

FICH

UNL

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos

Tesis de Maestría:

“Modificaciones en el riesgo de inundación fluvial debido al desarrollo urbano junto a ríos de llanura. Estudio de caso: la ciudad de Gualeguaychú.”

Por Rodolfo Alejandro Sato

Directora: Mag. Ing. Graciela Viviana Zucarelli

Co-director: Mag. Ing. Enrique Raúl Mihura



El Parque Unzué de la ciudad de Gualeguaychú en la inundación de Agosto de 2012.

Santa Fe, Argentina

Junio de 2016

Certificación del Jurado de Tesis y del director de Tesis



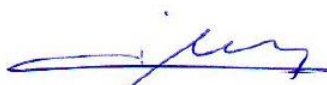
ACTA DE EVALUACIÓN DE TESIS DE MAESTRÍA

En la ciudad de Santa Fe, a los veintisiete días del mes de junio del año 2016, se reúnen en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral los miembros del Jurado designado para la evaluación de la Tesis de Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos titulada *“Modificaciones en el riesgo de inundación fluvial debido al desarrollo urbano junto a ríos de llanura. Estudio de caso: la ciudad de Gualeguaychú”*, desarrollada por el Ing. Rodolfo Alejandro SATO, DNI N° 18.443.878. Ellos son: el Dr. Santiago Reyna, el Mag. Carlos Scioli y el Ing. Carlos Paoli. Se cuenta, además, con la presencia de la Directora de la Tesis, Mag. Viviana Zucarelli y el Codirector de la Tesis el Mag. Enrique Raúl Mihura.

Escuchada la Defensa Pública y evaluada la Tesis, el Jurado resuelve:


*El tesista realizó una excelente presentación con un uso muy apropiado del tiempo y respondió adecuadamente a las preguntas del jurado.
La tesis desarrollada muestra un gran esfuerzo de trabajo con un detallado análisis de datos e incorpora importante información de campo (imágenes, planos, fotos etc) para sustentar sus conclusiones.
Se utilizaron modelos hidrológicos, estadísticos e hidráulicos en forma apropiada para la determinación de líneas de riesgo hídrico.
Por lo tanto el Jurado determina del por aprobado la tesis con
Nota de Distinguido 9 (nueve).*


Sin más, se da por finalizado el Acto Académico con la firma de los miembros del Jurado al pie de la presente


Dr. JOSÉ LUIS MACOR
SECRETARIO DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas

Dr. Santiago Reyna (*)

() Participó por video conferencia*


Mag. Carlos Scioli


Ing. Carlos Paoli


Dr. JOSÉ LUIS MACOR
SECRETARIO DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Secretaría de Posgrado

Ciudad Universitaria
C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 - Km. 472,4
(3000) Santa Fe
Tel: (54) (0342) 4575 229
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: posgrado@fich.unl.edu.ar



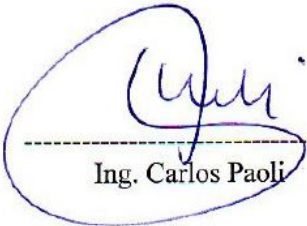
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Santa Fe, 27 de Junio de 2016.

Como miembros del Jurado Evaluador de la Tesis de Maestría titulada *“Modificaciones en el riesgo de inundación fluvial debido al desarrollo urbano junto a ríos de llanura. Estudio de caso: la ciudad de Gualeguaychú”*, desarrollada por el Ing. Rodolfo Alejandro SATO, certificamos que hemos evaluado la Tesis y recomendamos que sea aceptada como parte de los requisitos para la obtención del título de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos. La aprobación final de esta disertación está condicionada a la presentación de dos copias encuadernadas de la versión final de la Tesis ante el Comité Académico de la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos.



Dr. JOSÉ LUIS MACOR
SECRETARIO DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas
Dr. Santiago Reyna (s)



Mag. Carlos Scioli


Ing. Carlos Paoli

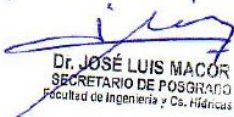
Santa Fe, 27 de Junio de 2016.

Certifico haber leído esta Tesis preparada bajo mi dirección y recomiendo que sea aceptada como parte de los requisitos para la obtención del título de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos.


Mag. Enrique R. Mihura
Codirector de Tesis


Mag. Viviana Zucarelli
Directora de Tesis

(*) Participó por video conferencia


Dr. JOSÉ LUIS MACOR
SECRETARIO DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas
Secretaría de Posgrado

Ciudad Universitaria
C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km. 472,4
(3000) Santa Fe
Tel: (54) (0342) 4575 229
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: posgrado@fich.unl.edu.ar

Declaración del autor

Esta Tesis ha sido remitida como parte de los requisitos para la obtención del grado académico de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos ante la Universidad Nacional del Litoral y ha sido depositada en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas para que esté a disposición de sus lectores bajo las condiciones estipuladas por el Reglamento de la mencionada Biblioteca.

Citaciones breves de esta Tesis son permitidas sin la necesidad de un permiso especial, en la suposición de que la fuente sea correctamente citada. Solicitudes de permiso para una citación extendida o para la reproducción parcial o total de este manuscrito serán exigidas por el portador legal del derecho de propiedad intelectual de la obra.



Ing. Rodolfo Alejandro Sato

Dedicatoria

A mi padre, que ya no está pero hubiera visto un sueño realizado, a mi madre Sarita, que se esforzó toda una vida para que pueda estudiar, a mis hermanos que me acompañaron todos estos años, a mi mujer Stella Maris, mi compañera de la vida, que tuvo toda la paciencia necesaria para que pueda terminar los estudios de Posgrado y a nuestro hijo Juan Cruz, la luz de mis ojos.

Agradecimientos

A mis directores de Tesis Mag. Graciela Viviana Zucarelli y Mag. Enrique Raúl Mihura, por el apoyo y la confianza que me brindaron para realizar esta Tesis y a José Macor por sus aportes en la presentación de la propuesta.

A los Arquitectos Carlos García y Hugo Lezcano, Secretario y Subsecretario de Planeamiento de la Municipalidad de Gualeguaychú y a Domingo Carraza Coordinador de la mesa del Consejo Consultivo de Planeamiento, por la documentación fotográfica e histórica de inundaciones y del desarrollo urbano de la ciudad de Gualeguaychú suministrada.

A Oscar Duarte y Héctor Casas de la Dirección de Hidráulica de Entre Ríos, por la información hidrometeorológica suministrada.

A mis compañeros de estudios y a los docentes de los cursos de Posgrado, de quienes me quedan los recuerdos de buenos momentos compartidos.

A mi familia y amigos, que me dan la alegría de estar a mi lado.

Índice General

Índice de Figuras	IV
Índice de Tablas	VII
Resumen	
Abstract	
1 Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Marco introductorio	1
1.2 Objetivos de la Tesis	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos particulares	4
2 Capítulo 2: El área de estudio	5
2.1 Red hidrográfica de la provincia	5
2.1.1 El río Uruguay	6
2.2 La cuenca del río Gualeguaychú	6
2.2.1 Relieve.....	8
2.2.2 Geología	9
2.2.3 Suelos.....	10
2.2.4 Clima	11
2.2.5 Vegetación.....	12
2.2.6 Ocupación del territorio.....	13
2.3 La ciudad de Gualeguaychú.....	13
2.3.1 Generalidades.....	13
2.3.2 Descripción de la problemática hídrica de la ciudad.....	14
2.3.3 Las inundaciones en la ciudad de Gualeguaychú.....	16
3 Capítulo 3: Estado del arte	19
3.1 El riesgo de desastre	19
3.2 La construcción social del riesgo de desastre	21
3.3 La gestión del riesgo de desastre	22
3.4 El análisis del riesgo hídrico y del riesgo de inundación.....	23

3.4.1	La modelación hidrológica.....	25
3.4.2	La modelación hidráulica.....	32
4	Capítulo 4: Metodología	34
4.1	Desarrollo metodológico.....	34
4.1.1	Estudio hidrológico e hidráulico	34
4.1.2	Análisis de evolución del desarrollo urbano costero.....	35
4.2	Estudio de información hidrológica del río Gualeguaychú.....	36
4.2.1	Análisis de alturas del tramo inferior	36
4.2.2	Análisis de caudales de la cuenca superior.....	38
4.3	Modelación hidrológica de la cuenca	41
4.3.1	Obtención de datos espaciales de la cuenca	41
4.3.2	Generación del mapa de Curva Número (CN).....	43
4.3.3	Implementación del modelo hidrológico de la cuenca	49
4.3.4	Determinación de tormentas de dise [D].....	53
4.3.5	Calibración y validación del modelo hidrológico	64
4.3.6	Explotación del modelo.....	68
4.4	Análisis de la evolución del desarrollo urbano junto al río	70
4.5	Modelación hidráulica del tramo inferior del río Gualeguaychú.....	74
4.5.1	Implementación del modelo hidráulico	74
4.5.2	Calibración y validación del modelo hidráulico	75
4.5.3	Explotación del modelo hidráulico.....	77
4.6	Análisis del riesgo hídrico y del riesgo de inundación fluvial.....	92
5	Capítulo 5: Resultados y Discusión.....	96
5.1	Estadística hidrológica del río Gualeguaychú	96
5.1.1	Alturas del tramo inferior.....	96
5.1.2	Análisis de caudales	99
5.2	Modelación hidrológica de la cuenca del río Gualeguaychú	100
5.3	Modelación hidráulica del tramo inferior del río Gualeguaychú.....	102
5.4	Evolución del riesgo hídrico y del riesgo de inundación fluvial	104
6	Capítulo 6: Conclusiones.....	110
6.1	Cumplimiento de objetivos.....	110
6.2	Dificultades en la implementación de los modelos y sus desempe [bs]	110

6.3	Evaluación de riesgo de inundación y su evolución.....	113
6.4	Aportes al conocimiento del caso particular y recomendaciones.....	113
	Referencias	116
	Notaciones.....	119
	Anexos.....	120
	Anexo 1: Análisis de Frecuencia de alturas máximas. Salidas del modelo AFMULTI.....	1
	Anexo 2: Información de caudales medios mensuales.....	6
	Anexo 3: Series de caudales máximos anuales	7
	Anexo 4: Análisis de Frecuencia de caudales. Salidas del modelo AFMULTI.....	9
	Anexo 5: Digitalización de polígonos y resultados de la clasificación de imagen satelital.....	12
	Anexo 6: Precipitaciones máximas anuales para distintas duraciones.....	14
	Anexo 7: Análisis de Frecuencia de Precipitaciones. Salidas del modelo AFMULTI.....	22
	Anexo 8: Tormentas de estudio para distribución espacial y temporal	39
	Anexo 9: Datos de calibración y validación del modelo	49
	Anexo 10: Características físicas del modelo hidrológico	50
	Anexo 11: Ubicación de perfiles del modelo hidráulico	52
	Anexo 12: Salidas del programa hidráulico.....	54
	Anexo 13: Imágenes satelitales del área urbana.....	72
	Anexo 14: Mapas de riesgo hídrico	74
	Anexo 15: Edificios en zonas inundables	91

Índice de Figuras

Figura 2.1. La red hidrográfica provincial y la cuenca del río Gualeguaychú	5
Figura 2.2. La red hidrográfica de la cuenca del río Gualeguaychú	7
Figura 2.3. Curva hipsométrica y mapa de relieve de la cuenca	9
Figura 2.4. Imágenes del relieve de la cuenca (topografía ondulada, suave y llana).....	9
Figura 2.5. Mapa de suelos de la cuenca (fuente Atlas de Suelos, Rep. Argentina - INTA).....	11
Figura 2.6. Imágenes de la vegetación natural (monte, pastizal y selva ribereña).....	13
Figura 2.7. El tramo inferior del río Gualeguaychú y la ciudad de Gualeguaychú.....	14
Figura 2.8. La ciudad de Gualeguaychú y el río (imagen satelital de Google Earth).....	15
Figura 2.9. La inundación de 2012 en la ciudad de Gualeguaychú (fuente SPMG)	16
Figura 3.1. Componentes del riesgo de desastre	19
Figura 3.2. Sección de un río y niveles de inundación asociados a distintas recurrencias.....	20
Figura 3.3. Evolución del riesgo de desastre.....	21
Figura 3.4. Modelo de Clark. Histograma Área Tiempo.....	28
Figura 3.5. HTA Sintético (HEC 1974, 1990).....	29
Figura 3.6. Almacenamiento por prisma y curva en un tramo de canal (Chow, 2000).....	31
Figura 3.7. Términos de la ecuación de energía.....	33
Figura 4.1. Análisis de frecuencias Escala Puerto de Gualeguaychú (datos DNVN).....	37
Figura 4.2. Análisis de frecuencias Escala Boca de Gualeguaychú (datos DNVN)	38
Figura 4.3. Curva altura-caudal con caudales máximos instantáneos (datos SSRH).....	39
Figura 4.4. Curva altura-caudal con caudales máximos medios diarios (datos SSRH)	39
Figura 4.5. Caudales Máximos Instantáneos Anuales en RP N° 39 (datos SSRH)	40
Figura 4.6. Imagen color “verdadero”, composición bandas 123-AVR (fuente Landsat).....	42
Figura 4.7. Modelo digital de elevación del terreno (datos de Imagen Radar SRTM)	42
Figura 4.8. Respuesta y Número digital Banda 5 (Landsat TM).....	43
Figura 4.9. Firmas espectrales de distintos elementos (fuente: Chuvieco)	44
Figura 4.10. Imágenes "falso color", composición 345-AVR y 137-AVR (Landsat TM)	44
Figura 4.11. Imágenes índice NVDI y componentes principales C3-C1-C2-AVR (Landsat)	45
Figura 4.12. Categorías de usos de suelos para la clasificación supervisada	45
Figura 4.13. Firmas espectrales (categorías 1 a 8). Valores medios, máximos y mínimos.....	46
Figura 4.14. Firma espectral categoría urbano-antropizado y sector digitalizado	46
Figura 4.15. Mapa de usos del suelo	47
Figura 4.16. Mapa de CN de la cuenca (valores teóricos).....	48
Figura 4.17. Procesamiento del modelo DEM y mapa fisiográfico de subcuencas	49
Figura 4.18. Esquema topológico del modelo de la cuenca del río Gualeguaychú	51
Figura 4.19. Red de pluviómetros y estaciones meteorológicas automáticas	53
Figura 4.20. Curvas IDF INTA Concepción del Uruguay para duraciones de más de 24 hs	55

Figura 4.21. Curvas IDF SMN Gualeguaychú para duraciones de más de 24 hs.....	55
Figura 4.22. Áreas de influencias de las estaciones con análisis de frecuencias.....	56
Figura 4.23. Precipitación acumulada en la cuenca de 3, 6 y 12 días de duración.	58
Figura 4.24. Polígonos de Thiessen de los pluviómetros de la cuenca	59
Figura 4.25. Decaimiento areal para tormentas de 1 a 4 días de duración (datos DHER)	60
Figura 4.26. Decaimiento areal para tormentas de 6 a 12 días de duración (datos DHER)	60
Figura 4.27. Decaimiento areal medio de la precipitación. Cuenca del río Gualeguaychú.....	61
Figura 4.28. Precipitación media areal acumulada de las tormentas seleccionadas.....	61
Figura 4.29. Distribución de las precipitaciones seleccionadas (1978 al 2002).....	62
Figura 4.30. Distribución de las precipitaciones seleccionadas (2003 al 2012).....	62
Figura 4.31. Patrones de Precipitación media areal. Cuenca río Gualeguaychú.....	63
Figura 4.32. Distribución de precipitación de 24hs. INTA C.del Uruguay (UTN FRCD).....	64
Figura 4.33. Hietogramas de calibración (datos DHER)	65
Figura 4.34. Mapa de CN de la cuenca adoptado.....	66
Figura 4.35. Calibración del modelo hidrológico en estación de RP N° 39	66
Figura 4.36. Hietogramas de validación (datos DHER).....	67
Figura 4.37. Validación ajustada del modelo hidrológico en estación de RP N° 39.....	67
Figura 4.38. Decaimiento areal de precipitación adoptado. Cuenca del río Gualeguaychú	68
Figura 4.39. Salidas gráficas del modelo hidrológico.....	69
Figura 4.40. Imágenes del Puerto de Gualeguaychú	70
Figura 4.41. Imágenes del antiguo Frigorífico de Gualeguaychú	71
Figura 4.42. Imágenes del Parque Unzué y el cruce bajo nivel de la RP N° 42.....	71
Figura 4.43. Imágenes del Camino de la Costa y cabañas para turistas	72
Figura 4.44. Imágenes de la zona del arroyo Munilla.....	72
Figura 4.45. La construcción de la Avenida Costanera de Gualeguaychú (fuente SPMG)	73
Figura 4.46. Imágenes de la construcción de piletas junto a la costa del río.....	73
Figura 4.47. Perfiles del modelo hidráulico	75
Figura 4.48. Perfil longitudinal de crecidas del río Gualeguaychú con niveles medio del río Uruguay	77
Figura 4.49. Sector entre Puente de la Balsa y RN N° 136 (agosto de 2012)	78
Figura 4.50. Vista del puente y alcantarilla aliviadero de la RN N° 136 (fotos de Google Earth y estudio del Nuevo Puente de Gualeguaychú).....	78
Figura 4.51. Perfil transversal del terraplén y puente de la RN N° 136	79
Figura 4.52. Perfil transversal zona norte de la ciudad de Gualeguaychú	79
Figura 4.53. Perfil transversal zona cercana a Boulevard Montana	80
Figura 4.54. Perfil transversal zona de la península al norte del Puente de la Balsa.....	80
Figura 4.55. Vista del puente metálico, el cruce bajo nivel y del puente aliviador	81
Figura 4.56. Perfil transversal del terraplén de la RP N° 42 y el puente metálico	81
Figura 4.57. Vista aérea de la crecienta de 2012 y el valle de inundación frente a la ciudad	82
Figura 4.58. La inundación del 2007 en la costanera, el hotel Aguaray y calle 25 de Mayo.....	82

Figura 4.59. Perfil transversal en la zona de la Avenida Costanera	83
Figura 4.60. Perfil transversal en la zona del Puerto de Gualeguaychú.....	83
Figura 4.61. Vista aérea de las crecientes de 2012 y 2007 en la zona del puerto	84
Figura 4.62. Vista aérea de las crecientes de 2007 en la zona del arroyo Munilla	84
Figura 4.63. Perfil transversal en la zona del arroyo Munilla.....	85
Figura 4.64. Perfil transversal en la zona sur de la Avenida Costanera	86
Figura 4.65. Perfil transversal en la zona del antiguo Frigorífico de Gualeguaychú	86
Figura 4.66. Perfil transversal área suburbana del basural de Gualeguaychú	87
Figura 4.67. Curva altura – frecuencia en Boca de Gualeguaychú	88
Figura 4.68. Perfil longitudinal comparativo con niveles altos del río Uruguay	89
Figura 4.69. Perfil longitudinal comparativo con crecidas del río Uruguay	89
Figura 4.70. Perfil longitudinal comparativo situación actual y sin puente de RN 136.....	90
Figura 4.71. Perfil longitudinal comparativo situación actual y sin puentes.....	91
Figura 4.72. Perfil longitudinal comparativo situación actual y sin obstrucciones.....	92
Figura 4.73. Perfil longitudinal comparativo situación actual y a [b] 1994.....	93
Figura 4.74. SIG de superficie edificada y curvas de riesgo hídrico	94
Figura 4.75. Curvas de riesgo hídrico y edificios en Gualeguaychú y Pueblo Belgrano	95
Figura 5.1. Alturas máximas y mínimas mensuales en Puerto y Boca de Gualeguaychú (datos DNVN).....	96
Figura 5.2. Alturas medias mensuales en Puerto y Boca de Gualeguaychú (datos DNVN).....	97
Figura 5.3. Alturas diarias máximas anuales en Puerto de Gualeguaychú. Serie 1904-1979 (DNVN).....	98
Figura 5.4. Alturas diarias máximas anuales en Puerto y Boca de Gualeguaychú. Serie 1980-2013.....	98
Figura 5.5. Caudales medios y máximos en la estación de aforos de RP N° 39 (datos SSRH)	99
Figura 5.6. Limnograma de alturas del río Gualeguaychú en RP N° 39 (datos SSRH)	100
Figura 5.7. Cuenca del río Gualeguaychú y subcuencas	101
Figura 5.8. Curvas de riesgo hídrico en la zona de la ciudad de Gualeguaychú	103
Figura 5.9. Perfil longitudinal de las crecientes de calibración (2012) y validación (2007).....	104
Figura 5.10. Afectación de superficie edificada por crecientes del río Gualeguaychú	106
Figura 5.11. Variación de los componentes e incremento del riesgo de desastre.....	107
Figura 5.12. Riesgo de inundación para edificios de distintas categorías.....	107
Figura 5.13. Umbrales de evaluación del riesgo hídrico y zonas de interés legal.....	108

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Datos de los cursos principales de la cuenca	8
Tabla 2.2. Lluvias mensuales y anuales de Gualaguaychú (1968/2004) y Estancia Centella (1982/2004) en mm (datos INTA).....	12
Tabla 3.1. Condiciones de humedad antecedente. Rango de montos precipitados	27
Tabla 4.1. Porcentajes de grupos hidrológicos según tipo de suelos	48
Tabla 4.2. Valores teóricos de CN según uso y tipo de suelo.....	48
Tabla 4.3. Características físicas y tiempos de concentración de las subcuencas.....	52
Tabla 4.4. Indicadores de eficiencia de las fórmulas IDF.....	56
Tabla 4.5. Tormentas estudiadas	57
Tabla 4.6. Valores adoptados de CN según uso y tipo de suelo.....	65
Tabla 4.7. Errores en las corridas de calibración y validación del modelo	68
Tabla 4.8. Ajuste de alturas de escala en las corridas de calibración y validación.....	76
Tabla 4.9. Situaciones modeladas con niveles altos del río Uruguay	88
Tabla 4.10. Riesgo de inundación durante la vida útil de distintas categorías de edificios	94
Tabla 5.1. Alturas hidrométrica adoptadas para distintas recurrencias. Serie 1980-2013 (DNVN)	99
Tabla 5.2. Caudales máximos en la estación de aforos de RP N° 39. Serie 1988/89-2012/13 (datos SSRH). 100	
Tabla 5.3. Caudales máximos resultados del modelo hidrológico	101
Tabla 5.4. Comparación de alturas resultantes del modelo y del análisis de frecuencias.....	105
Tabla 5.5. Incremento de niveles producido aguas arriba de las intervenciones	105
Tabla 5.6. Relaciones altura-velocidad para crecida de 100 a 1000 años de recurrencia	108

Resumen

La región del Litoral argentino, ubicada en la cuenca del río de la Plata, cuenta con numerosos centros urbanos asentados en la ribera de los ríos, los que concentran la mayor parte de la población de esta zona. Muchas de estas ciudades se encuentran con una parte de su territorio sujeto a inundaciones periódicas, debido a un proceso de urbanización creciente que en muchas ocasiones no reconoce reglas ni límites. Este proceso en la mayoría de los casos se ha desarrollado en forma espontánea o no planificada ante la falta de una política clara que limite el uso de suelo en áreas de riesgo hídrico.

En esta Tesis se abordó el estudio particular del río Gualeguaychú, ubicado en la provincia de Entre Ríos de la República Argentina y la problemática de las inundaciones que este provoca en la ciudad de Gualeguaychú. Esta ciudad ha tenido un proceso de crecimiento sostenido junto al río y convive en parte de su territorio con el riesgo de inundaciones frecuentes. Para el estudio del comportamiento del río se analizó la información de caudales y alturas registrados, se realizó la modelación hidrológica de la cuenca con el modelo de transformación lluvia-caudal HEC-HMS y la modelación hidráulica del tramo inferior del río con el modelo HEC-RAS. Se analizó el crecimiento urbano de los últimos 20 años a través de información cartográfica e imágenes satelitales correspondientes a distintas fechas y se evaluó la modificación en el riesgo de inundaciones producido por el crecimiento urbano en el valle de inundación del río Gualeguaychú.

El incremento del riesgo de inundación puede producirse tanto por incremento de la *amenaza* como de la *vulnerabilidad*. Como resultado del estudio se obtuvo que el incremento de la *amenaza* se debe principalmente al incremento de niveles por las obstrucciones al flujo de las obras de infraestructuras realizadas y la urbanización de áreas inundables, pero este es mínimo si se compara con el incremento del riesgo que se produce por aumento de la *vulnerabilidad* debido a la edificación en zonas inundables, la cual tiene una tendencia que va en un aumento muy pronunciado.

Como recomendación se propone que las áreas urbanas costeras se deberían dividir en distintos sectores regulando el uso del suelo de acuerdo al nivel del terreno y su ubicación a lo largo del río, delimitados por las curvas de riesgo hídrico determinadas como resultados del modelo hidráulico. Estableciendo de este modo el riesgo hídrico para distintas zonas de interés legal vinculadas a determinadas recurrencias según criterios hidrológicos.

Abstract

The Litoral region of Argentina, located in the River Plate basin, which has many urban centers settled on the banks of rivers and concentrates the majority of the population of this region. Many of these cities are a part of its territory subject to periodic flooding, due to increasing urbanization process that often doesn't recognize rules or limits. This process often has developed spontaneously or unplanned due to the absence of a clear policy that limits the use of ground in areas of water risk.

In this thesis was approached the particular study of Gualeguaychú river in the province of Entre Rios in Argentina, and the problems of the floods that this causes in the city of Gualeguaychú. This city has had a sustained growth process next to the river and lives in part of its territory with the risk of frequent flooding. For the study of the behavior of river flow information and recorded heights were analyzed, hydrological basin modeling was performed using the model of transformation rain - flow HEC-HMS, and hydraulic modeling of the lower river reach with the model HEC -RAS. The urban growth of the last 20 years was analyzed through satellite imagery and mapping information corresponding to different dates, and was evaluated the modification in the risk of flooding caused by urban growth in the floodplain of the Gualeguaychú River.

The increased risk of flooding may be produced by increasing the *threat* or the *vulnerability*. As a result of the study it was found that increasing the *threat* is primarily due to levels increased by the obstructions to the flow of infrastructure works carried out and the urbanization of flooded areas, but this is minimal when it's compared with increased risk caused by increased *vulnerability* due to the construction in flood zones, which have a tendency to go on a very pronounced increase.

As a recommendation is proposed that the coastal urban areas should be divided into different sectors regulating the land use according to the level of the land and its location along the river, delimited by the water risk curves determined as results of the hydraulic model. Establishing thus the water risk for different areas of legal interest linked to certain recurrences according to hydrological criteria.

Capítulo 1: Introducción

1.1 Marco introductorio

En la región del Litoral de la cuenca del río de la Plata existe una gran cantidad de centros urbanos asentados cerca de la ribera de los grandes cursos de agua y sus tributarios, muchos de los cuales basan su desarrollo en la convivencia con el río. A su vez, parte de su territorio se encuentra sujeto a inundaciones periódicas, debido a un proceso de urbanización creciente que en muchas ocasiones no reconoce reglas ni frenos (Bertoni *et al.*, 2004).

En varios casos, estos ambientes vulnerables suelen encontrarse dentro de un proceso de desarrollo no planificado y sometidos a un elevado grado de probabilidad de ocurrencia de inundaciones periódicas y eventuales catástrofes. Esto se debe a que carecen de un sistema de gestión de riesgo hídrico que implemente medidas estructurales y no estructurales, tendientes a evitar o regular las crecidas o sus consecuencias en el territorio.

Al ocurrir inundaciones mayores a las ordinarias, con daños importantes y hasta incluso pérdidas de vidas, se ponen de manifiesto las dificultades que genera el desarrollo urbano (Hass, 1995). Esto produce en la sociedad la discusión sobre el motivo del progresivo incremento del riesgo de inundación, que suele atribuirse a diversas causas como el cambio climático, la deforestación y en menor medida a la antropización de espacios inundables y otros aspectos relacionados como son la disminución de áreas de almacenamiento y la construcción de obras que obstaculizan el normal flujo de las aguas.

Estas aseveraciones muchas veces carecen de un fundamento científico y se basan en apreciaciones subjetivas que no son capaces de cuantificar la incidencia que los cambios, producidos en el medio, tienen en los perjuicios que traen las crecidas extraordinarias.

Las cuencas donde se encuentran estos territorios no son sistemas invariables, sino que están sujetas a numerosos cambios que alteran su comportamiento. Estos pueden ser cambios naturales, debido a alteraciones climáticas y en algunos casos geomorfológicas, pero muchas veces la mayor incidencia en la modificación del riesgo hídrico se debe a alteraciones antrópicas, como cambios en el uso del suelo en la cuenca (Arbuet y Pusineri, 2010), obras que producen alteraciones de los cauces y del valle de inundación y la ocupación de áreas inundables.

El análisis del riesgo hídrico por inundación fluvial constituye un factor primordial en cualquier política de planificación territorial de estas ciudades, vinculada a la preservación de bienes y actividades que se desarrollan en el territorio y a la seguridad de vidas humanas. Como parte fundamental de este análisis, la modelación hidrológica e hidráulica resulta hoy en día una herramienta indispensable para poder comprender el comportamiento de los cursos de agua y sus crecientes, cuantificar el riesgo de inundación de áreas urbanas cercanas a los ríos (Escuder *et al.*, 2010) y poder diseñar una política de ordenamiento territorial como base de un desarrollo sustentable.

En esta Tesis se abordó el estudio particular del río Gualeguaychú, ubicado en la provincia de Entre Ríos de la República Argentina y la problemática de las inundaciones que este provoca en la ciudad de Gualeguaychú. Esta ciudad ha tenido un proceso de crecimiento sostenido junto al río y convive en parte de su territorio con el riesgo de inundaciones frecuentes. Para el estudio del comportamiento del río se analizó la información de caudales y alturas registrados, se realizó la modelación hidrológica de la cuenca, por medio de un modelo de transformación lluvia-caudal, utilizando el Sistema de Modelación Hidrológica del Centro de Ingenieros Hidrológicos de la Armada de Estados Unidos (HEC-HMS) y la modelación hidráulica del tramo inferior del río con el Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingenieros Hidrológicos de la Armada de Estados Unidos (HEC-RAS). Se analizó el crecimiento urbano de los últimos 20 años a través de información cartográfica e imágenes satelitales correspondientes a distintas fechas y se evaluó la modificación en el riesgo de inundaciones producido por el crecimiento urbano en el valle de inundación del río Gualeguaychú.

