Baí - 18	5400	Z-2915-I	1	2.00	3.00	62.02
ALC-15	Baí - 18	6920	O-41211-I	1	2.00	2.00	62.39
ALC-16	Baí - 20	1000	Z-2915-I	2	2.00	4.00	60.17
ALC-17	Baí - 21	370	Z-2915-I	1	2.00	3.50	60.70
ALC-18	Baí - 21	7870	Z-2915-I	1	2.00	3.50	61.08
ALC-19	Baí - 21	14800	Z-2915-I	1	2.00	3.00	61.42
ALC-20	Sequeira - 01	1470	Z-2916-I	2	5.00	6.00	57.46
ALC-21	Fortuna - 05	770	Z-2915-I	2	2.00	2.50	65.47
ALC-22	Avalos - 01	5650	Z-2915-I	4	2.00	3.00	62.68
ALC-23	Sequeira - 03	8060	Z-2916-I	2	5.00	4.50	62.06
ALC-24	Sequeira - 04	7270	Z-2916-I	2	5.00	3.50	64.71

Tabla 125. Verificación Hidráulica de Alcantarillas

Alcantarilla	Caudal [m3/s]	hc [m]	H1 [m]	Hc [m]	He [m]	Velocidad [m/s]	He/H [%]
ALC-01	53.4	1.43	4.65	0.10	4.75	1.15	86%
ALC-02	46.6	1.30	3.92	0.10	4.02	1.19	89%
ALC-03	47.5	1.32	3.80	0.11	3.91	1.25	87%
ALC-04	13.6	1.05	2.83	0.11	2.94	1.20	98%
ALC-05	16.4	1.19	2.84	0.15	2.99	1.44	100%
ALC-06	16.4	1.19	2.85	0.15	3.00	1.43	100%
ALC-07	5.1	0.87	2.63	0.07	2.70	0.96	90%
ALC-08	5.4	0.90	2.39	0.09	2.48	1.13	99%
ALC-09	5.4	0.91	2.25	0.11	2.36	1.21	94%
ALC-10	5.2	0.88	1.44	0.24	1.68	1.80	84%
ALC-11	25.3	1.01	1.88	0.21	2.09	1.68	84%
ALC-12	8.1	0.74	1.51	0.13	1.64	1.33	82%
ALC-13	9.2	0.81	2.30	0.07	2.37	1.00	79%
ALC-14	5.1	0.88	1.90	0.13	2.03	1.35	81%
ALC-15	2.0	0.47	1.55	0.03	1.58	0.65	79%
ALC-16	13.5	1.05	3.19	0.08	3.27	1.06	93%
ALC-17	3.5	0.67	2.80	0.03	2.83	0.62	94%
ALC-18	4.2	0.76	2.47	0.05	2.52	0.84	84%
ALC-19	2.7	0.56	2.14	0.03	2.17	0.62	87%

ALC-20	83.1	1.92	5.05	0.20	5.25	1.65	95%
ALC-21	6.2	0.63	1.95	0.05	2.00	0.80	100%
ALC-22	27.7	1.07	2.23	0.18	2.41	1.55	96%
ALC-23	62.0	1.58	3.44	0.23	3.67	1.80	92%
ALC-24	36.1	1.10	2.45	0.16	2.61	1.47	87%

VII. 10. Modelo Hidrológico Distribuido

A fin de estimar los caudales de salida y las áreas de inundación de una de las subcuencas se recurrió a la utilización de un modelo hidrológico distribuido de amplia aceptación mundial como el Análisis Hidrológico Superficial / Subsuperficial Grillado (en inglés Gridded Surface/Subsurface Hydrologic Analysis – GSSHA).

El GSSHA es un físico y bidimensional desarrollado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo en Ingeniería del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (US – Army Engineer Research and Development Center (ERDC)).

El modelo utiliza una grilla con celdas de tamaño constante que representan la topografía y las características de coberturas y tipo de suelo.

La subcuenca que se utilizó para el análisis con este modelo fue la subcuenca SC-IC-01 que forma parte de la cuenca del arroyo Iribú Cuá.

La metodología consistió en la aplicación de las siguientes actividades:

- Modelo de Digital de Elevación (MDE): la topografía de la subcuenca de estudio se desarrolló cernida a sus límites.
- Usos de suelo: se trabajó con coberturas de suelo desarrolladas en el apartado V.1.6 Modelo de Transformación lluvia caudal.
- Tipos de suelo: se utilizaron tipos de suelo en concordancia con sus usos.
- Hidrodinámica de la subcuenca: en virtud de la topografía del terreno esta se trazó con el auxilio del modelo GSSHA.
- Se estableció un punto de salida en la descarga de la subcuenca de estudio.
- Se cargaron precipitaciones de tiempos de recurrencia de 2 años y 100 años, desarrolladas en el apartado V.1.5 Tormentas de Diseño.
- Se realizaron corridas del modelo ante dos escenarios denominados “Situación Actual” que representa el escurrimiento actual de la subcuenca y “Con Proyecto”.
- Para ambos escenarios se obtuvieron como resultados el hidrograma de salida de la subcuenca de estudio y las superficies anegadas.
- Se realizó un análisis comparativo entre ambos escenarios.

VII. 10. 1. Modelo Digital del Elevación

Dada la poca diferencia de relieve, típica de los sistemas lacustres, los modelos digitales de elevación desarrollados a partir de imágenes de la Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM) presentaron incongruencias con la hidrodinámica de la zona de estudio, haciendo inválida su utilización en el desarrollo del modelo hidrológico distribuido.

Por esta razón se recurrió al trazado de curvas de nivel establecidas a partir de manchas de inundación, cuya obtención se desarrolló en apartado V.1.6. Modelo de Transformación Lluvia – Caudal.

Por tanto, para las curvas trazadas a partir de las superficies anegadas de la imagen satelital captada en febrero de 2017 (Figura 66) se fijaron con una cota IGN de 63,00 m y aquellas obtenidas de la imagen satelital captada en abril de 2017 (Figura 67), con una cota IGN de 63,50 m. Las manchas de inundación en la subcuenca de estudio, obtenidas con sendas imágenes se detallan en la Figura 151.

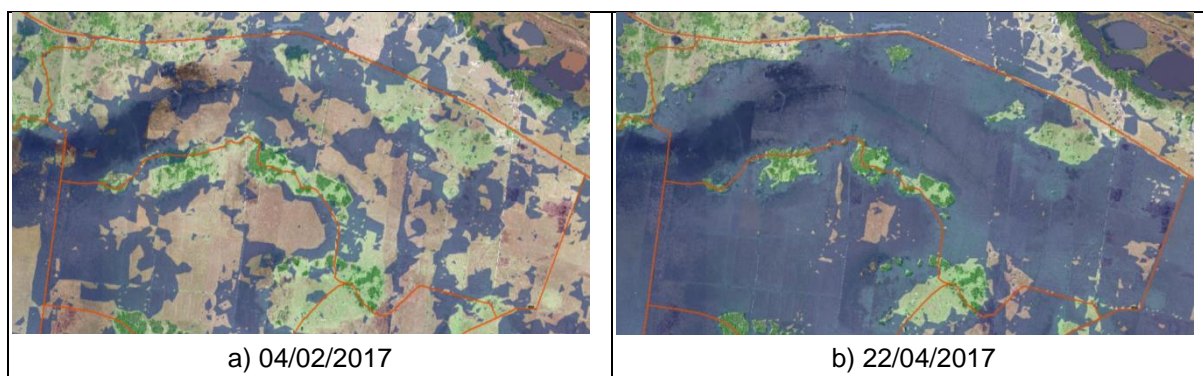


Figura 151. Superficies anegadas (sombreado azul) - SC-IC-01

Con lo expuesto se obtuvo el modelo digital de elevación de la subcuenca de estudio, tal como puede observarse en la Figura 152.

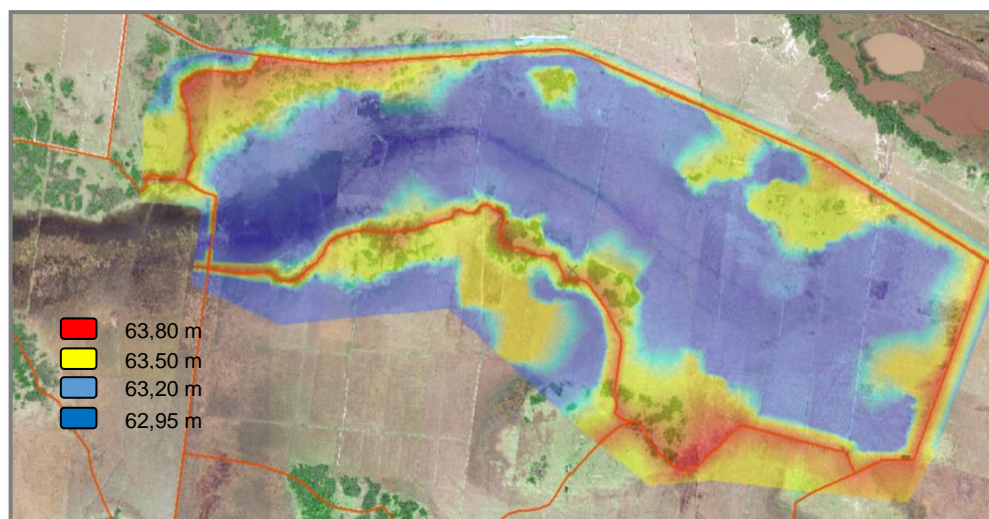


Figura 152. Modelo Digital de Elevación - SC-IC-01

VII. 10. 2. Usos de Suelo

Se identificaron tres tipos de coberturas, en virtud de la caracterización realizada para toda la zona de estudio en el apartado V.I.6. Modelo de Transformación Lluvia - Caudal. Estas fueron: i) Monte, ii) Cañada y iii) Pastura, tal como puede observarse en la Figura 153.

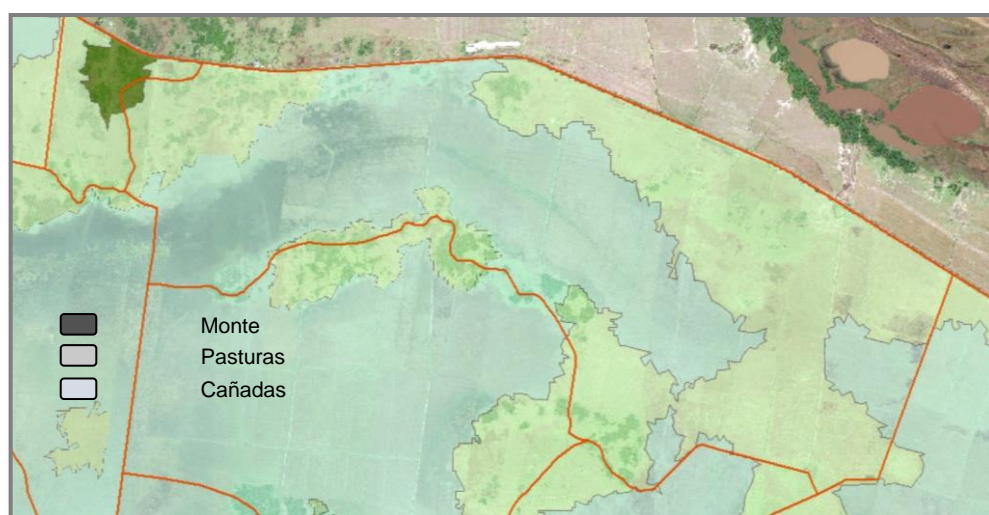


Figura 153. Tipos de Coberturas - SC-IC-01

Los coeficientes rugosidad de Manning adoptados para cada uso de suelo se detallan en la Tabla 126.

Tabla 126. Coeficientes de Rugosidad de Manning adoptados.

Cobertura	Monte	Pasturas	Cañadas
Coeficiente (n)	0,800	0,350	0,150

VII. 10. 3. Tipos de Suelo

Se estudiaron los mapas de suelos en escala 1:50.000 distribuidos por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria³⁰. Tal como puede verse en la Figura 154 para subcuenca de estudio se identifican tres tipos de paisaje: i) Planos hidromórficos, ii) Complejo aluvial del Riachuelo y iii) Sabana Parque Cañada Alta.



Figura 154. Tipos de suelos - SC-IC-01

Estos paisajes presentan suelos complejos y muy variables espacialmente, en virtud de su formación aluvial. Esta situación no permite establecer una relación entre paisaje y tipo de suelo, inhibiendo la utilización de cartas de suelo con escala 1:50.000 para determinar las texturas y capacidad de infiltración de los mismos. Esto arroja una alta carga de incertidumbre al modelo por cuanto requiere de datos locales de suelo.

Por lo cual debió recurrirse a carta de suelos para la provincia de Corrientes de escala 1:500.000, donde pudo observarse que los suelos predominantes están identificados como Unidades Cartográficas 43 y 33.

³⁰ <http://wms.sig-ctes.inta.gob.ar/geocorrientes/web/>

La UC 43 presentan como series predominantes a Iribú Cuá, Mandiyurá e Indalecio, en tanto que la UC 33 presenta como series predominantes Chequín, Tataré y Oca. Todas estas series presentan una textura de tipo franco a franco arcilloso con muy baja conductividad hidráulica por lo que se adoptó a la arcilla como textura para todos los suelos de la subcuenca SC-IC-01.

Como modelo de infiltración del suelo se utilizó al denominado Green – Ampt y los parámetros del mismo fueron obtenidos de la Tabla 127 que relaciona los mismos con la textura del suelo según la clasificación establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Tabla 127. Parámetros de Infiltración para el modelo de Green - Ampt (Maidment, 1993)³¹.

USDA Textural	Total Porosity/ Saturation	Effective Porosity/ Saturation	Field Capacity Saturation	Wilting Point Sat.	Resid. Sat.	Bubbling Pressure Geometric Mean	Pore Size Distrib. Arithmetic Mean	Saturated Hydraulic Cond.	Capillary Head
	θ_s	θ_e	θ_f	θ_{wp}	θ_r	b	λ	K_s	f
	(cm ³ /cm ³)	(cm ³ /cm ³)	(cm ³ /cm ³)	(cm ³ /cm ³)	(cm ³ /cm ³)	(cm)	(cm/cm)	(cm/h)	(cm)
Sand	0.437	0.417	0.091	0.033	0.02	7.26	0.694	23.56	4.95
Loamy sand	0.437	0.401	0.125	0.055	0.035	8.69	0.553	5.98	6.13
Sandy loam	0.453	0.412	0.207	0.095	0.041	14.66	0.378	2.18	11.01
Loam	0.463	0.434	0.27	0.117	0.027	11.15	0.252	1.32	8.89
Silt loam	0.501	0.486	0.33	0.133	0.015	20.79	0.234	0.68	16.68
Sandy clay loam	0.398	0.33	0.255	0.148	0.068	28.08	0.319	0.3	21.85
Clay loam	0.464	0.39	0.318	0.197	0.075	25.89	0.242	0.2	20.88
Silty clay loam	0.471	0.432	0.366	0.208	0.04	32.56	0.177	0.2	27.3
Sandy clay	0.43	0.321	0.339	0.239	0.109	29.17	0.223	0.12	23.9
Silty clay	0.479	0.423	0.387	0.25	0.056	34.19	0.15	0.1	29.22
Clay	0.475	0.385	0.396	0.272	0.09	37.3	0.165	0.06	31.63

Es importante destacar que los valores indicados en la Tabla 127 derivan de un promedio geométrico de un vasto número de muestras de suelo testeados.

VII. 10. 4. Tormenta de Diseño

Se consideraron montos precipitados en 48hs de 142,02mm y 305,81mm asociados tiempos de recurrencias de 2 y 100 años, respectivamente. La distribución temporal de la tormenta fue la indicada en la Tabla 20 del apartado V.1.5. Tormentas de Diseño.

³¹ Maidment D.R. 1993. Handbook of Hydrology. Ed. McGraw - Hill. 1424 pp.

VII. 10. 5. Diseño del Modelo GSSHA

Con el Modelo Digital de Elevación se estableció el curso del agua dentro de la subcuenca de estudio y los límites de esta que estuvieron en concordancia con lo establecido en el apartado V.I.6. Modelo de Transformación Lluvia - Caudal.

Además, se trabajó con un grillado con celdas de 30 m x 30 m.

En la Figura 155 se indican la morfología de la subcuenca de estudio arrojada por el modelo GSSHA.

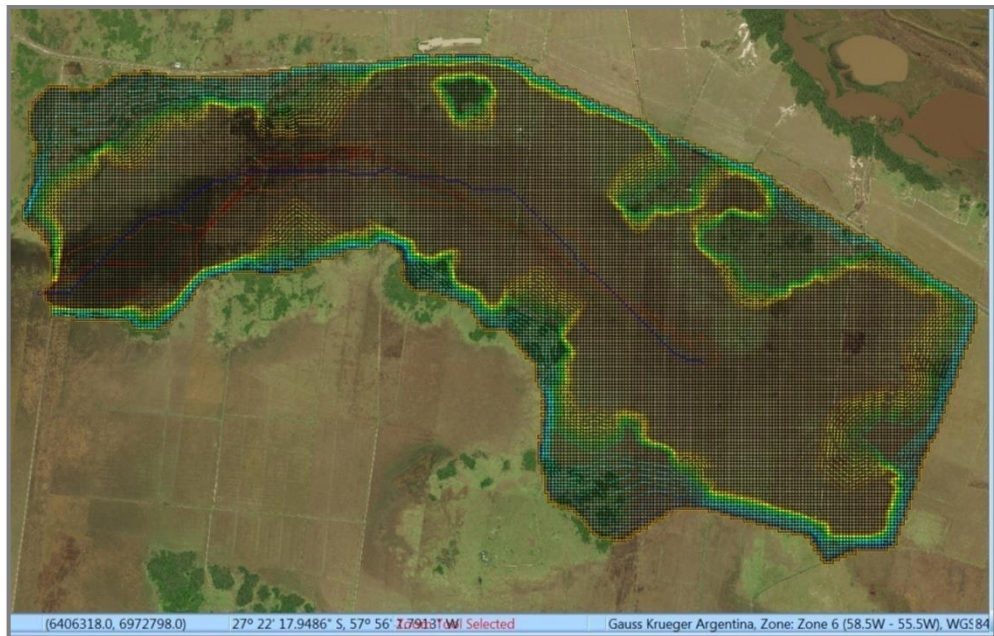


Figura 155. Grillado del Modelo GSSHA - SC-IC-01

Las diferencias entre los escenarios "Situación Actual y "Con Proyecto" se circunscribieron a la altimetría del Talweg del curso de agua, que en el primer caso presenta una variabilidad que evidencia una dificultad en el escurrimiento y, en el segundo, una solera recta con pendiente leve a la salida producto del perfilado del canal incluido en el presente proyecto (Figuras 156 y 157).

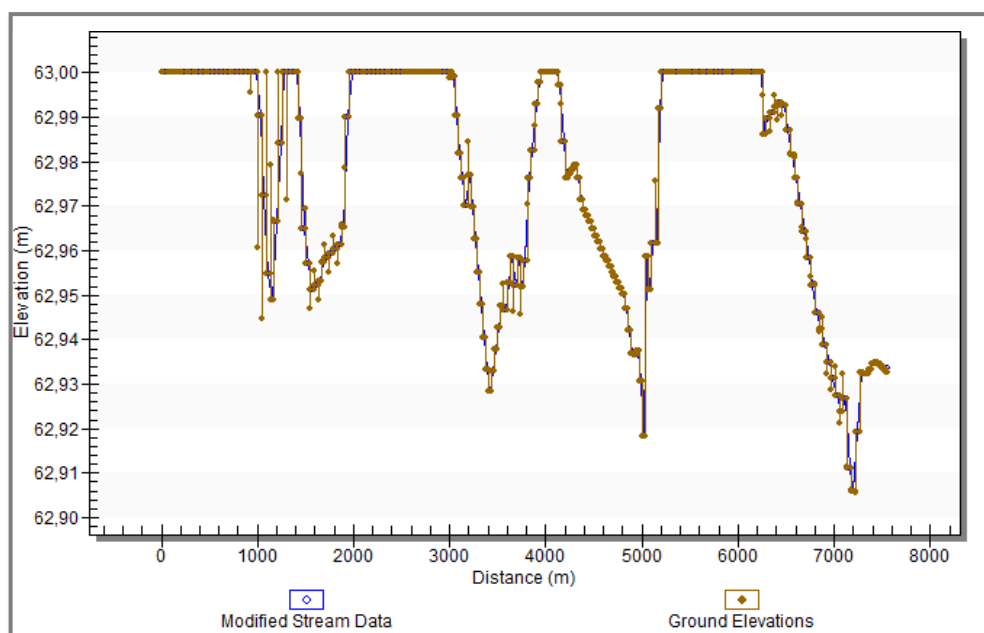


Figura 156. Altimetría del curso de agua - Situación Actual - SC-IC-01.

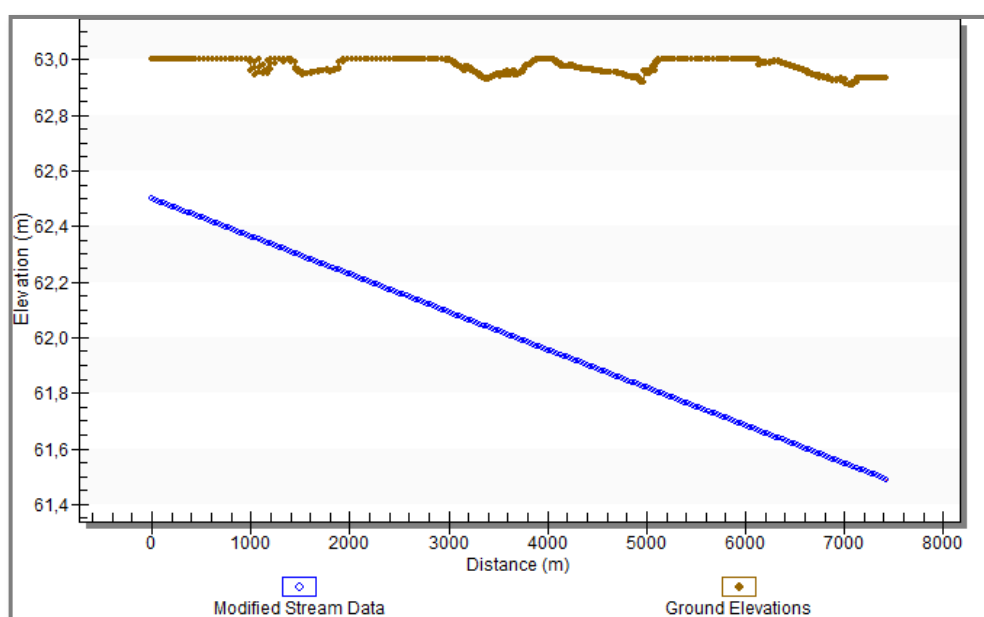


Figura 157. Altimetría del curso de agua - Con Proyecto - SC-IC-01

VII. 10. 6. Análisis de Resultados

a) Tiempo de Recurrencia de 2 años

En las Figuras 158 y 159 se indican los hidrogramas de salida de la subcuenca de estudio para la "Situación Actual" y el escenario "Con Proyecto".