Este estudio consta de seis capítulos, que se resumen a continuación con una breve explicación del contenido de cada uno y de cómo estos están relacionados entre sí.

En el Capítulo 1 se realiza una breve descripción de la problemática del estudio y el modo de abordar el problema, así como la estructura de la Tesis y sus objetivos.

En el Capítulo 2 se presentan las principales características del área de estudio, que se desarrolla en dos escalas distintas. Por un lado se describe la cuenca del río Gualeguaychú, su hidrografía, relieve, clima, suelos y, vegetación. En una escala menor se expone la problemática hídrica de la ciudad de Gualeguaychú, la evolución del desarrollo urbano y los cambios ocurridos en la ocupación de la planicie de inundación del río.

En el Capítulo 3 se describe el estado del arte respecto al riesgo de desastre así como la evaluación del riesgo hídrico y de la modelación hidrológica e hidráulica como

herramienta fundamental para este análisis, incluyendo los fundamentos teóricos de los modelos hidrológicos e hidráulicos utilizados.

En el Capítulo 4 se detalla la metodología aplicada. Se analiza la información hidrológica de caudales y de altura y la información pluviométrica. Se presenta la implementación del modelo hidrológico de la cuenca en estudio, se describen la calibración y la validación del modelo, a partir de eventos precipitación-escorrentía observados y se calculan caudales para distintos escenarios. Por otro lado, se analiza la evolución del desarrollo urbano y los cambios en la ocupación del valle de inundación del río, en base a información cartográfica e imágenes satelitales de los últimos 20 años. Además, se describe la implementación del modelo hidráulico para el tramo del río inferior donde se ubica la ciudad de Gualeguaychú, así como la calibración y validación del modelo a partir de datos de crecientes observadas y se analizan distintos escenarios considerando la evolución del desarrollo urbano junto al río.

En el capítulo 5 se presentan los resultados de los distintos escenarios evaluados, analizando los efectos que los cambios en el desarrollo urbano junto al río producen en la modificación del riesgo de inundaciones y se analizan los resultados obtenidos para los distintos escenarios considerados con respecto a la situación actual del desarrollo urbano.

En el Capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones de esta Tesis. El informe se completa con un listado de referencias bibliográficas y anexos.

1.2 Objetivos de la Tesis

1.2.1 Objetivo general

El objetivo general de la tesis es evaluar las consecuencias del avance de la urbanización en zonas inundables y de las obras que se han realizado en estas áreas interfiriendo con el flujo en situaciones de crecidas del río, determinando su influencia en los niveles de las inundaciones y la tendencia en la modificación del riesgo de inundación en el borde costero de la ciudad y zonas aledañas.

Se trata de obtener una mayor comprensión de la influencia que el desarrollo urbano en áreas inundables tiene en la modificación del riesgo hídrico y de la incidencia de las obras, que obstaculizan el flujo en las crecientes, en el incremento de los niveles de las inundaciones. Para ello se analiza la situación actual y se la compara con los niveles de inundación para simulaciones de distintos escenarios. Uno de estos es la simulación de una

situación sin las obstrucciones al flujo que producen la urbanización y las obras de intervención sobre el valle de inundación.

Otros escenarios evaluados son la situación que se encontraba en 1994 y en 2004. De este modo se puede correlacionar la evolución de los incrementos de niveles de inundación producidos por la urbanización, para las distintas recurrencias analizadas. Por último se estudia el avance de la urbanización sobre zonas inundables en los últimos 20 años, evaluándose la modificación de la superficie edificada en sitios cercanos al río y lugares sujetos a riesgo de inundación fluvial.

1.2.2 Objetivos particulares

Como objetivos particulares se plantea la determinación de criterios para el diseño de una política de desarrollo urbano sustentable en base a un conocimiento adecuado del comportamiento del río con el que se puede mensurar el riesgo hídrico de distintas áreas del territorio. La modelación hidráulica e hidrológica puede establecerse de este modo como una herramienta fundamental a ser tenida en cuenta para el desarrollo de una política de ordenamiento territorial.

De este modo se tendrán resultados más precisos, como los que se obtienen con planos de zonificación según el riesgo hídrico. Estos se basen en un conocimiento adecuado del comportamiento del río y no solo restricciones referidas a niveles de registros de inundaciones que tienen validez puntual en el sitio de medición, pero no tienen en cuenta la pendiente del pelo de agua a lo largo del río, ni los incrementos de nivel producido por obras que interfieren con el flujo.

En síntesis dentro de los objetivos particulares se trata de obtener un conocimiento adecuado de la problemática hídrica del borde costero de la ciudad de Gualeguaychú, la elaboración de curvas de riesgo hídrico vinculadas a distintas recurrencias y el análisis del riesgo de inundación de la zona urbana cercana al río Gualeguaychú y su evolución en los últimos 20 años.

2.1.1 El río Uruguay

El río Uruguay es uno de los más importantes de América del Sur. Ubicado en la Cuenca del Plata, nace en territorio brasileño en la “Sierra do Mar” como resultado de la confluencia de los ríos Pelotas y Canoas. Después de transitar por algo más de 2.200 km desemboca en el río de la Plata tras unirse al río Paraná Bravo a la altura de la localidad uruguaya de Nueva Palmira. Su cuenca, de unos 365.000 km² es compartida entre Brasil, Uruguay y Argentina. En sus nacientes tiene una altitud de 700 m sobre el nivel del mar, descendiendo a 154 m cuando comienza a oficiar de límite entre Argentina y Brasil.

Sus principales tributarios sobre margen izquierda son los ríos Ijuhy-Assu; Ibicuí; Quareim y Negro mientras que sobre su margen derecha desembocan cursos de menor importancia como son los ríos Miriñay, Mocoretá y Gualeguaychú. Se trata de un río de régimen muy irregular con crecidas invernales y estiajes de verano.

El caudal promedio frente a la ciudad de Concordia es de 4.622 m³/s. El máximo registrado es de 37.714 m³/s (año 1992), el mínimo registrado es de 109 m³/s (año 1945).

2.2 La cuenca del río Gualeguaychú

El río Gualeguaychú es el tercer río interior en importancia de la provincia de Entre Ríos, luego del Gualaguay y el arroyo Feliciano. Su cuenca abarca un área de 6.974 km², tiene una pendiente media de 1,73% y comprende parte de los departamentos Gualeguaychú, Uruguay, Colón, San Salvador y Villaguay. Esta tiene forma alargada en sentido norte-sur, con una extensión de 166 km en dirección norte-sur y 66 km en el sentido este-oeste, por lo que las crecidas que se dan en la cuenca alta sufren una fuerte atenuación al llegar a la desembocadura, no así las crecidas que se dan por lluvias con epicentro en la cuenca inferior. Los patrones topográficos determinan una amplia densidad de cursos de aguas que conforman su red hidrográfica.

El río Gualeguaychú tiene una longitud de 251 km, desde su nacimiento a su desembocadura en el Uruguay a la altura del km 90 de este último, desplazándose desde cota 73 m IGN (Instituto Geográfico Nacional) en sus nacientes, a cota 1,0 m IGN al final de su recorrido, con una pendiente media de 28,7 cm/km. El curso se desarrolla próximo al límite este de su cuenca, por lo que recibe mayores aportes desde su margen derecha. Es precisamente en esta margen donde están los afluentes con cursos permanentes más importantes (Figura 2.2).

Los cauces de mayor importancia regional se han dispuesto de acuerdo a la orientación general de las lomadas, así el río Gualeguaychú drena con rumbo general norte-sur y los arroyos importantes como el San Miguel, Santa Rosa, Gena, Genasito, San Antonio, El Gato, García, Pehuajó, Gualeyán, El Cura y Venerato aportan por la margen derecha, en general desde el oeste y los arroyos Renoval, La Sesteadá, El Sauce, Centella, Isletas y La Capilla lo hacen por la margen izquierda del río, desde el este (Figura 2.2).

Salvo los cursos principales, la mayoría de los afluentes son arroyos de curso semipermanente, con caudales variables, mínimos en los períodos secos y máximos después de grandes lluvias, lo que provoca desbordes e inundaciones en todo el valle. Las características de los cursos principales se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Datos de los cursos principales de la cuenca

Curso	Aporte por margen	Superficie de la cuenca (km ²)	Longitud del curso (km)	Nivel superior (m)	Nivel inferior (m)	Pendiente del curso (cm/km)
Gualeguaychú superior *		532	70	73	37	51,6
Arroyo San Miguel	Derecha	292	53	71	37	64,3
Ayo. Santa Rosa o Ciudad	Derecha	516	70	73	34	55,6
Arroyo Gena	Derecha	1.302	98	70	19	51,9
Arroyo Genasito **		322	36	71	27	121,6
Arroyo San Antonio	Derecha	188	34	67	14	156,9
Arroyo El Gato	Derecha	559	65	70	12	89,7
Arroyo Isletas	Izquierda	145	21	46	4	201,1
Arroyo Gualeyán	Derecha	1.251	77	71	2	90,0
Arroyo Pehuajó ***		237	22	56	20	166,7
Arroyo García ***		329	44	67	7	137,8
Arroyo El Cura	Derecha	92	17	49	1	280,9
Arroyo El Sauce_Venerato	Derecha	322	42	57	1	132,9
A. La Capilla-Las Hermanas	Izquierda	140	25	50	1	193,8
Río Gualeguaychú		6.973	251	73	1	28,7

* Aguas arriba del Arroyo San Miguel

** Afluente del Gena

*** Afluentes del Gualeyán

2.2.1 Relieve

El relieve de la cuenca está caracterizado por una topografía ondulada, típica en la provincia, donde la sucesión de lomadas de distintas alturas son separadas por depresiones y valles en correspondencia con los cursos menores y principales. Es un paisaje conformado por la erosión de una llanura sedimentaria suavemente ondulada a plana, de alturas que no superan los 73 m de cota IGN en el área de la cuenca y los niveles inferiores llegan en la margen del río en su desembocadura a 1,0 m de cota IGN (Figura 2.3).

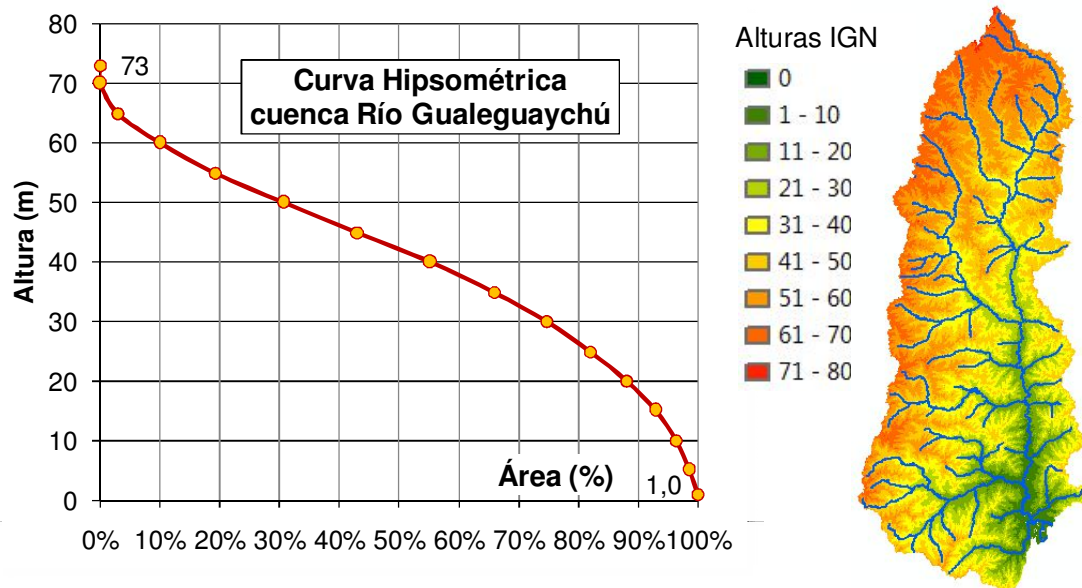


Figura 2.3. Curva hipsométrica y mapa de relieve de la cuenca

El paisaje fisiográfico más extenso y casi dominante es la peniplanicie, de relieve ondulado a suavemente ondulado, principalmente en los sectores norte y centro de la cuenca donde en el borde occidental se ubica la denominada Cuchilla Grande. Esta peniplanicie posee amplios rangos de pendientes que van desde las moderadamente pronunciadas (2-4 %) a otras con gradientes menores (0,5-1 %).

Hacia el sur de la cuenca el relieve se suaviza presentando una planicie muy suavemente ondulada. Otro paisaje característico lo constituyen los depósitos sedimentarios que forman el relleno aluvial de los arroyos. Estos valles aluviales están caracterizados por un plano aluvial bastante ancho, con un curso de agua definido y generalmente algo encajonado (Figura 2.4).



Figura 2.4. Imágenes del relieve de la cuenca (topografía ondulada, suave y llana)

2.2.2 Geología

La geología de los terrenos aflorantes en la provincia de Entre Ríos, pese a su

aparente monotonía, manifiesta en la zona central, difiere según se considere el borde del río Uruguay o del Paraná. Es el resultado de una serie de procesos sedimentarios (de orígenes marino, fluvial y eólico) que se dieron sobre el primitivo basamento cristalino.

En el terciario ocurrieron secuencias continentales como la formación Fray Bentos, conformada por suelos loésicos de textura limo-arenosos presentes en el subsuelo, que solo afloran a orillas del río Uruguay. Sobre estos se encuentran depósitos terciarios de origen marino como las arcillas típicas de la formación Paraná.

La actividad fluvial del Paraná y el Uruguay durante el cuaternario ha generado características particulares en la región litoral. La formación Ituzaingó, compuesta por arenas finas que fue depositada por el río Paraná se ha extendido también a la provincia de Santa Fe y Buenos Aires donde se las denomina arenas Puelches. En cambio la Formación Salto Chico compuesta por arenas gruesas depositadas por el Uruguay está más restringida a las cercanías del río Uruguay (Iriando *et al.*, 1999).

Los afloramientos de ambas formaciones son muy escasos ya que están por debajo de la formación Punta Gorda de extensión más limitada, que principalmente aflora en la costa del Paraná, caracterizada por carbonato de calcio precipitado químicamente en suelos arenosos a limosos. Posteriormente fueron cubiertas por la formación Hernandarias, compuesta por arcillas marrones y grises de tipo mortmorillonítico, que cubre la mayor parte de la provincia y fuera depositada por el río Uruguay en un ambiente de pantano.

Completan la secuencia estratigráfica los depósitos loésicos de la formación Tezanos Pinto, compuesta por limos y suelos franco limosos, que corresponde al manto de loess que cubrió la región pampeana. Este loess junto con los suelos arcillosos de la Formación Hernandarias constituyen el material originario de la mayor parte de los suelos de la cuenca. La erosión eólica e hídrica removió el loess de las partes más altas del paisaje, siendo re transportado a los valles, depositado y re mezclado con los materiales subyacentes arcillosos. En los cauces aluviales, con cotas más bajas, este proceso englobó a materiales más antiguos conformados por limos y arenas, limitándose a las fajas fluviales.

2.2.3 Suelos

En la formación de los suelos de la cuenca tiene predominio el proceso eólico/fluvial como principal responsable del modelado del paisaje. Predomina el paquete sedimentario pampeano (principalmente los limos calcáreos arcillosos de la Formación

Hernandarias y los materiales limo-loessoides depositados por acción eólica por encima de estos y posteriormente retransportados hacia los valles de los principales ríos y arroyos de la región), dando lugar al paisaje de una superficie estructural denominada “peniplanicie” (Tasi *et al.*, 2005).

Los suelos son generalmente suelos bien drenados y profundos. Dominan los vertisoles en los niveles altos y medios de la cuenca, de textura franco arcillo limosa. En los valles se encuentran los molisoles con texturas franco limosa, franca o franco arenosa y en las franjas fluviales más bajas los inceptisoles, de textura franco arenosa. Solo cerca de la costa del Uruguay aparecen los entisoles, de textura arenosa (Figura 2.5).

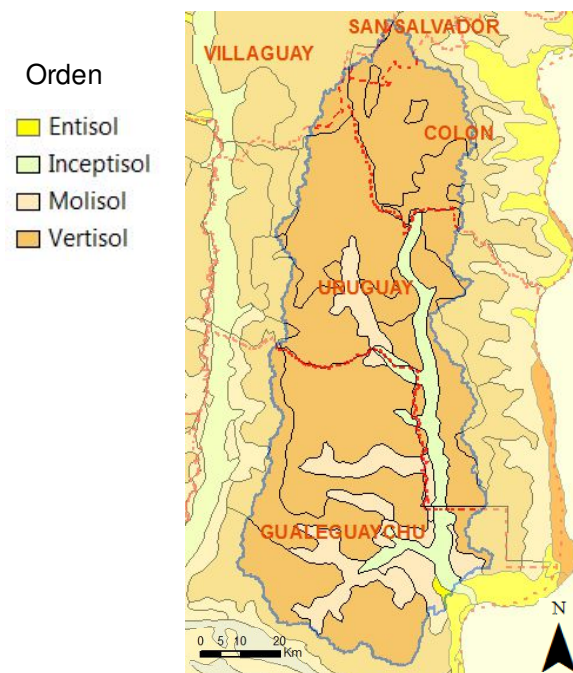


Figura 2.5. Mapa de suelos de la cuenca (fuente Atlas de Suelos, Rep. Argentina - INTA)

2.2.4 Clima

La provincia de Entre Ríos presenta un clima templado húmedo de llanura, sin estación seca. Su posición geográfica hace que las temperaturas promedio se ubiquen en el rango de templadas. En Gualeguaychú el régimen térmico también es templado, la temperatura media diaria anual (1963/2004) es de 17,9 °C y varía entre 24,8 °C en enero y 11,5 °C en julio, con una amplitud térmica de 13,3 °C (Tasi *et al.*, 2005).

Es importante tener en cuenta que las estaciones están mal definidas desde el punto de vista térmico y se pasa de una a otra en forma imprecisa, pudiendo presentarse días fríos en verano y cálidos en invierno. También en cualquier estación del año o mes puede

presentarse sequía o exceso de precipitaciones, por lo que además le corresponde la clasificación de clima Isohigro. Estos son rasgos característicos del clima de la región centro este de la república Argentina, donde las masas de aire cálido provenientes del norte y frío provenientes del sur se alternan en el dominio de esta amplia llanura.

Con respecto a los vientos, en Gualeguaychú la velocidad media anual es de 8,8 km/h, que indica un régimen de vientos leves, predominando los procedentes del este, seguidos del sureste, norte y noreste. Los vientos del sureste, por tener su origen en el mar, aportan aire algo cálido en invierno y fresco en verano. Algunas veces al año la provincia es afectada por Sudestadas (temporales de lluvias y vientos regulares o fuertes del sureste) y por vientos del sudoeste o Pampero (más frío, seco y de alta presión de origen continental), siendo ambos más habituales en la estación de invierno (Tasi *et al.*, 2005).

El promedio de precipitación anual para la ciudad de Gualeguaychú es de unos 1.100 mm/año. En la Tabla 2.2 se presentan los datos de precipitación media mensual y anual de Gualeguaychú y la Estancia Centella, suministrados en la Carta de Suelos del Departamento Gualeguaychú elaborada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Debido a la gran variabilidad del fenómeno, los totales de lluvias no están normalmente distribuidos por lo cual los promedios son indicadores muy imperfectos de la ocurrencia de lluvias. El año hidrológico para toda la cuenca de acuerdo a lo que se determina en la sección 5.1.2 se inicia en Setiembre y finaliza en Agosto.

*Tabla. 2.2. Lluvias mensuales y anuales de Gualeguaychú (1968/2004)
y Estancia Centella (1982/2004) en mm (datos INTA)*

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Gualeguaychú	117	117	111	112	80	54	54	53	72	107	116	108	1101
Est. Centella	102	114	110	140	82	71	47	53	78	108	122	115	1140

2.2.5 Vegetación

La vegetación nativa que ocupaba la mayor parte de la cuenca pertenece a la provincia del Espinal, distrito Tala, que comprende bosques semixerófilos de poca altura y densidad variable. Este ambiente ha sido alterado en gran medida por la práctica del desmonte, siendo luego reemplazado por campos de cultivos y tierras de pastoreo.

En las zonas muy llanas de los valles y ambientes anegadizos la vegetación dominante es la estepa de gramíneas perteneciente a la provincia Pampeana, distrito Uruguayense. Cercano a las márgenes de ríos y afluentes más importantes se encuentran

las selvas ribereñas pertenecientes a la provincia Paranaense, rica en especies arbóreas que forman densas comunidades (Figura 2.6). Estos ambientes naturales, ubicados en sectores más bajos y anegables, se mantienen en cierta medida.

Dispersas por toda la cuenca se encuentran pequeñas áreas forestadas, principalmente con eucaliptus y pinos.



Figura 2.6. Imágenes de la vegetación natural (monte, pastizal y selva ribereña)

2.2.6 Ocupación del territorio

El principal centro poblado dentro de la cuenca en estudio es la ciudad de Gualeguaychú. Está ubicada junto al río homónimo, cerca de su desembocadura en el río Uruguay. Es la única ciudad que se encuentra sobre el tramo medio o inferior de algunos de los cursos principales de la cuenca, ya que su origen se remonta al período colonial donde los ríos eran la principal vía de comunicación en la zona del litoral. La mayoría de los restantes centros poblados se encuentran en los límites de la cuenca, puesto que surgieron junto con las vías de ferrocarril que se ubicaron preferencialmente en las divisorias de agua, como es el caso de Basavilbaso, Urdinarrain y Caseros. El restante grupo poblacional se ubicó entre los arroyos y se debió a la introducción de colonias agrícolas en el territorio. Debido a esto, las zonas bajas junto a los cursos de agua quedaron prácticamente como zonas despobladas, a excepción de la ciudad de Gualeguaychú.

Varias rutas y vías férreas cruzan la cuenca, con puentes sobre ríos y arroyos. Entre ellas la Ruta Nacional (RN) N° 14 en el sureste de la cuenca, la RN N° 130 en el norte, la Ruta Provincial (RP) N° 39 en el centro norte y las RP N° 19, 20 y 16 hacia el sur de la cuenca.

2.3 La ciudad de Gualeguaychú

2.3.1 Generalidades

La ciudad de Gualeguaychú se encuentra ubicada en la provincia de Entre Ríos, en

la margen occidental del río homónimo, a unos 15 km de su desembocadura en el río Uruguay, ubicándose su trama urbana en la margen derecha del río. La ciudad contaba según el censo del año 2010 con 81.659 habitantes. Un poco alejada de la margen derecha del río se encuentra la trama urbana de Pueblo General Belgrano, que según datos del año 2010 contaba con 2.814 habitantes. Ambos municipios funcionan en la vida cotidiana como un único conglomerado urbano. En la Figura 2.7 se muestra el tramo inferior del río Gualeguaychú y los límites de los ejidos municipales, de acuerdo a información cartográfica suministrada por la Dirección de Catastro de la Provincia de Entre Ríos.

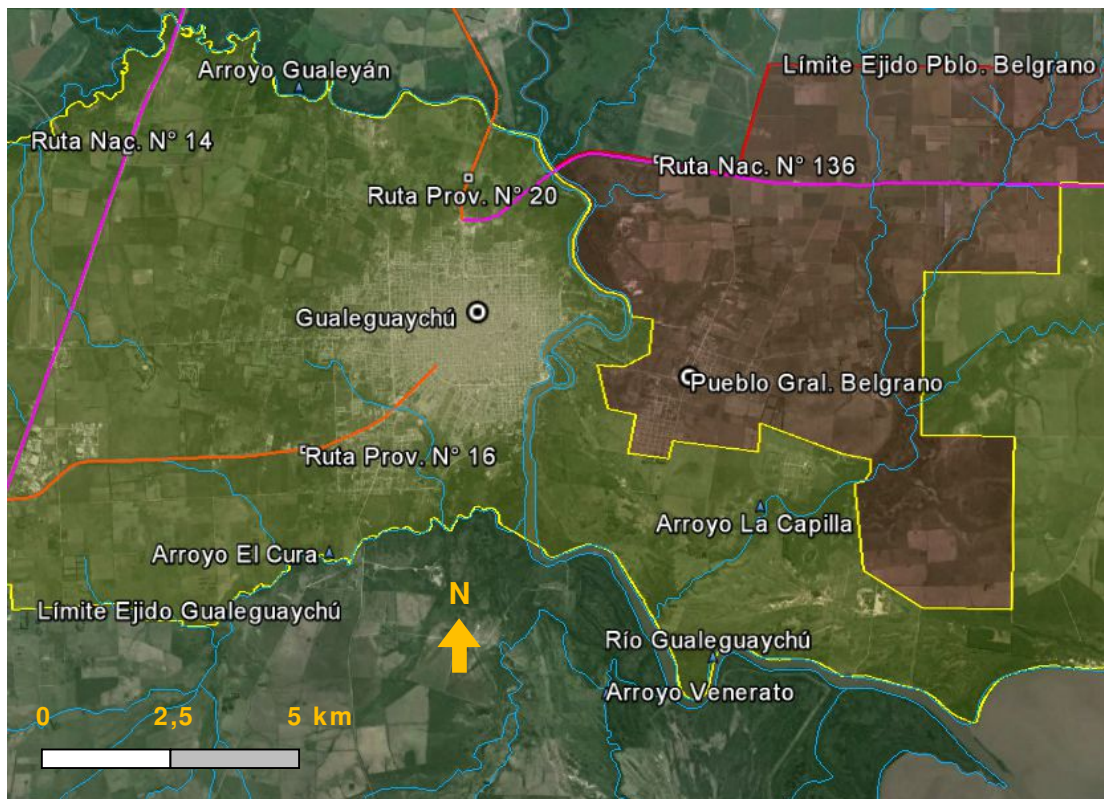


Figura 2.7. El tramo inferior del río Gualeguaychú y la ciudad de Gualeguaychú

2.3.2 Descripción de la problemática hídrica de la ciudad

En la zona del litoral de la República Argentina existen numerosas ciudades que sufren los problemas de inundaciones por encontrarse a la vera de los ríos. En muchas de ellas se han construido terraplenes de defensa que las protegen de las crecientes, pero también alteran el contacto natural de la población con el río perturbando la fisonomía natural del ambiente. Además, estas presas conllevan la posibilidad de ocurrencia de un riesgo mayor en caso de falla (Wollansky y Pardini, 2010). En algunos casos la margen costera está tan consolidada que es difícil la construcción de este tipo de obras.

Algunas ciudades han decidido no construir defensas y convivir con el problema de las inundaciones, tanto para no alterar su paisaje como por el hecho de que en general no suelen sufrir problemas tan graves y en caso de crecientes extraordinarias han decidido soportar estos eventos naturales. Uno de estos casos es la ciudad de Gualeguaychú, en la cual el aprovechamiento turístico es una de las actividades económicas más importantes de la ciudad y gran parte de los atractivos de la misma están vinculados a su relación directa con el río (Figura 2.8).

Crecientes importantes han afectado la planta urbana a lo largo de su historia, por lo que la Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad (SPMG) ha implementado una política de urbanización que trata de no habilitar construcciones en terrenos con niveles por debajo de los registrados en las crecidas mayores. Sin embargo, la tendencia a ocupar sitios costeros y bajos, que se encuentran cercanos al centro de la ciudad, ha sobrepasado más de una vez estas restricciones legales, sumado esto al incremento de la demanda turística y la presión del mercado inmobiliario tendiente a construir complejos de cabañas junto al río. En los últimos años se ha observado que las inundaciones más importantes (Figura 2.9), si bien no alcanzaron los niveles máximos registrados, han producido una afectación importante sobre los bienes en amplios sectores de la ciudad.



Figura 2.8. La ciudad de Gualeguaychú y el río (imagen satelital de Google Earth)

Estas circunstancias han disparado algunas polémicas sobre el problema de las

inundaciones, sus causas y efectos, proponiéndose algunas medidas estructurales como solución a este fenómeno, sin una base técnica que las justifiquen, como por ejemplo el dragado del río en su desembocadura, donde existen problemas de sedimentación.

2.3.3 Las inundaciones en la ciudad de Gualeguaychú

La ciudad de Gualeguaychú se encuentra afectada por las crecientes del río Gualeguaychú y también por las del Uruguay, ya que la curva de remanso del río Uruguay suele llegar a la ciudad, además de los problemas de anegamiento que pueden provocar las lluvias locales intensas.

Tanto el río Uruguay como el río Gualeguaychú tienen un régimen muy irregular, pero esto es más acentuado en el caso del río Gualeguaychú que presenta una rápida respuesta a las lluvias que se producen en su cuenca. En cambio en el río Uruguay las crecidas más frecuentemente se dan a mediados del otoño, en los meses de abril y mayo, no obstante pueden ocurrir crecidas importantes en cualquier época del año.



Figura 2.9. La inundación de 2012 en la ciudad de Gualeguaychú (fuente SPMG)

En el caso del río Uruguay la presencia del embalse de Salto Grande, junto con otras presas que se encuentran en territorio brasileño y numerosos embalses de riego en la cabecera de los afluentes de la cuenca alta y media, han producido un cambio apreciable en

el comportamiento del río, regulando las crecidas en forma importante.

Por ello puede dividirse el comportamiento del río en dos períodos distintos a partir de la puesta en funcionamiento de la presa de Salto Grande que comenzó a operar a mediados de 1979. La capacidad de regulación es determinante para los niveles del río aguas debajo de la represa.

Antes de comenzar a operar la presa de Salto Grande ocurrieron grandes crecientes en la ciudad de Gualeguaychú. Las de mayor importancia son la de 1959 y la de 1978, que llegaron a alturas de 7,00 m y 7,28 m en la escala hidrométrica del Puerto de Gualeguaychú, según información de la Dirección Nacional de Vías Navegables (DNVN), lo que representan más de 5 m de altura sobre el nivel medio del río de 1,61 m en esta escala. Estas dos crecientes singulares están asociadas a distintos fenómenos.

La primera fue el mayor evento hídrico registrado en la cuenca del río Uruguay y afectó principalmente a la provincia de Entre Ríos y a la República Oriental del Uruguay donde entre el 23 marzo y el 24 abril hubo localidades con registros de hasta 1.200 mm de lluvia, promediando para la zona norte del país vecino unos 600 mm, lo cual llevó a dinamitar el dique lateral de tierra de la represa Rincón Bonete sobre el río Negro. El objetivo fue salvaguardar la rotura de la estructura de hormigón y las consecuencias sobre la población y la obra en construcción del dique Rincón de Baygorria ubicadas aguas abajo. En toda la provincia de Entre Ríos se dieron importantes lluvias, con la particularidad de que el Uruguay encontró al Paraná en período de crecida, produciéndose inundaciones extraordinarias desde Concordia hasta Gualeguaychú, con el agravante de sudestadas que afectaron al sur entrerriano incrementando aún más la altura de la crecida, de por sí muy importante. La conjunción de todos estos factores produjo un fenómeno extraordinario de una magnitud inusitada.

Por el contrario, la crecida de 1978 también fue extraordinaria pero se debió a una crecida del río Gualeguaychú, agravada fuertemente por la rotura del terraplén provisorio ejecutado para la construcción del puente de la RN N° 14 que cerraba parte del valle de inundación. En un primer momento, según los relatos de la época, el terraplén actuó como contención de la crecida acumulando agua y luego su rotura originó una onda de crecida muy superior a la normal del río Gualeguaychú. Esta onda avanzó con gran velocidad sobre la ciudad entre la noche del 18 y la madrugada del 19 de marzo. En esta crecida el registro de altura de Boca de Gualeguaychú fue abandonado ante el avance imprevisto de la crecida y el dato que se tiene de este año no corresponde a esta fecha.

Otras cuatro crecientes muy importantes en Gualeguaychú, como la del 1912 (5,75 m), 1914 (6,00 m), 1955 (5,43 m) y 1966 (5,41 m), con unos 4 m de altura por encima del nivel medio, pueden atribuirse al río Gualeguaychú ya que existen diferencias importantes con las alturas en Boca del Gualeguaychú. Pero las crecientes de 1922, 1923 y 1972 tienen valores muy parecidos de alturas en Gualeguaychú respecto de las de Boca del Gualeguaychú, debido a que tienen como origen crecidas del río Uruguay junto con períodos de estiaje del Gualeguaychú.

La combinación de ambos fenómenos, a veces superpuestos, hace difícil la separación de las crecientes producidas por el río Gualeguaychú de las producidas por el río Uruguay. Lo que sí es evidente es el cambio que ha tenido el río Uruguay con la construcción de numerosos embalses en su cuenca durante el siglo pasado y especialmente a partir de 1980 con el inicio de las operaciones de la represa de Salto Grande.

Como ejemplo puede mencionarse el caso de la creciente de fines de 2009 que tuvo un pico de 38.000 m³/s aguas arriba de la presa, según datos suministrado por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, que superaría una recurrencia de 100 años. Sin embargo debido a la regulación realizada en la represa, los niveles aguas abajo de esta, si bien fueron importantes, para la zona de Concepción del Uruguay estuvieron cerca de 1 m por debajo de la altura de 100 años de recurrencia, con una altura que representa cerca de 25 años de recurrencia. En tanto que, en la zona de Boca de Gualeguaychú se tuvo un nivel de poco más de 1 m por debajo de la altura de 100 años de recurrencia, que corresponde a un poco menos de 20 años de recurrencia de altura.

Luego de la puesta en funcionamiento de Salto Grande la creciente más importante fue la del año 2007, con una altura de 4,98 m en el puerto local el día 1ro de abril, que representa un valor de más de 3 m sobre el nivel medio del río. Se debió a una gran tormenta de varios días de duración que cubrió el centro sur de la provincia de Entre Ríos y el centro de la provincia de Santa Fe y la región este de Córdoba. Esta creciente llegó a inundar los barrios más bajos de la ciudad como la zona de la Avenida Costanera y la aledaña al Arroyo Munilla, ubicada aguas abajo del puerto.

En la margen izquierda del río se encuentran zonas más bajas aún, como el Camino de la Costa y el Parque Unzué. Estos sufren inundaciones de crecidas menores como los dos picos que hubo en el año 2012 con solo 3,98 m de altura en el puerto local, poco más de 2 m sobre el nivel medio del río.

Capítulo 3: Estado del arte

Las inundaciones fluviales ocurren cuando los ríos desbordan su cauce natural debido a su limitada capacidad para transportar el flujo de las crecidas que se producen en caso de grandes lluvias que se dan en su cuenca y pasan a ocupar el espacio ribereño en el que se encuentra asentada la población, en condiciones de riesgo hídrico (Tucci, 2007).

3.1 El riesgo de desastre

La noción de riesgo es una condición latente asociada con distintos ámbitos de la actividad humana que anuncia un determinado nivel de daño o impacto hacia el futuro, el cual se concreta cuando un evento detona el riesgo existente. Existen distintos niveles de riesgos, la noción de desastre exige niveles de daños y pérdidas que interrumpen de manera significativa el funcionamiento normal de la sociedad, afectando su cotidianeidad. Por lo tanto, bajar el nivel de riesgo a niveles aceptables de daños probables es una de las funciones más importante de la gestión de riesgo.

El riesgo de desastre es la magnitud probable del daño de un sistema, en un período determinado, ante la presencia de una actividad específica con potencial peligroso, que en este estudio se trata de riesgo de inundación fluvial. Depende de la concurrencia de dos factores. Por un lado la amenaza, poder o energía desencadenante, en este caso viene dada por las crecidas del río y por el otro la vulnerabilidad o predisposición para sufrir daño.

El riesgo de desastre es una construcción social y se genera cuando se combinan una amenaza con una vulnerabilidad, como puede observarse en la Figura 3.1.

Riesgo de desastre = f (Amenaza, Vulnerabilidad)

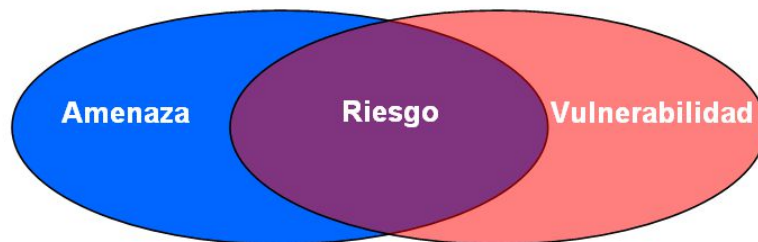


Figura 3.1. Componentes del riesgo de desastre

Este riesgo de desastre puede calcularse (Tucci, 2007) utilizando la expresión (3-1):

$$R = 1 - [1 - P(X \geq x_T)]^n \quad (3-1)$$

donde:

R: es el riesgo y representa la probabilidad de que un evento $X \geq x_T$ ocurra por lo menos una vez en n años;

$$P (X \geq x_T) = 1/T ;$$

- P: es la probabilidad de ocurrencia de que un evento de una determinada magnitud (x_T) o superior a esta se produzca en un año cualquiera;
- T: es la recurrencia o período de retorno, representa el tiempo, que en promedio, este evento tiene chances de ocurrir;

n: es la vida útil de la estructura, o período de años analizado en que este evento $X \geq x_T$ puede afectar a la estructura.

Por ejemplo, la Figura 3.2 muestra el perfil transversal de un río de sección compuesta. La sección se compone de un cauce principal y de un valle de inundación. También se representan los niveles de agua máximos para las recurrencias (T) de 5 y 100 años, que pueden ser calculados en base a un análisis de frecuencia de caudales anuales y a la curva de descarga de la sección.

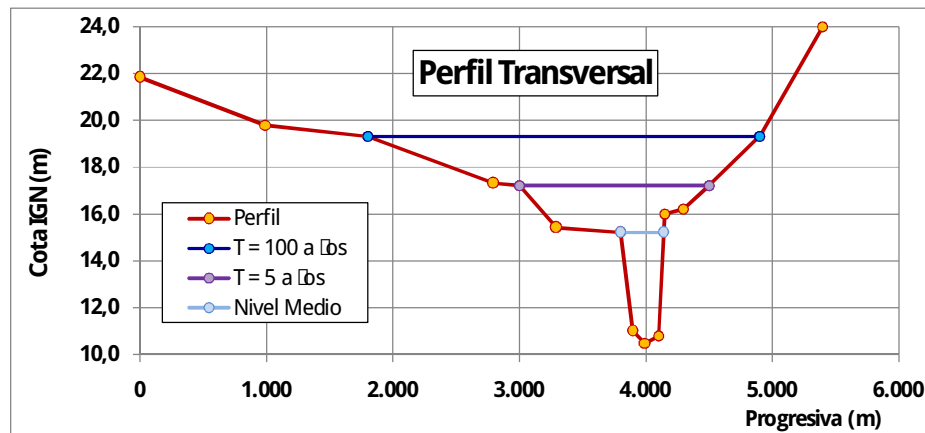


Figura 3.2. Sección de un río y niveles de inundación asociados a distintas recurrencias

Si se construyen viviendas dentro del valle de inundación, unas con el piso a cota C5 (T= 5 años) y otras a cota C100 (T = 100 años), que serán ocupadas en forma permanente durante 50 años, el riesgo de las viviendas a cota C5 y a cota C100 de ser alcanzadas o superadas por el agua, al menos una vez durante los 50 años resulta cercano al 100% en el primer caso y del 39,5% en el segundo caso (Figura 3.3).

Para este caso, con 50 años de vida útil, si se analiza la evolución del riesgo de inundación para distintos niveles de edificación se observa, como se muestra en la Figura 3.3, que este disminuye a medida que se consideran niveles de terreno más altos, que son

alcanzados por crecientes de mayor recurrencia. Esta disminución es insignificante hasta 10 años de recurrencia y muy rápida entre los 10 y 1.000 años de recurrencia. Luego queda un riesgo mínimo que disminuye muy lentamente, pero nunca se anula. De anularse, significaría que la probabilidad de ocurrencia sería nula lo cual no es posible, al menos matemáticamente. Para una vida útil menor el riesgo de inundación disminuye y viceversa.

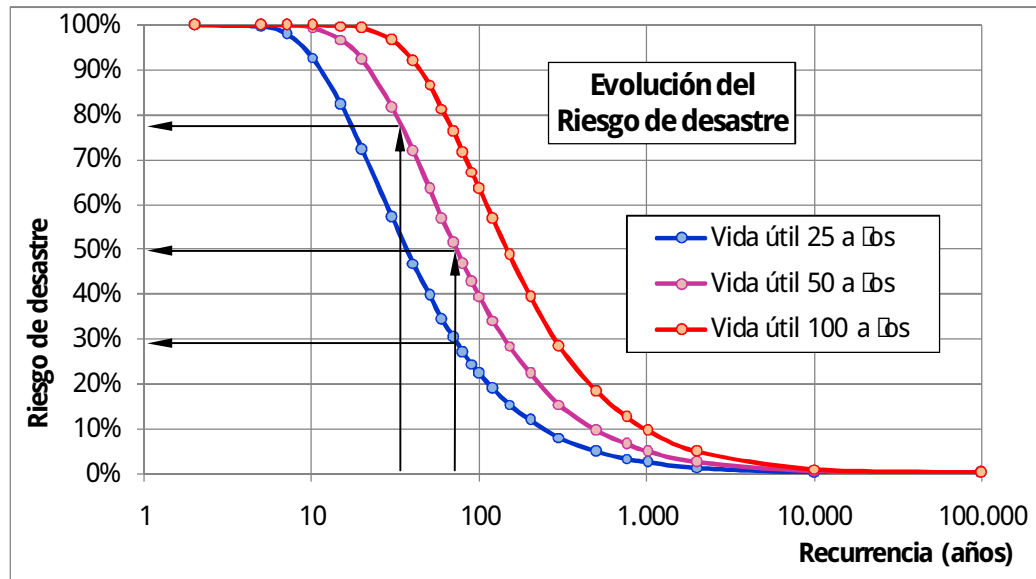


Figura 3.3. Evolución del riesgo de desastre

3.2 La construcción social del riesgo de desastre

Un evento físico particular adquiere potencialidad de generar daños y pérdidas cuando elementos socioeconómicos son expuestos en condiciones de vulnerabilidad en áreas de potencial afectación o presencia de los elementos físicos peligrosos. También pueden generarse alteraciones que produzcan nuevos eventos o modifiquen los eventos físicos, por intervenciones humanas o naturales, generando o incrementando los daños en ciertas zonas, tal como sucede con las modificaciones que trae el cambio climático. Debido a que el riesgo de desastre se construye socialmente este es afectado por la dinámica social. Por ello un evento de menor magnitud en términos físicos puede causar más daño que uno de mayor magnitud ocurrida en el pasado, en la medida en que la exposición de los elementos sociales a sufrir daños o la vulnerabilidad sea más alta (Narváez *et al.*, 2009).

La dinámica social está muy influenciada por el riesgo cotidiano, en gran medida asociado con patrones culturales y condiciones socioeconómicas, como falta de empleo, escasos ingresos, problemas de alimentación, salud y vivienda. Ello lleva a minimizar el riesgo de desastre tomando decisiones que aumentan la vulnerabilidad, como puede ser la

ocupación de terrenos inundables ante la falta de medios para adquirir terrenos más altos, o la postergación de inversiones y esfuerzos por parte de la sociedad que lleven a la reducción del riesgo ante la necesidad de cubrir necesidades básicas de la población.

La construcción social del riesgo de desastre está vinculada a distintas presiones que la ocasionan. Por un lado la población pobre que se asienta en las ciudades ocupando lugares más inseguros por imposibilidad de ingresar en el mercado de lotes, muchas veces se compensa este riesgo por la cercanía de estos sitios a los lugares de trabajo. Otras veces el estado habilita o construye viviendas e infraestructura en sitios vulnerables sin el adecuado conocimiento del medio. Además existe población con recursos económicos que ocupan zonas de alto valor estético y social aunque sujeta a eventos peligrosos con conocimiento del riesgo, algunas veces tentada por una alta rentabilidad.

En todos los casos existen ventajas y desventajas en las elecciones que conllevan a la construcción social del riesgo de desastre y la permanencia o incremento del mismo. Estas decisiones involucran el aprovechamiento de oportunidades que están vinculadas a la existencia o carencia de recursos y/o normativas.

3.3 La gestión del riesgo de desastre

La gestión de riesgo de desastre es un proceso social que tiene como objetivo la prevención, la reducción y el control de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, de modo de lograr un desarrollo sustentable. Abarca diversas formas de intervención como la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de acciones e instrumentos concretos de reducción y control.

Las acciones que involucra la gestión del riesgo de desastre pueden dividirse en correctivas y preventivas. Las acciones correctivas se basan en medidas que buscan corregir o mitigar un riesgo existente e involucran costos económicos y sociales muy elevados. Por el contrario las acciones preventivas tratan que los factores de riesgo no se consoliden y son menos costosas, como el ordenamiento territorial y la normativa legal.

El proceso de gestión de riesgo involucra distintas acciones: 1) analizar la probabilidad de riesgo de desastre y generar conocimiento sobre los distintos factores que lo producen; 2) prevenir el riesgo futuro; 3) reducir el riesgo existente; 4) preparar la respuesta a la contingencia; 5) responder en la emergencia; y 6) recuperar y reconstruir los daños producidos (Narváez *et al.*, 2009).

Por supuesto que esta gestión no es solo una responsabilidad gubernamental sino

que toda la sociedad civil tiene que estar involucrada en su justa medida para lograr tener un sistema de gestión de riesgo de desastre que sea eficiente.

Si es una responsabilidad gubernamental coordinar las acciones de los distintos elementos que componen a este sistema. Pero estas tareas de concertación, coordinación, e integración intersectorial, en un marco consensual, que son claves para implementar una gestión exitosa, son tareas complejas que involucra aspectos económicos, políticos, sociales y culturales dentro de un ámbito heterogéneo, muchas veces cruzado por intereses contrapuestos (Herzer *et al.*, 2003).

3.4 El análisis del riesgo hídrico y del riesgo de inundación

El riesgo hídrico se refiere a la amenaza, que en este estudio se debe a la crecida del río, en cambio el riesgo de inundación involucra también a la vulnerabilidad y se refiere al riesgo de desastre por inundación de origen fluvial, tal como se definió en la Sección 3.1.

Hoy en día existe una gran variedad de herramientas para analizar la probabilidad de riesgo hídrico, las que pueden clasificarse en cualitativas y cuantitativas. Dentro de las primeras se encuentran los métodos basados en la ocurrencia de eventos históricos de inundación o en cálculos hidráulicos e hidrológicos simplificados, mientras que los métodos cuantitativos además de un análisis histórico de las inundaciones se basan en un análisis de probabilidades de ocurrencia desarrollado por medio de un estudio hidrológico y una modelación hidráulica, junto con la calibración y comparación de resultados (Escuder *et al.*, 2010).

La recurrencia o tiempo de retorno de un evento se calcula en base a la serie histórica observada en el lugar. En el caso de inundaciones suele tomarse la serie de máximos medios diarios anuales de caudales o de altura. Para el cálculo de la probabilidad, las series deben ser representativas y homogéneas en el tiempo (Tucci, 2007).

La serie se considera representativa cuando los datos existentes permiten calcular correctamente la probabilidad, para lo cual estos deben tener un número suficiente de valores. Y se considera homogénea cuando las alteraciones en la cuenca hidrográfica no producen cambios significativos en el comportamiento de la misma y, en consecuencia, en las estadísticas de los caudales del río.

La serie de valores extremos se ajusta por medio de alguna función de distribución de probabilidad, obteniéndose valores para distintas recurrencias. El análisis de probabilidad de frecuencias, a partir del análisis estadístico de datos de precipitación,

caudales o niveles, permite evaluar la magnitud de tormentas, caudales o niveles de crecidas relacionados a cierto período de retorno o recurrencia.

Muchas veces no se cuenta con estaciones de aforo en la zona de estudio y deben emplearse herramientas hidrológicas para estimación de caudales (Danill *et al.*, 2005). Dentro de estas, los modelos de transformación lluvia-caudal permiten evaluar el comportamiento de la cuenca ante precipitaciones de distintas recurrencias.

Sin embargo, una precipitación puntual de una determinada recurrencia no produce un caudal de la misma recurrencia, puesto que existe una combinación de factores que influyen en la respuesta de la cuenca, como ser: la distribución temporal y espacial de la precipitación, las condiciones antecedentes, etc. Es por esto que suele trabajarse con valores medios para toda la cuenca.

La modelación hidrológica suele hacerse con modelos de transformación lluvia-caudal basados en distintos procesos de simulación hidrológica que tratan de representar el fenómeno de transformación de lluvia en escurrimiento.

Los modelos hidráulicos permiten obtener niveles de crecidas para distintas secciones del curso de agua a partir de caudales que se ingresan a los mismos, relacionados con determinadas recurrencias. De este modo es posible obtener el riesgo hídrico para distintos sectores a lo largo del curso. Con esta información se pueden realizar mapas de riesgo hídrico para ciertas zonas de interés, de acuerdo a criterios hidrológicos.

Por otro lado las tecnologías del SIG y la teledetección son cada día más son empleadas en muchos campos del conocimiento, ya que brindan información muy detallada del territorio, dentro de los cuales está la determinación de mapas de riesgo hídrico y la determinación de áreas y superficies edificadas involucradas en las zonas de riesgo. De este modo se pueden mensurar superficies afectadas y estimar daños producidos por las inundaciones (Andrade *et al.*, 2012).

Estas herramientas pueden utilizarse también para estudiar la variación de algún componente del sistema y su incidencia en el comportamiento de la cuenca, como por ejemplo la modificación del uso del suelo y su influencia en los caudales (Arbuet y Pusineri, 2010). También se puede evaluar la incidencia de alguna obra o la urbanización de áreas inundables en el comportamiento hidráulico del cauce. Además, las técnicas de SIG y teledetección también pueden emplearse para estudiar la evolución a lo largo del tiempo de la vulnerabilidad de una zona determinada.

Los resultados de la modelación hidrológica e hidráulica brindan la información necesaria para el ordenamiento territorial, el cual es uno de los aspectos básicos que se necesita para lograr un desarrollo urbano sustentable. Por el contrario la carencia de estas herramientas lleva a la toma de decisiones equivocadas como ha sucedido en muchos casos permitiendo el desarrollo urbano en áreas con importante riesgo hídrico.

3.4.1 La modelación hidrológica

Para la implementación de un modelo hidrológico se deben estudiar distintos aspectos que intervienen en la estimación de caudales, como datos fisiográficos e hidrológicos. El análisis de las características fisiográficas de las cuencas puede realizarse en forma muy detallada en base a un software SIG (Sistema de Información Geográfica), junto a la utilización de imágenes satelitales para estudiar el tipo de uso del suelo y elaborar un Modelo digital de Elevación del Terreno (DEM) obtenidos a través de imágenes radar satelital.

Utilizando la extensión HEC-GeoHMS para software SIG, desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, se pueden crear los archivos para los modelos hidrológicos incluidos en HEC-HMS a partir del DEM. Este proceso consta de una serie de etapas que permiten la delimitación de la cuenca y la asignación de los parámetros físicos e hidrológicos y determinación de las características de los cauces, tales como: superficie, ubicación de centroide, longitud del mayor recorrido que realiza el agua para llegar a la salida, longitud y pendiente de los cursos que conectan las subcuencas. Estos datos quedan almacenados en la tabla de atributos y luego son usados por el programa para la determinación de los parámetros hidrológicos.

Los modelos de transformación pueden ser distribuidos o concentrados, siendo estos últimos los más usados, aunque últimamente se viene trabajando cada vez más con los modelos distribuidos (Mastaglia, 2014). En los modelos concentrados la cuenca se divide en áreas menores, llamadas subcuencas, conectadas por una serie de cursos. Luego se simula el tránsito del hidrograma generado en cada subcuenca a través de los cursos principales, sumándolos en las confluencias y obteniendo de este modo el hidrograma de salida de toda la cuenca.

Para este estudio se utilizó el programa de modelación hidrológica HEC-HMS 3.2 desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos (USACE-HEC, 2008) que permite simular procesos de

transformación precipitación escorrentía. Este software dispone de diferentes métodos para el análisis hidrológico. En este estudio se definió la utilización de un modelo concentrado por subcuencas, discretizando la cuenca en varias subcuencas y de tránsito agregado de crecientes, de acuerdo a los procedimientos de cálculos que se describen a continuación.

3.4.1.1 Cálculo de la precipitación efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva puede utilizarse el modelo de Curva Número (CN), desarrollado por Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2004), que se basa en considerar que para tormentas simples la relación entre la Precipitación en Exceso (PE) es siempre menor o igual al monto precipitado (P) y de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional de agua retenida en la cuenca (Fa) es menor o igual a la retención máxima (S), lo cual se expresa con la relación (3-2). En ésta se tiene en cuenta que existe una cierta cantidad de precipitación para la cual no ocurrirá escorrentía, a la cual se denomina Abstracción Inicial (Ia), por lo que la escorrentía potencial en realidad es igual a P - Ia.

$$\frac{Fa}{S} = \frac{PE}{P - Ia} \quad (3-2)$$

donde:

- Fa: infiltración acumulada luego de iniciada la escorrentía (mm);
- S: retención potencial máxima (mm);
- PE: precipitación en exceso o escorrentía directa (mm);
- P: precipitación total (mm);
- Ia: abstracción inicial (mm).

Del principio de continuidad resulta:

$$P = PE + Ia + Fa \quad (3-3)$$

Combinando (3-2) y (3-3) y resolviendo se obtiene la ecuación (3-4) que es la expresión básica para el cálculo de la Precipitación en Exceso.

$$PE = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S} \quad (3-4)$$

El método se basó en una gran cantidad de datos de escurrimiento en parcelas experimentales y cuencas pequeñas de EE.UU. para tormentas de alta intensidad y corta

duración (de 24 h de duración y menores). Al analizar los resultados en las cuencas se determinó la relación empírica (3-5) para la estimación de la abstracción inicial.

$$Ia = 0,20.S \quad (3-5)$$

Reemplazando la expresión (3-5) en (3-4) finalmente se obtiene la expresión (3-6).

$$PE = \frac{(P - 0,20.S)^2}{P + 0,80.S} \quad (3-6)$$

Al representar en gráficas la información de P y PE, para las cuencas analizadas por el SCS, se encontraron curvas que fueron estandarizadas mediante la definición de un número adimensional denominado “Número de Curva (CN)” que se relaciona con la retención potencial máxima S (expresada en pulgadas) por la ecuación (3-7).

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (3-7)$$

El método permite estimar el exceso de precipitación en función de la precipitación total, la condición de humedad antecedente y el complejo hidrológico suelo-vegetación, utilizando como único parámetro el valor de Curva Número (CN). Para estimar el valor de CN pueden utilizarse tablas propuestas por SCS (USDA, 2004), las cuales están en función del tipo de suelo (potencial de escurrimiento), uso y tratamiento del suelo y condición de humedad antecedente (AMC). Las condiciones de humedad antecedente se definen en el método en función de la precipitación acumulada en los 5 días anteriores al evento y a partir de ello se distinguen tres condiciones: seca (I), promedio (II) y húmeda (III), de acuerdo a los valores consignados en Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Condiciones de humedad antecedente. Rango de montos precipitados

Condición	Precipitación antecedente total en 5 días anteriores [mm]	
	Estación inactiva (fría)	Estación de crecimiento (cálida)
I	<13	<35
II	13 a 28	36 a 53
III	>28	>53

A partir de los datos de CN definidos por el SCS para las distintas AMC se ajustaron las expresiones (3-8) y (3-9) (Chow *et al.*, 2000) en función de la condición promedio.

$$CNI = \frac{4,2.CNII}{10 - 0,058.CNII} \quad (3-8)$$

$$CNIII = \frac{23.CNII}{10 - 0,13.CNII} \quad (3-9)$$

El método puede ser extrapolado para calcular la distribución temporal de la precipitación efectiva a lo largo de una tormenta, considerando a P y PE como variables acumuladas para distintos tiempos, metodología que utiliza el programa HEC-HMS.

3.4.1.2 Método de transformación Precipitación-Escorrentía

Para la transformación de la precipitación en exceso en escorrentía el programa HEC-HMS dispone de varios métodos, dentro de estos se encuentra el del hidrograma unitario de Clark. En este método el escurrimiento superficial sobre la cuenca se representa por medio de dos procesos críticos en la transformación del exceso de la precipitación en escurrimiento, primero se realiza la traslación del flujo producido por una lluvia neta unitaria hasta la sección de control y posteriormente se incorpora la atenuación mediante la propagación de dicho hidrograma a través de un elemento ficticio de almacenamiento lineal ubicado a la salida de la cuenca. Si bien ambos procesos se manifiestan en forma conjunta, Clark los considera por separado.

La traslación de la lluvia en exceso unitaria hasta la salida de la cuenca se realiza distribuyéndola según el Histograma Área-Tiempo (HTA) que se construye a partir de las curvas isócronas, que son aquellas que unen los puntos de la cuenca que tienen igual tiempo de viaje hasta la salida (Figura 3.4).

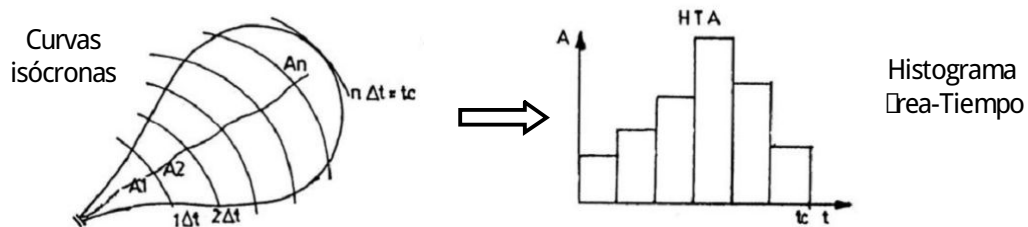


Figura 3.4. Modelo de Clark. Histograma Área Tiempo

Este histograma (HTA) representa el hidrograma unitario (HUI) de la cuenca y como se asume que inicialmente no existe atenuación en el traslado del escurrimiento hasta la salida de la cuenca las ordenadas del HUI se pueden calcular multiplicando el HTA por una intensidad de lluvia unitaria, como se indica en la expresión (3-10).

$$u_j^* = A_j \frac{1}{\Delta t} \tag{3-10}$$

donde:

u_j^* : ordenada del HUI en el intervalo j ($m^3/s.mm$);

A_j : ordenada del HTA en el intervalo j ($m^2/1000$);

$1/\Delta t$: intensidad de lluvia unitaria ($h/3600$).

Como generalmente no se cuenta con el HTA de la cuenca, HEC desarrolló una función sintética simétrica (Figura 3.5) expresada por las ecuaciones (3-11) y (3-12), a partir de la cual estima el HTA de la cuenca.

$$Ac = 1,414 \cdot T^{1.5} \quad \text{para } 0 \leq T < 0.5 \tag{3-11}$$

$$Ac = 1 - 1,414 \cdot (1-T)^{1.5} \quad \text{para } 0.5 \leq T < 1.0 \tag{3-12}$$

donde:

Ac : área acumulada expresada como fracción del área total de la cuenca ($Ac = At/A$)

T : tiempo de llegada a la salida expresado como fracción del tiempo de concentración ($T = t/t_c$).

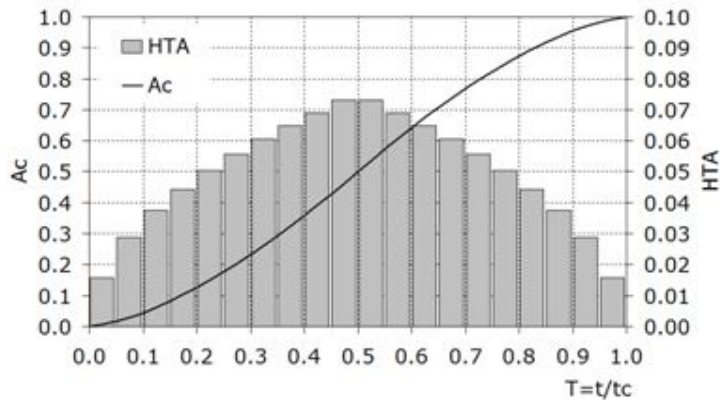


Figura 3.5. HTA Sintético (HEC 1974, 1990)

La propagación del hidrograma unitario $u^*(t)$ se realiza a través de un embalse lineal de acuerdo a la ecuación (3-13), con lo que se incorpora el efecto de atenuación que se origina en el traslado del escurrimiento hasta la salida de la cuenca.

$$u_{t+1} = C_0 u_{t,t+1}^* + C_1 u_t \tag{3-13}$$

donde:

$u_{t,t+1}^*$: son las ordenadas del HUI sin propagar obtenido a partir del HTA y u_t son las ordenadas del HUI propagado ($m^3/s.mm$);

C_0 y C_1 : son los coeficientes de propagación que se calculan con las ecuaciones (3-14) y (3-15) respectivamente;

$$C_0 = \frac{\Delta t}{R + 0,5 \cdot \Delta t} \quad (3-14)$$

$$C_1 = 1 - C_0 \quad (3-15)$$

donde Δt es el intervalo de tiempo adoptado y R un coeficiente de embalse (h).