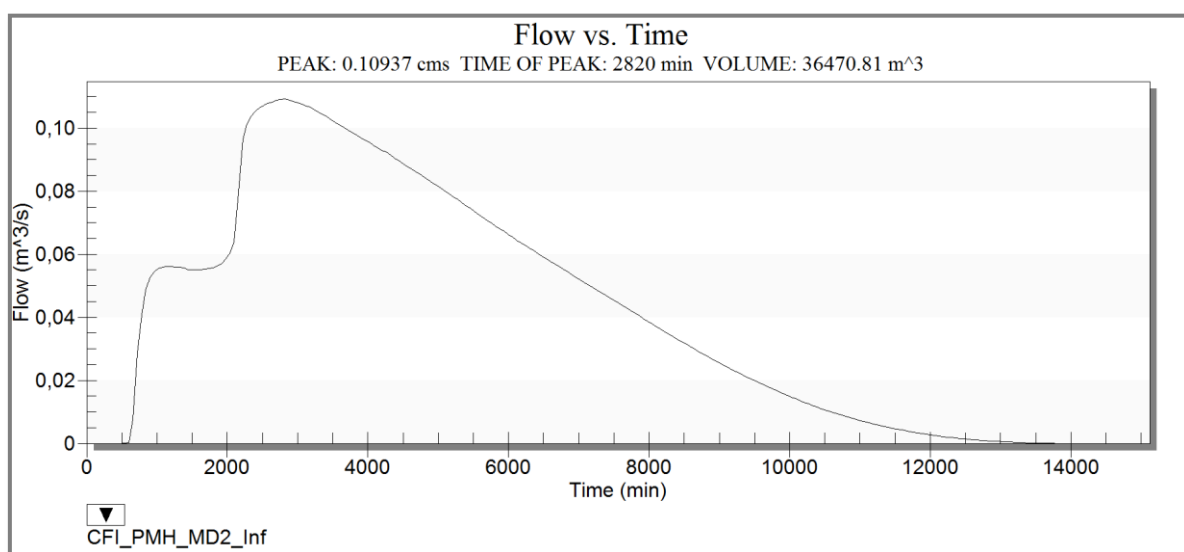


Figura 158. Hidrograma de salida SC-IC-01 - Situación Actual - TR 2 años

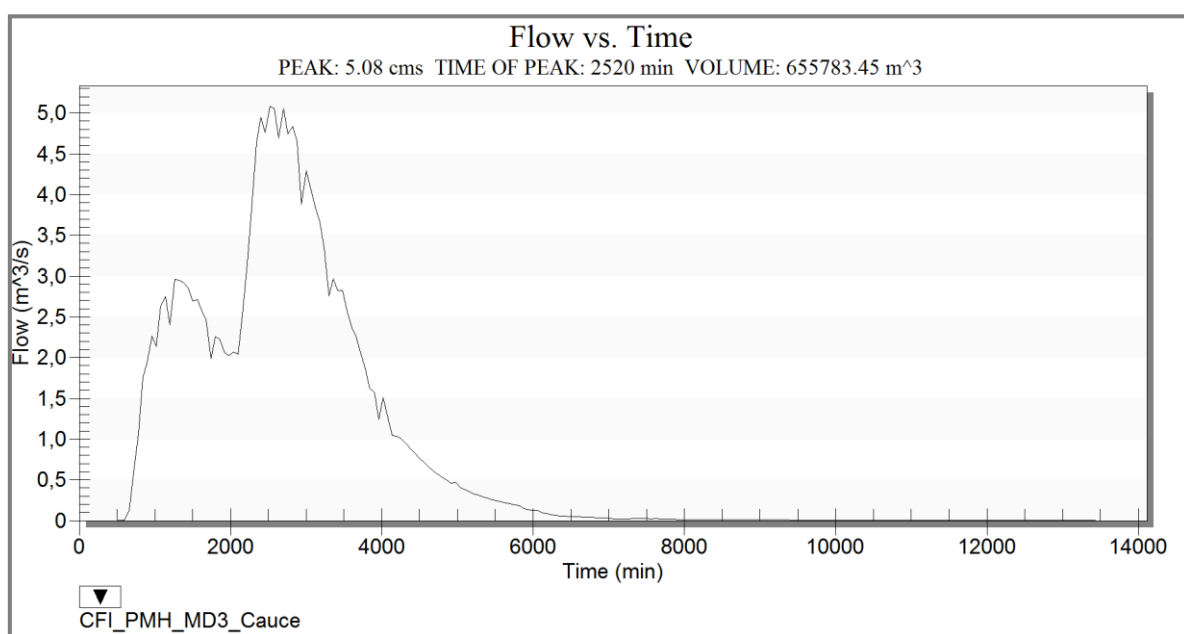
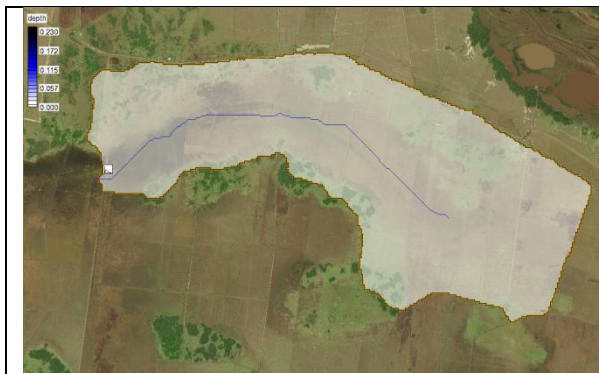


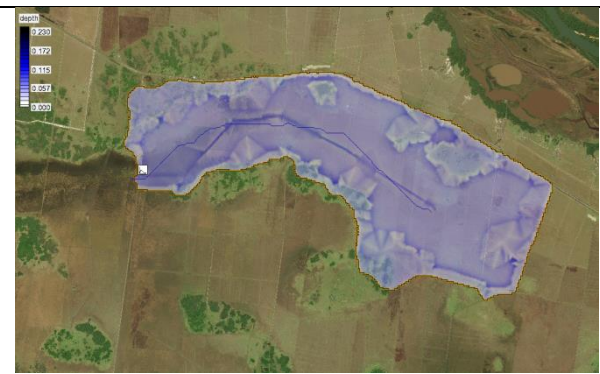
Figura 159. Hidrograma de salida SC-IC-01 - Con Proyecto - TR 2 años

Los caudales pico arrojados por el modelo distribuido ante un evento de 2 años de tiempo de recurrencia para la subcuenca SC-IC-01 son similares a los resultados dados por el modelo agregado que indica, para igual variable, valores de 0,005 m³/s y 5,43 m³/s ante escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto", respectivamente.

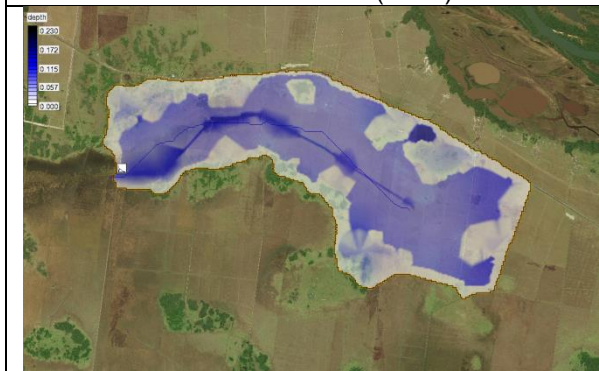
En las Figuras 160 y 161 se indican las manchas de inundación de la subcuenca de estudio para distintos tiempos de simulación ante los escenarios denominados "Situación Actual" y "Con Proyecto", respectivamente.



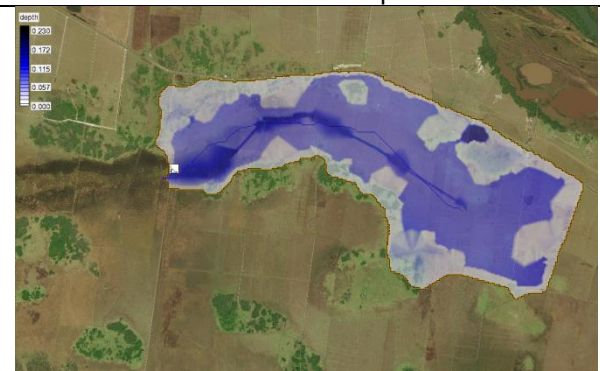
05/06/18 - 00:00 (inicio)



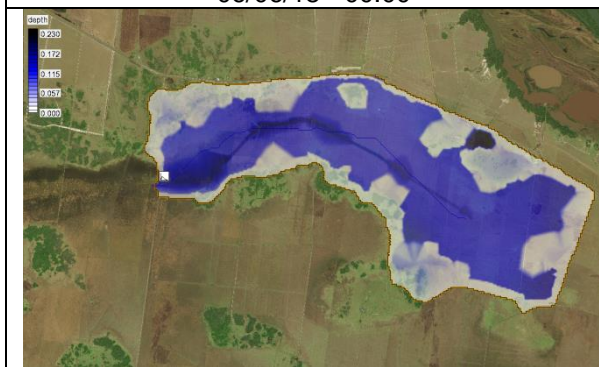
05/06/18 - 12:00 p.m.



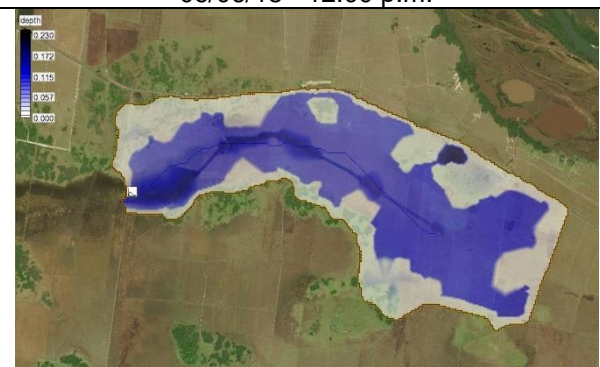
06/06/18 - 00:00



06/06/18 - 12:00 p.m.



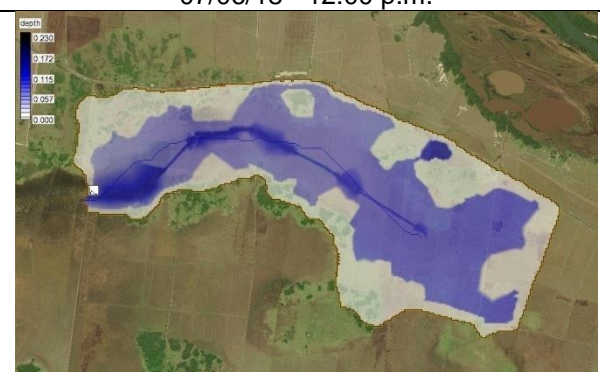
07/06/18 - 00:00



07/06/18 - 12:00 p.m.



08/06/18 - 00:00



08/06/18 - 12:00 p.m.

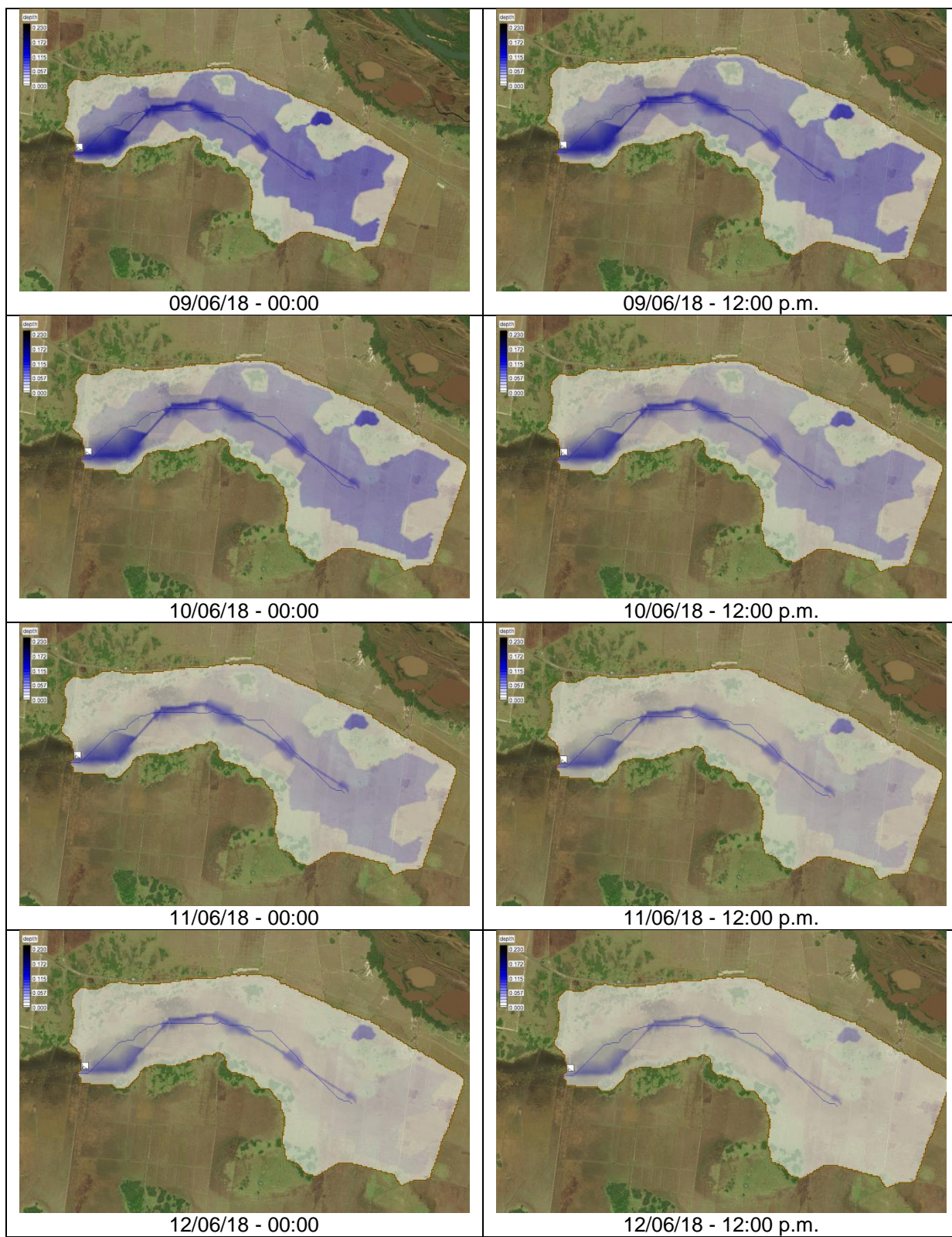
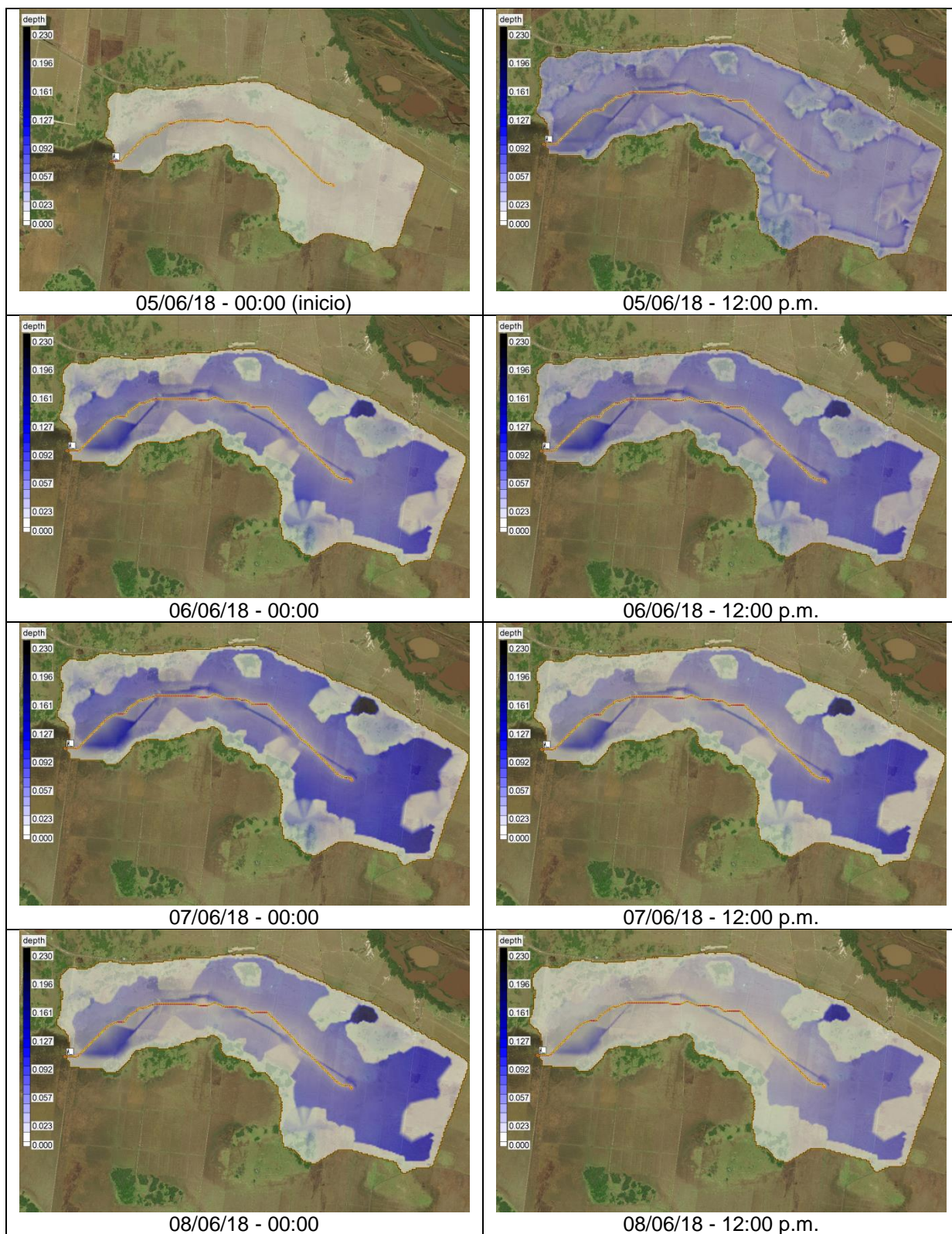


Figura 160. Mancha de Inundación SC-IC-01 - Situación Actual - TR 2 años



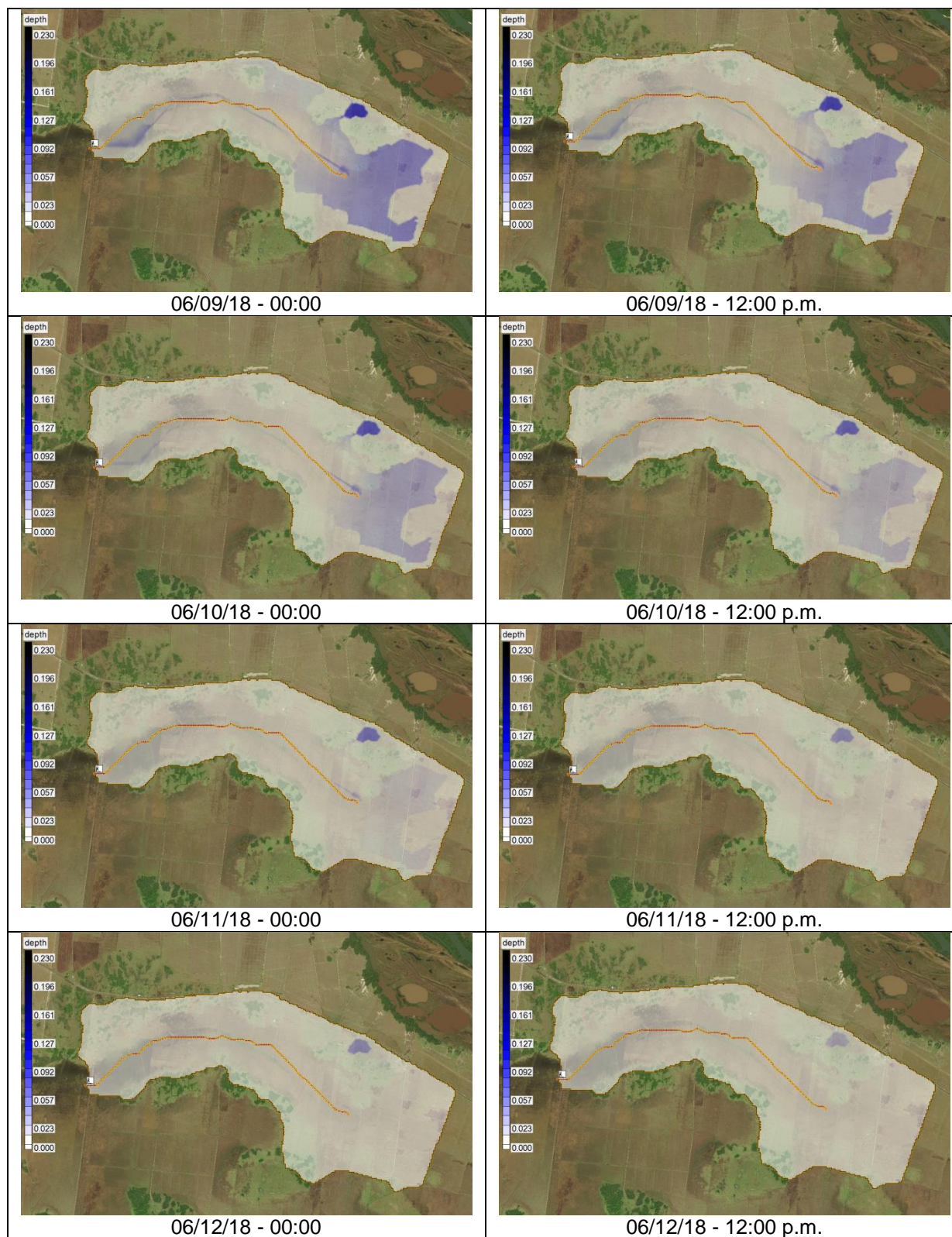


Figura 161. Mancha de Inundación SC-IC-01 - Con Proyecto - TR 2 años

De la observación de las Figuras 160 y 161 se constata que el modelo distribuido indica una reducción de los tiempos de permanencia de las zonas anegadas durante la precipitación de 2 años de recurrencia. En efecto, ante la situación actual, la mayor parte de la superficie de la subcuenca se sanearía en 7 días, presentando zonas que no pueden drenarse y, por tanto, su saneamiento

depende de la siempre lenta infiltración del suelo. En el escenario "Con Proyecto" la mayor parte de la cuenca se sanearía en 5 días.

b) Tiempo de Recurrencia de 100 años

En las Figuras 162 y 163 se indican los hidrogramas de salida de la subcuenca de estudio para la "Situación Actual" y el escenario "Con Proyecto".

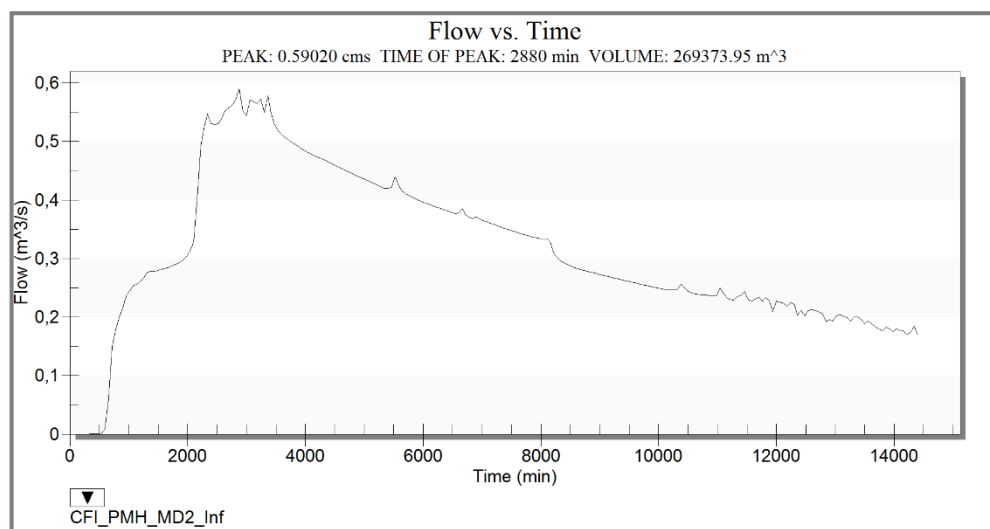


Figura 162. Hidrograma de salida SC-IC-01 - Situación Actual - TR 100 años

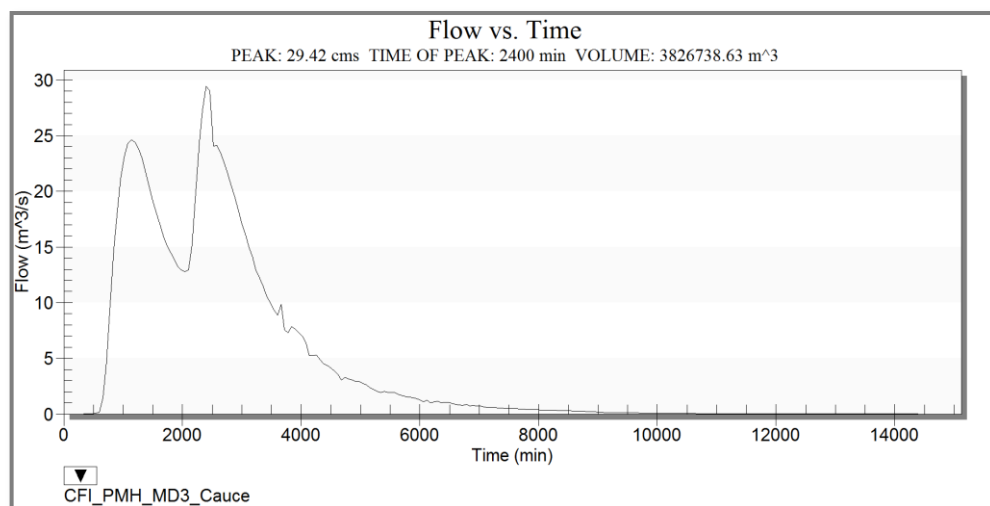
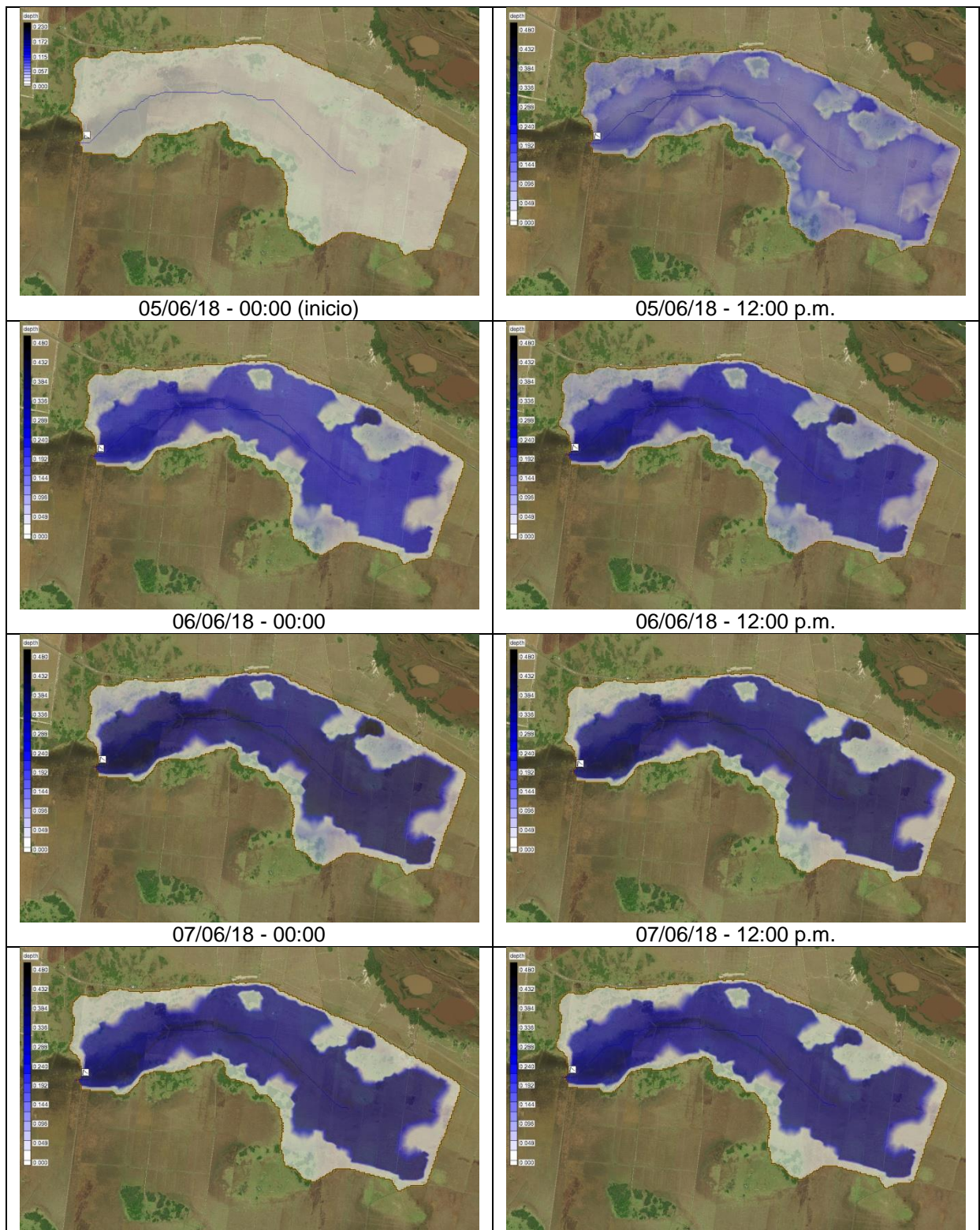


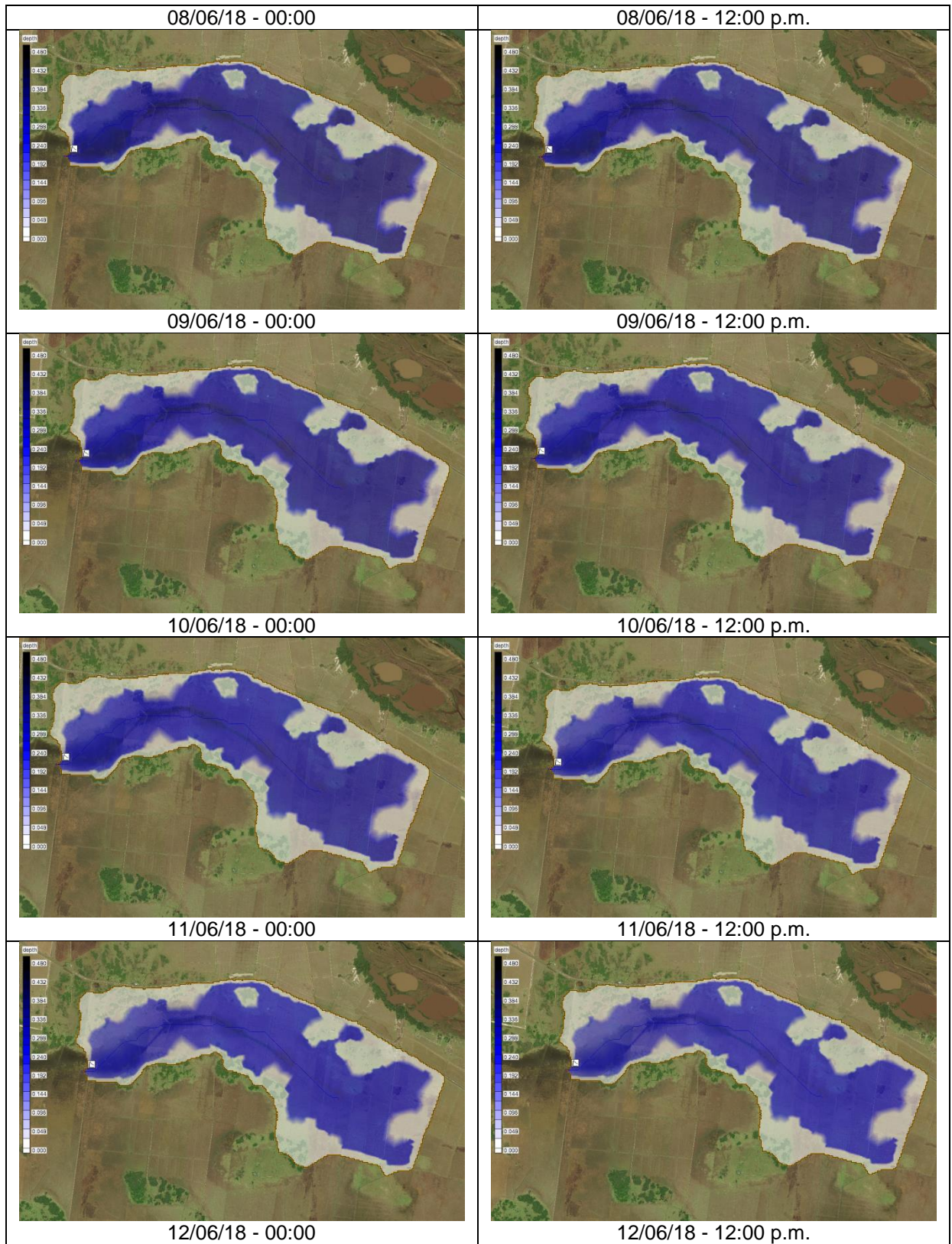
Figura 163. Hidrograma de salida SC-IC-01 - Con Proyecto - TR 100 años

Los caudales pico arrojados por el modelo distribuido ante un evento de 100 años de recurrencia para la subcuenca SC-IC-01 son similares a los resultados

dados por el modelo agregado que indica para igual variable valores de $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ y $29,37 \text{ m}^3/\text{s}$ ante escenarios "Situación Actual" y "Con Proyecto", respectivamente.

En las Figuras 164 y 165 se indican las manchas de inundación de la subcuenca de estudio para distintos tiempos de simulación para la "Situación Actual" y el escenario "Con Proyecto", respectivamente.





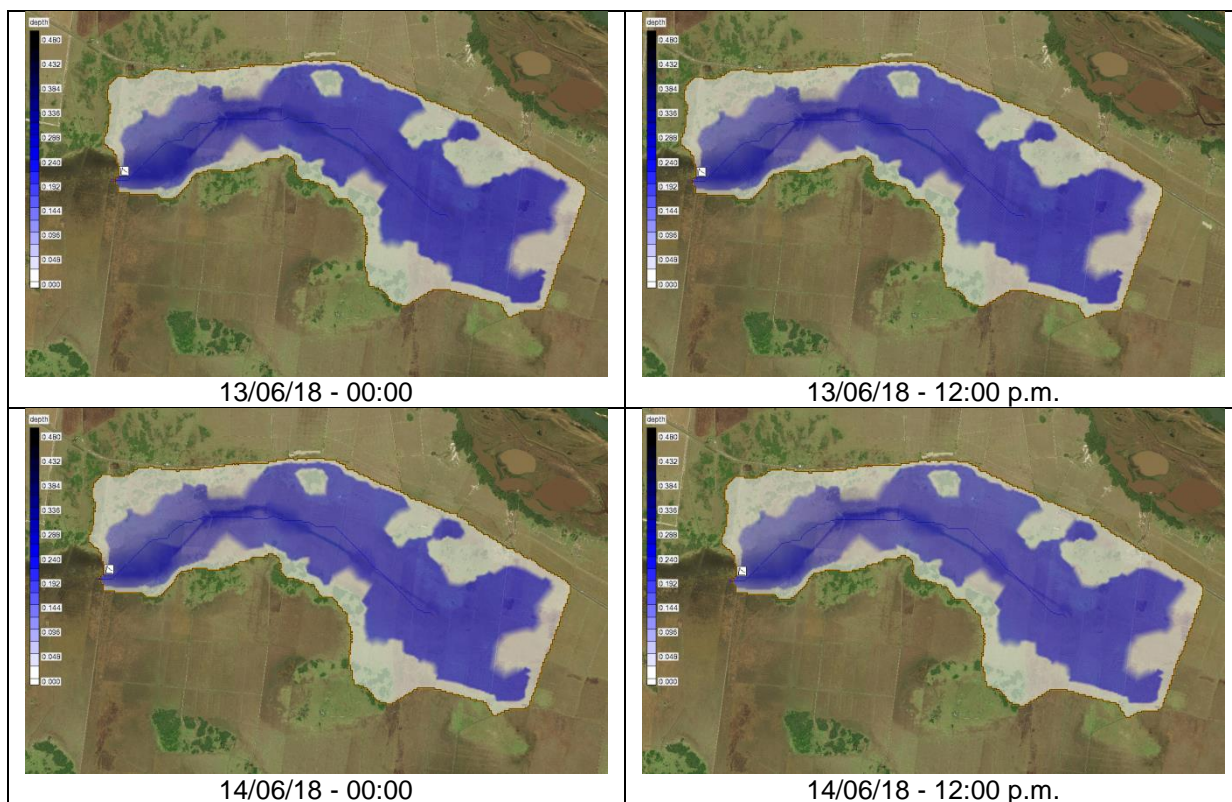
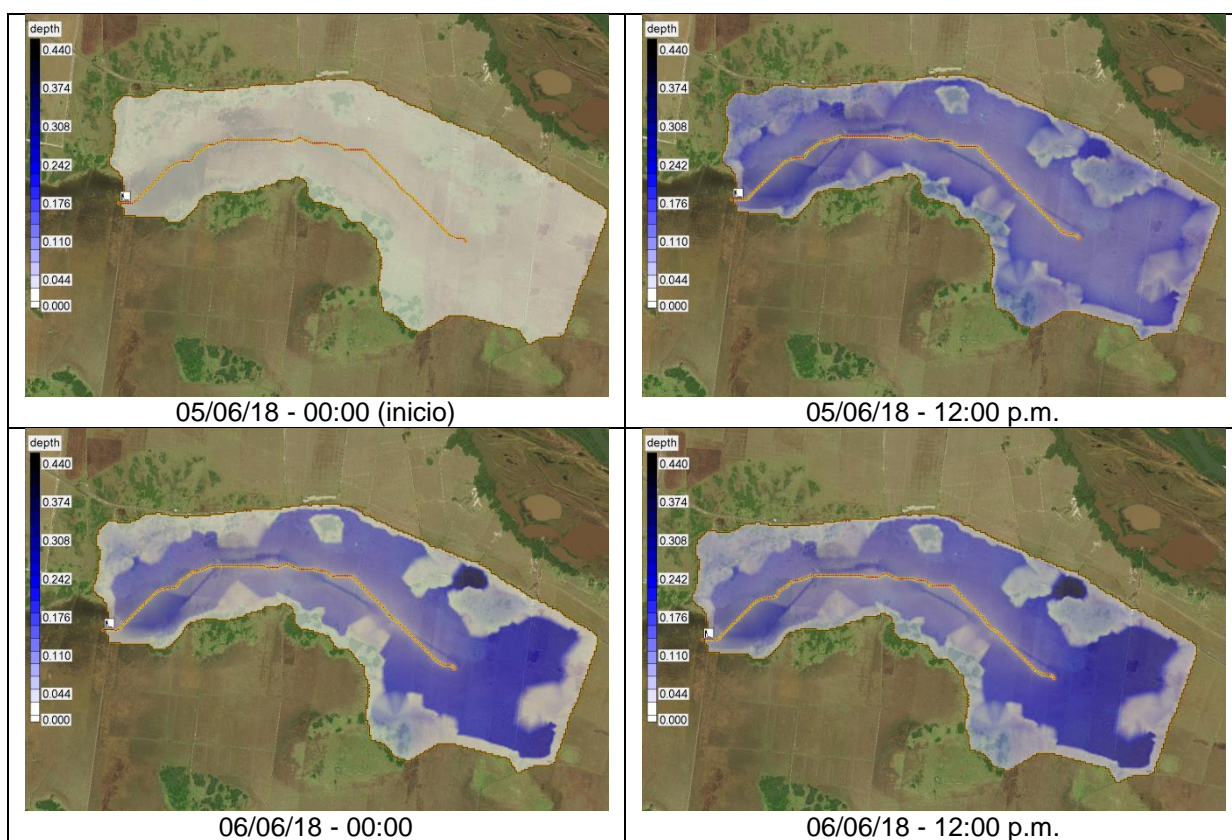
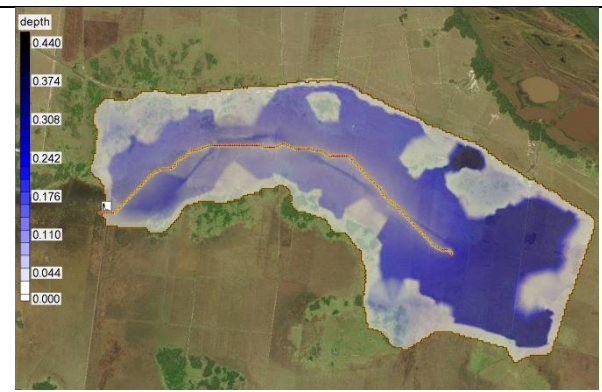


Figura 164. Mancha de Inundación SC-IC-01 - Situación Actual - TR 100 años

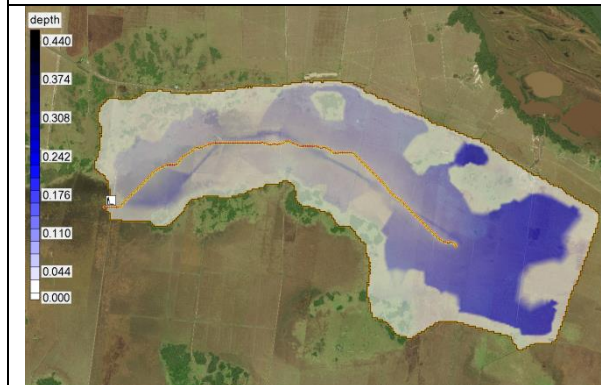




07/06/18 - 00:00



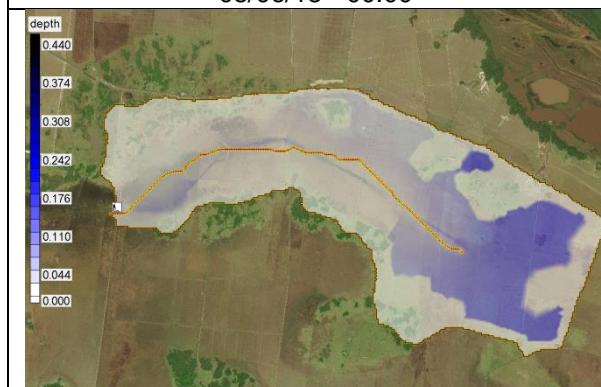
07/06/18 - 12:00 p.m.



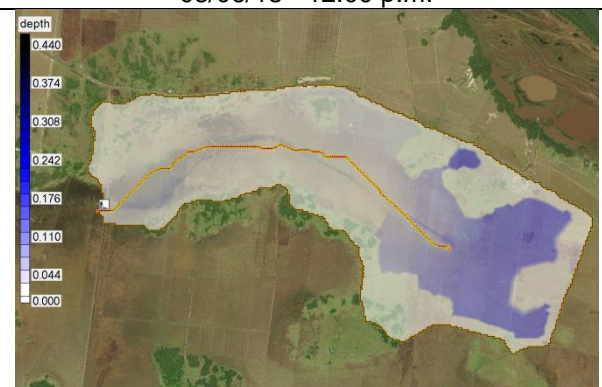
08/06/18 - 00:00



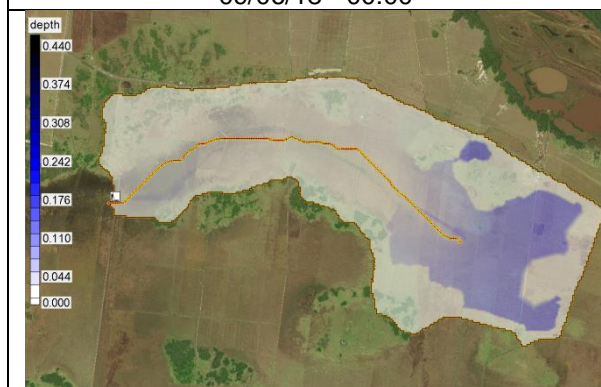
08/06/18 - 12:00 p.m.



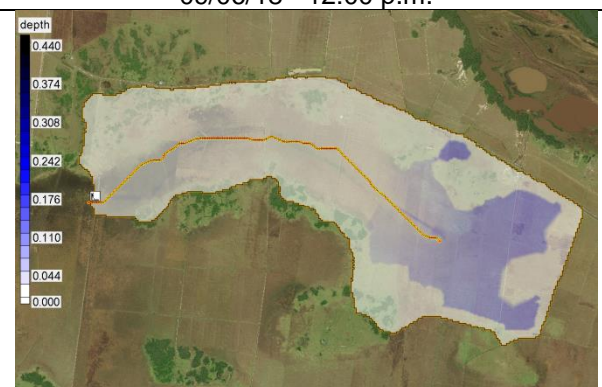
09/06/18 - 00:00



09/06/18 - 12:00 p.m.