Del análisis del método se desprende que este tiene dos parámetros: el tiempo de concentración t_c que influye en el HTA a partir del cual se obtiene el HUI y el coeficiente de embalse R que incide en la propagación del HUI. El cálculo de estos parámetros se puede realizar de acuerdo a las fórmulas (3-16 y 3-17) desarrolladas a partir de estudio de cuencas del estado de Illinois desarrollado por Graf *et al.* (1982):

$$t_c = 1,54 L^{0,875} S^{-0,181} \quad (3-16)$$

$$R = 16,4 L^{0,342} S^{-0,790} \quad (3-17)$$

donde:

t_c : tiempo de concentración (horas);

L : longitud del flujo por el cauce principal desde la salida a la divisoria (millas);

S : pendiente del cauce principal determinada a partir de elevaciones en los puntos que representan 10 y 85% de la distancia a lo largo del canal, en pie/milla.

3.4.1.3 Método para el cálculo del flujo base

Además de la escorrentía directa, calculada por el método del hidrograma unitario de Clark, se puede considerar la participación del flujo base, para lo cual el programa HEC–HMS presenta varias metodologías para la separación de dichos flujos, dentro de los cuales se encuentra el Modelo de Recesión Exponencial.

Este modelo se basa en la curva de abatimiento normal descrita por Horton en 1933, que es una gráfica característica de las recesiones de flujo que se calcula superponiendo muchas de las curvas de recesión que se observan en una corriente dada. Usualmente estas curvas de recesión toman la forma de decaimiento exponencial, donde la constante de decaimiento k tiene que ser menor que 1.

3.4.1.4 Método para el tránsito de los hidrogramas por los cursos

La propagación de una crecida en un tramo de canal o reservorio es el

procedimiento de cálculo que permite determinar el hidrograma a la salida conociendo el hidrograma de entrada. El programa HEC-HMS dispone de distintos modelos de propagación hidrológica que como tales se basan en el concepto de almacenamiento.

Dentro de estos se encuentra el método de Muskingum-Cunge el cual deriva del modelo de Muskingum. Este último, desarrollado por McCarthy (1939) y aplicado sobre el río Muskingum, se basa en la ecuación de continuidad y en la de almacenamiento, el cual es modelado mediante la combinación del almacenamiento de cuña y prisma (Figura 3.6). Combinando ambas ecuaciones y derivando respecto al tiempo McCarthy llegó a la ecuación diferencial (3-18) que expresa el caudal de salida (Q) en función del caudal que ingresa (I) en cada intervalo de tiempo.

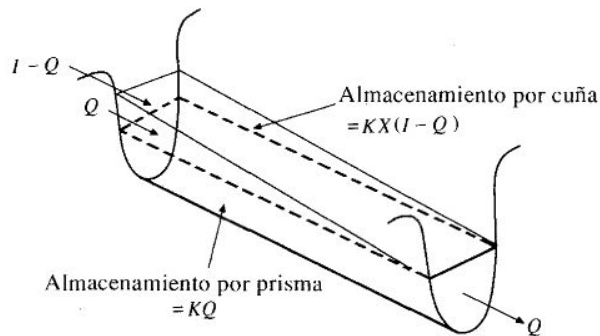


Figura 3.6. Almacenamiento por prisma y cuña en un tramo de canal (Chow et al., 2000)

$$K \cdot (1 - X) \cdot \frac{dQ}{dt} + Q = I - K \cdot \frac{dI}{dt} \quad (3-18)$$

donde:

Q : es el caudal de salida (m^3/s);

I : es el caudal de ingreso (m^3/s);

K : es una constante de almacenamiento en prisma y tiene valor cercano al tiempo de viaje de la onda en el tramo y (s);

X : es un factor de ponderación del almacenamiento que depende de la forma del almacenamiento por cuña modelado (s).

Cunge (Ponce, 1968) demostró que la ecuación de propagación del modelo Muskingum puede ser considerada como una solución numérica de la ecuación diferencial de onda cinemática para un tramo de canal sin aportes laterales y a partir de ello determinó las dos constantes utilizadas en el método de Muskingum, K y X en función de las características geométricas e hidráulicas del canal y del caudal pico promedio en el tramo con las ecuaciones (3-19) y (3-20).

$$K = \frac{\Delta x}{C} \quad (3-19)$$

$$X = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{Q_0}{B \cdot S_0 \cdot C \cdot \Delta x} \right) \quad (3-20)$$

donde:

Δx : longitud del tramo del cauce considerado (m);

S_0 : pendiente media del fondo del cauce;

Q_0 : caudal de referencia, igual al caudal pico promedio en el tramo (m^3/s);

B : ancho superficial del canal para Q_0 (m);

C : celeridad de la onda estimada a partir de la ecuación (3-21) del modelo de onda cinemática (m/s);

$$C = \frac{5}{3} \cdot \frac{S_0^{0,3} \cdot Q_0^{0,4}}{n^{0,6} \cdot B^{0,4}} \quad (3-21)$$

donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning en el cauce.

3.4.2 La modelación hidráulica

El comportamiento hidráulico de un río o un sistema de cursos fluviales se puede estudiar implementando un modelo hidráulico. En este estudio, para la realización de este modelo hidráulico se utilizó el software HEC-RAS 4.1.0. Este programa, elaborado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos, permite modelar flujos unidimensionales permanentes y no permanentes, en cursos de agua definidos mediante una serie de secciones transversales, también permite modelar una red de cursos de agua, incorporar alcantarillas y puentes (USACE-HEC, 2010). Puede trabajarse con un solo curso, es decir un modelo unidimensional sin red de cursos y régimen permanente, a partir de los caudales obtenidos para el tramo en la modelación hidrológica.

El perfil del pelo de agua (Figura 3.7) es computado por el modelo desde una sección a la siguiente resolviendo la ecuación de energía (3-22) por el procedimiento iterativo del método del paso estándar (Chow, 2004).

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (3-22)$$

donde:

Z_1, Z_2 : elevación del fondo del canal en las secciones (m);

Y_1, Y_2 : profundidad del agua en las secciones (m);

V_1, V_2 : velocidades media (caudal/área de flujo) (m/s);

α_1, α_2 : coeficientes de energía;

g : aceleración de la gravedad (m/s²);

h_f : pérdida de energía (m).

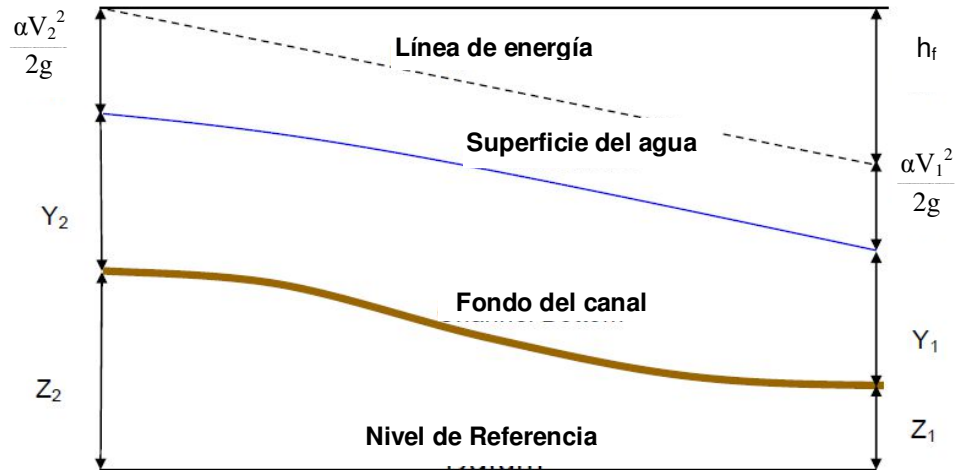


Figura 3.7. Términos de la ecuación de energía

La pérdida de energía entre dos secciones está compuesta por las pérdidas de fricción y las pérdidas de contracción o expansión, de acuerdo a la ecuación 3-23.

$$h_f = L S_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (3-23)$$

donde:

L : longitud entre secciones ponderada en función de los caudales (m);

S_f : pendiente de la línea de fricción entre dos secciones;

C : coeficiente de pérdidas de expansión o contracción.

La longitud entre secciones ponderada se calcula por la ecuación 3-24.

$$L = \frac{L_{mi} Q_{mi} + L_c Q_c + L_{md} Q_{md}}{Q_{mi} + Q_c + Q_{md}} \quad (3-24)$$

donde:

L_{mi}, L_c, L_{md} : longitud entre secciones para el flujo en la margen izquierda, cauce y margen derecha, respectivamente (m);

Q_{mi}, Q_c, Q_{md} : flujo medio entre secciones para la margen izquierda, cauce y margen derecha, respectivamente (m³/s).

Capítulo 4: Metodología

4.1 Desarrollo metodológico

La metodología utilizada se basó tanto en el estudio del comportamiento hídrico del tramo de estudio del río, como en el análisis de la evolución del desarrollo urbano sobre el borde costero, el valle de inundación y áreas de riesgo hídrico, estableciendo su influencia en la modificación de los niveles de las crecidas. Para ello se implementó un modelo hidrológico de toda la cuenca y otro hidráulico del tramo inferior del río.

4.1.1 Estudio hidrológico e hidráulico

El primer punto desarrollado en el estudio hidrológico e hidráulico fue el conocimiento del comportamiento hídrico del tramo de estudio del río, para lo cual fue necesario realizar el análisis estadístico de registros de alturas y de caudales en la cuenca, el análisis histórico de crecidas extraordinarias y sus consecuencias.

En este estudio, el análisis de probabilidad de ocurrencia de datos de alturas y caudales se realizó utilizando el programa AFMULTI desarrollado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, el cual permite ajustar las distintas series de datos máximos anuales con distintas funciones de distribución de probabilidades, adoptándose una de las que presentaron mejor ajuste con la serie de datos como representativa de la distribución de probabilidades.

Para el estudio hidrológico de la cuenca del río Gualeguaychú se utilizó el sistema de modelación hidrológica HEC-HMS desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (HEC-USACE), el cual permite simular procesos de transformación precipitación-escorrentía en cuencas. Este software dispone de diferentes métodos para el análisis hidrológico, en el estudio se trabajó con un modelo concentrado por subcuencas, discretizando la cuenca en varias subcuencas y de tránsito agregado de crecientes (Chow *et al.*, 2000), con las características que se describen en la sección 4.3.

Para la implementación del modelo hidrológico fue necesario generar una base de información espacial por subcuencas. Para ello se utilizaron metodologías novedosas como la teledetección que permitieron un mejor aprovechamiento de la distribución espacial de los datos disponibles para la implementación del modelo hidrológico, cuya precisión en los resultados depende en gran medida de la calidad de la información que se ingresa. Estas

tareas se desarrollaron mediante la aplicación de software integrado a Sistemas de Información Geográfica (SIG) que se detalla en la sección 4.3.2.

Posteriormente se generaron los modelos agregados de cada subcuenca aplicando la herramienta HEC-GeoHMS que se describe en el punto 4.3.3 y luego se realizó la parametrización del modelo hidrológico para lo cual se evaluaron diferentes expresiones de cálculo de los parámetros, realizando corridas de calibración para un evento observado a fin de seleccionar aquella que dio el mejor ajuste. Luego de estudiar las tormentas de diseño, los valores adoptados de los parámetros se validaron para otra crecida de magnitud similar a la de calibración.

Con el objeto de estudiar el comportamiento hidráulico del tramo inferior del río Gualeguaychú se implementó un modelo hidráulico, desde la confluencia con el Arroyo Gualeyán hasta la desembocadura en el río Uruguay, que se describe en la sección 4.5. Este modelo se utilizó también para evaluar el comportamiento hidráulico del tramo en distintas etapas del desarrollo urbano costero evaluadas en el estudio.

Para la realización del modelo hidráulico se trabajó con el sistema de modelación hidráulica HEC-RAS. Este programa, elaborado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (HEC-USACE), permite modelar flujos unidimensionales permanentes y no permanentes, en cursos de agua definidos mediante una serie de secciones transversales. También permite modelar una red de cursos de agua, incorporar alcantarillas y puentes. En este caso se trabajó con un solo curso, es decir un modelo unidimensional sin red de cursos y régimen permanente, a partir de los caudales obtenidos con la modelación hidrológica en el tramo de estudio.

4.1.2 Análisis de evolución del desarrollo urbano costero

El estudio de la evolución del desarrollo urbano junto al río se realizó en base a imágenes satelitales de mayor resolución en los últimos 10 años (años 2004 y 2014) e información cartográfica del Plan de Actualización y Perfeccionamiento Catastral Urbano y Subrural (PAPCUS) del año 1994. Con estas imágenes y la información recabada se analizó el incremento de la superficie urbanizada en las zonas de distinto riesgo hídrico.

Las áreas urbanas costeras se dividieron en distintos sectores de acuerdo al nivel del terreno y su ubicación a lo largo del río, estableciendo el riesgo hídrico para distintas zonas de interés legal vinculadas a determinadas recurrencias según criterios hidrológicos (Caamaño Nelli *et al.*, 2006). Para ello se confeccionaron mapas de riesgo hídrico donde se

individualizaron los distintos sectores, como se describe en la Sección 4.6.

4.2 Estudio de información hidrológica del río Gualeguaychú

Se recabó información de alturas máximas y mínimas del Puerto de Gualeguaychú y Boca de Gualeguaychú en la DNVN, con valores diarios desde el año 1980 a 2013 luego de que comenzara a operar la represa de Salto Grande y anuales desde 1914 a 1979. También se obtuvo información de alturas y caudales de la estación de medición del río Gualeguaychú en RP N° 39, ubicada aproximadamente en el centro de la cuenca, operada por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH).

4.2.1 Análisis de alturas del tramo inferior

Con la información de estadística de alturas medias diarias medidas en las escalas hidrométricas de Puerto de Gualeguaychú y Boca del Gualeguaychú, se realizó el análisis estadístico de alturas del río en el área de estudio.

4.2.1.1 Análisis de alturas máximas

Los datos de alturas hidrométricas diarias máximas anuales se dividieron en dos series que llegan hasta el año 2013, una serie larga de 100 años de duración y otra que comienza a partir de 1980. Esta división de la información en dos períodos coincide con el funcionamiento de la represa de Salto Grande que comenzó a operar a mediados de 1979.

Se realizó el análisis de frecuencia de alturas en Puerto de Gualeguaychú y Boca del Gualeguaychú aplicando el modelo AFMULTI (Anexo I) que permitió ajustar, con diferentes funciones de distribución de probabilidades, las dos series consideradas:

- una serie corta, la de los últimos 34 años, 1980 a 2013.
- la serie larga, 1914 a 2013, sin considerar la creciente de 1978, que tuvo incidencia de factores humanos y no se registró en Boca de Gualeguaychú (sección 2.3.3).

El análisis de alturas extremas tiene componentes propios de interés como el hecho de que las mismas tienden a acercarse lentamente a determinados niveles superiores asintóticos a medida que el río desborda su cauce natural. Este efecto puede ser muy importante en ríos de llanura con un gran valle aluvial, donde la función de distribución tiende a ser prácticamente "plana" en la cola superior, debido a que el aumento de los niveles de agua asociados con grandes aumentos de caudal es muy pequeño.

Para la serie corta, se adoptó la distribución de la función GEV (General de Valores

Extremos). En las tablas y gráficos del Anexo 1 se presentan los resultados de la aproximación de las distintas funciones de distribución de probabilidad.

Para la serie larga, se obtienen valores mayores de alturas que los de la serie corta para las mayores recurrencias, que superan el metro de altura para recurrencia de 100 o más años. En este caso se adoptó la distribución LogPearson que fue la de mejor ajuste. Para esta función de distribución la creciente de 1959 en Gualeguaychú tendría una recurrencia cercana a 200 años y de casi 500 años en Boca de Gualeguaychú.

Como ya se mencionó las series largas no representan la realidad actual del río Uruguay y su influencia sobre el río Gualeguaychú y sobreestiman los valores de altura. Sin embargo existe cierta incertidumbre sobre la validez de las series cortas en este caso, las que son muy empleadas en los estudios hidrológicos de los ríos del litoral a raíz de los fenómenos de cambio climático que produjeron importantes crecientes a partir de la década del 70. Este no parece ser el caso del río Gualeguaychú que presenta varios registros de crecientes anteriores, en los que no se puede descartar la influencia del río Uruguay, que superan las previsiones de la serie corta.

En este sentido se consideró que la serie corta representa un límite inferior y la serie larga un límite superior, adoptándose en este estudio un valor intermedio entre ambas, como se aprecia en las gráficas siguientes (Figuras 4.1 y 4.2).

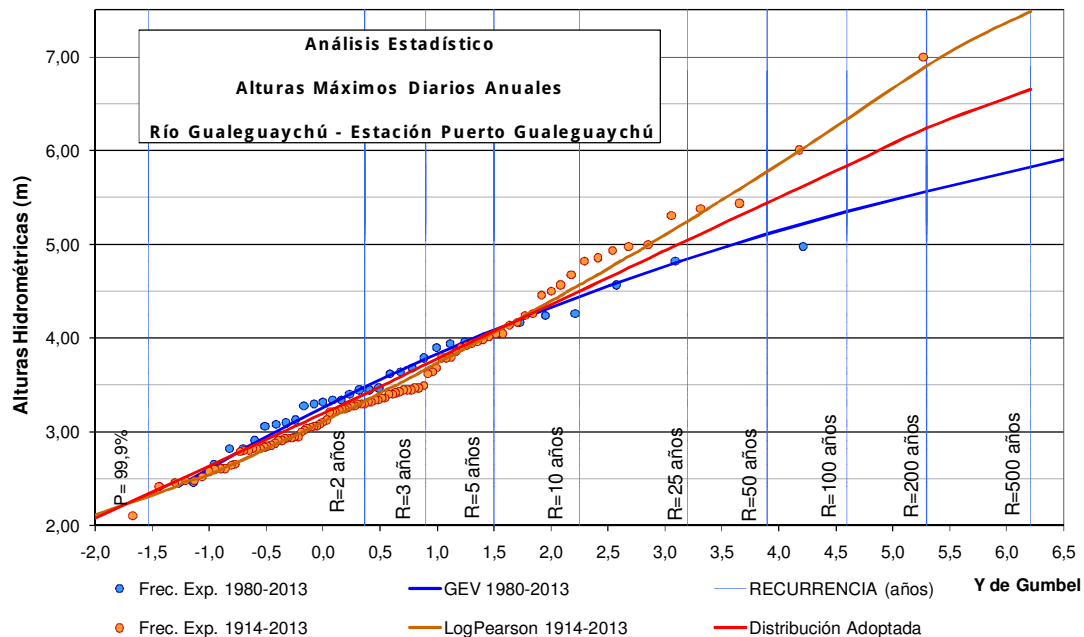


Figura 4.1. Análisis de frecuencias Escala Puerto de Gualeguaychú (datos DNVN)

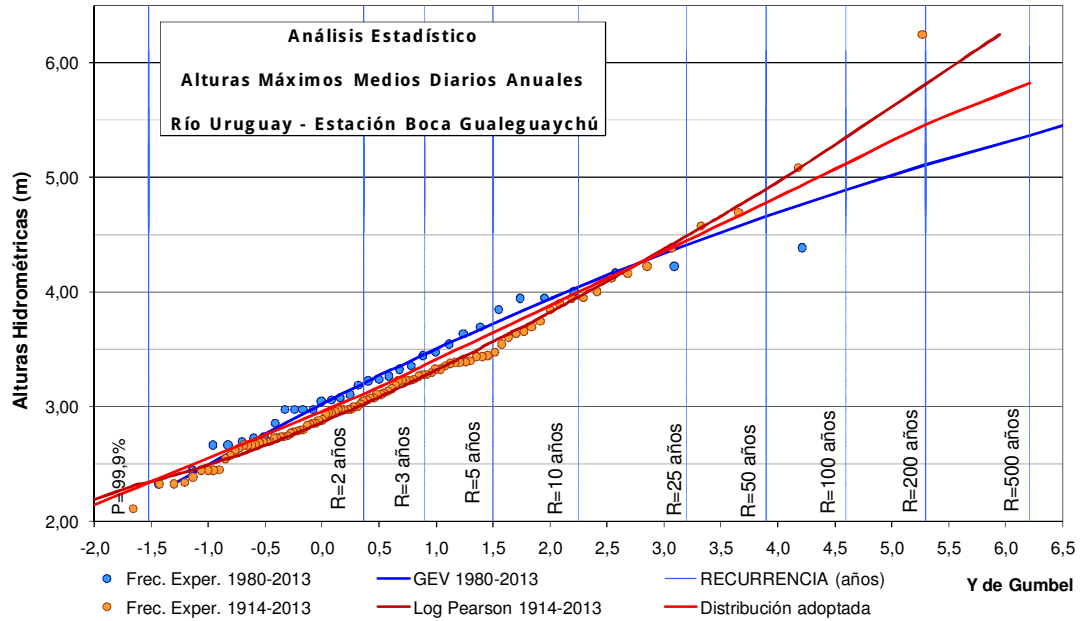


Figura 4.2. Análisis de frecuencias Escala Boca de Gualeguaychú (datos DNVN)

4.2.2 Análisis de caudales de la cuenca superior

Se procesó la información de la estación de aforos de RP N° 39 obtenida de la base de datos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, la que cuenta con datos de caudales medios diarios, medios diarios máximos, medios diarios mínimos, máximos instantáneos, mínimos instantáneos y medios mensuales, con distintos intervalos de medición para los años con registro en los distintos casos:

- Resultados de 173 aforos realizados entre 1987 y 2013, con datos de altura y caudal.
- Registro de alturas medidas semanales entre marzo de 1987 y abril de 1988.
- Registro de alturas diarias entre abril de 1988 y agosto de 2013.

Los valores de caudales surgen de los datos de alturas de medición diaria y de curvas de ajuste altura-caudal que se elaboran con los datos de aforos. Las mediciones de alturas registradas se inician en 1987 pero en forma semanal hasta abril de 1988 en que comienzan a registrarse diariamente hasta octubre de 2011, con algunos intervalos de pocos días sin medición, que se verificó no corresponden a períodos de crecidas ni de lluvias importantes en la cuenca, principalmente hasta 1992.

Se trabajó con curvas de ajuste de funciones polinómicas para obtener curvas altura-caudal tanto para los valores de caudales máximos instantáneos (Figura 4.3) como

así también de caudales máximos medios diarios (Figura 4.4) informados por la SSRH, sin considerar valores que están muy por debajo de la tendencia general, los cuales se atribuyen a períodos de recesión de las crecientes.

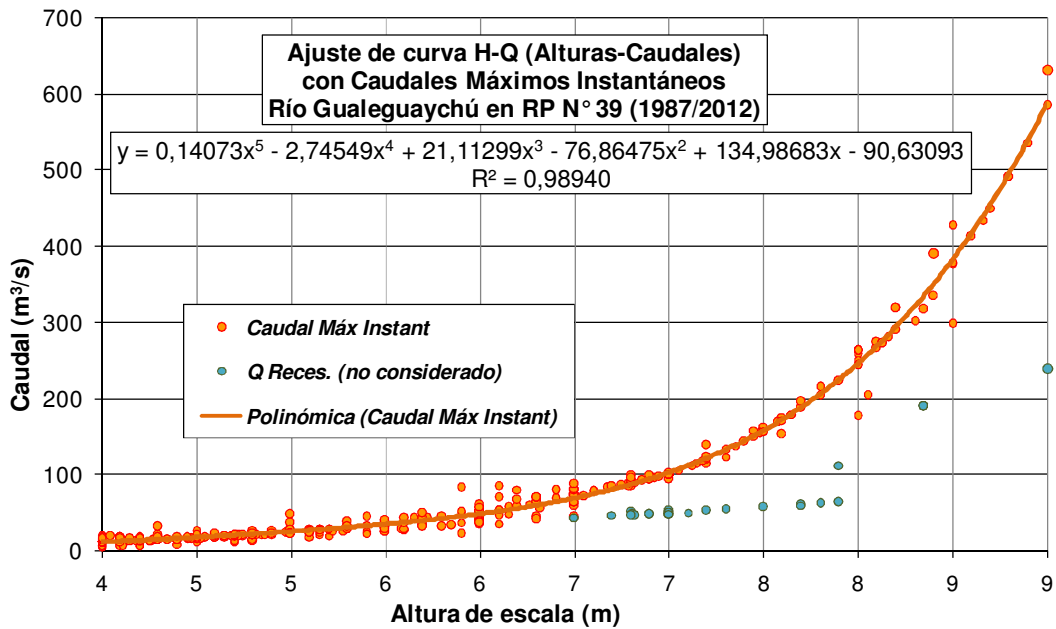


Figura 4.3. Curva altura-caudal con caudales máximos instantáneos (datos SSRH)

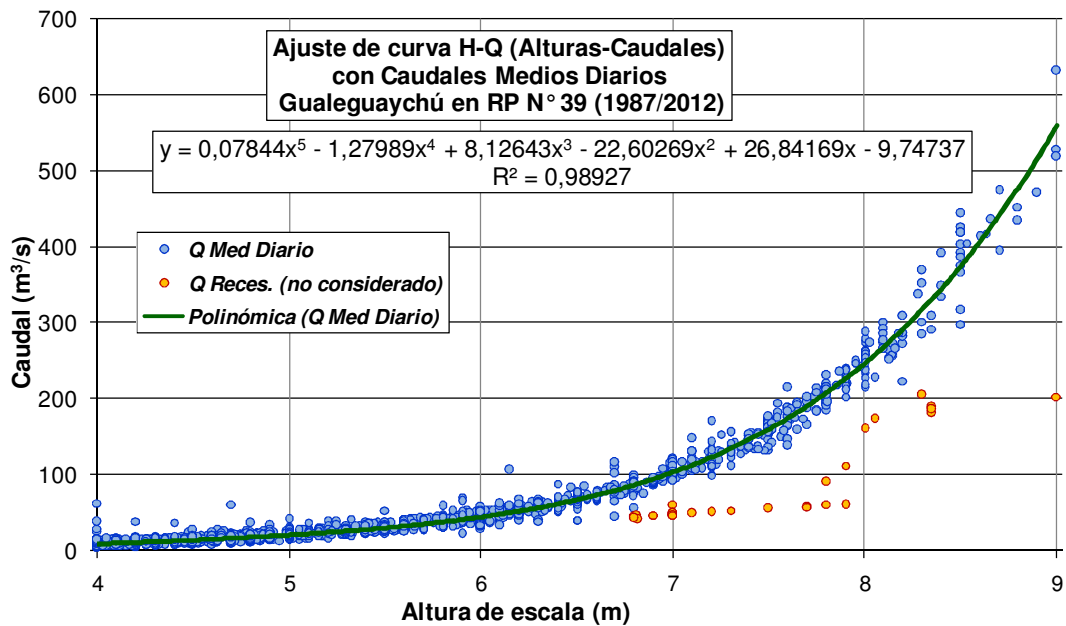


Figura 4.4. Curva altura-caudal con caudales máximos medios diarios (datos SSRH)

De este modo se obtienen dos curvas de ajuste, una para caudales medios diarios

máximos y otra para caudales máximos instantáneos que pueden utilizarse para estimar los caudales en las crecidas.

De acuerdo al análisis de caudales medios mensuales de la estación de aforos de la RP N° 39 que se muestran en el Anexo 2, el año hidrológico del río Gualeguaychú en la cuenca superior comienza con un mínimo en septiembre y finaliza en agosto. Los valores informados por la SSRH de los caudales medios diarios máximos anuales no cubren todo el período analizado, solo el período 1993-1994 a 2012-2013, pero con tres años sin información dentro de este período debido a faltante de datos para cubrir todos los días del año.

A fin de contar con una serie de valores con mayor cantidad de datos se analizaron los distintos años en que faltaba información, junto con las precipitaciones en la cuenca determinándose que los datos faltantes no corresponden a períodos de crecientes, salvo para el primer año de medición que solo contaba con datos de medición semanal de altura para la mayor parte de dicho período. Con la fórmula de ajuste adoptada para caudales máximos instantáneos y medios diarios máximos se completaron los caudales faltantes a partir de las alturas máximas relevadas en cada período hidrológico, pero se descartó el valor del primer año de mediciones que tenía escasos datos. De este modo se obtuvieron las series completas de caudales máximos instantáneos (Figura 4.5) y caudales medios diarios. Los valores se presentan en el Anexo 3.

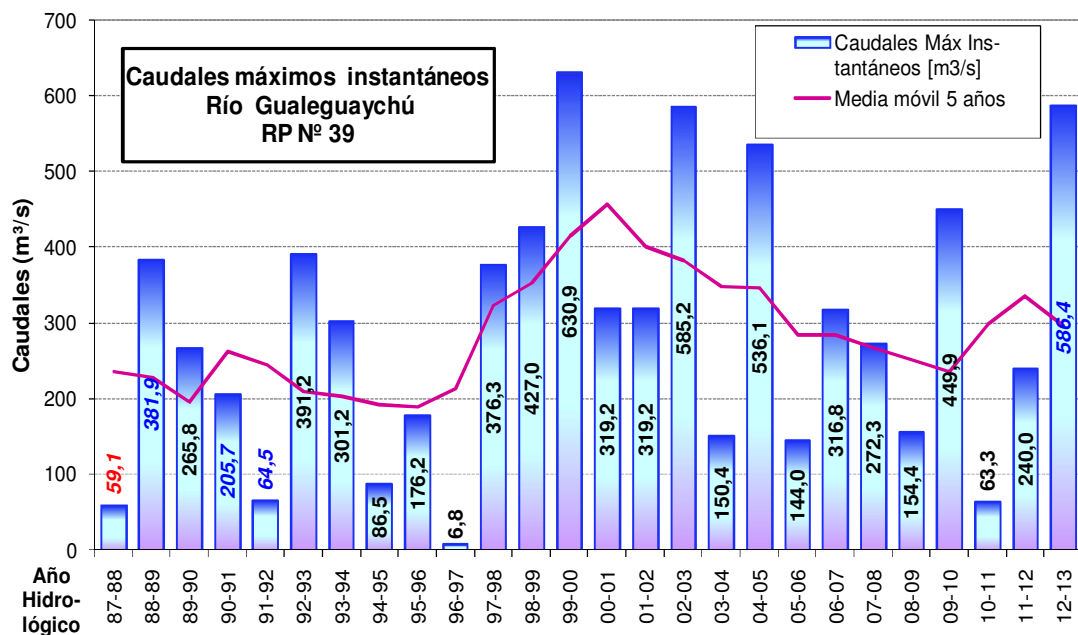


Figura 4.5. Caudales Máximos Instantáneos Anuales en RP N° 39 (datos SSRH)

Se realizó el análisis de frecuencia de caudales medios diarios y de caudales instantáneos del río Gualeguaychú en RP N° 39 aplicando el modelo AFMULTI, adoptándose como función de ajuste la función GEV. En las tablas y gráficos que se presentan en el Anexo 4 se pueden observar los resultados del análisis realizado incluyendo distintas funciones de distribución de probabilidad.