10/06/18 - 00:00



10/06/18 - 12:00 p.m.

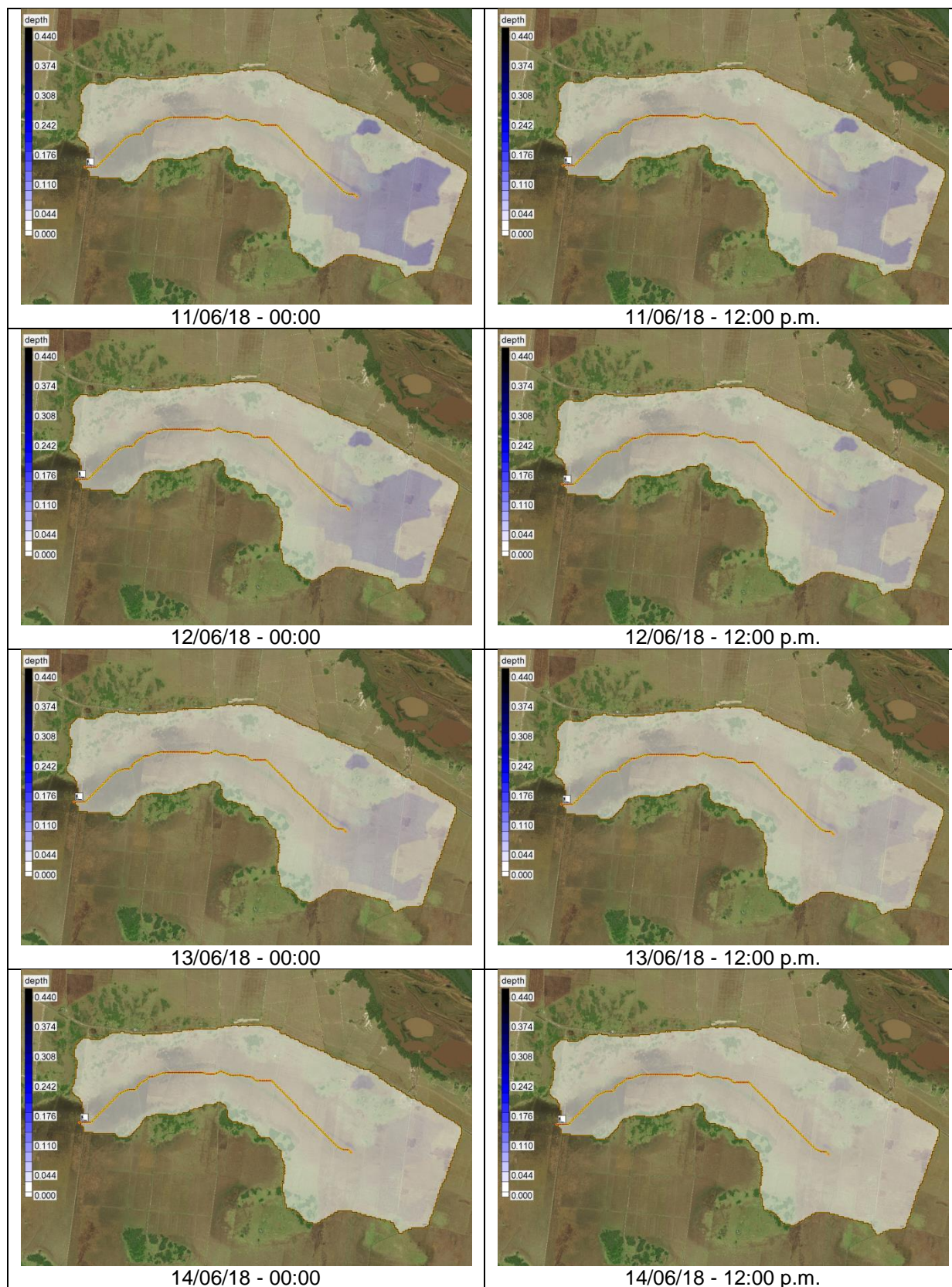


Figura 165. Mancha de Inundación SC-IC-01 - Con Proyecto - TR 100 años

Es posible observar que ante eventos extremos la subcuenca responde con un aumento significativo de los tiempos de permanencia de la mancha de inundación. En efecto, en la Figura 164, luego de 10 días de iniciada la precipitación la mayor

parte de la superficie de la subcuenca permanece anegada. En el escenario "Con Proyecto" la mayor parte de la cuenca se sanearía en 8 días.

VII. 10. 7. Recomendaciones y Conclusiones

Dada la poca diferencia de relieve, típica de los sistemas lacustres, el modelo digital de elevación, utilizado para el modelo distribuido fue realizado a partir de curvas que bordean las superficies anegadas de distintas imágenes satelitales. Los valores de elevación fueron fijados de los datos topográficos más cercanos a la zona de estudio. Esto conlleva una alta imprecisión de un dato preponderante en este tipo de modelos.

Es conveniente aclarar, que ante la vasta extensión de las superficies proyectadas a sanear y la dificultad para acceder a la mayoría de estas, un relevamiento topográfico con densidad de puntos que permitan alcanzar un modelo digital de elevación a los fines de este apartado es extremadamente oneroso con altos riesgos de presentar zonas con vacíos de información.

El uso de imágenes SRTM es inviable en el sistema modelado, en virtud de la baja energía que este presenta. En efecto, tales imágenes conllevan errores de varios metros (con precisión del metro), cuando en la zona de estudio las diferencias de centímetros pueden provocar transfluencias entre cuencas.

Otro aspecto a considerar son las características del suelo. En virtud de su origen aluvial, los suelos son complejos y no es posible establecer una relación entre paisaje y tipo de suelo, por lo que no fue posible la utilización de cartas de suelo de 1:50.000. Se debió recurrir a suelos preponderantes de la zona con cartas de suelo con escala 1:500.000.

El modelo GSSHA requiere datos locales medidos, la utilización de valores medios, tanto de pendiente como de parámetros edáficos agregan una alta carga de incertidumbre en sus resultados, debiendo considerarse a los mismos como valores medios sin poder sustituir los datos reales. Tales imprecisiones se exacerban con las probabilidades de excedencia de las precipitaciones que se pretenden simular.

Al respecto, para el presente caso de cuencas extensas con escasa información de campo y parámetros de calibración en relación a su extensión, es conveniente la utilización de modelos hidrológicos agregados que son más simples, robustos y requieren menos datos. Estos atributos los hacen aplicables a la proyección de escenarios y, por tanto, a análisis comparativos para por ejemplo determinar las superficies que el sistema de canales sanearía ante distintas precipitaciones, tal como se ha realizado en el presente proyecto.

Anexo I – Relevamientos Planialtimétricos

Anexo I.1 – Alcantarillas

Anexo II – Precipitaciones

1. Estación Puerto Bermejo

La estación meteorológica Puerto Bermejo tiene un registro desde junio de 1984 hasta abril de 2017 con 31 años ininterrumpidos, tal como puede observarse en la Tabla I.1 donde se indican las precipitaciones mensuales acumuladas.

Tabla II.1. Precipitaciones Mensuales – Estación Puerto Bermejo (SSRH)

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
84-85										0,0	107,0	94,4	
85-86	67,6		13,1	86,8			236,0	562,0	182,0	236,0	31,0	20,0	
86-87	200,5	204,0	172,0	47,0	339,5	214,5	63,5	358,0	105,5	115,0	85,0	33,5	1938,0
87-88	35,0	79,0	185,5	137,0	124,0	50,0	39,0	200,5	3,0	0,0	8,0	22,0	883,0
88-89	43,5	114,0	187,5	85,5	55,0	117,0	122,0	222,0	11,0	85,0	100,0	57,0	1199,5
89-90	103,0	258,0	112,0	79,0	157,0	73,0	167,5	507,0	45,0	88,0	61,0	70,0	1720,5
90-91	104,0	265,0	136,0	234,0	89,0	20,0	60,0	167,0	227,0	47,0	39,0	0,0	1388,0
91-92	94,0	215,0	107,0	352,0	26,0	84,0	100,0	199,0	91,0	126,0	30,0	103,0	1527,0
92-93	88,0	212,0	99,0	159,0	246,0	14,0	50,0	59,0	82,0	42,0	37,0	64,0	1152,0
93-94	45,0	142,0	145,0	145,0	199,0	204,0	144,0	117,0	159,0	133,0	70,0	68,0	1571,0
94-95	65,0	169,0	291,0	118,0	344,0	152,0	336,0	91,0	8,0	0,0	9,0	10,0	1593,0
95-96	45,0	145,0	58,0	37,0	358,0	221,0	204,0	293,0	48,0	8,0	42,0	52,0	1511,0
96-97	108,0	354,0	106,0	239,0	30,0	137,0	110,0	54,0	59,0	37,0	67,0	29,0	1330,0
97-98	81,0	163,0	224,0	77,0	187,0	218,0	181,0	367,0	7,0	15,0	62,0	98,0	1680,0
98-99	47,0	108,0	146,0	221,0	133,0	163,0	155,0	46,0	123,0	34,0	37,0	0,0	1213,0
99-00	23,0	31,0	83,0	67,0	15,0	532,0	95,0	209,0	42,0	94,0	0,0	40,0	1231,0
00-01	5,0	195,0	194,0	65,0	83,0	118,0	339,0	63,0	3,0	51,0	22,0	8,0	1146,0
01-02	78,0	134,0	63,0	81,0	236,0	78,0	423,0	253,0	75,0	17,0	142,0	33,0	1613,0
02-03	76,0	161,0	202,0	65,0	86,0	163,0	104,0	126,0	0,0	27,0	0,0	60,0	1070,0
03-04	62,0	143,0	215,0	245,0	0,0	11,0	20,0	36,0	0,0	23,0	9,0	11,0	775,0
04-05	112,0	132,0	382,0	25,0	2,0	2,0	63,0	307,0	71,0	74,0	5,5	0,0	1175,5
05-06	10,3	20,1	41,0	36,0	100,0	0,7	280,0	96,0	34,0	67,0	10,0	30,0	725,1
06-07	35,0	111,0	213,0	102,0	122,0	9,0	48,0	54,0	0,0	0,0	27,0	0,0	721,0
07-08	57,0	78,0	81,0	59,0	54,0	57,0	0,0	56,0	8,0	40,0	25,0	13,0	528,0
08-09	16,0	95,0	20,0	0,7	40,0	94,0	11,0	21,0	43,0	20,0	56,0	10,0	426,7
09-10	14,0	72,0	139,0	91,0	76,5	41,0	36,0	11,0	96,0	96,0	72,0	11,0	755,5
10-11	73,0	30,0	32,0	250,0	41,0	182,0	25,0	115,0	29,0	35,0	44,0	18,0	874,0
11-12	39,0	126,0	95,0	21,0	34,0	40,0	25,0	122,0	21,0	34,0	18,0	50,0	625,0
12-13	4,0	18,0	106,0	107,0	66,0	15,0	159,0	71,0	100,0	32,0	26,0	25,0	729,0
13-14	17,0	101,0	172,0	26,0	63,0	70,0	245,0	228,0	82,0	88,0	48,0	9,0	1149,0
14-15	140,5	24,0	172,0	123,0	192,0	41,0	59,0	180,0	160,0	183,0	12,0	42,0	1328,5
15-16	0,0	111,0	137,0	356,0	232,0	193,0	116,0	246,0	12,0	146,0	35,0	101,0	1685,0
16-17	11,0	253,0	115,0	164,0	202,0	0,0	111,0	413,0					

En los 31 años de registro de la estación se observó una precipitación media anual de 1175 mm y una precipitación media mensual de 183 mm. En la Tabla II.2 se detallan las precipitaciones máximas, mínimas y media mensuales.

Tabla II.2. Precipitaciones máximas, mínimas y medias mensuales - Estación Puerto Bermejo

Periodo	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
Promedio	59,4	137,5	138,9	121,9	126,8	106,9	129,0	182,8	62,1	62,3	41,8	36,9	1175
Máximo	200,5	354,0	382,0	356,0	358,0	532,0	423,0	562,0	227,0	236,0	142,0	103,0	1938
Mínimo	0,0	18,0	13,1	0,7	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	426,7
Desvío	45,0	80,4	79,0	92,6	102,7	108,0	106,0	142,3	60,0	56,9	33,6	31,8	401,1

En la Figura II.1 y II.2 se indican las precipitaciones diarias y mensuales a lo largo de todo el registro. En tanto que en la Figura II.3 se indican las precipitaciones medias mensuales de cada mes considerando el año hidrológico.

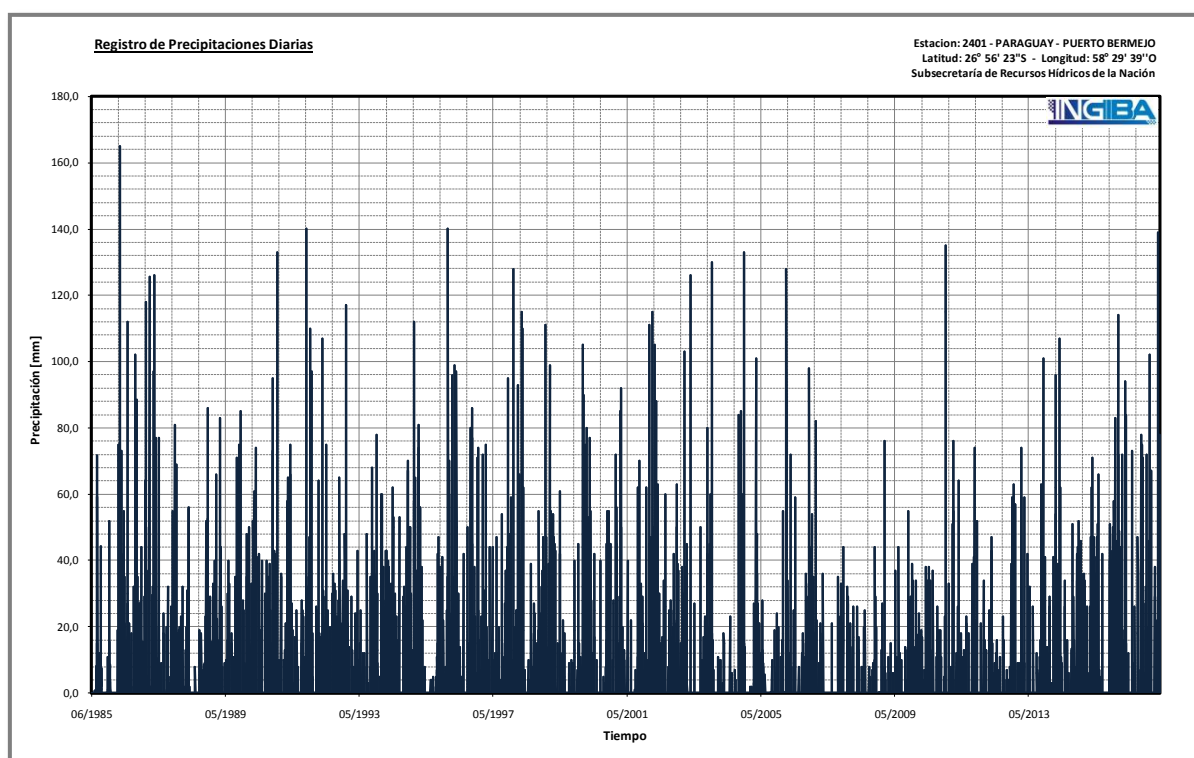


Figura II.1. Registro de Precipitaciones diarias - Puerto Bermejo

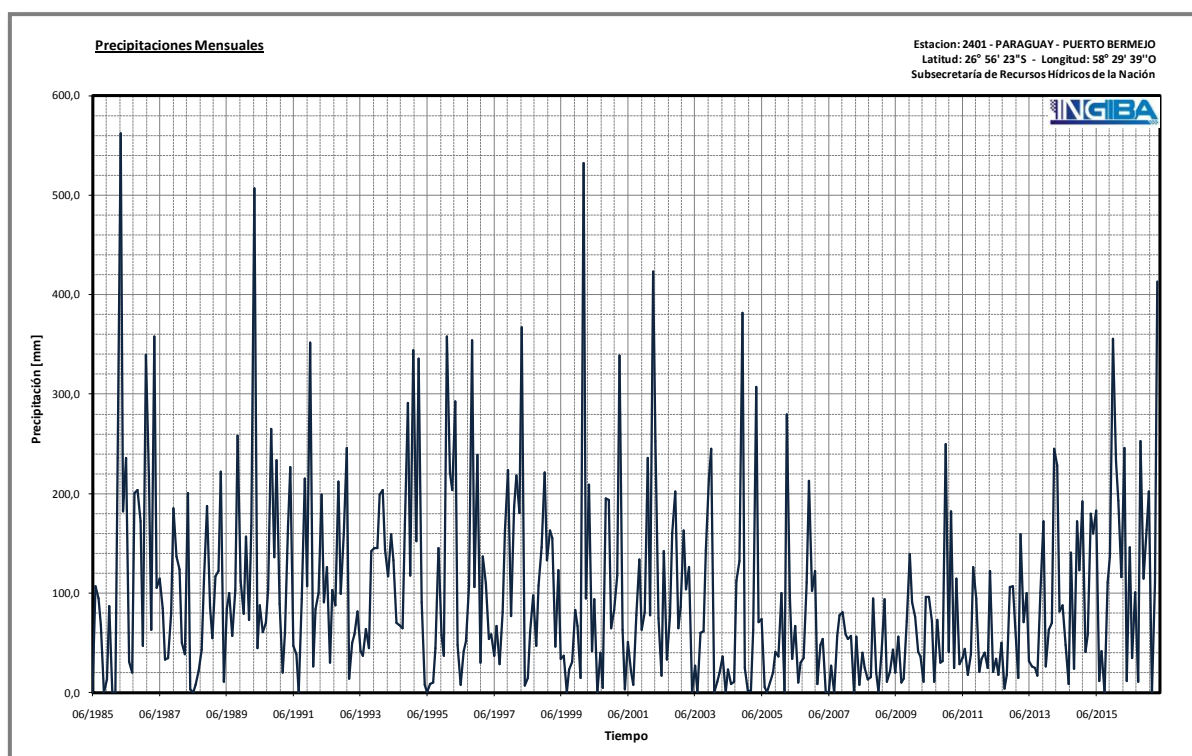


Figura II.2. Registro de Precipitaciones mensuales - Puerto Bermejo

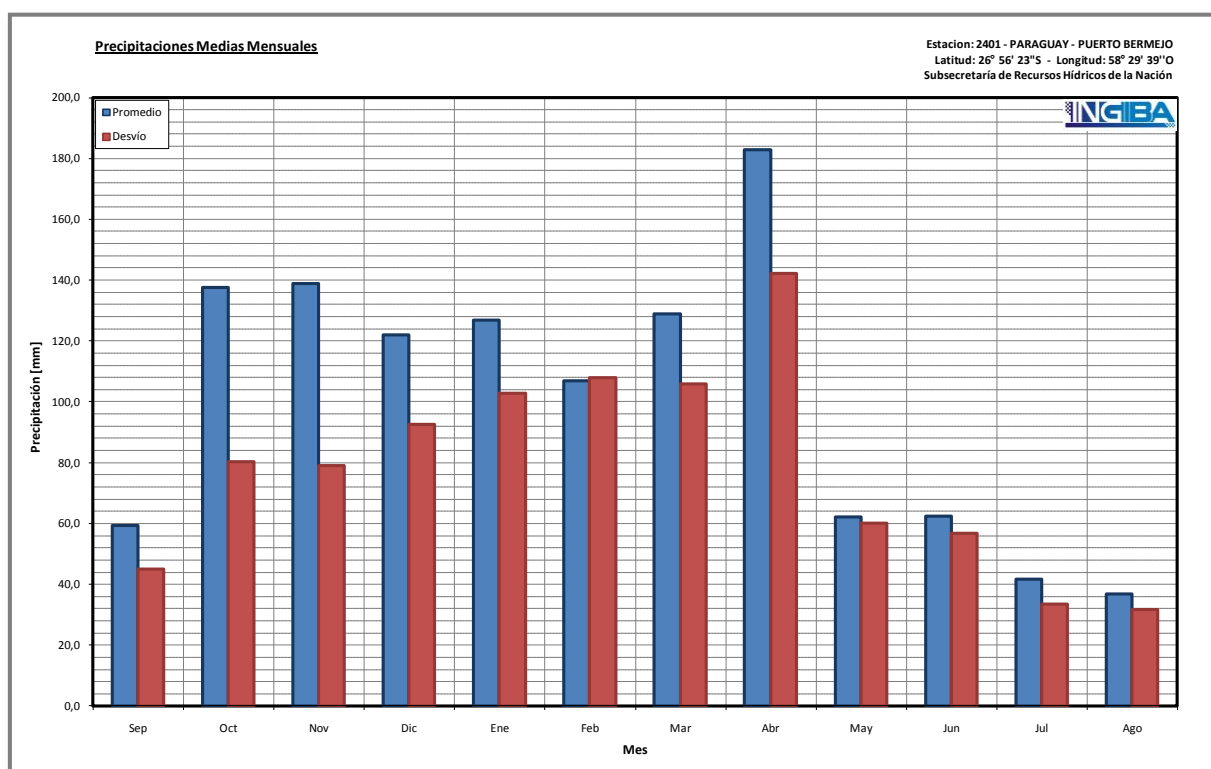


Figura II.3. Precipitaciones medias mensuales - Puerto Bermejo

En la Tabla II.3 se indican las precipitaciones máximas anuales acumuladas en 1 día y 2 días.