4.3 Modelación hidrológica de la cuenca

Con el objetivo de determinar caudales que pasan frente a la ciudad de Gualeguaychú, asociados a distintas recurrencias se implementó un modelo hidrológico de toda la cuenca. Para ello se aplicó la metodología que se detalla a continuación y que para su desarrollo se ha ordenado en distintas etapas de estudio.

1. Generación de datos espaciales del modelo de la cuenca aplicando la extensión HEC-GeoHMS para ArcView, delimitación de subcuencas y de sus características físicas.
2. Determinación de tormentas de diseño para toda la cuenca, considerando como variable significativa la precipitación media areal, asociadas a distintas recurrencias.
3. Calibración y validación del modelo para la parte superior de la cuenca con los datos de la estación de aforos de RP N° 39 y ajuste de parámetros en forma similar para toda la cuenca.
4. Explotación del modelo hidrológico de la cuenca, generado mediante la aplicación del programa HEC-HMS, para los hietogramas de diseño de distintas recurrencias.

4.3.1 Obtención de datos espaciales de la cuenca

Para el estudio de la cuenca se trabajó a partir de distintas coberturas satelitales:

- Se importaron las 5 bandas de la imagen Landsat TM, de la NASA, en formato raster (TIFF) de dos escenas que cubren toda la cuenca, ambas del 11 de agosto de 2011 (Path/Row: 225/082 y Path/Row: 225/083), con resolución de 30 m (pixel de 30 x 30 m).

Este sensor recoge información en distintos rangos del espectro electromagnético, que se denominan bandas (3 correspondientes al espectro visible y 3 al infrarrojo). Estas bandas se procesaron con el software Idrisi Andes. En la Figura 4.6 se muestra una composición “color verdadero” de las bandas del espectro visible: en la que se asigna a la banda 1 el color azul, a la 2 el verde y a la 3 el rojo.

Subsistema	Banda	Rango (μ)
Azul	1	0,45-0,52
Verde	2	0,52-0,60
Rojo	3	0,63-0,69
IR cercano	4	0,75-0,90
IR medio(1)	5	1,55 – 1.75
IR medio(2)	7	2,08 - 2,35

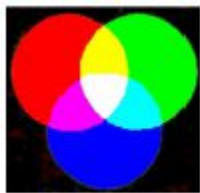


Figura 4.6. Imagen color “verdadero”, composición bandas 123-AVR (fuente Landsat)

- Modelo Digital de Elevación del Terreno (DEM) generado por la Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM Shuttle Radar Topography Mission), cuyos datos están disponibles en Internet (Figura 4.7). SRTM es un proyecto internacional entre la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA) y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), con resolución de 90 m (tamaño de pixel 90 x 90 m).

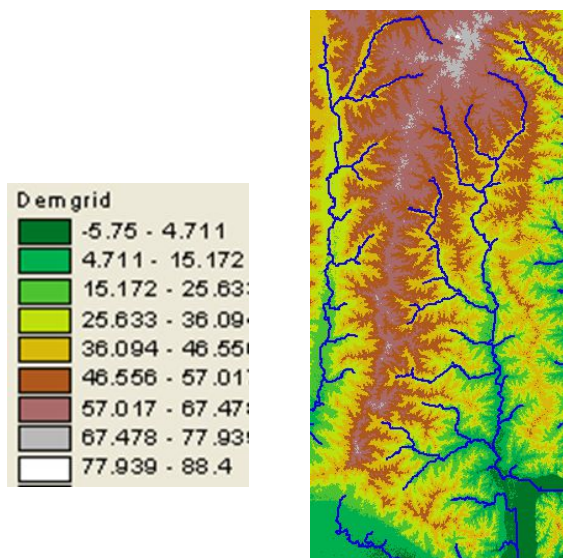


Figura 4.7. Modelo digital de elevación del terreno (datos de Imagen Radar SRTM)

4.3.2 Generación del mapa de Curva Número (CN)

El cálculo del exceso de precipitación o escorrentía se realizó en base a la metodología conocida como CN desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (SCS). Este se puede estimar en base al tipo de suelo y cobertura vegetal y/o uso del mismo (Chow *et al.*, 2000). Para la clasificación del tipo de suelo se utilizó el mapa de suelos de la provincia elaborado por el INTA que se presentó en la sección 2.2.3.

La clasificación del uso del suelo se realizó por teledetección utilizando las bandas de la imagen Landsat TM mediante el software Idrisi Andes. La Teledetección es una técnica cada día más utilizada para la obtención de información geográfica, la cual usa sensores para la adquisición de informaciones sobre objetos o fenómenos a distancia. Se basa en captar la energía reflejada por los objetos que en la mayoría de los casos es la radiación electromagnética proveniente del sol. Los sensores Landsat codifican la intensidad del flujo recibido en una escala numérica desde 0 a 255 para cada pixel (el menor elemento de la imagen) (Figura 4.8) y para cada una de las bandas en que operan.

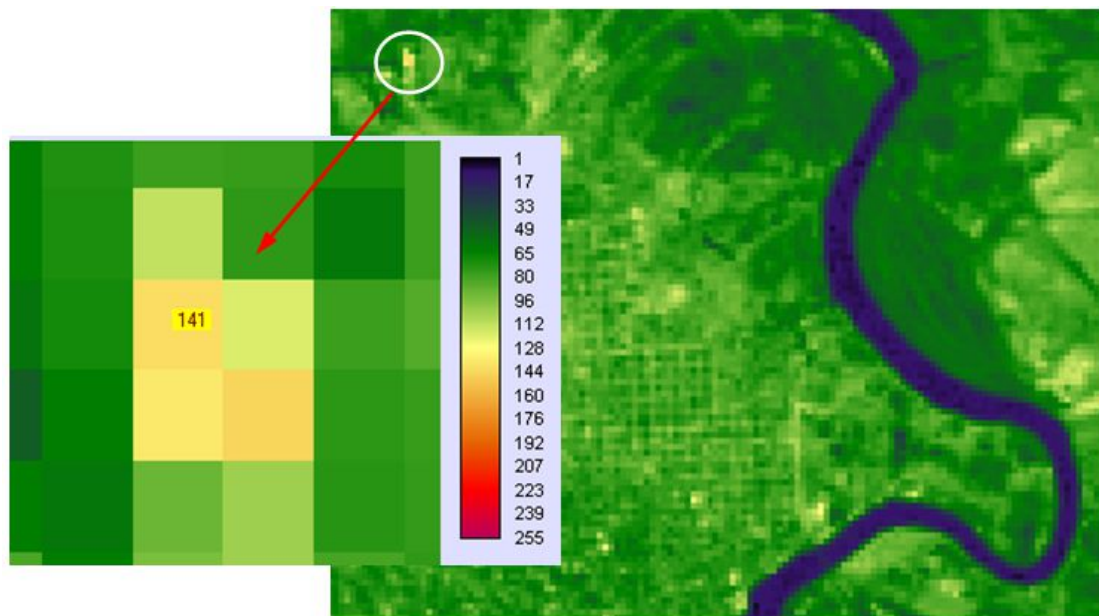


Figura 4.8. Respuesta y Número digital Banda 5 (Landsat TM)

Los objetos de la superficie terrestre reflejan en forma distinta a la energía incidente (Chuvieco, 1996), generando curvas de respuesta característica del elemento indicado que permiten identificarlo, a estas curvas se las suele llamar firmas espectrales. En la Figura 4.9 se muestran las firmas espectrales (energía reflejada) de distintos elementos de la superficie terrestre.

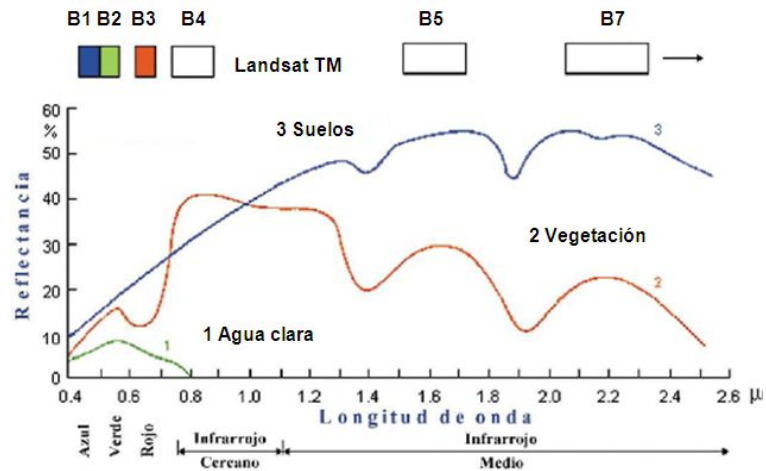


Figura 4.9. Firmas espectrales de distintos elementos (fuente: Chuvieco)

Se realizaron distintas composiciones y procesos a fin de interpretar las imágenes (Figura 4.10). Por ejemplo en la composición de las bandas 3-4-5 (azul-verde-rojo), el agua que tiene respuesta en el espectro visible (banda 3 zona del rojo) pero no en el infrarrojo aparece como azul, la vegetación tiene mayor respuesta en el infrarrojo cercano (banda 4) y aparece como verde y los suelos tienen mayor respuesta en el infrarrojo medio y aparecen como rojos. Las áreas urbanizadas y/o antropizadas no tienen una respuesta homogénea, ya que en ellas se incluyen diversos elementos como construcciones, árboles, etc., pero se visualizan mejor con una composición 1-3-7 (AVR).



Figura 4.10. Imágenes "falso color", composición 345-AVR y 137-AVR (Landsat TM)

Otros procesamientos posibilitan interpretar diversas cuestiones, como el índice de vegetación de diferencia normalizada (NVDI) que permite clasificar según el estado de la vegetación, o el análisis de componentes principales de similar respuesta (Figura 4.11) que de acuerdo a sus respuestas se consideran asociados a la vegetación (C1), suelo (C2) y agua (C3), con el que se realiza una nueva composición (C3-Azul, C1-Verde, C2-Rojo).

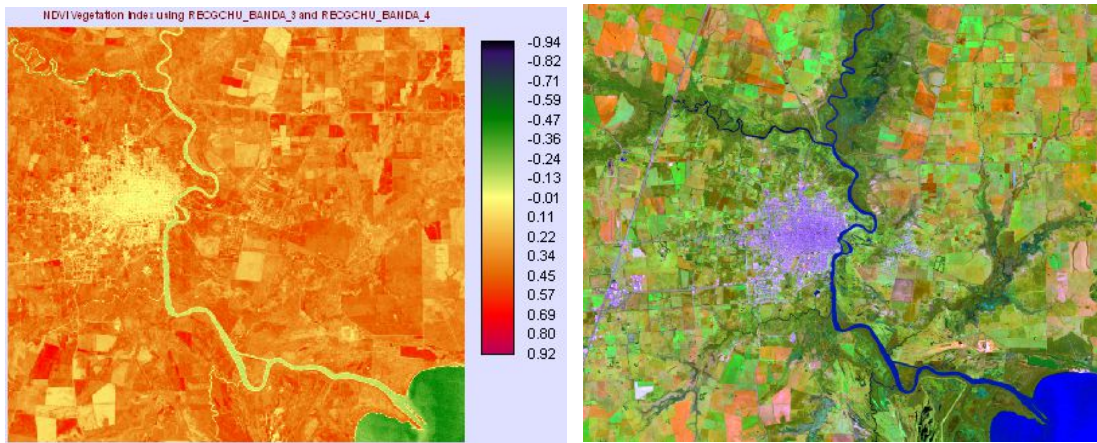


Figura 4.11. Imágenes índice NVDI y componentes principales C3-C1-C2-AVR (Landsat)

Finalmente se realizó una clasificación supervisada de la imagen, lo cual consiste en categorizar los píxeles de respuesta similar de acuerdo a nueve usos principales del suelo presentes que se muestran en la Figura 4.12.



Figura 4.12. Categorías de usos de suelos para la clasificación supervisada

Con la ayuda de imágenes de alta resolución que se presentan en el programa

Google Earth se identificaron zonas para la demarcación de los polígonos de entrenamiento sobre la imagen composición falso color 345-AVR. Para ello se seleccionó la composición color georreferenciada y sobre la misma se digitalizaron varios polígonos para cada una de las categorías y se obtuvieron los valores estadísticos de los píxeles incluidos en los campos de entrenamiento.

Para la clasificación se trabajó con las bandas 2, 3, 4, 5 y 7, pero no se trabajó con la banda 1 (con rango dentro del azul) que distorsiona la respuesta de los elementos de la superficie terrestre debido a la dispersión atmosférica que es mayor para esta banda, obteniéndose con Idrisi las firmas espectrales para las distintas categorías (Figura 4.13).

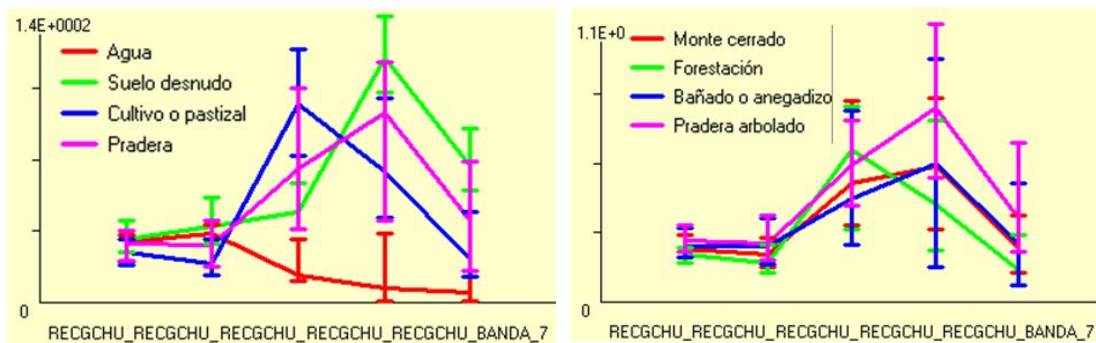


Figura 4.13. Firmas espectrales (categorías 1 a 8). Valores medios, máximos y mínimos

La categoría de zonas urbanas no se realizó con la clasificación supervisada, debido a que la respuesta de los píxeles de estas zonas presentan una gran dispersión estadística, sino que fue digitalizada visualmente sobre la composición falso color 137-AVR y luego integrada a la clasificación realizada (Figura 4.14).

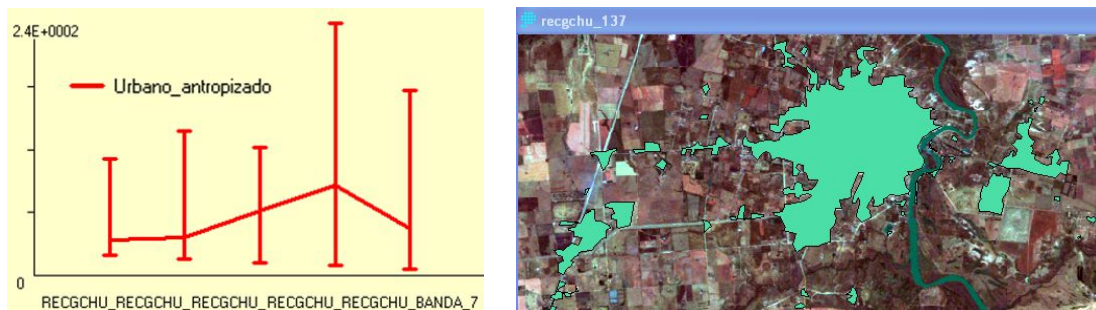


Figura 4.14. Firma espectral categoría urbano-antropizado y sector digitalizado

En total se realizaron tres archivos de polígonos digitalizados, uno para los campos de entrenamiento de la clasificación supervisada, otro con sectores distintos de las 8 categorías para validación de la clasificación obtenida y otro con las áreas urbanas que se superpusieron a la clasificación obtenida, los cuales se presentan en el Anexo 5.

Los resultados de la validación, que se presentan en el Anexo 5, muestran una correlación entre los píxeles de los polígonos de validación y los obtenidos por la clasificación que fue excelente para las categorías 1 (agua), 2 (suelo), 3 (cultivo – pastizal) y 5 (monte cerrado), con errores de omisión menores al 1%, muy buena para las categorías 4 (pradera) y 6 (forestación), con errores del 2 y 7% respectivamente y buena para las categorías 7 (bañados) y 8 (pradera arbolada), con errores del 37 y 32% respectivamente. En estas últimas hay elementos que se confunden principalmente con las categorías 5, 6 y 8 para el caso de los baños y con la categoría 6 para el caso de la pradera arbolada. Finalmente se obtuvo una fiabilidad del 91,6% (cociente entre coincidencias sobre el total de píxeles de validación). Con la superposición de la clasificación supervisada y de las zonas urbanas digitalizadas se obtuvo el mapa de uso del suelo que cubre toda la superficie de la cuenca y se calcularon los porcentajes en superficie de cada categoría (Figura 4.15).

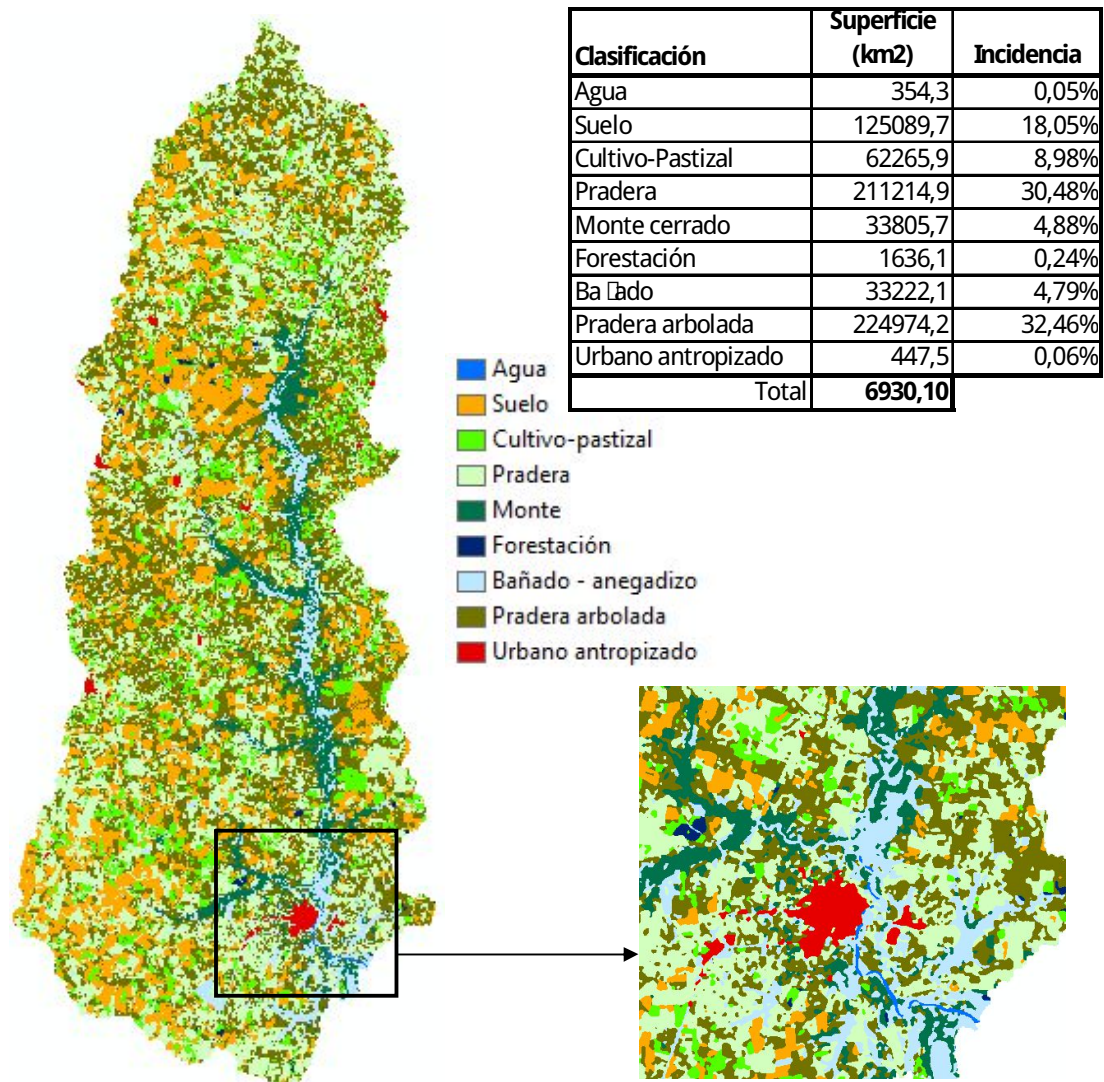


Figura 4.15. Mapa de usos del suelo

En el mapa de suelos se crearon los campos de porcentajes correspondientes a cada grupo hidrológico (A, B, C, D) para los distintos tipos de suelos (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Porcentajes de grupos hidrológicos según tipo de suelos

Orden	Textura	Textura Superficial	% A	% B	% C	% D
Vertisol	Franco arcillo limosa	Arcillo limosa	0	0	100	0
Alfisol	Franco limosa	Franco arcillo limosa	0	20	80	0
Molisol	Franco limosa	Franco arcillo arenosa	0	50	50	0
Molisol	Franca	Franco arcillosa	0	40	60	0
Molisol	Areno franca	Franco arcillo arenosa	0	80	20	0
Inceptisol	Franco arenosa	Franca	0	100	0	0
Entisol	Arenosa	-	100	0	0	0

El mapa de usos de suelo se transformó de formato raster a vectorial (shape) y se unió al mapa de suelos del INTA del mismo formato. Con la unión de los mapas se calculó a través del álgebra de mapas el valor del CN para cada polígono que tiene un uso de suelo y tipo de suelo particular, ahora asociado a un grupo hidrológico (USDA, 2007). Para esto se utilizaron los valores dados en la Tabla 4.2, que corresponden a los dados por Chow *et al.* (2000). Para el cálculo se usó la extensión HEC-GeoHMS de ArcView, con la que se asignó a cada polígono del mapa unión un valor de CN de acuerdo a la tabla de consulta y finalmente se pasó el mapa de CN a formato raster (Figura 4.16).

Tabla 4.2. Valores teóricos de CN según uso y tipo de suelo

Valor	Usos	A	B	C	D
1	Agua	100	100	100	100
2	Suelo sin vegetación	77	85	91	93
3	Cultivo - Pastizal	66	74	82	86
4	Pradera	49	69	79	84
5	Monte cerrado	36	60	73	79
6	Forestación	25	55	70	77
7	Ba ñado - anegadizo	39	61	74	80
8	Pradera arbolada	45	66	77	83
9	Urbano - antropizado	81	88	91	93

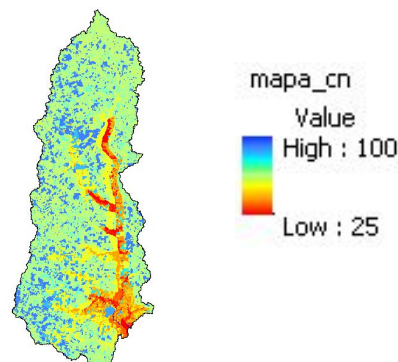


Figura 4.16. Mapa de CN de la cuenca (valores teóricos)

4.3.3 Implementación del modelo hidrológico de la cuenca

La construcción del modelo hidrológico se realizó a partir del Modelo digital de Elevación del Terreno (DEM) en ArcView (software SIG) utilizando la extensión HEC-GeoHMS. Esta extensión ha sido desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos con el propósito de crear los archivos para los modelos hidrológicos incluidos en HEC-HMS a partir del DEM, la cual consta de una serie de etapas que permiten la delimitación de la cuenca y la asignación de los parámetros físicos e hidrológicos.

Primero se realizó el procesado del terreno a partir del archivo DEM mediante la corrida del comando Terrain Preprocessing, con el que se obtienen patrones de drenaje del terreno, se definen las redes de drenaje y se delimitan las subcuencas que cubre el DEM. Las tres subcuencas ubicadas al sur del río Gualeguaychú que se conectan cerca de la desembocadura en una zona de bañados no fueron vinculadas directamente al río Uruguay por el programa, por lo que se trabajaron por separado generando dos modelos que luego se unieron (Figura 4.17).

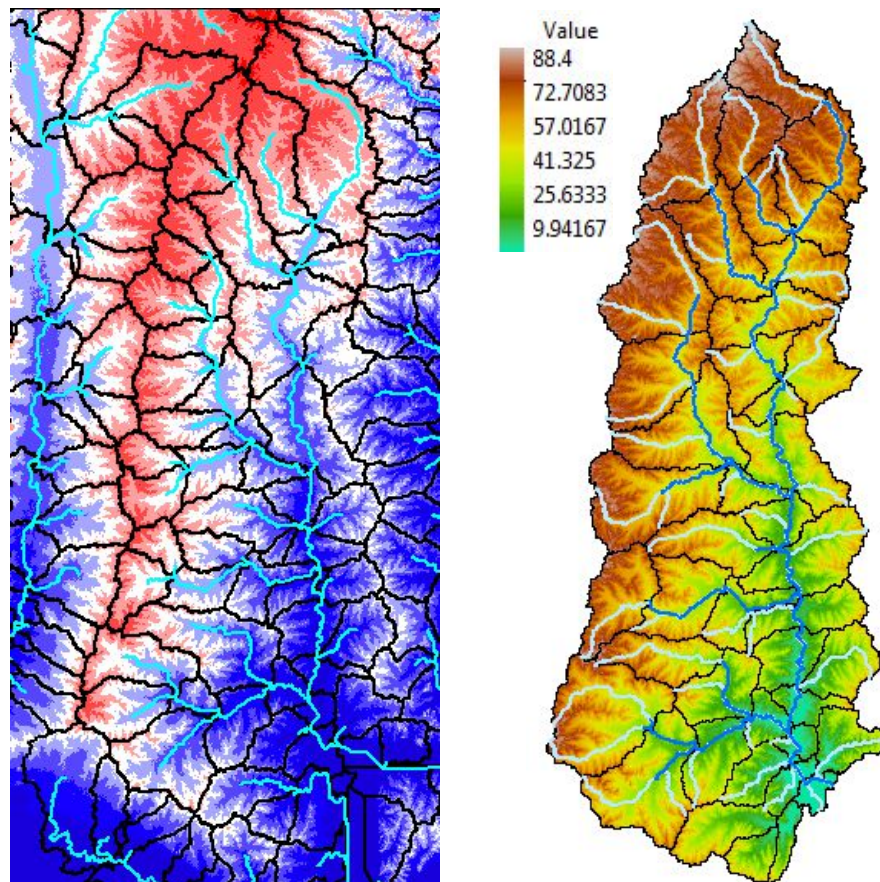


Figura 4.17. Procesamiento del modelo DEM y mapa fisiográfico de subcuencas

Dentro del mapa de subcuencas se ingresaron puntos de interés donde se originaron salidas de subcuencas particulares, como el cruce de la RP N° 39 en coincidencia con la estación de aforos de la SSRH y el límite sur de la ciudad de Gualeguaychú.

Una vez definidas las subcuencas se determinaron sus características topográficas y la de los cauces, tales como: superficie y ubicación del centroide de las subcuencas, longitud del mayor recorrido que realiza una gota para llegar a la salida de la subcuenca, longitud de flujo desde el centroide, longitud y pendiente de los cursos que conectan las subcuencas y de los cursos principales de estas. Estos datos quedan almacenados en la tabla de atributos y luego son usados por el programa para la determinación de los parámetros hidrológicos. En base a los datos fisiográficos de las subcuencas se determinaron los parámetros hidrológicos requeridos por el modelo hidrológico, los cuales dependen de los métodos que se empleen en la modelación hidrológica.

Para este estudio se utilizó el programa de modelación hidrológica HEC-HMS 3.2 desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos (USACE-HEC, 2008) para simular procesos de transformación precipitación escorrentía. Este software dispone de diferentes métodos para el análisis hidrológico, dentro de los cuales se definió la utilización de un modelo concentrado por subcuencas, discretizando la cuenca en varias subcuencas y de tránsito agregado de crecientes, de acuerdo a los procedimientos de cálculo descriptos en la Sección 3.4.1.

El método utilizado para el cálculo de la precipitación efectiva fue el modelo de Curva Número (CN). En este trabajo se consideraron condiciones de humedad promedio para elaborar el mapa de CN, según lo descripto en la sección 4.3.2, en base al cual se asignó el valor de CN para cada subcuenca.

Para la transformación de la precipitación en exceso en escorrentía se utilizó el hidrograma unitario de Clark. Los datos de longitud máxima del escurrimiento (L) y desnivel con los que se calcularon el tiempo de concentración y el coeficiente de embalse se obtuvieron para cada subcuenca de la tabla de atributo de la cuenca. El cálculo del flujo base se realizó con el Modelo de Recesión Exponencial. De acuerdo a los valores mencionados en el manual de usuario del programa se utilizó un valor de $k = 0,85$.

Para realizar la propagación hidrológica a través de los cursos se aplicó el método de Muskingum-Cunge el cual deriva del modelo de Muskingum. Los datos de longitud y pendiente de los cursos se obtuvieron para cada tramo del procesamiento del modelo del terreno que se realizó con HEC-GeoHMS. La geometría de la sección transversal y los

coeficientes de rugosidad de Manning para el canal y el valle de inundación se estimaron a partir de imágenes satelitales y relevamientos del cauce.