Tabla II.3. Precipitaciones máximas anuales - Estación Puerto Bermejo

Año	Meses Sin Datos	Precipitaciones Máximas en 1 día		Precipitaciones Máximas en 2 días	
		[mm]	Fecha	[mm]	Fecha
85-86	3	165,0	04/04/1986	271,0	05/04/1986
86-87	0	126,0	17/04/1987	174,0	17/04/1987
87-88	0	81,0	23/11/1987	89,5	24/11/1987
88-89	0	86,0	17/11/1988	133,0	04/04/1989
89-90	0	85,0	11/11/1989	89,0	24/04/1990
90-91	0	133,0	18/12/1990	141,0	18/12/1990
91-92	0	140,0	30/10/1991	145,0	31/10/1991
92-93	0	117,0	07/01/1993	161,0	08/01/1993
93-94	0	78,0	04/12/1993	103,0	03/06/1994
94-95	0	112,0	20/01/1995	132,0	20/01/1995
95-96	0	140,0	22/01/1996	181,0	23/01/1996
96-97	0	86,0	08/10/1996	91,0	12/10/1996
97-98	0	128,0	04/01/1998	147,0	05/11/1997
98-99	0	111,0	20/12/1998	111,0	20/12/1998
99-00	0	105,0	02/02/2000	165,0	03/02/2000
00-01	0	92,0	24/03/2001	160,0	19/03/2001
01-02	0	115,0	02/03/2002	167,0	25/03/2002
02-03	0	126,0	19/04/2003	126,0	19/04/2003
03-04	0	130,0	13/12/2003	130,0	13/12/2003
04-05	0	133,0	25/11/2004	193,0	25/11/2004
05-06	0	128,0	02/03/2006	216,0	03/03/2006
06-07	0	98,0	07/11/2006	98,0	07/11/2006
07-08	0	44,0	10/11/2007	60,0	10/11/2007
08-09	0	76,0	06/02/2009	76,0	06/02/2009
09-10	0	55,0	24/10/2009	61,0	19/07/2010
10-11	0	135,0	04/12/2010	250,0	04/12/2010
11-12	0	74,0	13/10/2011	85,0	13/10/2011
12-13	0	74,0	09/03/2013	74,0	09/03/2013
13-14	0	107,0	30/04/2014	158,0	18/03/2014
14-15	0	71,0	20/04/2015	85,0	18/09/2014
15-16	0	114,0	26/01/2016	137,0	26/06/2016
16-17	4	139,0	09/04/2017	145,0	09/04/2007

En la Tabla II.4 se indican los valores de precipitaciones máximas diarias asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.4. Ajuste de probabilidades - 1 día - Estación Puerto Bermejo

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	202,9	218,4	171,7	173,6	175,5	229,4	184,1
50	190,0	201,9	167,8	167,9	170,2	209,5	174,3
25	176,8	185,3	162,8	161,4	164,0	189,7	164,5
15	163,2	168,6	156,4	154,0	156,5	169,9	154,7
10	158,7	163,2	154,0	151,4	153,8	163,5	151,6
8	144,1	146,1	144,9	142,2	144,0	143,6	141,7
5	128,3	128,3	132,8	130,7	131,5	123,8	131,3
4	122,8	122,3	127,9	126,2	126,5	117,4	127,5
2	102,7	101,4	107,3	107,5	106,2	97,6	109,6

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.5).

Tabla II.5. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Estación Puerto Bermejo

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0699	0,0744	0,0423	0,0468	0,0467	0,1194	0,0000
ECMV	8,10	9,73	4,84	4,68	4,93	14,02	4,56

En la Tabla II.6 se indican los valores de precipitaciones máximas acumuladas en 2 días asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.6. Ajuste de probabilidades - 2 días - Estación Puerto Bermejo

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	326,1	332,7	316,8	328,9	315,6	357,0	371,4
50	297,7	303,7	293,2	302,3	291,0	321,4	314,5
25	269,5	274,6	268,6	275,0	265,9	285,8	269,2
15	241,3	245,3	242,8	246,8	240,1	250,1	233,2
10	232,1	235,8	234,3	237,5	231,6	238,7	223,2
8	203,3	205,8	206,6	207,6	204,2	203,0	196,0
5	173,1	174,5	176,5	175,6	174,8	167,4	172,4
4	162,9	163,9	166,1	164,3	164,4	155,9	164,7
2	127,3	127,3	128,8	126,1	128,3	120,3	132,5

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla I.7).

Tabla II.7. Grado de Ajuste de los modelos utilizados- 2 días - Estación Puerto Bermejo

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0477	0,0446	0,0395	0,0461	0,0426	0,0951	0,0000
ECMV	7,06	7,11	6,87	7,28	6,64	13,17	6,71

2. Estación Corrientes

La estación meteorológica Corrientes tiene un registro desde septiembre de 1982 hasta abril de 2017 con 35 años ininterrumpidos, tal como puede observarse en la Tabla II.8 donde se indican las precipitaciones mensuales acumuladas.

Tabla II.8. Precipitaciones Mensuales – Estación Corrientes (SSRH)

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
82-83	133,0	36,5	339,5	133,5	198,0	75,0	141,0	502,2	171,5	25,0	43,0	3,5	1801,7
83-84	0,0	84,0	108,5	11,5	159,0	109,5	300,0	93,0	307,3	94,1	22,7	14,0	1303,6
84-85	81,0	149,5	174,5	61,0	54,5	306,0	163,0	342,1	115,5	19,0	41,5	47,7	1555,3
85-86	112,8	26,5	18,1	49,5	83,5	174,0	269,2	695,5	164,0	126,8	45,0	8,9	1773,8
86-87	162,8	213,7	289,2	60,0	162,0	272,0	78,5	319,4	64,5	75,0	183,5	59,5	1940,1
87-88	24,5	77,5	125,5	133,0	280,0	90,0	56,9	127,5	3,5	40,0	3,8	19,0	981,2
88-89	32,7	90,0	116,5	116,0	53,0	75,7	245,1	337,0	18,2	94,1	61,9	73,5	1313,7
89-90	107,0	172,7	64,7	95,6	152,0	91,0	177,5	480,5	75,5	75,5	20,5	46,5	1559,0
90-91	0,0	213,5	201,0	232,5	73,5	81,5	7,5	190,0	183,8	74,0	22,0	11,0	1290,3
91-92	70,0	99,3	172,3	240,0	88,0	150,0	178,5	181,5	56,0	151,5	26,7	59,5	1473,3
92-93	34,4	219,1	103,2	193,8	269,3	9,0	143,0	102,0	22,5	71,5	44,2	22,5	1234,5
93-94	22,5	95,1	311,5	125,5	263,5	231,7	227,5	72,0	146,0	144,0	35,0	34,5	1708,8
94-95	44,5	148,0	222,5	61,0	192,0	289,5	251,5	61,0	103,0	23,0	29,0	50,5	1475,5
95-96	19,0	55,0	22,5	72,5	246,5	318,5	215,5	337,5	12,5	6,5	3,5	22,5	1332,0
96-97	97,5	269,0	108,5	361,5	105,0	303,0	56,0	57,5	59,5	27,0	15,0	23,0	1482,5
97-98	45,0	288,5	340,0	219,0	336,5	349,0	189,5	377,0	51,0	54,0	10,5	49,0	2309,0
98-99	51,0	130,0	208,0	189,0	96,5	222,5	229,5	122,5	160,5	34,0	34,5	1,0	1479,0
99-00	15,0	62,0	114,5	143,5	197,0	266,0	121,0	231,0	64,5	160,5	9,0	59,0	1443,0
00-01	34,5	296,0	215,5	186,5	93,0	154,5	123,0	181,0	5,5	139,0	33,0	38,0	1499,5
01-02	121,0	167,0	202,5	49,0	184,0	35,5	397,5	325,5	41,0	107,0	153,0	76,0	1859,0
02-03	76,5	132,0	217,5	359,0	68,0	259,0	148,0	103,0	16,0	10,0	2,5	68,5	1460,0
03-04	38,0	143,0	214,5	354,0	10,0	170,0	97,0	146,0	9,0	110,5	40,5	40,0	1372,5

04-05	127,5	219,0	319,0	140,0	85,5	20,0	157,0	223,0	23,0	43,5	9,0	42,5	1409,0
05-06	54,0	99,0	170,0	56,0	195,0	68,0	241,0	110,0	37,0	140,0	16,0	32,0	1218,0
06-07	59,0	263,5	146,0	246,0	166,0	205,0	331,0	220,0	45,0	25,0	3,0	5,0	1714,5
07-08	253,0	235,0	201,0	29,5	109,0	133,0	44,0	42,0	20,0	185,0	12,0	50,5	1314,0
08-09	102,0	220,0	157,0	163,0	208,0	163,6	38,5	55,0	66,0	40,0	66,0	50,0	1329,1
09-10	34,0	59,0	594,9	142,0	283,5	262,5	131,0	79,5	211,0	7,5	80,0	23,0	1907,9
10-11	106,0	35,5	54,0	138,0	151,0	269,7	60,0	195,0	47,0	10,0	74,0	9,0	1149,2
11-12	30,0	331,0	313,0	50,0	76,0	60,0	142,0	109,9	73,0	15,5	24,5	64,0	1288,9
12-13	21,0	269,0	164,0	107,0	270,0	80,5	325,5	220,0	85,5	86,5	33,5	8,0	1670,5
13-14	23,0	235,5	203,0	69,0	167,0	140,0	303,0	155,0	53,0	69,5	90,5	5,0	1513,5
14-15	150,0	70,0	126,0	237,0	132,0	186,0	162,0	112,0	169,0	165,0	5,0	70,0	1584,0
15-16	4,0	102,0	130,5	448,0	83,0	78,0	69,0	232,0	13,0	323,0	27,0	91,0	1600,5
16-17	21,0	356,0	114,0	260,0	223,0	106,0	237,0	494,0					

En los 35 años del registro de la estación de estudio se observó una precipitación media anual de 1.510 mm y una precipitación media mensual de 127 mm. En la Tabla II.9 se detallan las precipitaciones máximas, mínimas y media mensuales.

Tabla II.9. Precipitaciones máximas, mínimas y medias mensuales y anuales - Estación Corrientes

Periodo	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
Promedio	65,9	161,8	188,1	158,1	157,5	165,9	173,1	218,1	79,2	81,5	38,8	37,6	1510
Máximo	253,0	356,0	594,9	448,0	336,5	349,0	397,5	695,5	307,3	323,0	183,5	91,0	2309
Mínimo	0,0	26,5	18,1	11,5	10,0	9,0	7,5	42,0	3,5	6,5	2,5	1,0	981
Desvío	55,6	91,9	110,5	106,7	80,5	95,9	95,1	153,5	71,4	67,9	40,1	24,8	263

En la Figura II.4 y II.5 se indican las precipitaciones diarias y mensuales a lo largo de todo el registro. En tanto que en la Figura II.6 se indican las precipitaciones medias mensuales de cada mes considerando el año hidrológico.

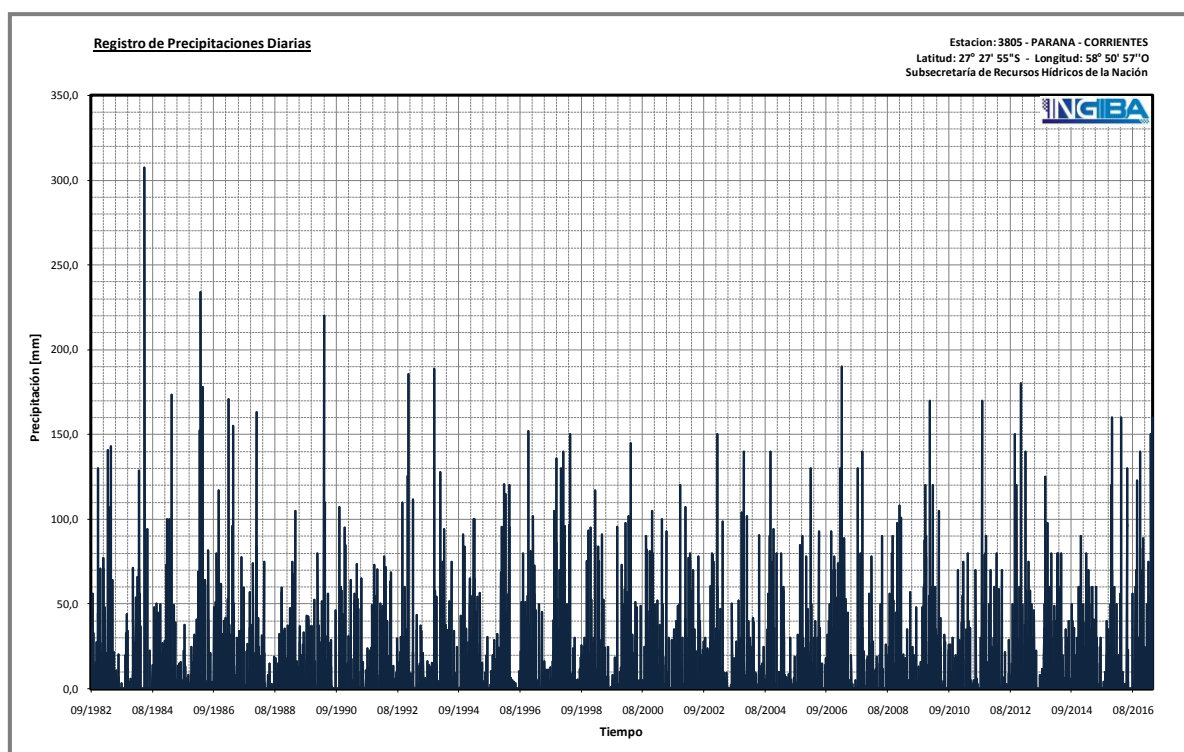


Figura II.4. Registro de Precipitaciones diarias – Corrientes

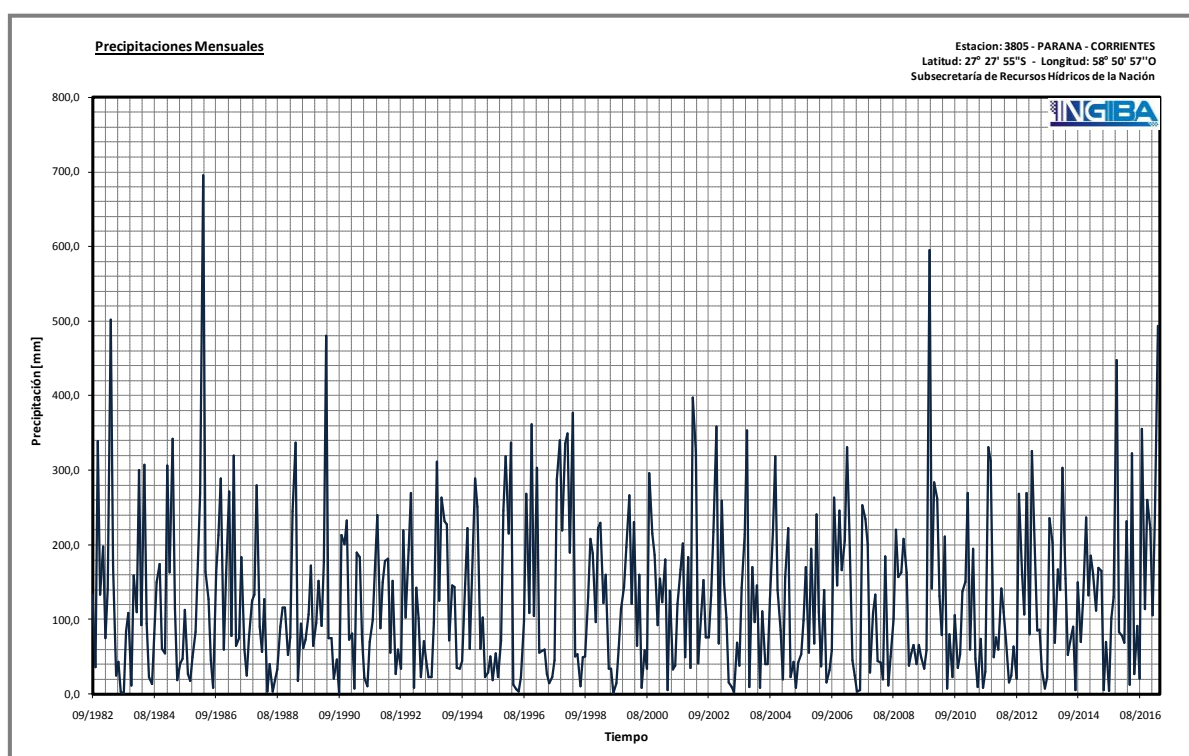


Figura II.5. Registro de Precipitaciones mensuales - Corrientes

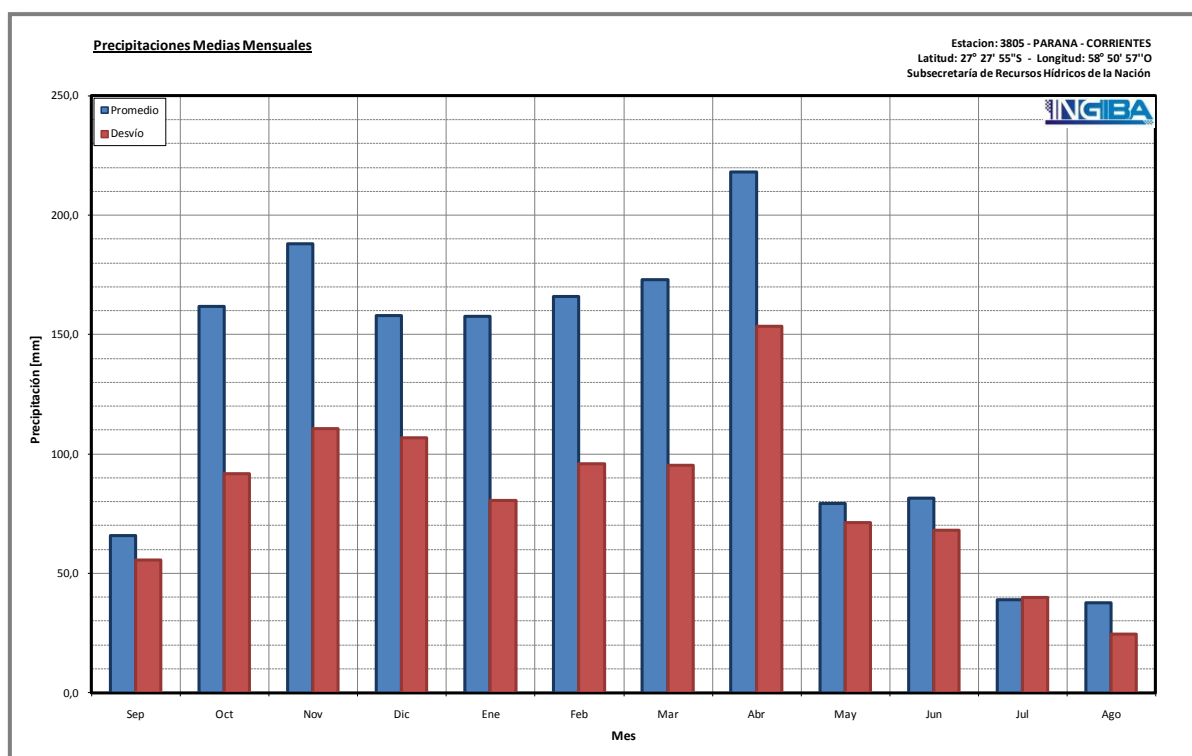


Figura II.6. Precipitaciones medias mensuales - Corrientes

En la Tabla II.10 se indican las precipitaciones máximas anuales acumuladas en 1 día y 2 días.

Tabla II.10. Precipitaciones máximas anuales - Estación Corrientes

Año	Meses Sin Datos	Precipitaciones Máximas en 1 día		Precipitaciones Máximas en 2 días	
		[mm]	Fecha	[mm]	Fecha
82-83	0	143,0	28/04/1983	230,0	20/11/1982
83-84	0	307,3	31/05/1984	307,3	31/05/1984
84-85	0	173,5	15/04/1985	176,6	16/04/1985
85-86	0	234,0	01/04/1986	264,0	02/04/1986
86-87	0	171,0	23/02/1987	171,0	23/02/1987
87-88	0	163,0	23/01/1988	163,0	23/01/1988
88-89	0	105,0	28/04/1989	126,5	07/04/1989
89-90	0	220,0	07/04/1990	220,0	07/04/1990
90-91	0	107,0	08/10/1990	115,5	19/12/1990
91-92	0	78,0	27/03/1992	117,5	26/11/1991
92-93	0	185,5	08/01/1993	207,0	09/01/1993
93-94	0	188,5	15/11/1993	251,5	25/01/1994
94-95	0	100,0	23/02/1995	113,5	28/02/1995
95-96	0	120,5	24/02/1996	160,5	12/03/1996
96-97	0	152,0	10/12/1996	152,0	10/12/1996
97-98	0	150,0	23/04/1998	210,0	23/04/1998
98-99	0	117,0	17/02/1999	138,5	19/03/1999
99-00	0	145,0	18/04/2000	164,0	18/04/2000

00-01	0	105,0	23/12/2000	107,0	15/10/2000
01-02	0	120,0	24/11/2001	120,5	25/11/2001
02-03	0	150,0	08/02/2003	185,0	09/02/2003
03-04	0	140,0	20/12/2003	144,0	26/11/2003
04-05	0	140,0	05/11/2004	222,0	05/11/2004
05-06	0	130,0	03/03/2006	158,0	03/03/2006
06-07	0	190,0	03/03/2007	190,0	03/03/2007
07-08	0	140,0	02/11/2007	173,0	11/09/2007
08-09	0	108,0	23/01/2009	128,0	23/01/2009
09-10	0	170,0	19/01/2010	170,0	19/01/2010
10-11	0	80,0	19/04/2015	100,0	20/04/2011
11-12	0	170,0	01/10/2011	170,0	01/10/2011
12-13	0	180,0	07/01/2013	180,0	07/01/2013
13-14	0	125,0	24/10/2013	154,0	18/11/2013
14-15	0	90,0	28/12/2015	110,0	28/12/2014
15-16	0	160,0	15/04/2016	226,0	27/06/2016

En la Tabla II.11 se indican los valores de precipitaciones máximas diarias asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.11. Ajuste de probabilidades - 1 día - Estación Corrientes

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	310,1	318,8	312,5	305,0	324,0	347,1	376,5
50	287,6	293,8	290,1	284,4	296,6	315,2	322,3
25	264,9	268,7	267,1	263,1	269,8	283,3	277,4
15	241,7	243,4	243,4	241,0	243,5	251,3	240,2
10	234,1	235,2	235,6	233,6	235,0	241,1	229,7
8	209,8	209,3	210,6	209,7	208,7	209,1	200,7
5	183,7	182,3	183,9	183,6	181,5	177,2	176,5
4	174,6	173,1	174,7	174,4	172,2	166,9	169,4
2	142,4	141,5	142,2	142,0	141,0	135,0	145,8

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.12).

Tabla II.12. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Estación Corrientes

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0316	0,0339	0,0325	0,0330	0,0360	0,0762	0,0000
ECMV	7,66	7,12	7,60	8,00	7,02	10,78	4,14

En la Tabla II.13 se indican los valores de precipitaciones máximas acumuladas en 2 días asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.13. Ajuste de probabilidades - 2 días - Estación Corrientes

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	342,6	364,1	352,3	373,1	346,7	385,9	365,0
50	319,5	335,9	328,6	344,5	322,2	351,5	336,1
25	296,0	307,7	303,9	315,4	297,5	317,2	307,1
15	271,9	279,2	278,3	285,5	272,5	282,9	278,2
10	263,9	269,9	269,8	275,7	264,3	271,8	268,8
8	238,3	240,8	242,3	244,4	238,1	237,5	239,9
5	210,7	210,4	212,7	211,3	210,1	203,2	210,7
4	201,0	200,1	202,4	199,8	200,3	192,2	201,2
2	166,3	164,5	165,8	161,7	165,9	157,8	167,5

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.14).