4.3.3.1 Esquema topológico del modelo hidrológico

Finalmente se armó el esquema topológico del modelo hidrológico del programa HEC-HMS, que se muestra en la Figura 4.18 y se cargaron las características físicas y parámetros de cuencas y cauces, algunos de los cuales se presentan en la Tabla 4.3.

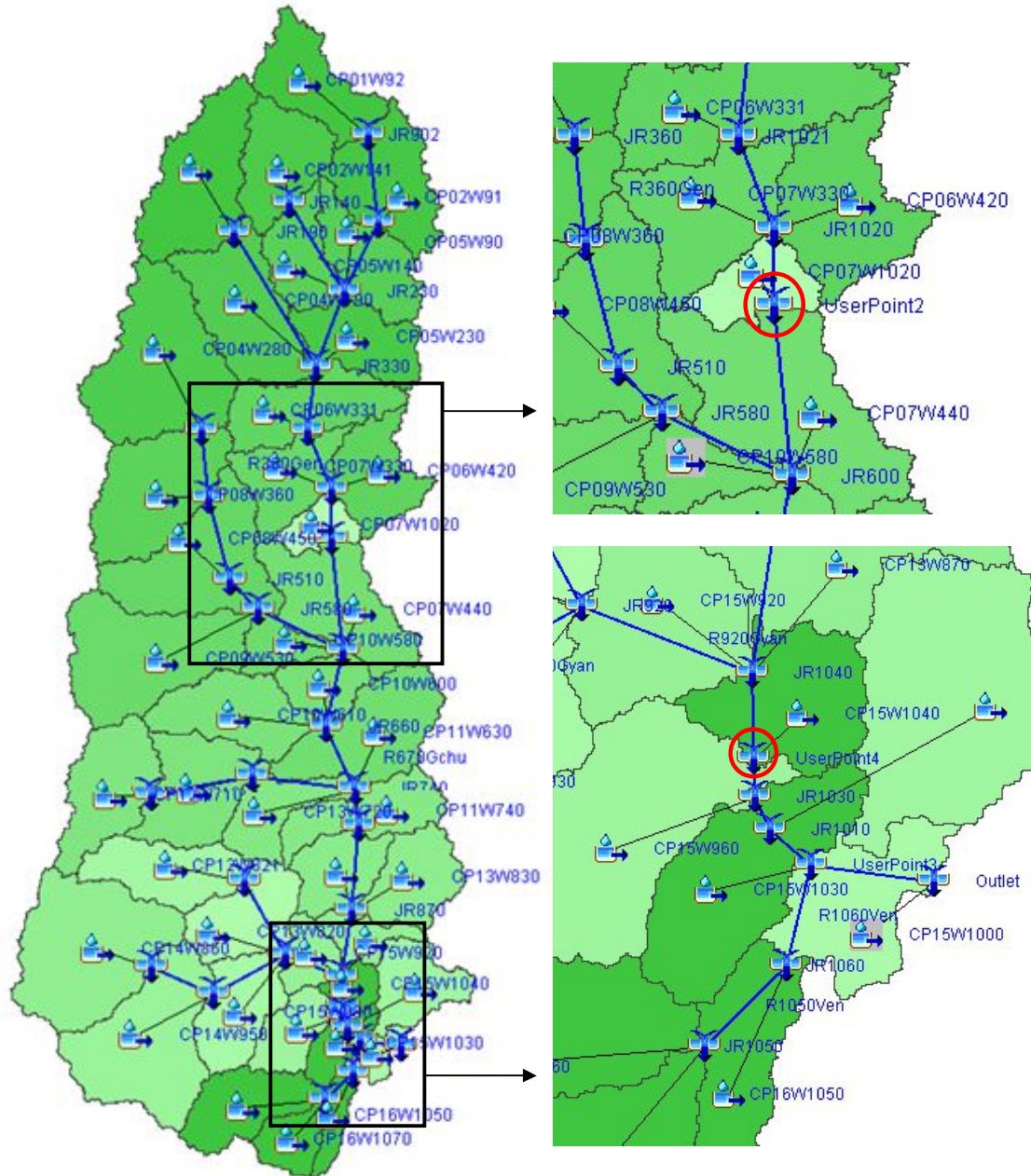


Figura 4.18. Esquema topológico del modelo de la cuenca del río Gualeguaychú

Tabla 4.3. Características físicas y tiempos de concentración de las subcuencas

Subcuenca	Área (km ²)	Long. Cauce (m)	Cota Sup. (m)	Cota Inf. (m)	Pendiente (%)	Tiempo de concentr. (hs)
CP01W92	167,71	25.958	48	72	0,092%	13,49
CP02W141	169,56	22.668	47	70	0,101%	11,78
CP02W91	205,99	24.333	40	59	0,078%	13,14
CP03W150	264,66	28.048	44	71	0,096%	14,33
CP04W190	251,38	38.909	33	65	0,082%	19,63
CP04W280	360,96	32.709	39	66	0,083%	16,86
CP05W140	122,43	23.068	37	63	0,113%	11,74
CP05W230	153,39	17.946	33	55	0,123%	9,28
CP05W90	158,57	19.844	37	63	0,131%	10,01
CP06W331	193,53	24.170	30	54	0,099%	12,51
CP06W420	149,53	20.112	26	56	0,149%	9,90
CP07W1020	59,70	12.528	22	46	0,192%	6,25
CP07W330	143,86	21.066	26	56	0,142%	10,39
CP07W440	240,44	26.439	18	53	0,132%	12,85
CP08W360	259,54	22.289	35	65	0,135%	11,03
CP08W450	286,39	28.910	25	67	0,145%	13,66
CP09W530	321,98	39.349	25	66	0,104%	19,00
CP10W580	73,12	19.586	19	52	0,168%	9,46
CP10W600	91,51	14.710	13	47	0,231%	6,95
CP10W610	187,74	31.794	13	63	0,157%	14,63
CP11W630	236,95	27.638	12	47	0,127%	13,46
CP11W740	148,26	17.724	11	45	0,192%	8,46
CP12W680	200,97	24.779	24	60	0,145%	11,93
CP12W710	194,90	22.075	36	68	0,145%	10,79
CP12W821	169,39	30.510	19	69	0,164%	14,01
CP13W720	120,43	21.125	11	51	0,189%	9,89
CP13W800	123,43	18.692	5	47	0,225%	8,62
CP13W820	159,15	20.143	6	55	0,243%	9,07
CP13W830	144,74	23.900	5	48	0,180%	11,12
CP13W870	64,80	17.111	4	49	0,263%	7,75
CP14W860	370,28	31.244	20	70	0,160%	14,36
CP14W950	332,53	33.986	14	60	0,135%	15,94
CP15W1000	39,06	11.412	0	3	0,026%	8,25
CP15W1030	59,64	13.459	1	33	0,238%	6,40
CP15W1040	40,67	8.352	2	29	0,323%	3,99
CP15W920	66,64	16.420	4	43	0,238%	7,62
CP15W930	152,80	26.064	6	53	0,180%	12,00
CP15W960	96,18	19.328	2	48	0,238%	8,78
CP15W980	120,45	20.933	2	40	0,182%	9,89
CP16W1050	48,55	18.007	2	44	0,233%	8,28
CP16W1060	150,86	26.063	6	54	0,184%	11,95
CP16W1070	71,41	12.898	6	44	0,295%	5,93

4.3.4 Determinación de tormentas de diseño

Para la determinación de tormentas de diseño se estudió la información meteorológica disponible en la zona de la cuenca del río Gualeguaychú. La Dirección de Hidráulica de la provincia de Entre Ríos (DHER) cuenta en la zona con una importante red de pluviómetros ubicados dentro de la cuenca y sus alrededores, aproximadamente unas treinta estaciones pluviométricas, junto con una serie de cinco estaciones meteorológicas automáticas que se instalaron hace pocos años, las que se muestran en la Figura 4.19.



Figura 4.19. Red de pluviómetros y estaciones meteorológicas automáticas

Muchas de estas estaciones tienen menos de diez años de registros y la mayoría de las estaciones con registros más largos cuenta con información discontinua, principalmente en la década del 90. Las más confiables que tienen información completa y registros de larga duración son la del INTA de Concepción del Uruguay (1968-2012), que también cuenta estudio de curvas de Intensidad Duración Frecuencia (IDF) para duraciones de tormenta de hasta 24hs (Zamanillo *et al.*, 2008) y la del Aeródromo de Gualeguaychú del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (1931-2012).

4.3.4.1 Determinación de Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

En este estudio por el tamaño de la cuenca se necesitó analizar tormentas mayores a 24 hs de duración, incluso de varios días de duración, por ello se realizó el análisis de las series de máximos precipitados en la estación INTA de Concepción del Uruguay y también en la estación meteorológica del SMN de Gualeguaychú, para distintas duraciones de un día y mayores, llegando hasta doce días de duración, que se presentan en el Anexo 6.

Para la relación $RT=P24$ horas/ $P_{\text{máx}}$ diaria, que incorpora la diferencia entre el día pluviométrico y mediciones pluviográficas de 24 hs de duración que pueden estar desfasadas del día pluviométrico, de acuerdo a las determinaciones del estudio de la Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) para Concepción del Uruguay (Zamanillo *et al.*, 2008), se adoptó $RT = 1,14$. Para tormentas de más días de duración se adoptó la expresión dada por la ecuación (4-1):

$$RT_n = 1 + (1,14 - 1)/n \quad (4-1)$$

donde:

RT_n : relación entre la precipitación de 24.n horas de duración y la de n días.

A partir de estos valores máximos se realizó el análisis de frecuencia de intensidades máximas que se calcularon con la expresión de la ecuación (4-2).

$$I_n = \frac{P_n \cdot RT_n}{24 n} \quad (4-2)$$

donde:

I_n : es la intensidad en (mm/h) de la precipitación de n días de duración P_n .

Para ello se aplicó el modelo AFMULTI, adoptándose como función de ajuste la de Gumbel, en coincidencia con el estudio de la UTN (Anexo 7). Con los resultados se generó una nube de puntos, para las recurrencias de interés de 2, 5, 20, 100 y 500 años de recurrencia, sobre las que se ajustó una ecuación (4-3) tipo Sherman (Tucci *et al.*, 2000):

$$I = \frac{a \cdot Tr^b}{(t + c)^d} \quad (4-3)$$

donde:

I: es la intensidad de la precipitación (mm/h);

t: duración de la precipitación (min);

Tr: tiempo de recurrencia (años);

a, b, c, d: parámetros de ajuste de la ecuación.

Como resultado del procesamiento y análisis de la información pluviométrica se determinaron ecuaciones IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) (4-4) y (4-5), correspondiente a precipitaciones de más de 24 hs de duración para ambas estaciones meteorológicas analizadas (Figuras 4.20 y 4.21):

INTA Concepción del Uruguay
$$I = \frac{1140 \cdot Tr^{0,167}}{(t + 36)^{0,778}} \quad (4-4)$$

SMN Gualeguaychú
$$I = \frac{1151 \cdot Tr^{0,187}}{(t + 28)^{0,778}} \quad (4-5)$$

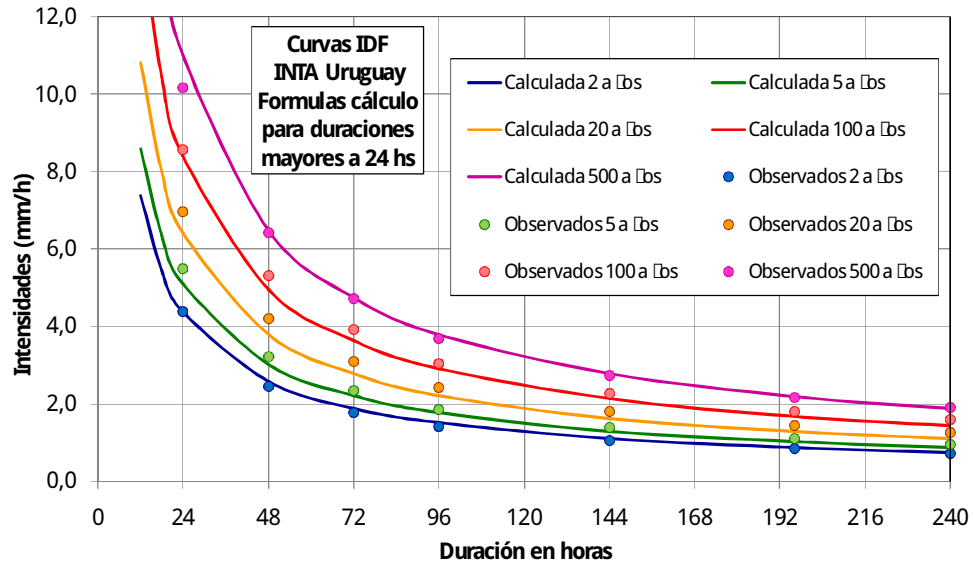


Figura 4.20. Curvas IDF INTA Concepción del Uruguay para duraciones de más de 24 hs

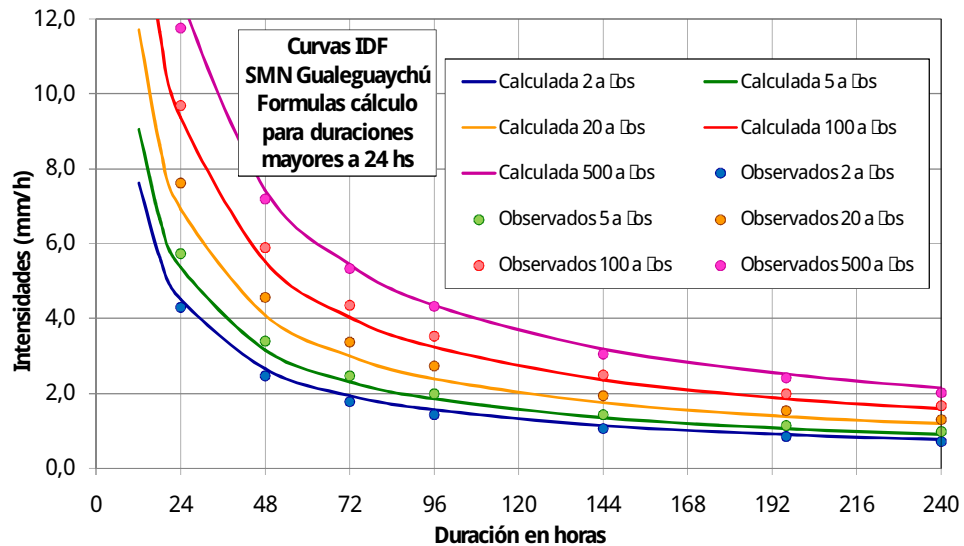


Figura 4.21. Curvas IDF SMN Gualeguaychú para duraciones de más de 24 hs

Se calcularon indicadores de eficiencia y error estándar de los valores hallados con las fórmulas de las curvas IDF respecto de los valores observados obtenidos del análisis de frecuencias, con las ecuaciones (4-6) y (4-7), los resultados se presentan en la Tabla 4.4:

$$E_f = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (I_o - I_c)^2}{\sum_{i=1}^n (I_o - I_{OM})^2} \quad (4-6)$$

$$E_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_o - I_c)^2}{n}} \quad (4-7)$$

donde:

E_f : es el coeficiente de eficiencia;

E_e : es el error estándar;

I_c , I_o , I_{OM} : son las intensidades calculadas, observadas y observadas media.

n : número de intervalos de tiempo.

Tabla 4.4. Indicadores de eficiencia de las fórmulas IDF

Estación meteorológica	Coficiente de eficiencia E_f	Error estándar E_e
INTA Concepción del Uruguay	0,9854	0,287 mm/h
SMN Gualeguaychú	0,9865	0,245 mm/h

Para la determinación de caudales en la cuenca, asociados a distintas recurrencias, se aplicaron a las subcuencas del modelo hidrológico las precipitaciones de estas dos estaciones de acuerdo a su cercanía, definiendo también valores promedios para subcuencas equidistantes, lo cual se aprecia en la Figura 4.22.

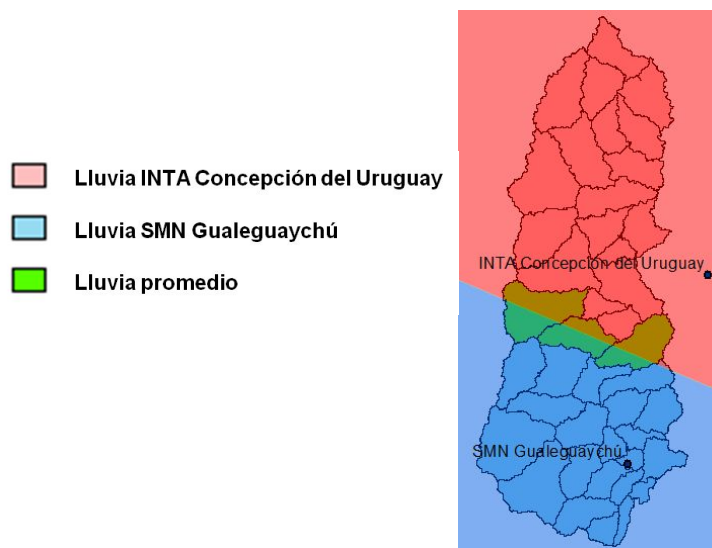


Figura 4.22. Áreas de influencias de las estaciones con análisis de frecuencias

4.3.4.2 Distribución espacial de la precipitación

Muchas veces los máximos puntuales se deben a procesos convectivos típicos, que abarcan áreas reducidas que tienen un importante decaimiento areal para toda la cuenca. En cambio las intensidades máximas medias areales, que son las que originan las grandes crecidas, suelen provenir de fenómenos convectivos de mesoescala que cubren amplios sectores de la cuenca, haciendo que el abatimiento territorial genere una lluvia media muy inferior a los máximos puntuales (Caamaño Nelli *et al.*, 2012).

La determinación de la lluvia media de diseño en grandes superficies suele realizarse en base a la información puntual de las curvas IDF de una estación de la cuenca, a la cual se le aplica una determinada atenuación en función de la duración de la tormenta y la superficie de la cuenca. Esta atenuación suele representarse en curvas de decaimiento areal. La determinación de estas curvas para la cuenca del río Gualeguaychú se realizó en base a la información pluviométrica de diez tormentas seleccionadas de hasta doce días de duración, en el período desde 1978 a 2012.

Estas se seleccionaron en base a los mayores valores de precipitación media areal (PMA), en todos los casos superaron los 150 mm de promedio luego de doce días consecutivos, cuyas fechas se presentan en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Tormentas estudiadas

Tormenta	Fecha
Mar 78	12 al 23 de marzo de 1978
Feb 84_a	3 al 14 de febrero de 1984
Feb 84 b	18 al 29 de febrero de 1984
Abr 00	3 al 14 de abril de 2000
Mar 02	19 al 30 de marzo de 2002
May 03	13 al 24 de mayo de 2003
M-Ab 07	23 de marzo al 3 de abril de 2007
Mar 09	1 al 12 de marzo de 2009
Ene-Fe 10	30 de enero al 10 de febrero de 2010
Ago 12	12 al 23 de agosto de 2012

Para cada uno de los diez eventos analizados se determinó el período de doce días durante el cual se ubican las máximas precipitaciones medias. Para este período se buscó la información diaria de cada pluviómetro y se calculó la precipitación acumulada para distintas duraciones: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 y 12 días. Algunos de los valores acumulados para toda la cuenca en algunos de los eventos analizados se presentan en la Figura 4.23. Los valores y gráficos para distintos días de cada evento se presentan en el Anexo 8.

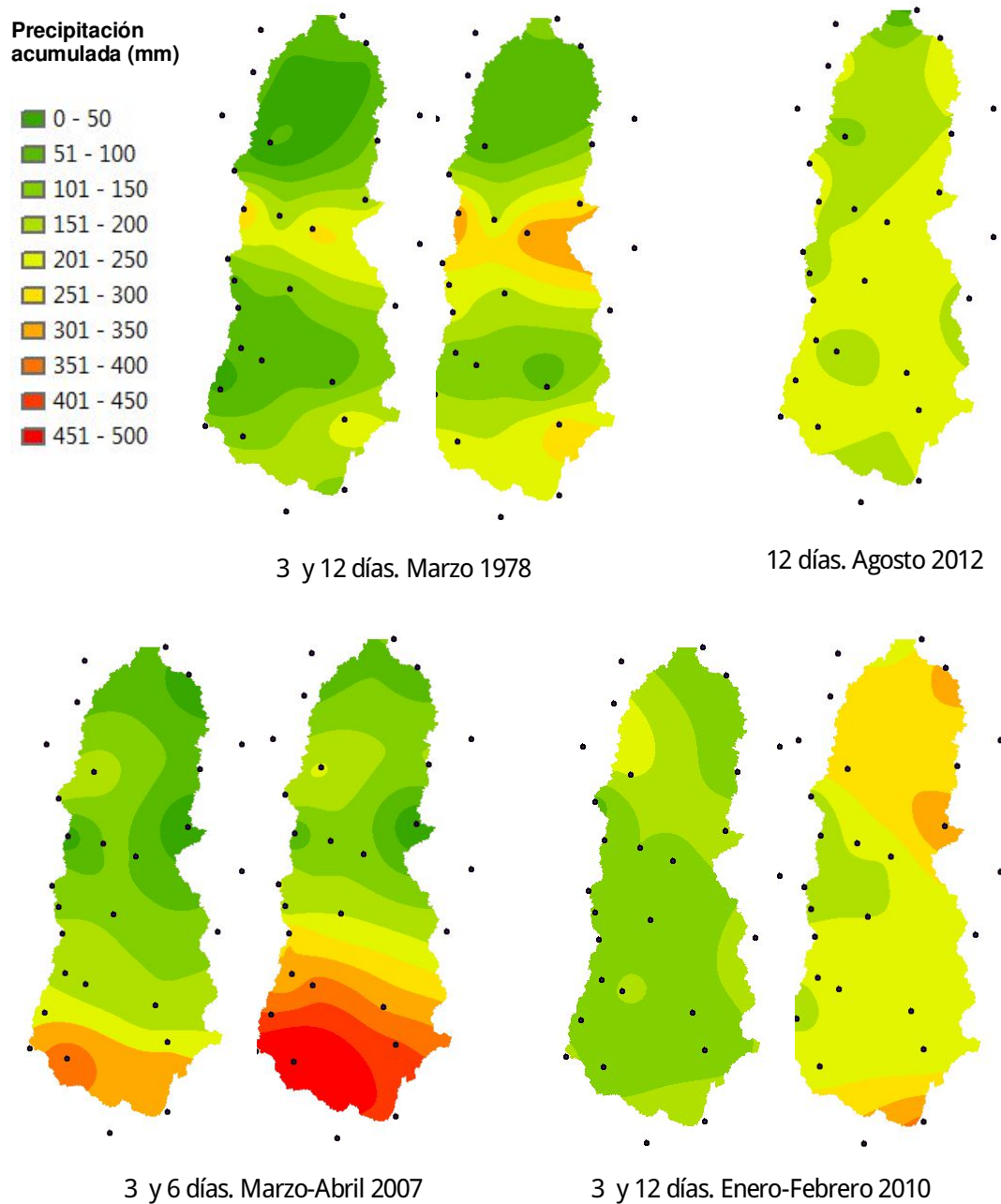


Figura 4.23. Precipitación acumulada en la cuenca de 3, 6 y 12 días de duración

La distribución de la precipitación se estudió utilizando el método de los polígonos de Thiessen (Figura 4.24) de los pluviómetros de la cuenca (Chow *et al.*, 2000).

La PMA se calculó mediante la expresión (4-8), para toda la cuenca y para los polígonos concéntricos al pluviómetro donde se observó la mayor precipitación puntual, al cual se le asignó una superficie de 25 km² (Caamaño Nelli *et al.*, 2012), en forma parcial para distintas superficies de la cuenca y para la superficie total.

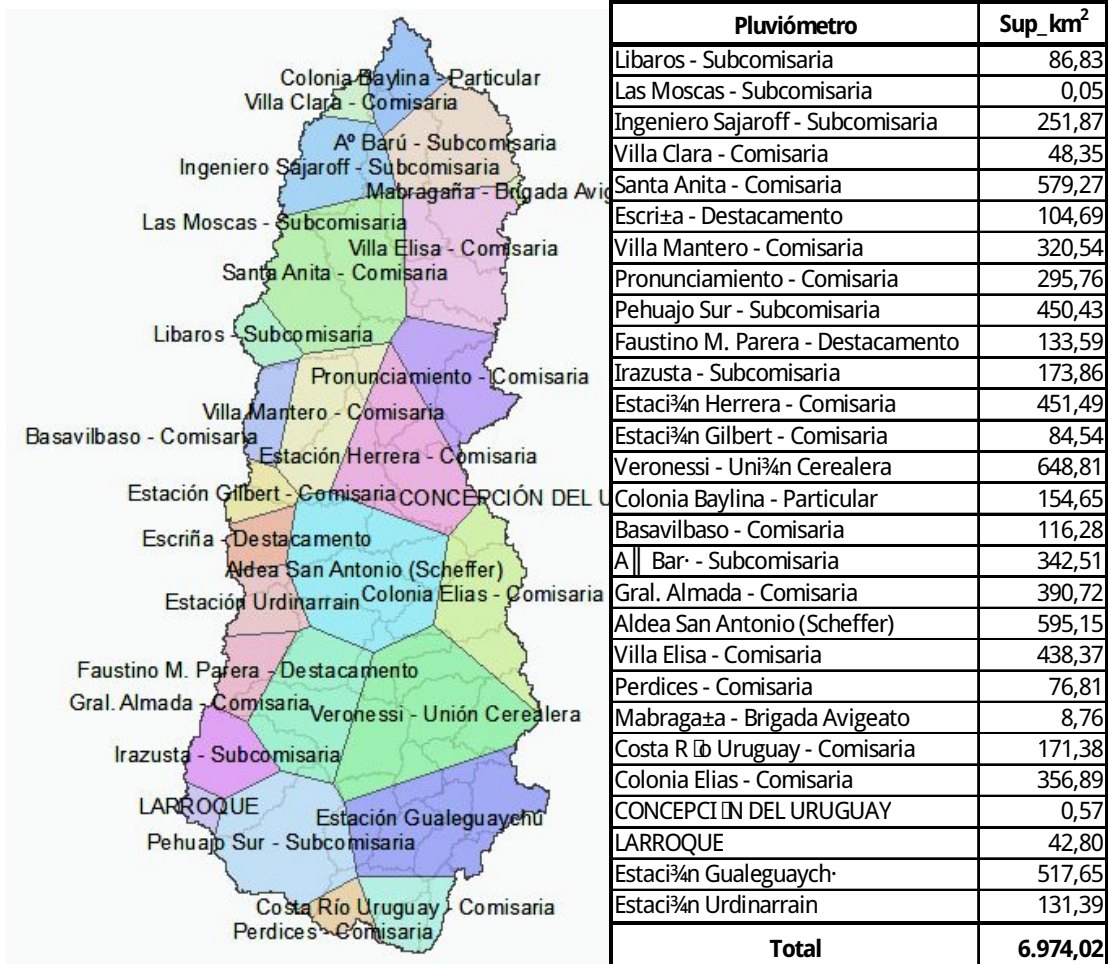


Figura 4.24. Polígonos de Thiessen de los pluviómetros de la cuenca

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot S_i)}{S} \quad (4-8)$$

donde:

- P_m : es la precipitación media areal (mm);
- n : cantidad de pluviómetro con polígono de influencia (interno o externo al área);
- P_i : precipitación medida en el pluviómetro i (mm);
- S_i : superficie del polígono de influencia del pluviómetro i (km²);
- S : superficie total del área donde se calcula la PMA (km²).

Estos valores calculados para varias superficies desde el sitio de mayor precipitación, distintos en cada una de las tormentas analizadas y para distintos días de duración, se plotearon y se ajustaron con curvas de correlación logarítmicas (Figuras 4.25 y 4.26). La dispersión de los valores es grande pero la tendencia media general es clara para las distintas duraciones.

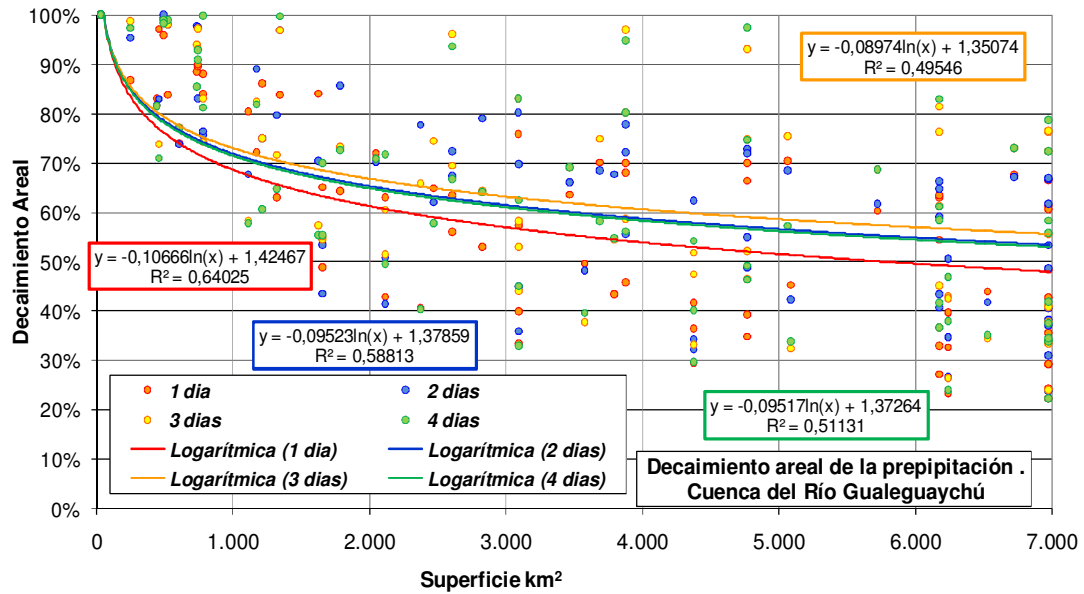


Figura 4.25. Decaimiento areal para tormentas de 1 a 4 días de duración (datos DHER)

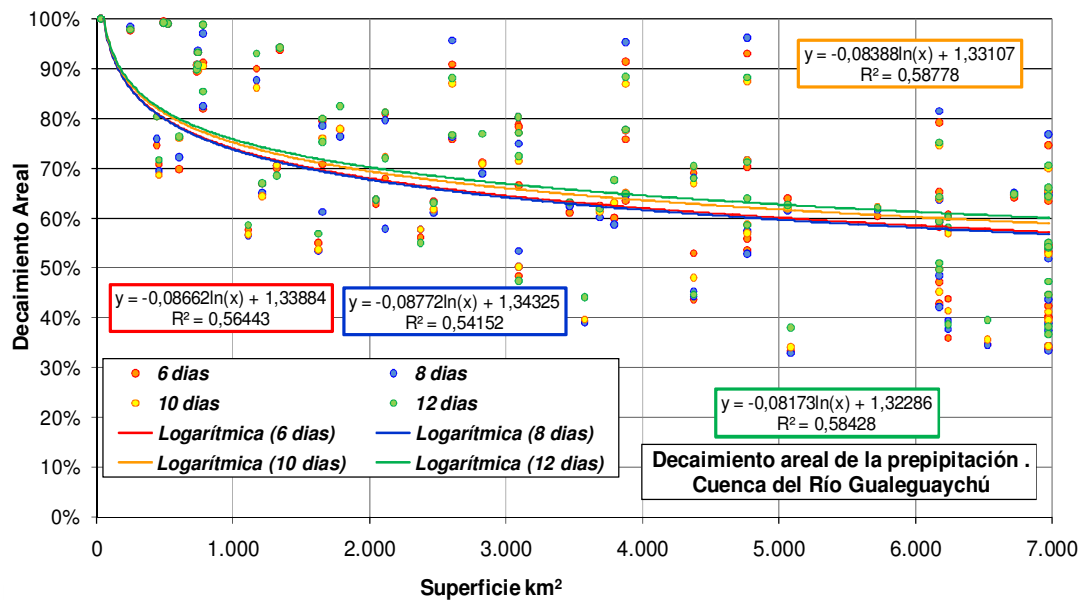


Figura 4.26. Decaimiento areal para tormentas de 6 a 12 días de duración (datos DHER)

Finalmente se determinó una ecuación general de decaimiento-área-duración media (4-9) de la precipitación para la cuenca del río Gualeguaychú, (Figura 4.27):

$$Dm = \ln S \cdot (-0,1066 \cdot d^{0,116}) + (1,42467 / d^{0,0346}) \quad (4-9)$$

donde:

Dm: coeficiente de decaimiento areal medio;

S: superficie considerada (km²);

d: duración de la tormenta (días).