Tabla II.14. Grado de Ajuste de los modelos utilizados- 2 días - Estación Corrientes

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0325	0,0344	0,0306	0,0418	0,0336	0,0865	0,0000
ECMV	5,61	6,54	6,23	7,94	5,79	12,75	6,05

3. Estación Concepción

La estación meteorológica Concepción tiene un registro desde junio de 1978 hasta abril de 2017 con 39 años ininterrumpidos, tal como puede observarse en la Tabla II.15 donde se indican las precipitaciones mensuales acumuladas.

Tabla II.15. Precipitaciones Mensuales – Estación Concepción (SSRH)

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

78-79										24,0	140,0	21,0	
79-80	50,0	184,0	254,0	0,0	77,0	74,0	193,0	140,0	57,5	55,0	54,0	131,0	1269,5
80-81	46,0	248,0	223,0	41,0	106,0	178,0	170,0	103,0	287,0	464,0	0,0	65,0	1931,0
81-82	95,0	165,0	170,0	75,0	201,0	290,0	268,0	152,0	108,0	78,0	32,0	10,0	1644,0
82-83	50,0	221,0	148,0	113,0	47,0	182,0	54,0	130,0	25,0	208,0	22,0	51,0	1251,0
83-84	151,0	94,0	504,0	78,0	108,0	306,0	139,0	266,5	214,0	0,0	83,0	30,0	1973,5
84-85	10,0	99,0	17,0	25,0	245,0	200,0	228,0	152,0	204,0	162,0	54,0	27,0	1423,0
85-86	126,0	62,0	59,0	71,0	20,0	262,0	160,0	220,0	123,0	53,0	175,0	132,0	1463,0
86-87	0,0	38,0	10,0	10,0	61,0	220,0	175,0	389,0	110,5	297,0	75,0	51,0	1436,5
87-88	181,0	141,0	416,0	66,0	222,0	245,0	146,0	332,0	161,0	114,0	152,0	44,0	2220,0
88-89	93,0	53,0	136,0	128,0	79,0	63,0	155,0	135,0	83,0	110,0	21,0	7,0	1063,0
89-90	110,0	47,0	77,0	45,0	166,0	23,0	110,0	219,0	0,0	182,0	78,0	151,0	1208,0
90-91	112,0	283,0	39,0	110,0	67,0	48,0	117,0	487,0	173,0	45,0	83,0	25,0	1589,0
91-92	101,0	217,0	365,0	247,0	163,0	120,0	32,0	167,0	146,0	155,0	89,0	0,0	1802,0
92-93	0,0	125,0	162,0	208,0	100,0	155,0	302,0	281,0	125,0	76,0	68,0	48,0	1650,0
93-94	52,0	265,0	159,0	70,0	168,0	141,0	320,0	60,0	50,0	43,0	68,0	70,0	1466,0
94-95	119,0	210,0	466,0	270,0	69,0	300,0	123,0	91,0	134,0	199,0	74,5	73,0	2128,5
95-96	99,0	156,0	157,0	15,0	95,0	515,0	197,0	127,0	0,0	15,0	170,0	67,5	1613,5
96-97	9,0	61,0	9,0	0,0	163,0	411,0	15,0	280,0	8,0	9,0	8,0	48,0	1021,0
97-98	228,0	275,0	64,0	315,0	35,0	339,0	0,0	67,0	49,0	29,0	21,0	3,0	1425,0
98-99	105,0	304,0	61,0	279,0	239,0	317,0	367,5	708,0	0,0	124,0	37,5	86,0	2628,0
99-00	120,0	137,0	0,0	131,0	56,0	162,0	143,0	202,0	142,0	62,0	59,0	0,0	1214,0
00-01	87,0	83,0	80,0	62,0	274,0	97,0	103,0	283,0	95,0	158,0	35,0	65,0	1422,0
01-02	62,0	222,5	190,0	176,0	113,0	73,0	324,0	138,0	41,5	49,0	15,0	120,0	1524,0
02-03	133,0	122,0	198,0	29,0	82,5	51,0	291,0	353,0	77,0	82,0	170,0	56,0	1644,5
03-04	184,0	413,0	167,0	306,0	43,0	77,0	206,0	108,0	3,0	50,0	25,0	127,0	1709,0
04-05	50,0	205,0	280,0	357,0	3,0	139,0	12,0	250,0	5,0	138,0	48,0	40,0	1527,0
05-06	63,0	210,0	200,0	41,0	36,0	60,0	85,0	327,0	311,0	133,0	9,0	93,0	1568,0
06-07	14,0	86,0	92,0	38,0	33,0	43,0	29,0	83,0	52,0	97,0	11,0	16,0	594,0
07-08	75,0	200,0	108,0	185,0	139,0	153,0	315,0	90,0	25,0	26,0	38,0	32,0	1386,0
08-09	102,0	150,0	279,0	83,0	29,0	106,0	27,0	69,0	37,0	152,0	92,0	100,0	1226,0
09-10	61,0	291,0	23,0	36,0	37,0	133,0	35,0	57,0	100,0	69,0	27,0	34,0	903,0
10-11	36,0	77,0	478,0	91,0	286,0	220,0	172,0	145,0	202,0	22,0	130,0	10,0	1869,0
11-12	186,0	27,0	33,0	212,0	85,0	73,0	53,0	87,0	58,0	61,0	117,0	11,0	1003,0
12-13	3,0	229,0	227,0	160,0	31,0	115,0	30,0	280,0	0,0	150,0	37,0	20,0	1282,0
13-14	77,0	443,0	80,0	213,0	280,0	143,0	538,0	214,0	59,0	101,0	69,0	21,0	2238,0
14-15	7,0	189,0	299,0	150,0	0,0	229,0	396,0	139,0	245,0	63,0	160,0	0,0	1877,0
15-16	278,0	138,0	85,0	607,0	454,0	139,0	157,0	61,0	152,0	124,0	75,0	92,0	2362,0
16-17	18,0	437,0	367,0	433,0	142,0	63,0	105,0	338,0	74,0	306,0	139,0	61,0	2483,0

En los 39 años del registro de la estación de estudio se observó una precipitación media anual de 1.580 mm y una precipitación media mensual de 133 mm. En la Tabla II.16 se detallan las precipitaciones máximas, mínimas y media mensuales.

Tabla II.16. Precipitaciones máximas, mínimas y medias mensuales y anuales - Estación Concepción

Periodo	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
Promedio	84,7	184,9	174,4	146,2	122,9	172,9	166,3	211,3	98,3	109,9	70,8	52,3	1580
Máximo	278,0	443,0	504,0	607,0	454,0	515,0	538,0	708,0	311,0	464,0	175,0	151,0	2628
Mínimo	0,0	27,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	57,0	0,0	0,0	0,0	0,0	594,0
Desvío	65,8	106,9	138,6	132,4	99,1	111,3	122,5	142,8	82,6	92,9	51,2	41,6	447,1

En la Figura II.7 y II.8 se indican las precipitaciones diarias y mensuales a lo largo de todo el registro. En tanto que en la Figura II.9 se indican las precipitaciones medias mensuales de cada mes considerando el año hidrológico.

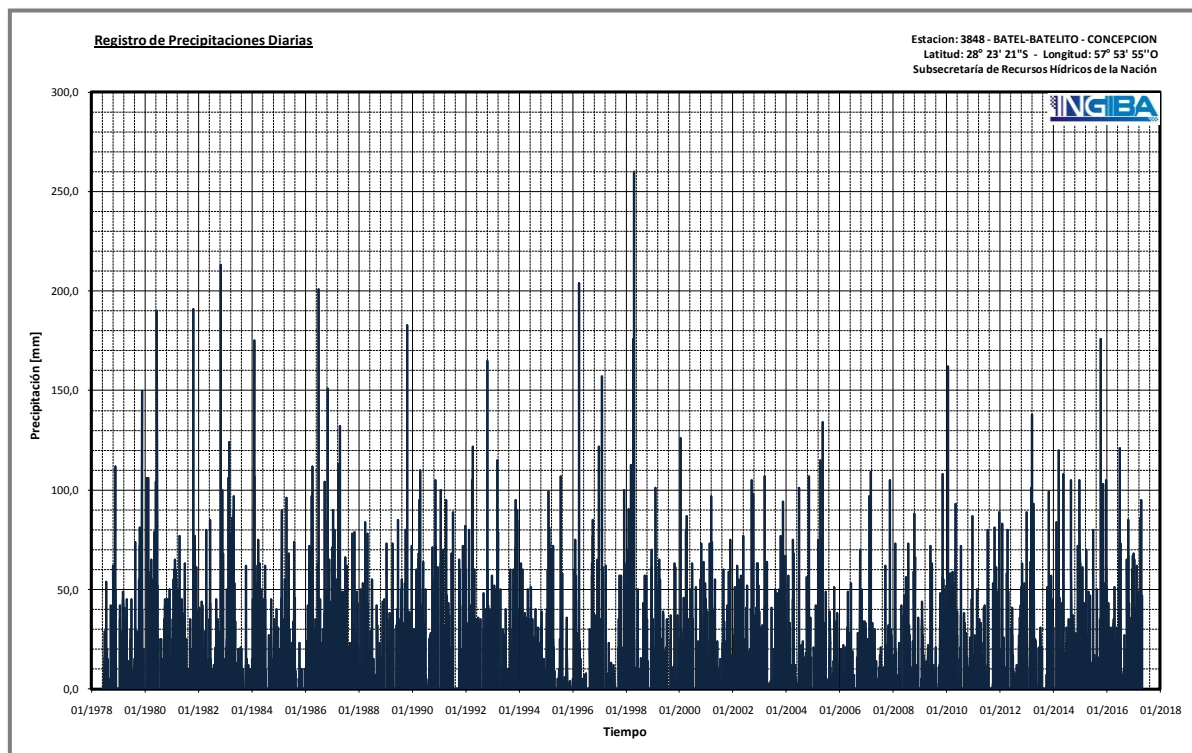


Figura II.7. Registro de Precipitaciones diarias - Concepción

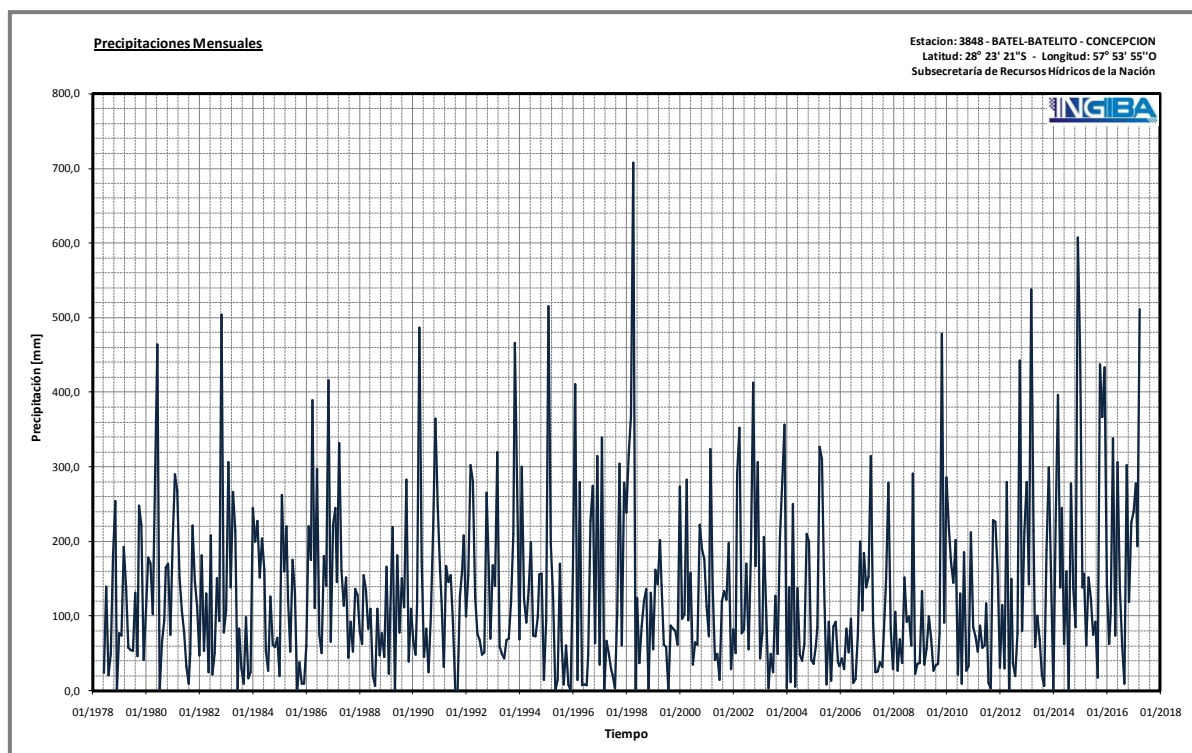


Figura II.8. Registro de Precipitaciones mensuales – Concepción

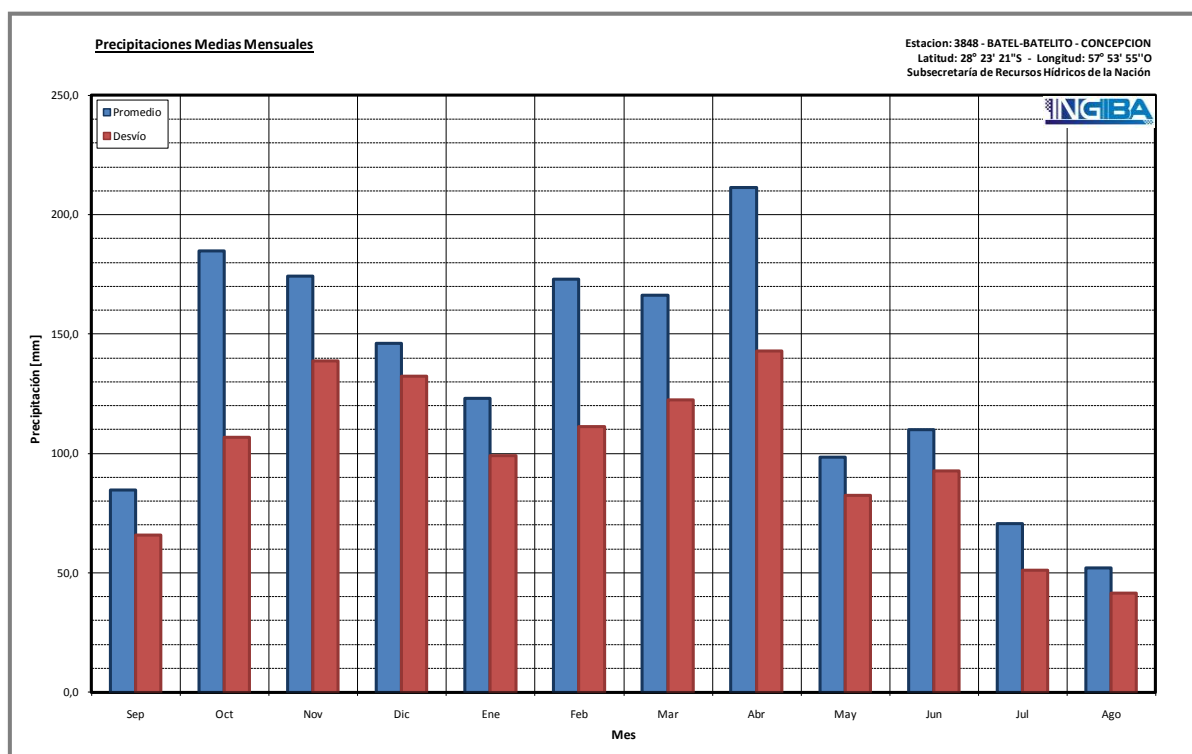


Figura II.9. Precipitaciones medias mensuales - Concepción

En la Tabla II.17 se indican las precipitaciones máximas anuales acumuladas en 1 día y 2 días.

Tabla II.17. Precipitaciones máximas anuales - Estación Concepción

Año	Meses Sin Datos	Precipitaciones Máximas en 1 día		Precipitaciones Máximas en 2 días	
		[mm]	Fecha	[mm]	Fecha
78-79	9				
79-80	0	112,0	17/11/1978	119,0	26/10/1978
80-81	0	190,0	12/06/1980	272,0	13/06/1980
81-82	0	77,0	14/04/1981	110,0	01/03/1981
82-83	0	191,0	26/10/1981	191,0	26/10/1981
83-84	0	213,0	02/11/1982	213,0	02/11/1982
84-85	0	175,0	31/01/1984	175,0	31/01/1984
85-86	0	96,0	16/04/1985	105,0	27/03/1985
86-87	0	201,0	30/06/1986	201,0	30/06/1986
87-88	0	151,0	06/11/1986	151,0	06/11/1986
88-89	0	84,0	28/03/1988	84,0	28/03/1988
89-90	0	85,0	22/06/1989	131,0	20/01/1989
90-91	0	183,0	26/10/1989	183,0	26/10/1989
91-92	0	105,0	11/11/1990	175,0	12/11/1990
92-93	0	122,0	05/04/1992	122,0	05/04/1992
93-94	0	165,0	25/10/1992	165,0	25/10/1992
94-95	0	95,0	13/11/1993	185,0	13/11/1993
95-96	0	107,0	27/07/1995	138,0	28/07/1995
96-97	0	204,0	03/04/1996	204,0	03/04/1996
97-98	0	157,0	05/02/1997	278,0	06/02/1997
98-99	0	260,0	21/04/1998	261,0	14/04/1998
99-00	0	101,0	14/02/1999	101,0	14/02/1999
00-01	0	126,0	17/01/2000	155,0	18/01/2000
01-02	0	97,0	17/03/2001	118,0	17/03/2001
02-03	0	77,0	28/05/2002	85,0	26/11/2001
03-04	0	107,0	16/03/2003	161,0	10/10/2002
04-05	0	101,0	24/06/2004	116,0	25/11/2003
05-06	0	134,0	15/05/2005	136,0	13/04/2005
06-07	0	53,0	03/06/2006	78,0	04/06/2006
07-08	0	109,0	02/03/2007	136,0	03/03/2007
08-09	0	105,0	18/11/2007	152,0	19/11/2007
09-10	0	88,0	22/10/2008	103,0	15/10/2008
10-11	0	162,0	19/01/2010	162,0	19/01/2010
11-12	0	87,0	20/12/2010	106,0	21/07/2011
12-13	0	89,0	25/12/2011	103,0	25/10/2011
13-14	0	138,0	19/03/2013	236,0	20/03/2013
14-15	0	120,0	15/03/2014	198,0	02/11/2013
15-16	0	105,0	04/09/2014	186,0	28/12/2014

En la Tabla II.18 se indican los valores de precipitaciones máximas diarias asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.18. Ajuste de probabilidades - 1 día - Estación Concepción

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	300,2	306,2	337,5	291,7	304,4	330,5	308,6
50	275,1	280,2	301,2	269,8	277,7	298,1	283,1
25	250,0	254,0	266,7	247,3	251,4	265,6	257,5
15	224,8	227,6	233,9	223,9	225,2	233,2	231,5
10	216,6	219,0	223,7	216,2	216,7	222,7	222,9
8	190,6	192,0	192,5	191,2	190,2	190,3	195,7
5	163,4	163,9	161,9	164,1	162,7	157,8	166,2
4	154,1	154,4	152,0	154,5	153,3	147,4	155,8
2	121,6	121,4	119,1	121,5	121,2	114,9	118,7

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.19).

Tabla II.19. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Estación Concepción

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0545	0,0534	0,0475	0,0528	0,0539	0,0473	0,0000
ECMV	8,03	8,24	9,53	7,77	8,17	11,28	7,78

En la Tabla II.20 se indican los valores de precipitaciones máximas acumuladas en 2 días asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.20. Ajuste de probabilidades - 2 días - Estación Concepción

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	346,0	363,5	343,9	357,7	336,5	384,9	348,9
50	319,3	333,4	320,3	330,4	313,0	348,5	321,5
25	292,5	303,1	295,6	302,3	288,9	312,1	294,1
15	265,3	272,7	269,5	273,4	264,0	275,7	266,7
10	256,4	262,8	260,8	263,8	255,7	263,9	257,9
8	228,2	231,6	232,5	233,0	228,8	227,5	230,3
5	198,1	199,1	201,5	200,0	199,5	191,1	201,6
4	187,7	188,1	190,7	188,4	189,1	179,4	191,7
2	151,1	150,0	151,9	148,9	152,1	143,0	153,6

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.21).

Tabla II.21. Grado de Ajuste de los modelos utilizados- 2 días - Estación Concepción

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0354	0,0331	0,0271	0,0328	0,0312	0,0863	0,0000
ECMV	7,67	8,85	7,42	8,43	6,87	15,54	6,89

4. Estación Caá Caraí

La estación meteorológica Caá Caraí tiene un registro desde octubre de 1985 hasta abril de 2017 con 32 años con algunos vacíos de información, tal como puede observarse en la Tabla II.22 donde se indican las precipitaciones mensuales acumuladas.

Tabla II.22. Precipitaciones Mensuales – Estación Caa Caraí (SSRH)

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
85-86		25,0	5,5	55,5	146,0	121,5	198,5	446,5	133,0	312,0	38,5	155,2	
86-87	111,5	161,6	229,0	46,0	143,0	208,5	131,0	209,5	93,5	305,0	321,5	77,0	2037,1
87-88	107,0	91,5	94,5	65,0				114,0	39,5	101,0	9,5	26,0	
88-89	202,0	133,0	50,0	51,5	148,0	136,5	209,5	301,5	5,0	239,0	62,5	153,5	1692,0
89-90	107,0	174,0	73,5	94,0	110,5	109,0	104,0	430,5	78,0	242,0	59,0	31,0	1612,5
90-91	148,0	151,5			107,5	16,0	142,0	109,0	137,5				
91-92			25,0	309,0	24,0	96,0	214,0	169,3	199,0	81,0	44,0	84,0	
92-93	115,0	240,0	105,0	126,0	205,0	104,0	366,0	52,0	38,0	80,0	80,0	20,0	1531,0
93-94	97,0	174,0	243,0	91,6	242,7	298,0	69,0	157,0	241,0	75,0	191,0	41,0	1920,3
94-95	166,0	254,0	210,0	161,0	128,0	161,2	150,0	143,0	83,0	23,0	65,0	35,0	1579,2
95-96	63,0	137,0	0,0	91,0	131,5	208,5	100,5	161,5	72,0	63,0	67,0	68,0	1163,0
96-97	51,5	462,0	111,5	251,5	44,0	98,0	0,0	72,0	42,5	33,5	58,0	64,0	1288,5
97-98	107,0	462,5	213,4	352,0	223,0	274,0	209,0	305,0	140,0	46,0	95,0	119,0	2545,9
98-99	103,0	144,0	30,0	73,0	38,0	67,0	70,0	210,0	131,0	74,0	134,0	0,0	1074,0
99-00	83,0	86,0	57,0	61,0	58,0	93,0	98,0	93,0	102,0	128,0	18,0	52,0	929,0
00-01	56,0	221,0	114,0	150,0	139,0	103,0	188,0	144,0	40,0	84,0	84,0	64,0	1387,0
01-02	147,0	142,0	126,0	90,0	226,0	21,0	233,0	191,0	88,0	73,0	222,0	173,0	1732,0
02-03	190,0	402,0	149,0	264,0	151,0	131,0	109,0	120,0	13,0	96,0	22,0	65,0	1712,0
03-04	46,0	149,0	165,0	341,0	21,0	20,0	86,0	161,0	42,0	171,0	48,0	54,0	1304,0
04-05	92,0	152,0	195,2	80,0	65,5	73,0	168,8	285,0	241,0	202,0	72,0	77,0	1703,5
05-06	79,0	124,0	96,0	79,0	97,0	103,0	225,5	128,0	82,0	59,0	24,0	78,0	1174,5

06-07	130,0	193,0	102,0	290,0	133,0	193,0	210,0	104,0	174,0	26,0	34,0	7,0	1596,0
07-08	273,0	149,0	172,0	151,1	7,0	48,0	12,0	93,0	137,5	98,0	39,0	76,0	1255,6
08-09	103,0	345,0	15,0	23,0	73,0	137,0	0,5	44,0	101,1	39,0	83,0	116,5	1080,1
09-10	126,1	45,1	340,0	99,0	45,0	145,0	80,0	97,0	89,0	50,0	183,0	6,0	1305,2
10-11	115,0	27,1	7,0	174,0	13,0	61,0	56,5	93,0	10,0	69,0	73,0	24,0	722,6
11-12	103,0	260,0	60,0	35,0	0,0	80,0	125,0	62,0	9,0	41,0	69,0	65,0	909,0
12-13	27,0	306,0	55,0	306,0	140,0	42,0	271,2	444,0	40,0	52,0	81,0	148,0	1912,2
13-14	64,0	203,5	104,0	37,0	123,0	54,0	237,0	184,0	236,0	165,0	145,0	15,0	1567,5
14-15	414,0	202,0	37,7	589,0	169,0	62,0	225,0	134,0	282,0	192,0	91,0	80,0	2477,7
15-16	60,0	182,0	373,0	516,0	232,0	113,0	199,0	108,0	55,0	15,0	35,0	80,0	1968,0
16-17	32,0	222,0	101,0	158,0	176,0	67,5	146,0	532,0					

En los 32 años del registro de la estación de estudio se observó una precipitación media anual de 1.525 mm y una precipitación media mensual de 127 mm. En la Tabla II.23 se detallan las precipitaciones máximas, mínimas y media mensuales.

Tabla II.23. Precipitaciones máximas, mínimas y medias mensuales y anuales - Estación Caá Carái

Periodo	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Anual
Promedio	117,3	194,2	118,0	168,1	114,8	111,1	149,5	184,3	102,4	107,8	84,9	68,5	1525
Máximo	414,0	462,5	373,0	589,0	242,7	298,0	366,0	532,0	282,0	312,0	321,5	173,0	2545
Mínimo	27,0	25,0	0,0	23,0	0,0	16,0	0,0	44,0	5,0	15,0	9,5	0,0	722,6
Desvío	76,9	109,8	93,8	142,2	71,0	68,8	84,3	126,1	75,6	82,8	68,3	46,6	445,0

En la Figura II.10 y II.11 se indican las precipitaciones diarias y mensuales a lo largo de todo el registro. En tanto que en la Figura II.12 se indican las precipitaciones medias mensuales de cada mes considerando el año hidrológico.

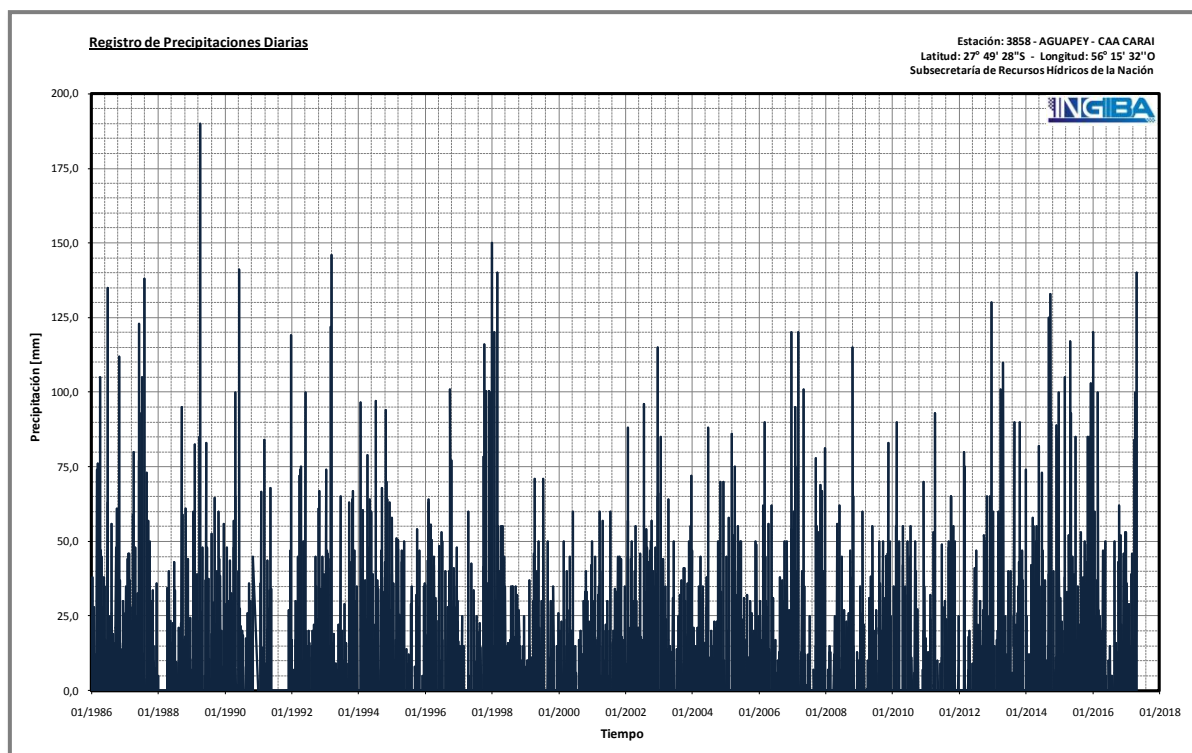


Figura II.10. Registro de Precipitaciones diarias - Caá Carai

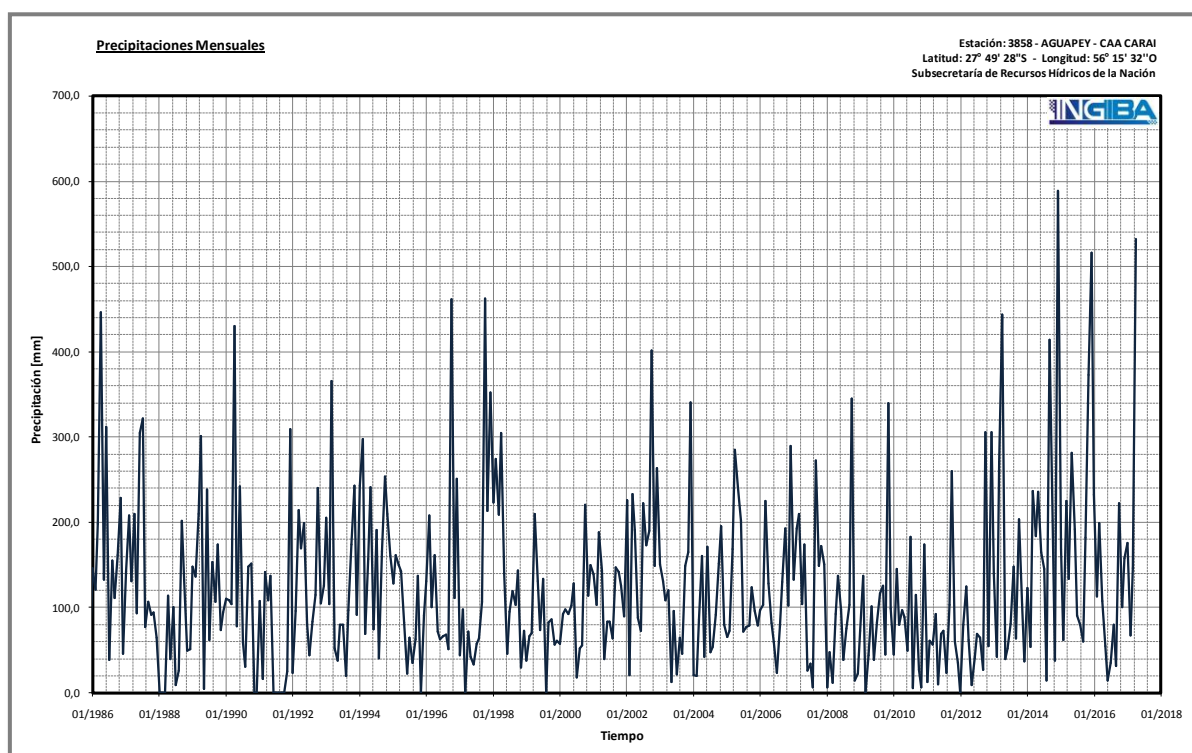


Figura II.11. Registro de Precipitaciones medias mensuales - Caá Carai

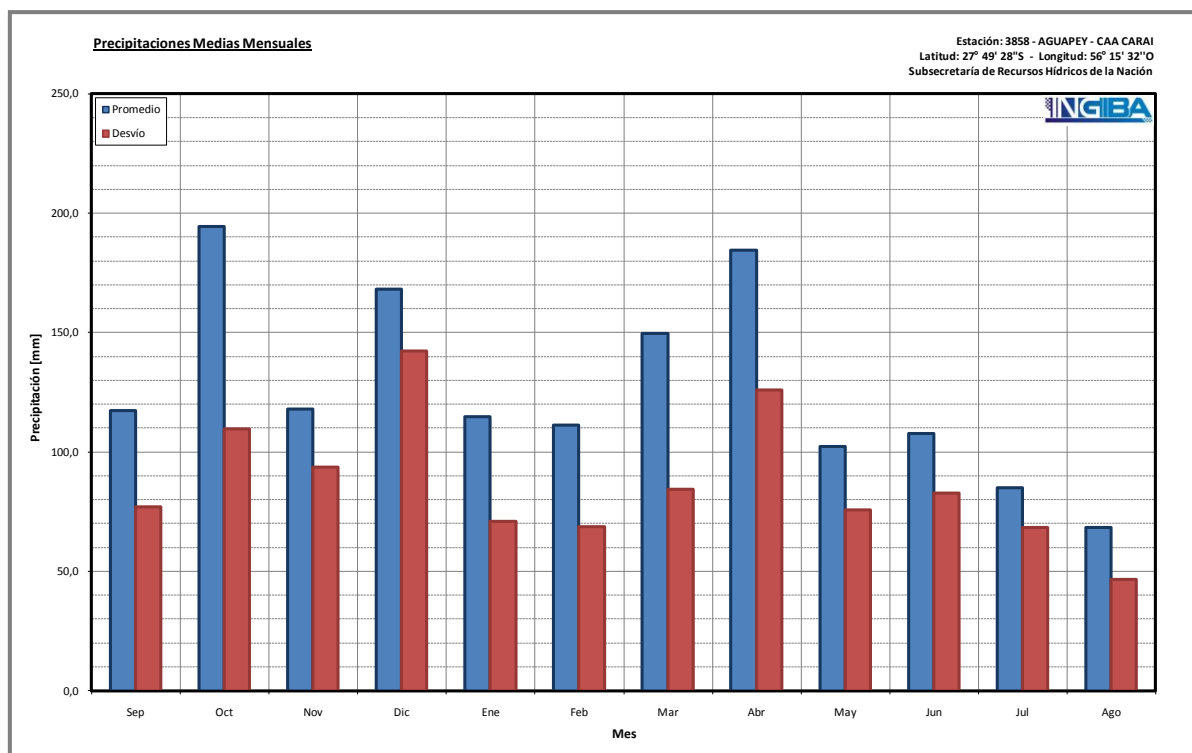


Figura II.12. Precipitaciones medias mensuales - Caá Carai

En la Tabla II.24 se indican las precipitaciones máximas anuales acumuladas en 1 día y 2 días.

Tabla II.24. Precipitaciones máximas anuales - Estación Caá Carai

Año	Meses Sin Datos	Precipitaciones Máximas en 1 día		Precipitaciones Máximas en 2 días	
		[mm]	Fecha	[mm]	Fecha
85-86	1	135,0	29/06/1986	190,0	06/04/1986
86-87	0	138,0	31/07/1987	138,0	31/07/1987
87-88	3	57,0	10/09/1987	62,5	05/11/1987
88-89	0	190,0	05/04/1989	201,0	05/04/1989
89-90	0	141,0	02/06/1990	151,0	03/06/1990
90-91	5	84,0	10/03/1991	133,0	10/03/1991
91-92	2	119,0	25/12/1991	207,0	26/12/1991
92-93	0	146,0	09/03/1993	165,0	10/03/1993
93-94	0	97,0	07/07/1994	181,7	24/01/1994
94-95	0	94,0	24/10/1994	94,0	24/10/1994
95-96	0	64,0	04/02/1996	86,0	05/02/1996
96-97	0	101,0	02/10/1996	189,0	02/10/1996
97-98	0	150,0	29/12/1997	200,0	30/12/1997
98-99	0	71,0	15/04/1999	89,0	20/07/1999
99-00	0	60,0	07/06/2000	80,0	08/06/2000
00-01	0	60,0	24/03/2001	95,0	25/03/2001
01-02	0	96,0	21/07/2002	132,0	21/07/2002
02-03	0	115,0	20/12/2002	135,0	21/12/2002

03-04	0	88,0	23/06/2004	102,0	22/12/2003
04-05	0	86,0	13/03/2005	116,0	05/11/2004
05-06	0	90,0	04/03/2006	114,0	04/03/2006
06-07	0	120,0	25/12/2006	190,0	26/12/2006
07-08	0	81,1	27/12/2007	133,0	19/09/2007
08-09	0	115,0	25/10/2008	158,0	25/10/2008
09-10	0	90,0	15/02/2010	105,0	19/07/2010
10-11	0	93,0	15/04/2011	93,0	15/04/2011
11-12	0	80,0	26/02/2012	80,0	26/02/2012
12-13	0	130,0	19/12/2012	176,0	20/12/2012
13-14	0	90,0	24/10/2013	112,0	22/05/2014
14-15	0	133,0	30/09/2014	178,0	01/10/2014
15-16	0	120,0	05/01/2016	188,0	14/12/2015

En la Tabla II.25 se indican los valores de precipitaciones máximas diarias asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.25. Ajuste de probabilidades - 1 día - Estación Caá Caraí

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	300,2	306,2	337,5	291,7	304,4	330,5	308,6
50	275,1	280,2	301,2	269,8	277,7	298,1	283,1
25	250,0	254,0	266,7	247,3	251,4	265,6	257,5
15	224,8	227,6	233,9	223,9	225,2	233,2	231,5
10	216,6	219,0	223,7	216,2	216,7	222,7	222,9
8	190,6	192,0	192,5	191,2	190,2	190,3	195,7
5	163,4	163,9	161,9	164,1	162,7	157,8	166,2
4	154,1	154,4	152,0	154,5	153,3	147,4	155,8
2	121,6	121,4	119,1	121,5	121,2	114,9	118,7

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.26).

Tabla II.26. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Estación Caá Caraí

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0545	0,0534	0,0475	0,0528	0,0539	0,0473	0,0000
ECMV	8,03	8,24	9,53	7,77	8,17	11,28	7,78

En la Tabla II.27 se indican los valores de precipitaciones máximas acumuladas en 2 días asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI.

Tabla II.27. Ajuste de probabilidades - 2 días - Estación Caá Carai

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	346,0	363,5	343,9	357,7	336,5	384,9	348,9
50	319,3	333,4	320,3	330,4	313,0	348,5	321,5
25	292,5	303,1	295,6	302,3	288,9	312,1	294,1
15	265,3	272,7	269,5	273,4	264,0	275,7	266,7
10	256,4	262,8	260,8	263,8	255,7	263,9	257,9
8	228,2	231,6	232,5	233,0	228,8	227,5	230,3
5	198,1	199,1	201,5	200,0	199,5	191,1	201,6
4	187,7	188,1	190,7	188,4	189,1	179,4	191,7
2	151,1	150,0	151,9	148,9	152,1	143,0	153,6

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla II.28).

Tabla II.28. Grado de Ajuste de los modelos utilizados- 2 días - Estación Caá Carai

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0354	0,0331	0,0271	0,0328	0,0312	0,0863	0,0000
ECMV	7,67	8,85	7,42	8,43	6,87	15,54	6,89

Anexo III - Hidrometría

1. Estación Itatí

La estación hidrométrica Itatí tiene un registro con 107 años ininterrumpidos con inicio en el año 1910. En la Figura III.1 y III.2 se pueden ver las alturas máximas y medias anuales de todo el registro.

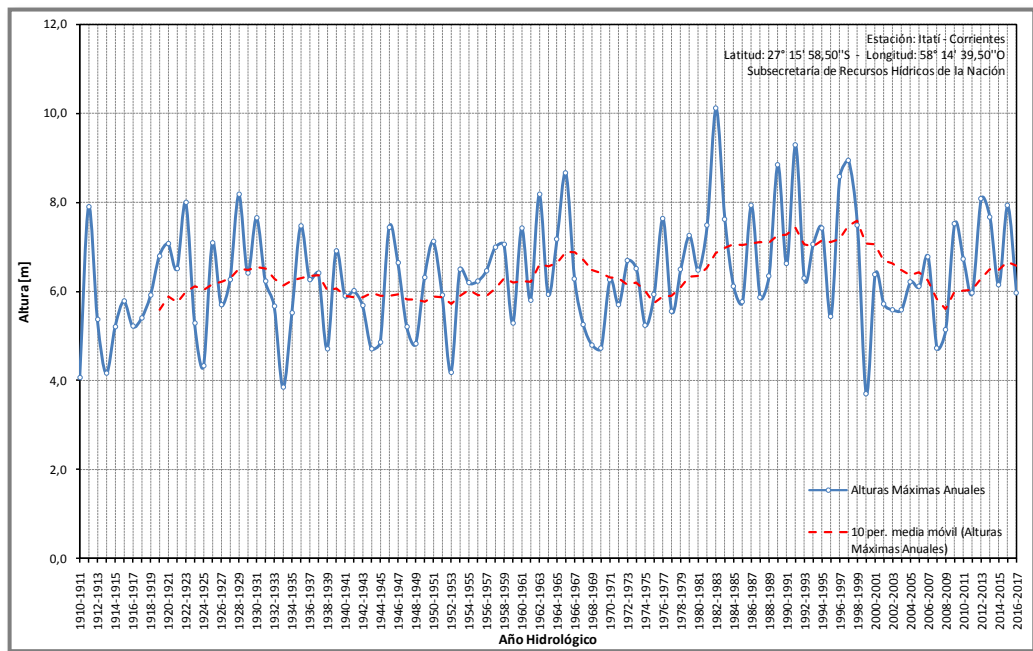


Figura III.1. Altura Máximas Anuales – Itatí

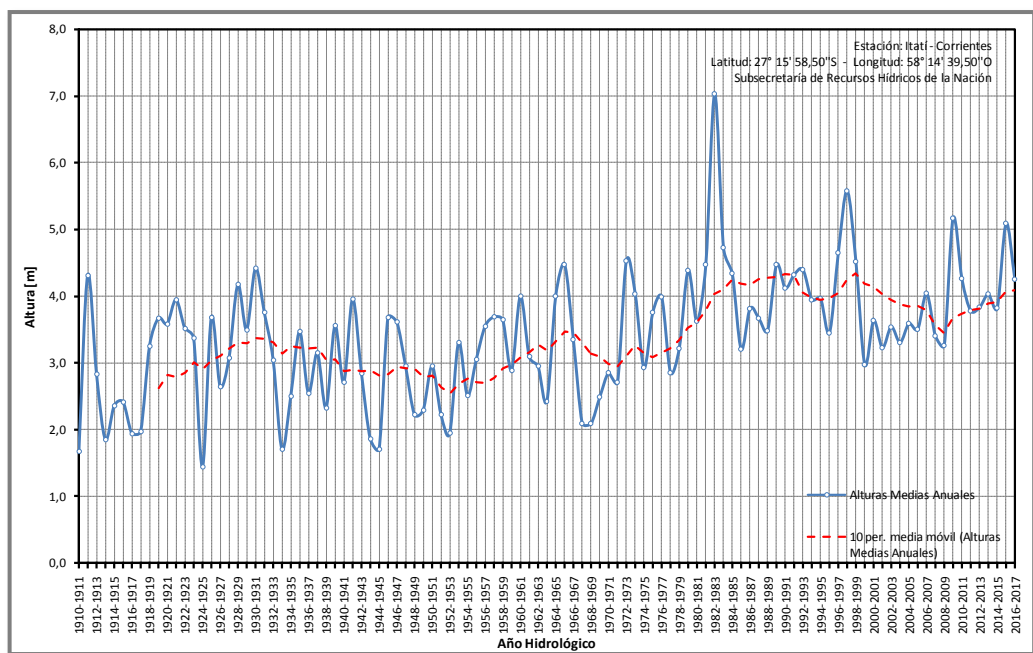


Figura III.2. Altura Medias Anuales - Itatí

En la Figura III.3 se indican los promedios de las alturas mínimas, medias y máximas mensuales del registro de la estación Itatí.