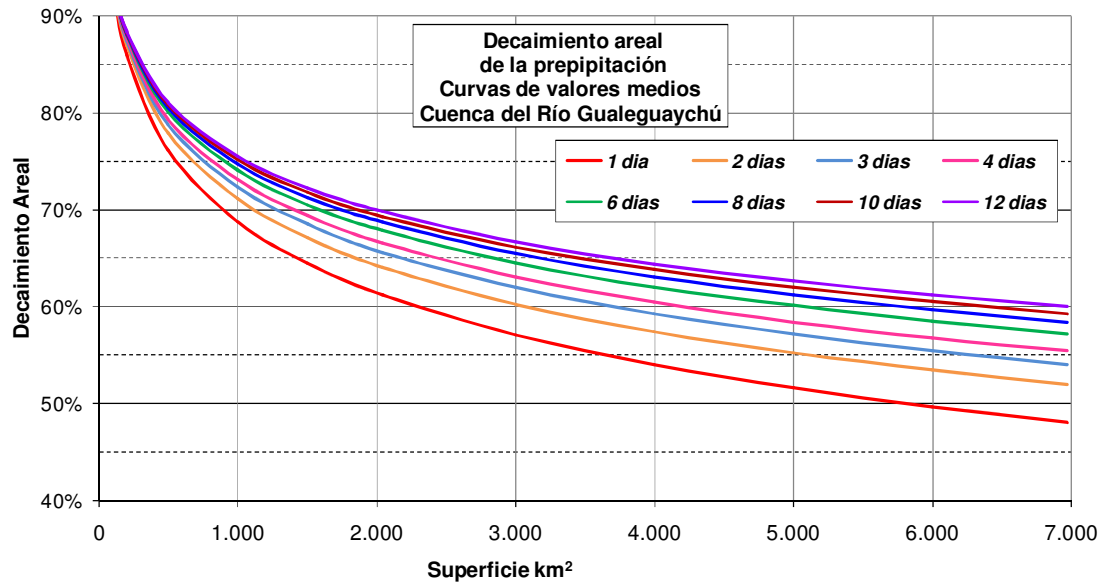


Figura 4.27. Decaimiento areal medio de la precipitación. Cuenca del río Gualeguaychú

4.3.4.3 Distribución temporal de la precipitación

Los patrones de distribución temporal de lluvia para distintas duraciones se desarrollaron mediante el uso del Método de Variabilidad Media (Average Variability Method, AVM) (Bustami *et al.*, 2012). A continuación se presenta el procedimiento:

- A partir de la extracción de los datos, se seleccionaron las diez tormentas más intensas. En este caso como ya se mencionó se eligieron diez tormentas de mayor precipitación promedio areal, que fue la variable considerada (Figura 4.28).

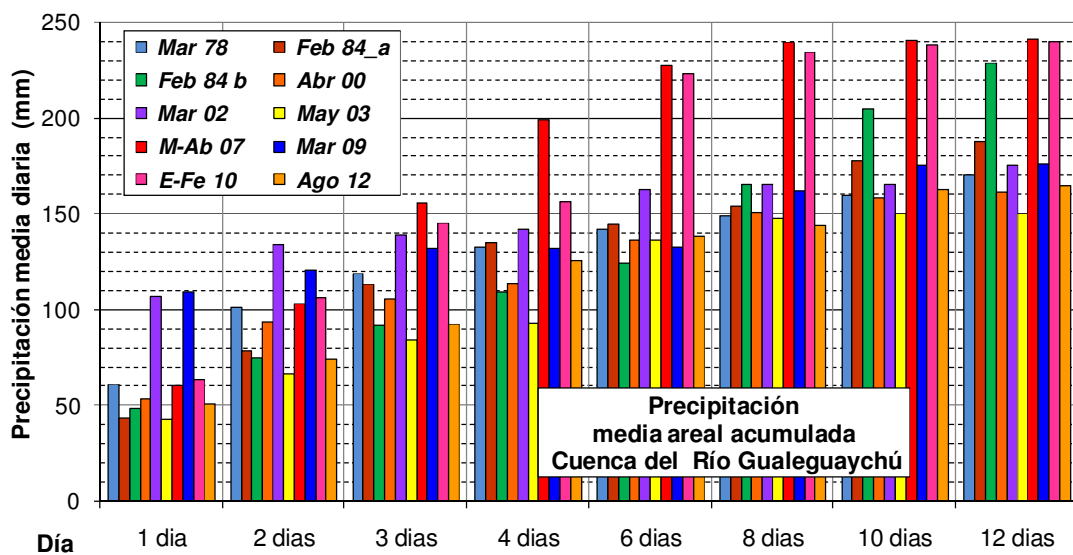


Figura 4.28. Precipitación media areal acumulada de las tormentas seleccionadas

- La precipitación de distintas duraciones luego se divide en intervalos de tiempo regulares o cuantiles. En este caso se trabajó con intervalos de un día para las duraciones de dos a doce días (Figuras 4.29 y 4.30), tomando en cada caso los mayores valores para las distintas duraciones.
- Luego se calcula el porcentaje de lluvia de cada cuantil respecto del total correspondiente a la duración analizada en cada tormenta.
- Se ordenan los porcentajes de los cuantiles de cada tormenta de mayor a menor y se calcula el porcentaje promedio de cada nivel de orden, (el promedio para los mayores porcentajes, para los segundos, etc.).
- Por otro lado los cuantiles de cada tormenta se numeran en orden de magnitud del porcentaje calculado, al de mayor porcentaje se le asigna 1, al segundo 2, etc.

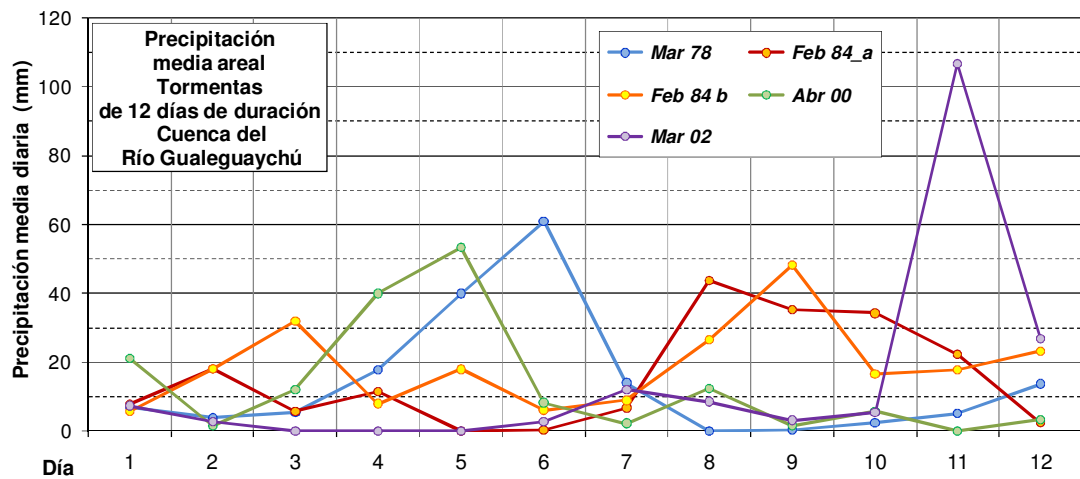


Figura 4.29. Distribución de las precipitaciones seleccionadas (1978 al 2002)

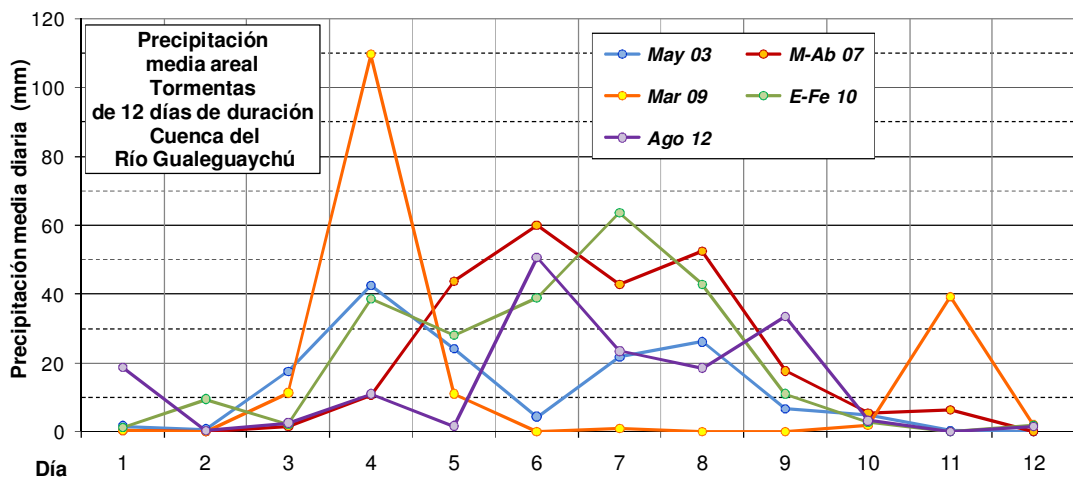


Figura 4.30. Distribución de las precipitaciones seleccionadas (2003 al 2012)

- Se suman los números asignados a las distintas tormentas para cada cuantil.
- Al cuantil de menor suma se le asigna el porcentaje promedio de mayor orden y así sucesivamente. Se obtienen así patrones de distribución para duraciones de 2 a 12 días, con intervalos de 1 día (Figura 4.31).

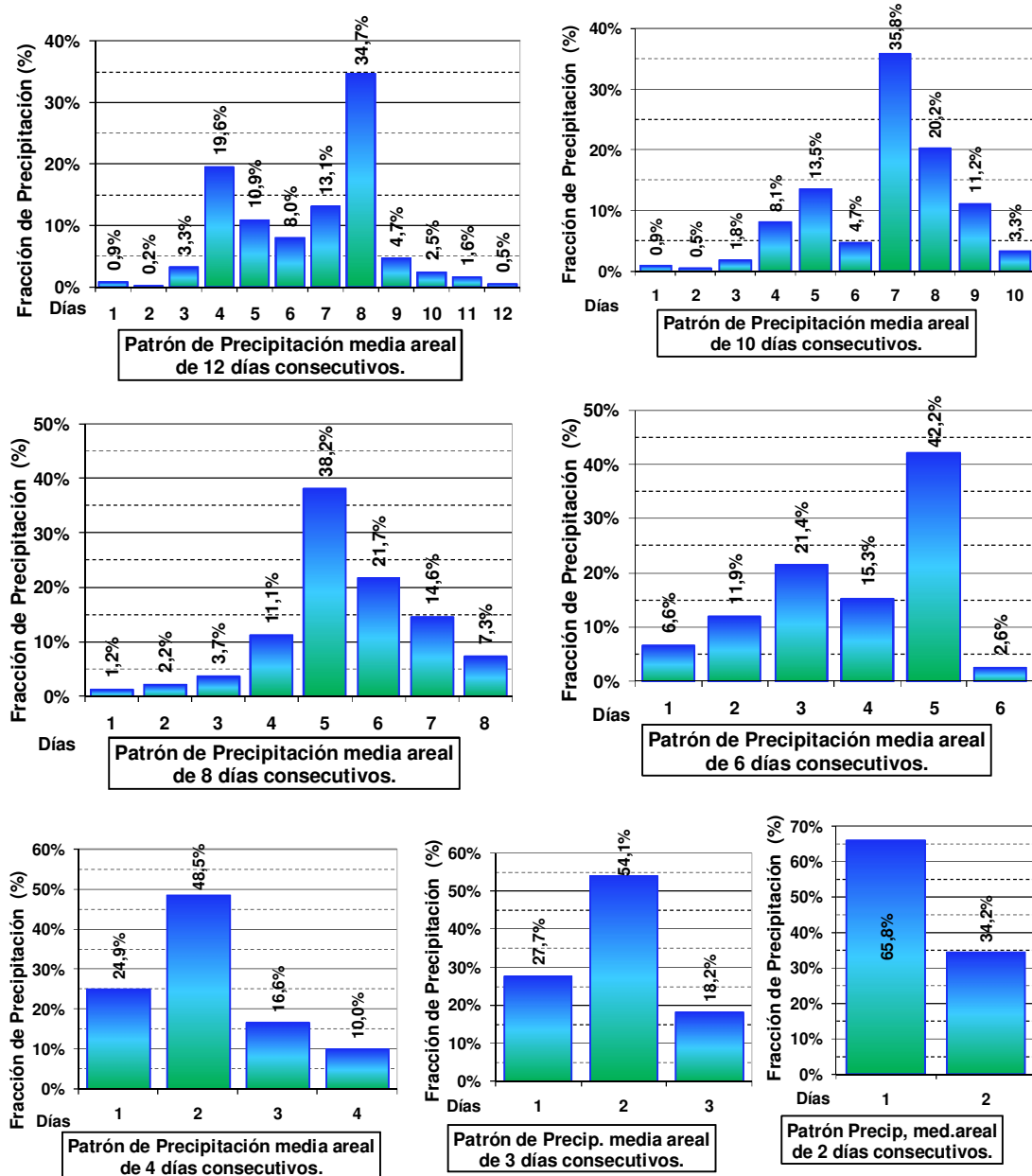


Figura 4.31. Patrones de Precipitación media areal. Cuenca río Gualeguaychú

Los patrones de distribución temporal de lluvia para tormentas de 24 hs de duración se adoptaron del estudio de la UTN Regional Concordia para la Estación INTA de Concepción del Uruguay (Zamanillo *et al.*, 2008), que se desarrolló con el mismo procedimiento descripto a partir de fajas pluviográficas (Figura 4.32).

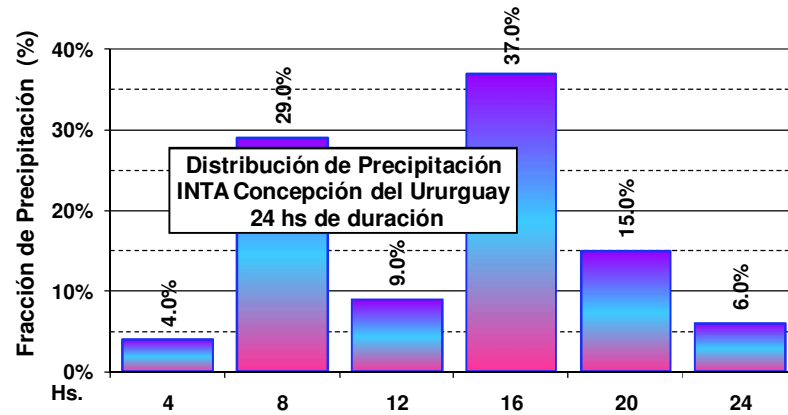


Figura 4.32. Distribución de precipitación de 24hs. INTA C. del Uruguay (UTN FRCD)

4.3.5 Calibración y validación del modelo hidrológico

La calibración del modelo hidrológico se realizó utilizando los datos de caudales de la cuenca superior, disponibles en la RP N° 39 y los datos de lluvia de la red de pluviómetros de la DHER. El proceso de calibración consistió en el ajuste de los parámetros del modelo, principalmente los valores de CN que definen la infiltración y el volumen de escorrentía directa, los coeficientes de Manning de los cursos para evaluar el tránsito de avenidas y los coeficiente de embalse R de los hidrogramas unitarios de Clark de las subcuencas.

En base a un evento conocido de precipitación y datos de caudales para la cuenca superior se ajustaron los parámetros para la parte superior de la cuenca hasta obtener un hidrograma calculado por el modelo similar al observado y luego se realizaron en la misma proporción los ajustes a los parámetros para la cuenca, media e inferior.

Para la calibración se utilizó el evento de precipitación ocurrido entre el 20 al 22 de febrero de 2010, que no tenía lluvias antecedentes cercanas. Esta precipitación cubrió toda la cuenca superior, concentrándose principalmente en el primer día. La distribución para la cuenca superior varió entre un máximo de 163 mm para la Estación Pronunciamento a un mínimo de 65 mm para Colonia Baylina con un promedio de 123 mm. Los datos de la lluvia se presentan en el Anexo 9. La precipitación de cada subcuenca del modelo se ingresó de acuerdo a los datos de lluvia de la estación correspondiente al polígono de Thiessen que la cubre en mayor medida o el promedio de las dos estaciones más cercanas si la subcuenca no está cubierta mayormente por una estación. En la Figura 4.33 se muestran los hietogramas de las estaciones involucradas en la calibración del modelo.

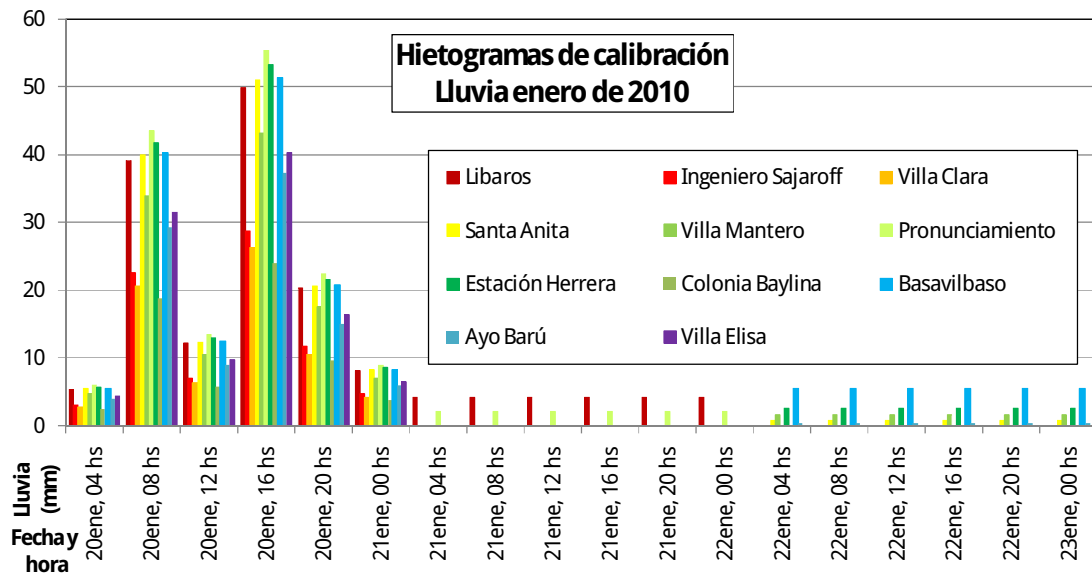


Figura 4.33. Hietogramas de calibración (datos DHER)

A partir de los datos de altura del río de la RP N° 39 se determinó el hidrograma observado utilizando la curva de ajuste de caudales máximos instantáneos determinada en la sección 4.2.2. Después se separó el flujo directo del flujo base por el método del flujo base fijo (Chow *et al.*, 2000) y se procedió a calibrar el modelo hidrológico con el flujo directo sin incorporarle el cálculo del flujo base.

Primeramente se calibró el volumen de escorrentía ajustando el CN, luego se trató de ajustar el caudal pico y el tiempo al pico del modelo, lográndose un buen ajuste. De acuerdo a los ajustes de los valores de CN realizados en la calibración se generó nuevamente el mapa de CN (Figura 4.34) adoptando los valores para cada polígono que tiene un uso de suelo y grupo hidrológico de suelo particular que se muestran en la Tabla 4.6. El valor promedio para toda la cuenca finalmente adoptado resultó ser CN = 71.

Tabla 4.6. Valores adoptados de CN según uso y tipo de suelo

Valor	Usos	A	B	C	D
1	Agua	100	100	100	100
2	Suelo sin vegetación	74	82	88	90
3	Cultivo – Pastizal	60	68	76	80
4	Pradera	40	60	70	75
5	Monte cerrado	30	54	66	73
6	Forestación	19	49	64	71
7	Bañado - anegadizo	44	66	79	85
8	Pradera arbolada	35	56	67	73
9	Urbano - antropizado	76	83	86	88

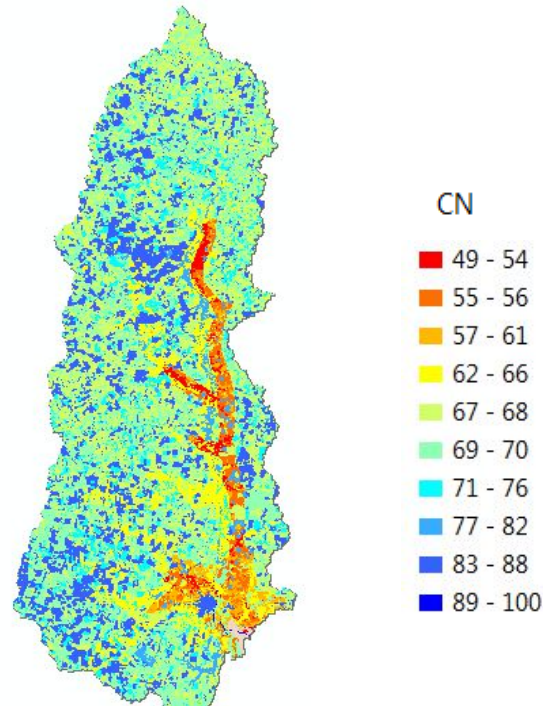


Figura 4.34. Mapa de CN de la cuenca adoptado

Luego de calibrado el flujo directo se agregó el flujo base en función de la superficie de cada subcuenca, con una constante de decaimiento exponencial diaria (Chow *et al.*, 2000) de 0,85 y un tasa inicial del flujo del 15% del caudal pico. Los resultados de la calibración se muestran en la Figura 4.35 y los valores de parámetros en el Anexo 10.

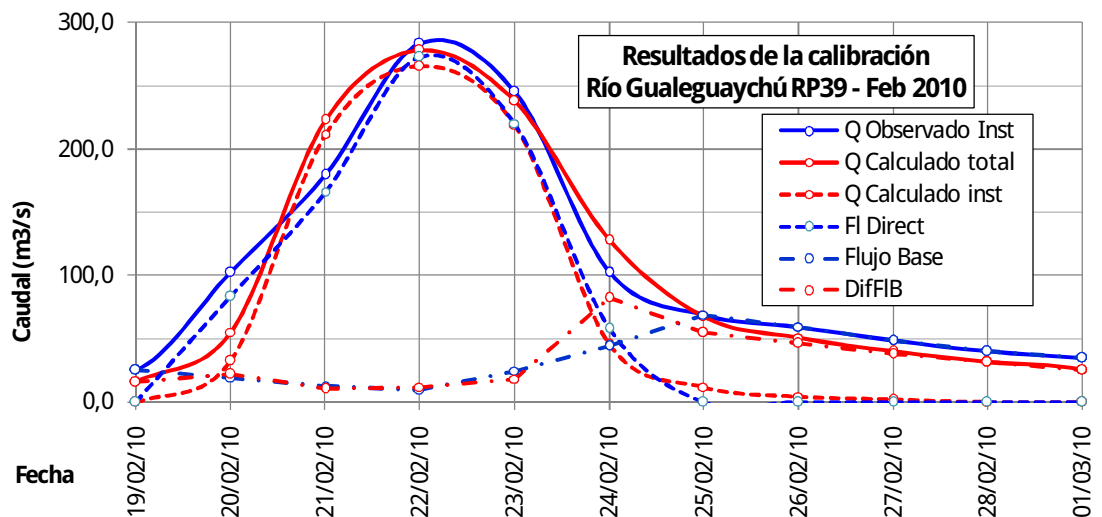


Figura 4.35. Calibración del modelo hidrológico en estación de RP N° 39

Para la validación se utilizó el evento de precipitación ocurrido entre el 22 al 24 de febrero de 2011, que tampoco tenía lluvia antecedentes cercanas. Esta precipitación cubrió

toda la cuenca superior, concentrándose principalmente en el segundo día. La distribución para la cuenca superior evaluada varió entre un máximo de 182 mm para la Estación Santa Anita a 51 mm para Colonia Baylina con un promedio de 116 mm. Los datos de precipitación se presentan en el Anexo 9. En la Figura 4.36 se muestran los hietogramas de las estaciones involucradas en la validación del modelo.

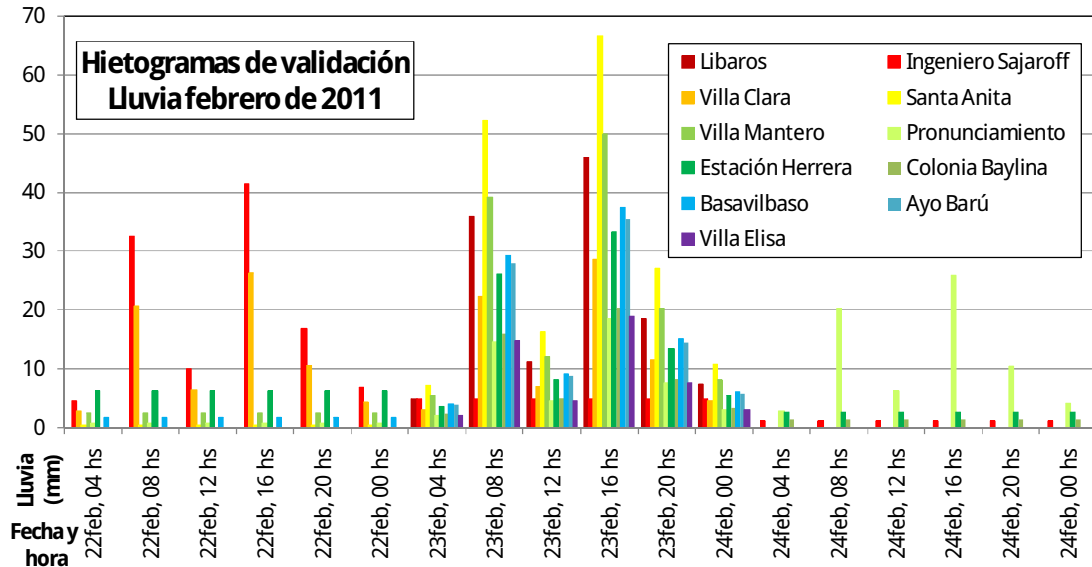


Figura 4.36. Hietogramas de validación (datos DHER)

Para ajustar el hidrograma de validación se disminuyeron los valores de CN en un 5% respecto de los de calibración y el nivel inicial del flujo base hasta un 20% del valor del hidrograma de calibración, lo cual demuestra la sensibilidad del modelo a la condición de humedad antecedente. Los resultados de la validación se muestran en la Figura 4.37.

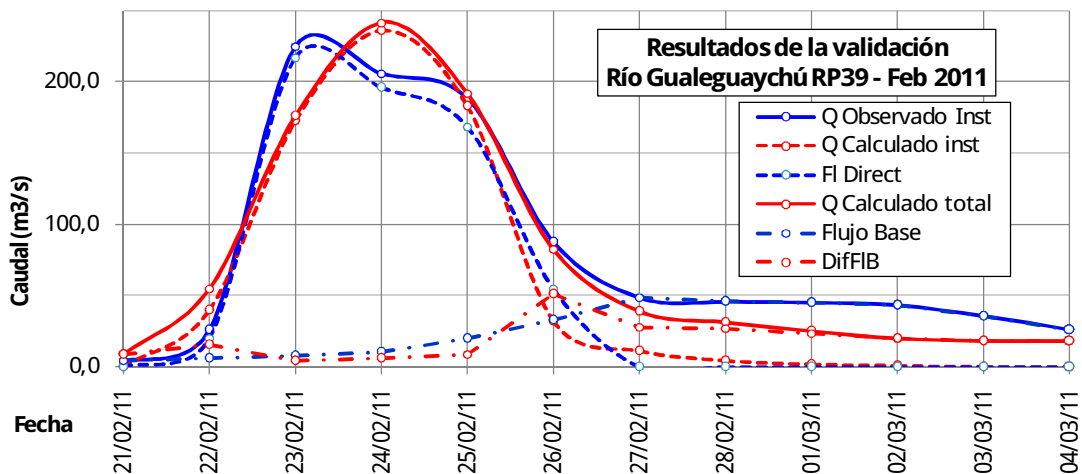


Figura 4.37. Validación ajustada del modelo hidrológico en estación de RP N° 39

En la Tabla 4.7 se presentan los errores de las corridas de calibración y validación del modelo en lo que respecta a los volúmenes de escorrentía, caudal y tiempo al pico.