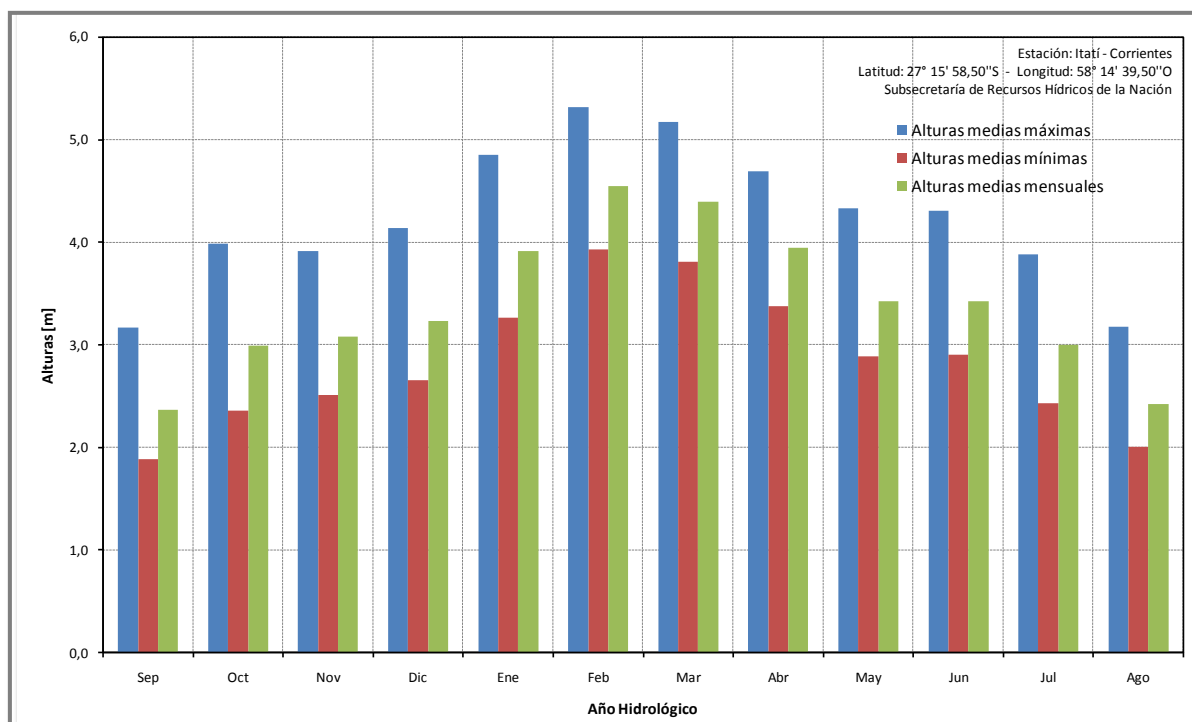


Figura III.3. Promedio de las Alturas Mínimas, Medias y Máximas Mensuales - Itatí

En la Tabla III.1 se indican los valores de alturas máximas anuales asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI, utilizando un registro desde 1984/85 a 2017/18

Tabla III 1. Probabilidades de Ajuste - Itatí

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	10,2	10,9	10,4	9,8	10,0	11,3	11,0
50	9,7	10,1	9,9	9,4	9,6	10,4	10,2
25	9,1	9,4	9,3	8,9	9,1	9,5	9,4
15	8,7	8,8	8,9	8,6	8,7	8,8	8,8
10	8,3	8,4	8,5	8,3	8,3	8,3	8,4
8	8,1	8,2	8,3	8,1	8,1	8,0	8,1
5	7,7	7,6	7,8	7,7	7,7	7,4	7,6
4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5	7,2	7,4
2	6,5	6,4	6,5	6,6	6,6	6,3	6,6

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla III.2).

Tabla III.2. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Itatí

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0457	0,0403	0,0395	0,0409	0,0455	0,0663	0,0000
ECMV	0,198	0,234	0,225	0,202	0,203	0,341	0,215

2. Estación Itá Ibaté

La estación hidrométrica Ita Ibaté tiene un registro con 106 años con vacíos de información en el año 1935/36. En la Figura III.4 y III.5 se pueden ver las alturas máximas y medias anuales de todo el registro.

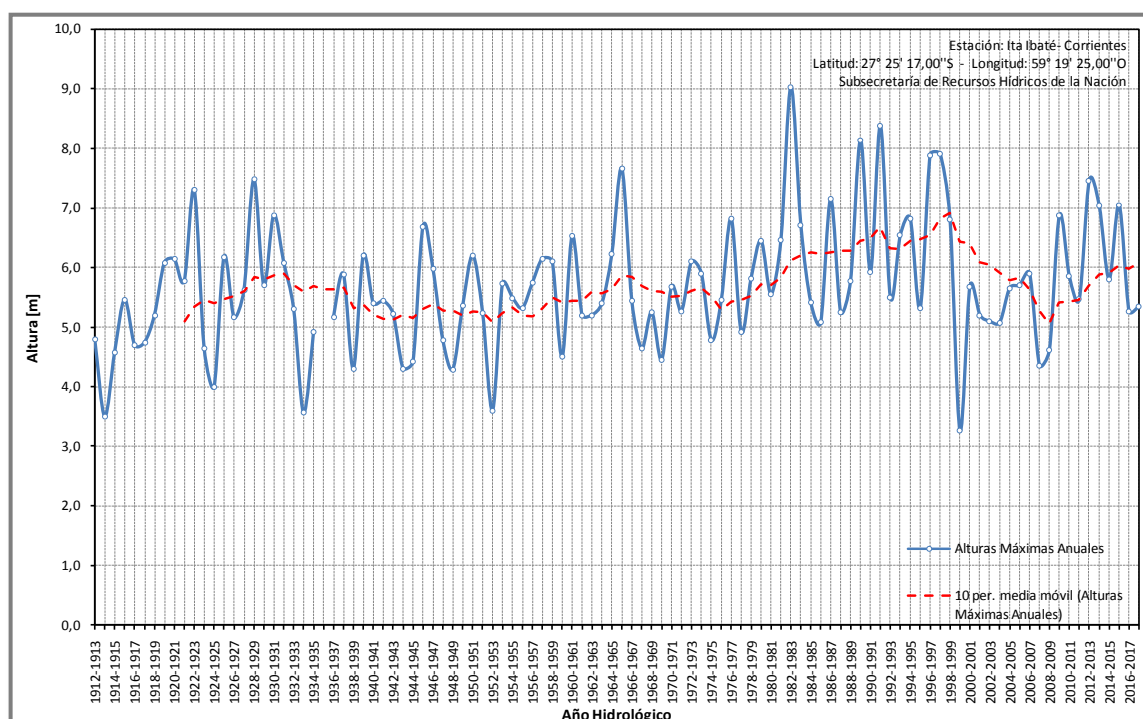


Figura II 4. Altura Máximas Anuales - Itá Ibaté

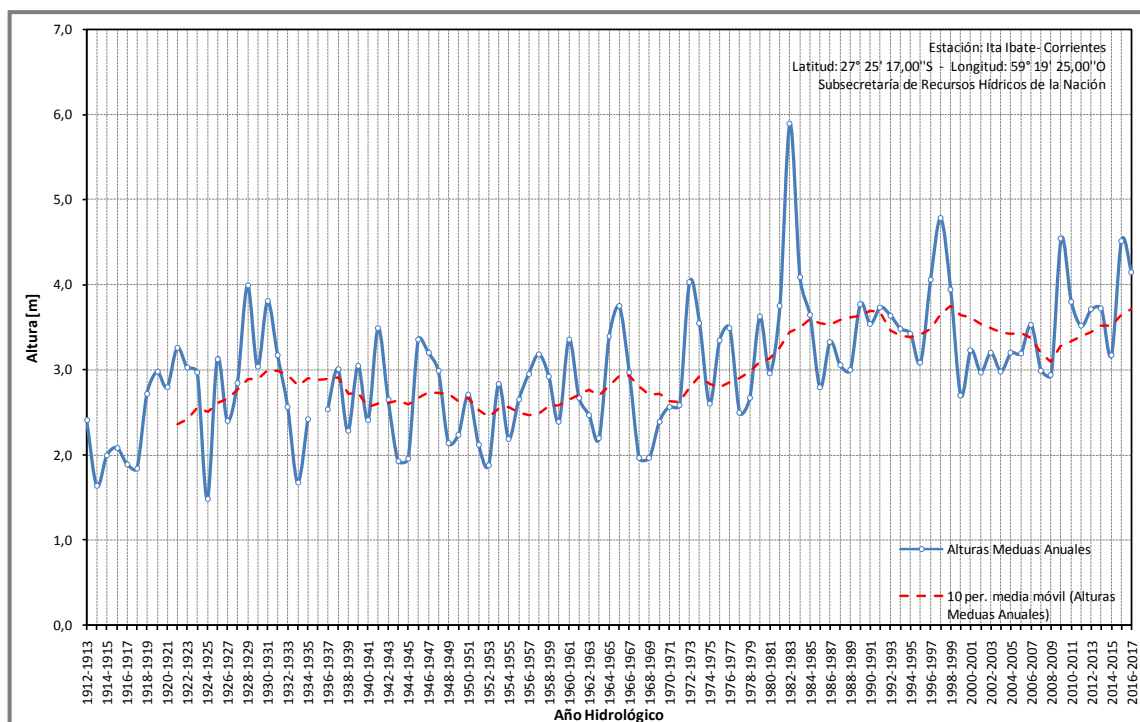


Figura III.5. Altura Medias Anuales - Itá Ibaté

En la Figura III.6 se indican los promedios de las alturas mínimas, medias y máximas mensuales del registro de la estación Itá Ibaté.

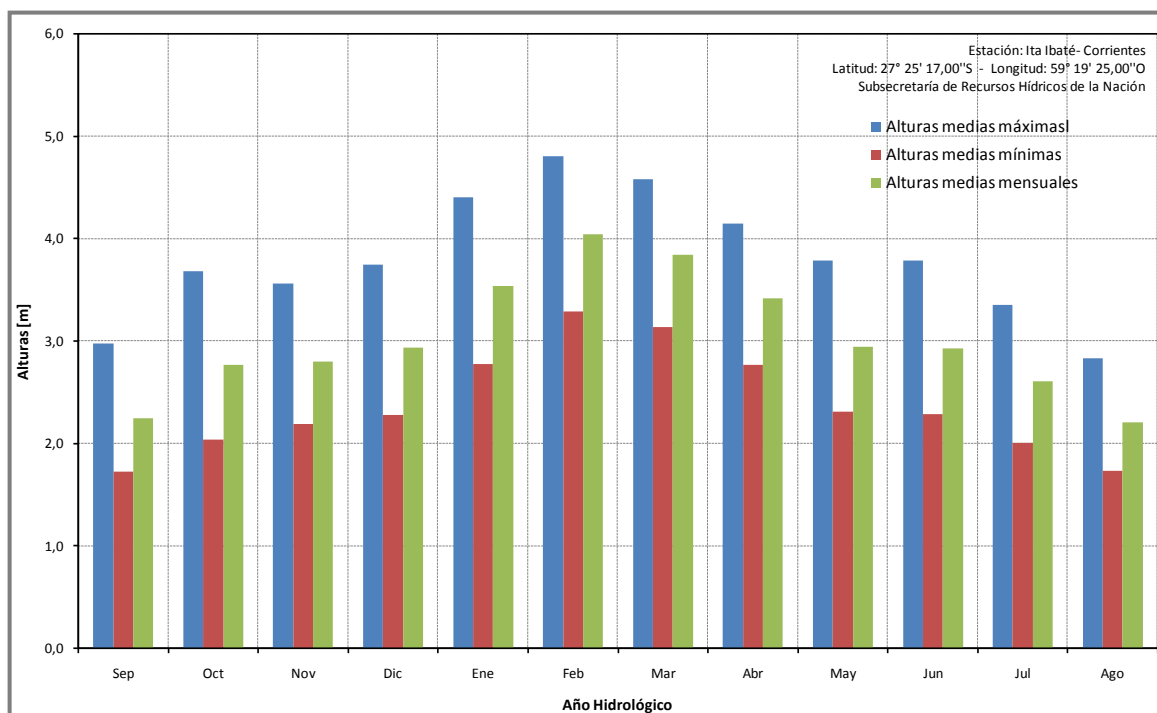


Figura III.6. Promedio de las Alturas Mínimas, Medias y Máximas Mensuales - Itá Ibaté

En la Tabla III.3 se indican los valores de alturas máximas anuales asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI, utilizando un registro desde 1984/85 a 2017/18

Tabla III.3. Probabilidades de Ajuste - Itá Ibaté

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	8,5	9,1	8,7	8,1	8,2	9,4	9,1
50	8,0	8,4	8,2	7,7	7,8	8,6	8,4
25	7,5	7,7	7,7	7,3	7,4	7,8	7,7
15	7,1	7,2	7,2	7,0	7,1	7,2	7,2
10	6,8	6,8	6,9	6,7	6,8	6,8	6,8
8	6,6	6,6	6,7	6,6	6,6	6,5	6,6
5	6,2	6,1	6,2	6,2	6,2	6,0	6,1
4	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	5,7	5,9
2	5,1	5,0	5,1	5,2	5,2	4,9	5,1

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla III.4).

Tabla III.4. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Itá Ibaté

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0501	0,0474	0,0509	0,0587	0,0546	0,0537	0,0000
ECMV	0,248	0,302	0,256	0,228	0,229	0,453	0,316

3. Estación Ituzaingó

La estación hidrométrica Ituzaingó tiene un registro con 106 años con vacíos de información en el año 1936/37. En la Figura III.7 y III.8 se pueden ver las alturas máximas y medias anuales de todo el registro.

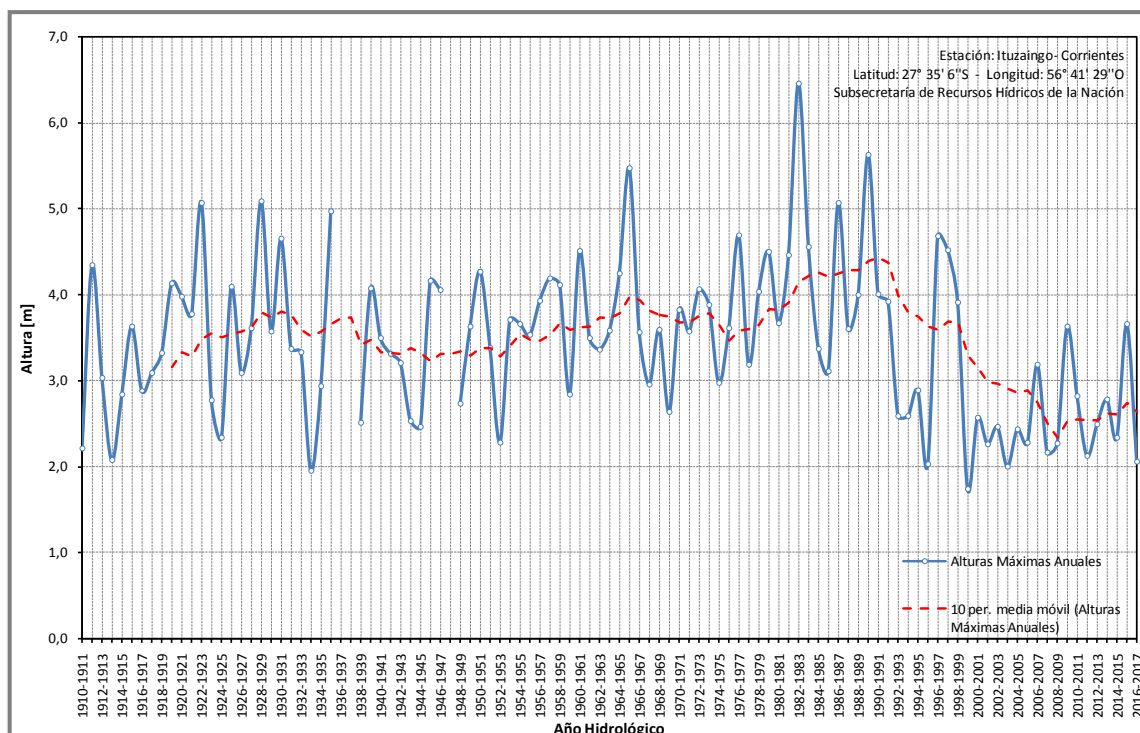


Figura III.7. Altura Máximas Anuales – Itzaingó

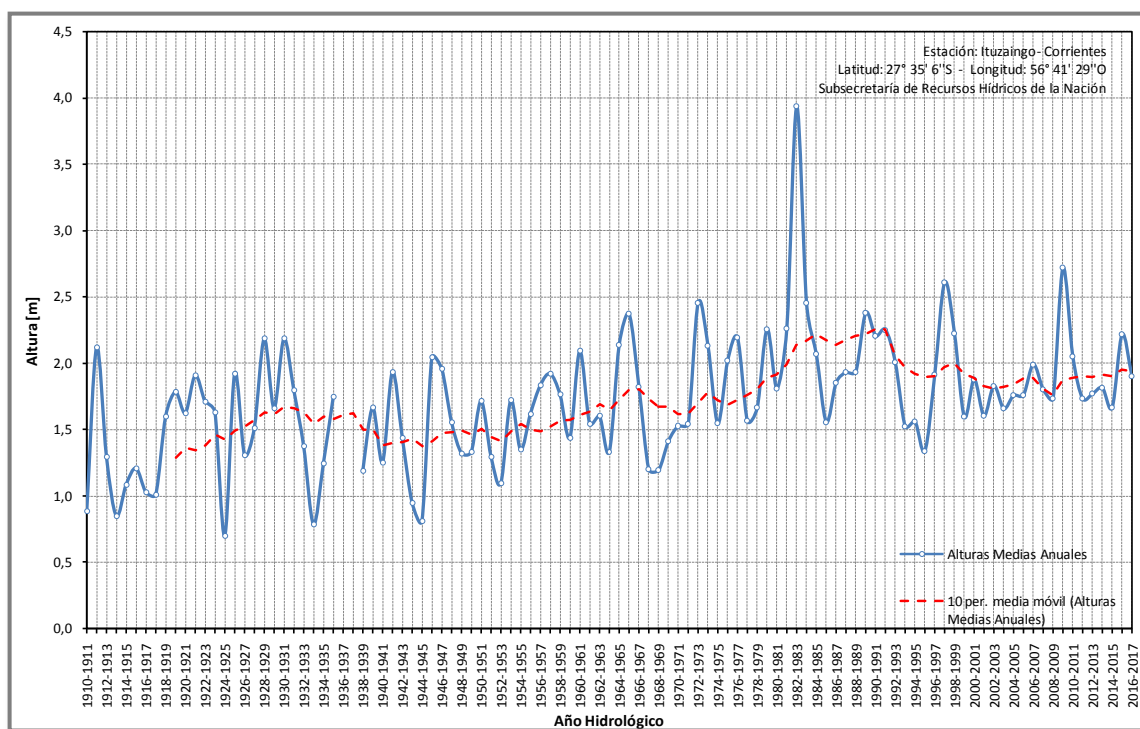


Figura III.8. Altura Medias Anuales - Itzaingó

En la Figura III.9 se indican los promedios de las alturas mínimas, medias y máximas mensuales del registro de la estación Itzaingó.

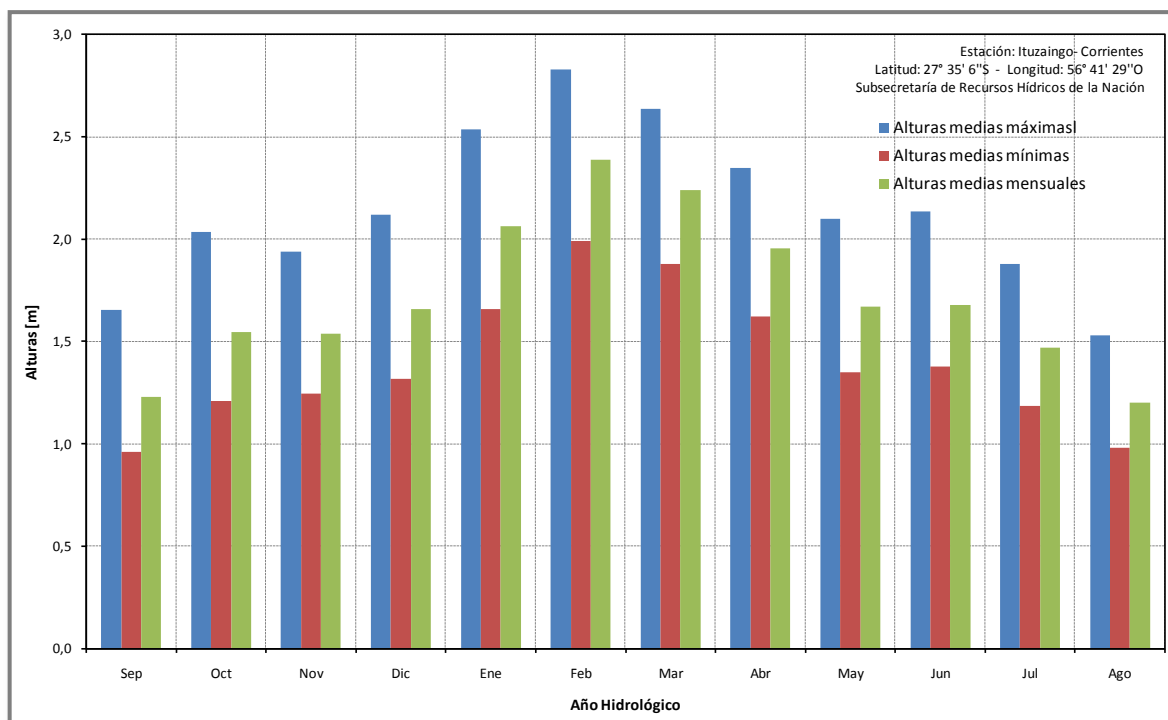


Figura III.9. Promedio de las Alturas Mínimas, Medias y Máximas Mensuales - Itzaingó

En la Tabla III.5 se indican los valores de alturas máximas anuales asociados a distintas probabilidades de excedencia y arrojados por los siete métodos de ajuste utilizados por el programa AFMULTI, utilizando un registro desde 1984/85 a 2017/18

Tabla III.5. Probabilidades de Ajuste - Itzaingó

T.R. [años]	Función de Distribución						
	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
100	6,76	7,18	7,11	6,87	6,80	7,46	7,02
50	6,29	6,59	6,57	6,39	6,32	6,75	6,48
25	5,81	6,00	6,01	5,89	5,82	6,05	5,94
15	5,44	5,55	5,59	5,49	5,43	5,53	5,54
10	5,14	5,20	5,24	5,18	5,13	5,12	5,22
8	4,96	5,00	5,05	4,98	4,95	4,89	5,04
5	4,58	4,57	4,62	4,58	4,57	4,42	4,64
4	4,38	4,36	4,40	4,37	4,37	4,19	4,44
2	3,67	3,62	3,64	3,64	3,66	3,49	3,66

Se han calculado los errores cuadráticos medios tanto de frecuencia (ECMF) como de variable (ECMV), confrontando cada distribución teórica con la experimental (Tabla III.6).

Tabla III.6. Grado de Ajuste de los modelos utilizados - Ituzaingó

Bondad de Ajuste	LOG GAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOG PEARSON	EXPON.	WAKEBY
Kolmogoroff	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	
ECMF	0,0457	0,0403	0,0395	0,0409	0,0455	0,0663	0,0000
ECMV	0,198	0,234	0,225	0,202	0,203	0,341	0,215

Anexo IV –