Tabla 4.7. Errores en las corridas de calibración y validación del modelo

Corrida	Error en Volumen		Error en el Caudal pico	Error en el Tiempo al pico
	Flujo directo	Flujo total		
Calibración	-0,80%	-1,33%	-1,80%	-6 hs
Validación sin ajustar	13,56%	17,47%	22,63%	18 hs
Validación ajustada	-2,17%	1,74%	7,42%	18 hs

4.3.6 Explotación del modelo

La explotación del modelo se realizó, utilizando los parámetros de calibración, a fin de obtener caudales asociados a distintas recurrencias en la estación de aforos de la RP N° 39 y en el tramo inferior del río Gualeguaychú, entre el arroyo Gualeyán y el río Uruguay. Para ello se utilizaron lluvias de distintas duraciones con los valores resultantes del análisis de frecuencias de las estaciones INTA Concepción del Uruguay y del SMN de Gualeguaychú, con las distribuciones temporales determinadas para la PMA de la cuenca y en un principio los coeficientes de decaimiento areal promedios hallados para la PMA.

Para ajustar los valores hallados con los resultados del análisis de frecuencias de caudales en la estación de aforos de RP N° 39 se adoptaron coeficientes de decaimiento areal de la precipitación (Figura 4.38), de uno a doce días de duración, un tanto superior a los valores promedio hallados, aunque muy por debajo de los valores máximos.

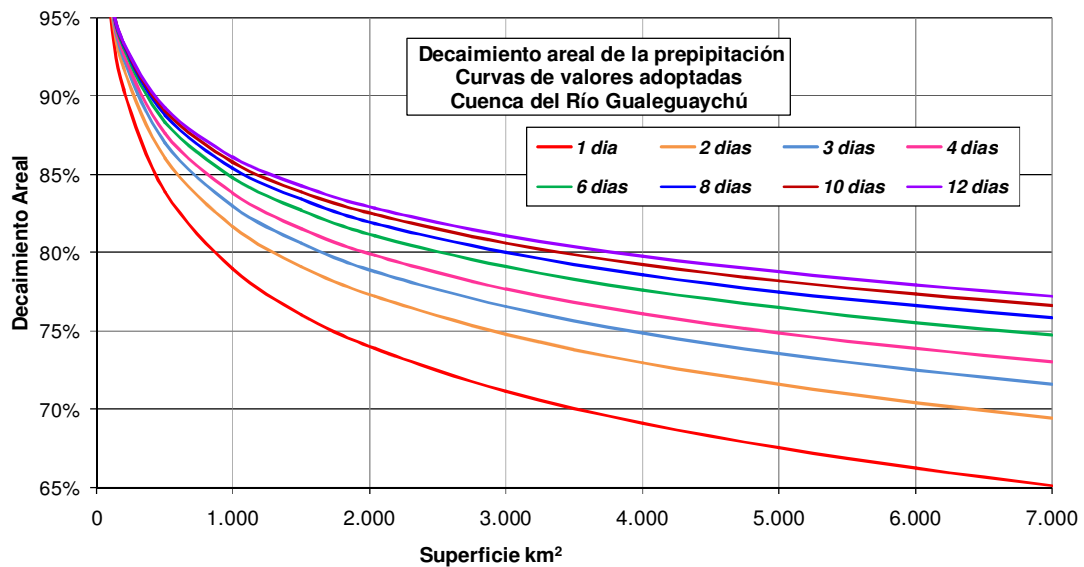


Figura 4.38. Decaimiento areal de precipitación adoptado. Cuenca del río Gualeguaychú

Para ello se ajustó la ecuación general hallada de decaimiento-área-duración media

(4-9) de la precipitación obteniendo la ecuación (4-10) finalmente adoptada del decaimiento areal para la cuenca:

$$Da = \ln S \cdot (-0,09493 \cdot (5 \cdot d)^{0,180}) + (1,35405 / (5 \cdot d)^{0,0346}) \quad (4-10)$$

donde:

Da: coeficiente de decaimiento areal adoptado;

S: superficie considerada (km²);

d: duración de la tormenta (días).

En cuanto a la duración de la tormenta con la que se obtuvieron valores máximos de caudal fue de diez días de duración para la estación de aforos de la RP N° 39 y entre 10 y 12 días de duración para el tramo inferior del río Gualeguaychú, según la recurrencia. Los resultados del modelo se presentan en la Sección 5.2. Las características físicas y parámetros de las subcuencas y de los tramos de tránsito de los hidrogramas se presentan en el Anexo 10. En la Figura 4.39 se muestran salidas gráficas del modelo en las que se observa la separación del hietograma en exceso y las pérdidas del hietograma total junto con el hidrograma generado, mostrando también el flujo base, para una de las subcuencas y el hidrograma resultante en la ciudad de Gualeguaychú. Además de las corridas para determinar caudales asociados a distintas recurrencias se realizaron corridas con eventos utilizados para la calibración y validación del modelo hidráulico, agosto de 2012 y marzo-abril de 2007 respectivamente, que se describen en la Sección 4.5.2.

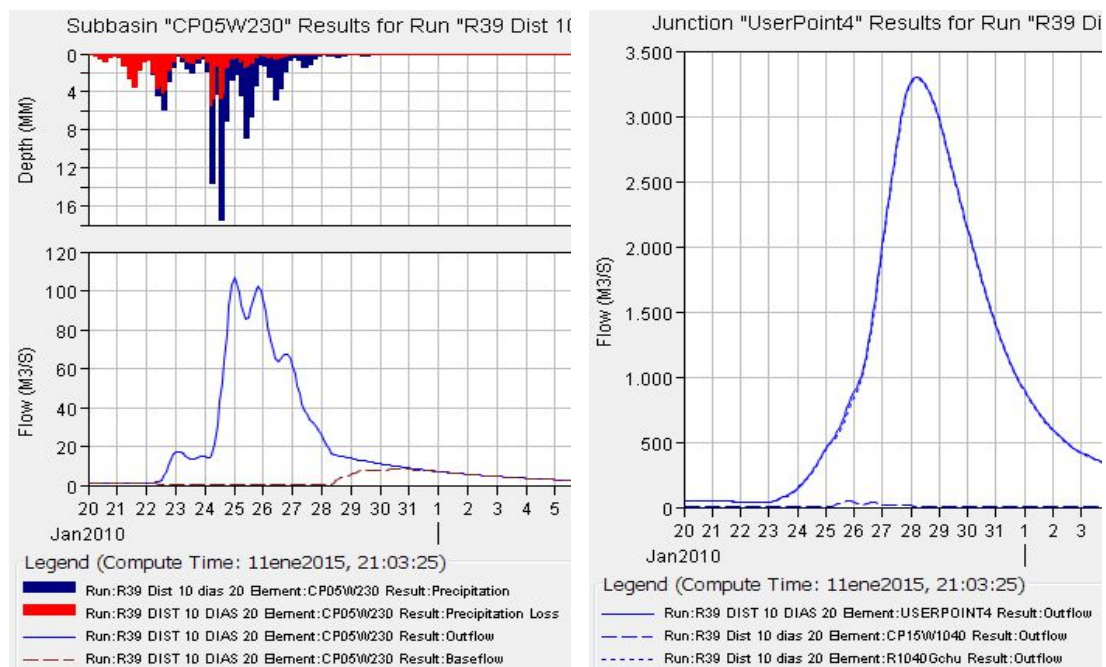


Figura 4.39. Salidas gráficas del modelo hidrológico

4.4 Análisis de la evolución del desarrollo urbano junto al río

La ciudad de Gualeguaychú es la tercera ciudad de la provincia con mayor población, unos 81.659 habitantes según datos del censo 2010. Fue fundada en 1783 por Tomás de Rocamora, comisionado por el Virrey Vértiz para la creación de otras dos ciudades en Entre Ríos, como fueron Gualeguay y Concepción del Uruguay.

El trazado inicial fue el típico en damero de las ciudades coloniales. Su crecimiento fue muy lento hasta que comenzó el arribo de inmigrantes a fines del siglo XIX. En pocos años la llegada del ferrocarril en 1890, la operación del puerto y la instalación del frigorífico a orillas del río en 1929 produjeron un adelanto notable que transformó la ciudad. En la década del 70 se concretan obras importantes en la zona que impactan notablemente en la ciudad, como la inauguración del Puente Zárate – Brazo Largo sobre el Paraná, el Puente Internacional Libertador General San Martín sobre el río Uruguay, la pavimentación de la RN N° 14 y el inicio de actividades del Parque Industrial.

La ciudad de Gualeguaychú ha tenido dentro de las tendencias más importantes en su desarrollo la ocupación del borde costero y el valle de inundación del río Gualeguaychú, incluyendo a sitios céntricos que se encuentran ubicados en niveles bajos cercanos a la costanera. La ocupación de sectores costeros ha sido paulatina y progresiva y ha estado vinculada al desarrollo de la ciudad. En un principio vinculada al puerto (Figura 4.40), luego a la construcción del frigorífico con su puerto al sur de la ciudad (Figura 4.41), a inicios del siglo pasado, que fue el motor económico de la zona. En esa época la ejecución del Puente de la Balsa y el terraplén sobre el valle de inundación configuraron un nuevo conglomerado urbano con la Colonia Potrero, ubicada más allá de la margen izquierda de río y recientemente convertida en el municipio de Pueblo General Belgrano.



Figura 4.40. Imágenes del Puerto de Gualeguaychú



Figura 4.41. Imágenes del antiguo Frigorífico de Gualeguaychú

La Avenida Costanera, el Parque Unzué (Figura 4.42) y más recientemente la construcción de cabañas en el Camino de la Costa (Figura 4.43) frente a la ciudad, han potenciado a la ciudad como polo turístico, aunque tienen el problema de estar asentados sobre terrenos que forman parte del valle de inundación del río Gualeguaychú.



Figura 4.42. Imágenes del Parque Unzué y el cruce bajo nivel de la RP N° 42

También la ocupación de zonas bajas cercanas a la desembocadura de arroyos como El Munilla, fueron convalidadas como situación de hecho, concentrando una gran población en zonas más bajas aún que la zona aleada a la costanera (Figura 4.44). Otros asentamientos irregulares, como los ubicados cerca de la desembocadura del Arroyo Clavarino, pudieron ser erradicados relocalizando en otro sitio esta población que se había ubicado en una zona de alto riesgo, por lo que esta zona ha permanecido sin urbanizarse.

La disponibilidad de terrenos y la cercanía al centro de la ciudad incentivan la tendencia a la ocupación de zonas bajas, venciendo a veces las restricciones al uso del suelo en zonas inundables (Sato *et al.*, 2014).



Figura 4.43. Imágenes del Camino de la Costa y cabañas para turistas

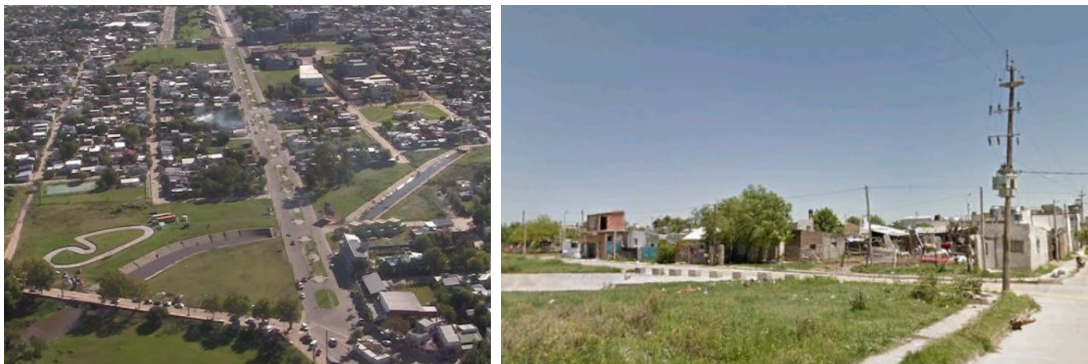


Figura 4.44. Imágenes de la zona del arroyo Munilla

Tanto las necesidades económicas como sociales han sido justificativos para permitir el desarrollo urbano dentro de zonas inundables, pasando a veces por encima de las restricciones de la normativa local de edificación. Este hecho ha sido facilitado por la ausencia de una demarcación precisa de la línea de ribera en la zona, de acuerdo a los lineamientos generales que fija la legislación provincial (Ley 9008, 1996). Por ello, hoy en día estas zonas consolidadas de la ciudad presentan una alta vulnerabilidad ante crecientes un poco superiores a las ordinarias.

Muchas de estas intervenciones se realizaron “ganando” terrenos al río, mediante la sobre elevación de zonas bajas e inundables, como sucedió con la construcción de la Avenida Costanera (Figura 4.45), el Puerto y el antiguo Frigorífico de Gualeguaychú. Esta tendencia continúa hoy en día, aunque con obras menores como edificios y piletas junto al río, incluso cercanas a la estrecha sección del puente de la Balsa (Figura 4.46).



Figura 4.45. La construcción de la Avenida Costanera de Gualeguaychú (fuente SPMG)



Figura 4.46. Imágenes de la construcción de piletas junto a la costa del río

El estudio de la evolución del desarrollo urbano junto al río de los últimos 20 años se realizó en base a imágenes satelitales de mayor resolución (años 2004 y 2014) e información cartográfica (Plan de Actualización Catastral 1994). En base a esta información se determinaron edificaciones ubicadas en áreas inundables para distintas fechas dentro del período analizado, digitalizando polígonos edificados en los últimos 20 años cerca del río, en la zona sujeta a inundaciones debida a crecientes del río de hasta 500 años de recurrencia.

En el Anexo 13 se muestran las imágenes satelitales del 12 de junio de 2004 y del 3 de noviembre de 2014, con las que se digitalizaron las edificaciones del área cercana a la costa y se compararon con las edificaciones del año 1994.

4.5 Modelación hidráulica del tramo inferior del río Gualeguaychú

Con el objeto de estudiar el comportamiento hidráulico del tramo inferior del río Gualeguaychú se implementó un modelo hidráulico, desde la confluencia con el Arroyo Gualeyán hasta la desembocadura con el río Uruguay. El mismo se utilizó luego para evaluar el comportamiento hidráulico del tramo en la situación actual y en distintas situaciones de años anteriores con menor desarrollo urbano cerca del río, así como una situación hipotética sin obras de intervención ni la urbanización del valle de inundación, a los efectos de evaluar la influencia de la urbanización del borde costero en el incremento del riesgo hídrico a que está sometida parte de zona urbana de la ciudad de Gualeguaychú.

Para la realización de este modelo hidráulico se utilizó el software HEC-RAS 4.1.0. Este programa, elaborado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos, permite modelar flujos unidimensionales permanentes y no permanentes, en cursos de agua definidos mediante una serie de secciones transversales, también permite modelar una red de cursos de agua, incorporar alcantarillas y puentes (USACE-HEC, 2010). En este caso se trabajó con un solo curso, es decir un modelo unidimensional sin red de cursos y régimen permanente, a partir de los caudales obtenidos para el tramo en la modelación hidrológica.

4.5.1 Implementación del modelo hidráulico

Para la implementación del modelo se elaboró primeramente un modelo topobatimétrico del terreno en el tramo de estudio. Para ello se utilizaron distintas fuentes de información, como las curvas de nivel del Plan de Actualización Catastral Urbano y Subrural de la provincia de Entre Ríos (PAPCUS), curvas de nivel de las planchetas del IGN para todo el tramo, relevamientos topobatimétricos realizados para el estudio del Proyecto del Nuevo Puente entre Gualeguaychú y Pueblo General Belgrano en el tramo de estudio y el relevamiento de los puentes y aliviaderos (Domé *et al.*, 2014).

Con esta información se obtuvieron 49 perfiles transversales en una longitud del tramo de estudio de 23.664 m en la dirección del cauce del río (Figura 4.47), el detalle se presenta en el Anexo 11. Dos de estos perfiles coinciden con sitios relevantes como la RN N° 136 (progresiva 23.143 m), la traza de la RP N° 42 (progresiva 17.626 m); otros dos se ubican en correspondencia de las escalas hidrométricas del Puerto de Gualeguaychú (progresiva 16.749 m) y Boca del Gualeguaychú (progresiva 3.203 m).

Los perfiles tienen una separación menor en la zona de la ciudad, incluyendo varios perfiles cercanos aguas arriba y aguas abajo de los puentes pero entre la zona sur de

la ciudad y el río Uruguay hay una menor separación entre perfiles. El detalle con la ubicación de los perfiles puede verse en el Anexo 11.

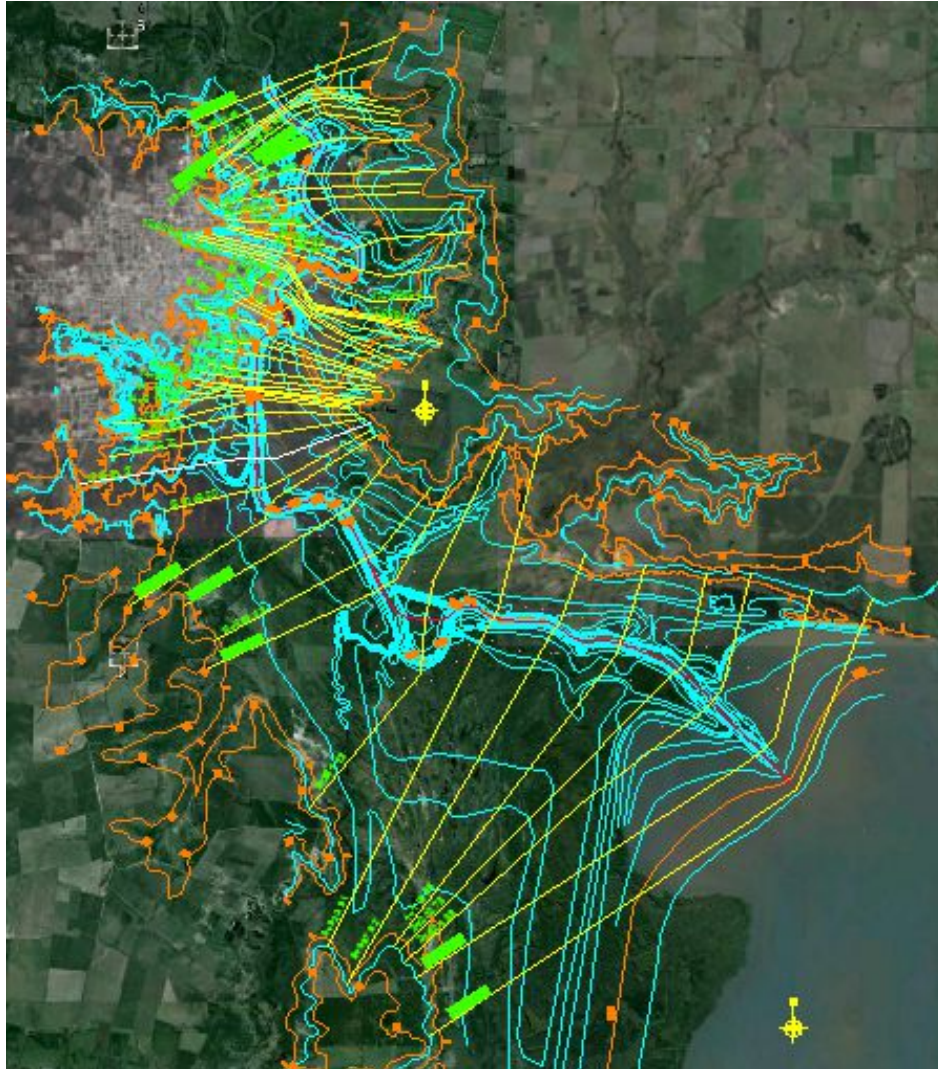


Figura 4.47. Perfiles del modelo hidráulico

En coincidencia con las líneas de flujos interrumpidas por construcciones, terraplenes y obstrucciones se ingresaron áreas de flujo inefectivas aguas arriba y aguas abajo de las mismas. En estos sitios el modelo considera que el agua mantiene el nivel del resto del perfil pero no tiene velocidad. Para la condición de borde de aguas abajo se partió de un nivel medio del río Uruguay, en correspondencia con el módulo del río Uruguay de $4.622 \text{ m}^3/\text{s}$, tomando en cuenta la curva de altura-frecuencia de Boca de Gualeguaychú.

4.5.2 Calibración y validación del modelo hidráulico

Para la calibración y validación del modelo se consideraron dos eventos

relativamente recientes, en los que se contaba con información de altura de las escalas de Puerto de Gualeguaychú y Boca de Gualeguaychú, las cotas del 0 de las escalas (Domé *et al.*, 2014), además de una buena cobertura de datos pluviométricos en las distintas estaciones de la DHER distribuidas en la zona de la cuenca. Estos eventos son la crecida de agosto de 2012 para la calibración y la de marzo-abril de 2007 para la validación del modelo, para las cuales también se contaba con fotografías de la inundación en la ciudad y referencias de las áreas afectadas. Estos eventos se produjeron por lluvias que tuvieron mayor intensidad en la zona media y baja de la cuenca, por ello no fueron utilizadas para la calibración y validación del modelo hidrológico de la parte superior de la cuenca, donde se utilizaron eventos que solo tuvieron importancia en esta parte de la cuenca.

A partir de los datos de lluvias analizados en la Sección 4.3.4.3 se realizaron las modelaciones hidrológicas de ambos eventos y se obtuvieron caudales de 1.083 m³/s y 2.130 m³/s para las crecidas de calibración y validación, respectivamente. En función de los datos de altura de las escalas y el caudal de la crecida de calibración se ajustaron los coeficientes de rugosidad del cauce y las márgenes inundables. Para ello se fijó el nivel de aguas abajo de acuerdo a la altura de Boca de Gualeguaychú, que se encuentra cerca del límite inferior del modelo y luego se fueron ajustando los valores de rugosidad de modo que el nivel del modelo en correspondencia con la progresiva de la escala de Puerto de Gualeguaychú se ajuste con el valor registrado en la misma.

Como resultado del ajuste realizado se obtuvieron coeficientes de rugosidad de Manning de 0,022 para el cauce y 0,075 para el valle de inundación. Luego se simuló la crecida con el caudal de validación, ajustando el nivel aguas abajo cercano a la escala de Boca de Gualeguaychú y se obtuvieron valores muy cercanos a los hallados en la escala de Puerto de Gualeguaychú (Tabla 4.8), con una diferencia de 3 cm. En el Anexo 12 se presentan los resultados de las salidas de calibración y modelación del modelo y en la sección 5.3 se presentan las salidas gráficas de las modelaciones de las crecidas calibración y validación junto con el análisis de los resultados.

Tabla 4.8. Ajuste de alturas de escala en las corridas de calibración y validación

Escala hidrométrica	Cota IGN del 0 de la escala (m)	Progresiva modelo (m)	Altura IGN registrada (m)		Nivel IGN del modelo (m)		Diferencias (m)	
			2007	2012	2007	2012	2007	2012
Boca de Gualeguaychú	- 0,52	3.202	2,46	2,80	2,46	2,80	0	0
Puerto de Gualeguaychú	- 0,50	16.749	4,48	3,48	4,45	3,48	-0,03	0

4.5.3 Explotación del modelo hidráulico

4.5.3.1 Análisis de la situación actual con niveles medios del río Uruguay

El análisis de la situación actual se realizó primeramente en base a los resultados del modelo hidrológico, analizando crecientes para los caudales de 2, 5, 20, 100 y 500 años de recurrencia, que se informan en la sección 5.2, considerando niveles medios del río Uruguay a la salida del modelo (Figura 4.48).

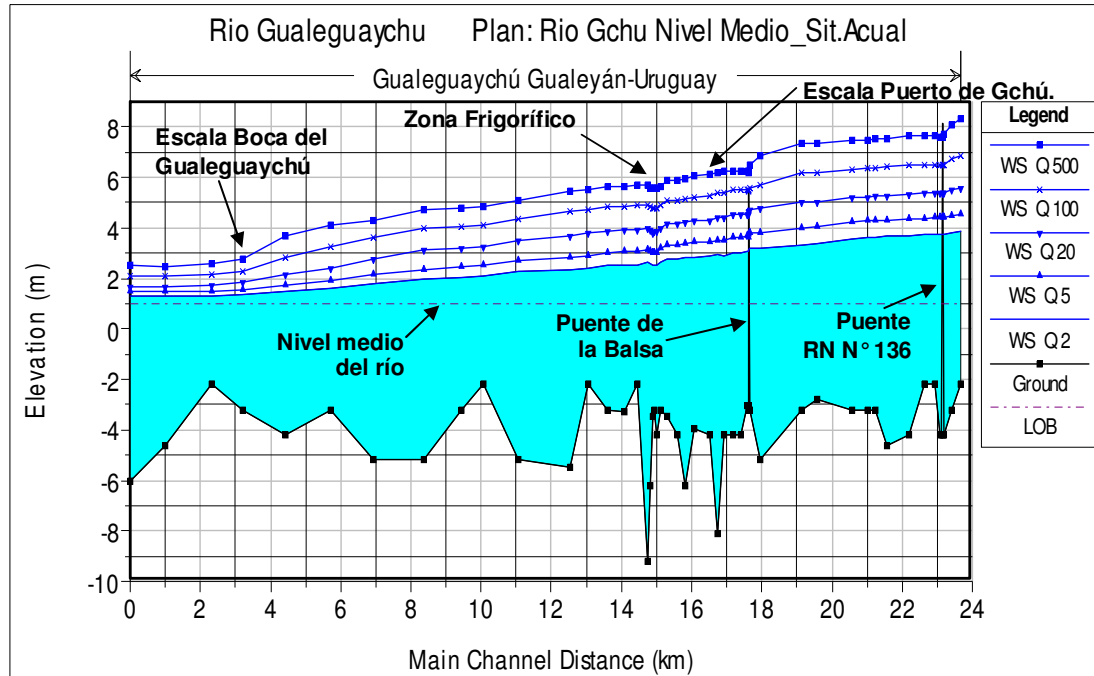


Figura 4.48. Perfil longitudinal de crecidas del río Gualeguaychú con niveles medio del río Uruguay

En todo el tramo de estudio existen zonas con amplias superficies inundables para bajas recurrencias, como se ve en la foto aérea de la creciente de agosto 2012 (Figura 4.49), para la que la zona urbana de la ciudad no se inundó, pero sí el Parque Unzué y la península ubicada al norte del puente metálico, denominado Puente de la Balsa.

Además se produce incremento de niveles en el flujo por la presencia de los puentes debido a la escasa sección de paso que estos tienen cuando se producen las crecientes más importantes. Este efecto es mayor en el puente de la Balsa que en el de la RN N° 136 para crecidas menores, pero para creciente de más de 100 años de recurrencia es mayor en el puente de la RN N° 136 que en el Puente de la Balsa, porque en estos últimos casos se produce el sobrepaso de los terraplenes de acceso al puente metálico.



Figura 4.49. Sector entre Puente de la Balsa y RN N° 136 (agosto de 2012)

El puente de la RN N° 136 tiene 12 vanos de 30 m, que totalizan una luz de 360 m, con falsos estribos revestidos con losetas de hormigón. En el valle de inundación, de más de 2 km de ancho, solo se encuentran dos alcantarillas aliviaderos, una a cada lado, con dos luces de 5 m cada una, que totalizan junto con el puente 380 m de luz (Figura 4.50).

En ninguna de las crecidas analizadas se produce el sobrepaso de los terraplenes, solo se observa que el caudal de 500 años de recurrencia supera el fondo de las vigas del puente y los dinteles de las alcantarillas. Sin embargo, como la sección de paso se concentra principalmente en el puente se genera una fuerte concentración del flujo del valle de inundación en dirección hacia el puente (Figura 4.51).



Figura 4.50. Vista del puente y alcantarilla aliviadero de la RN N° 136 (fotos de Google Earth y estudio del Nuevo Puente de Gualeguaychú)

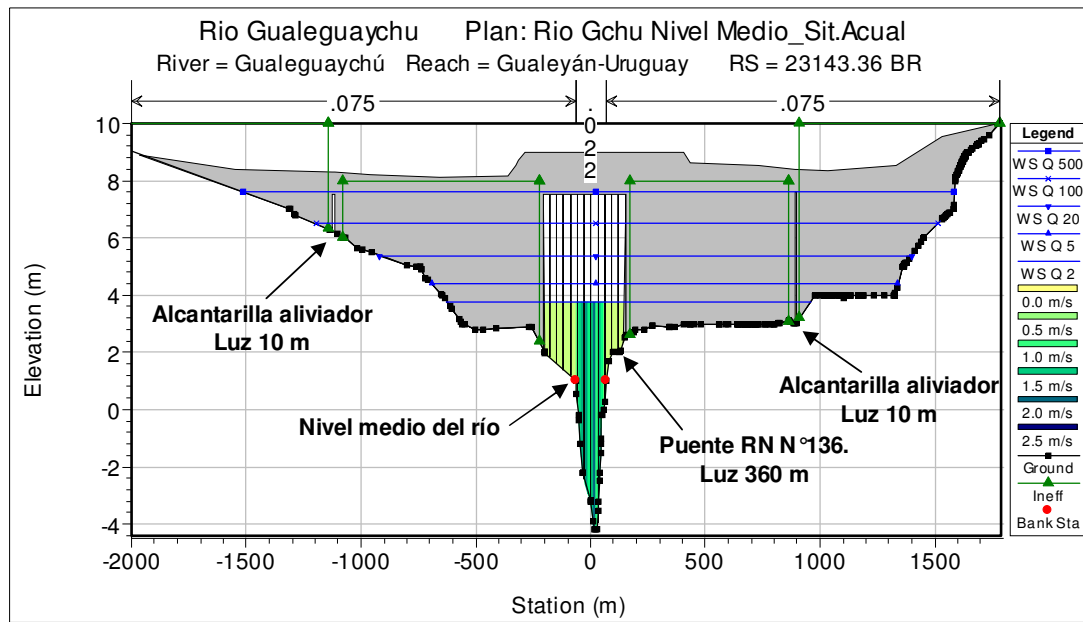


Figura 4.51. Perfil transversal del terraplén y puente de la RN N° 136

La zona norte de la ciudad se ve afectada por crecientes de gran magnitud, superiores a 50 años de período de retorno, en los sitios más bajo, con cota IGN de los 6 m. La creciete de 100 años de recurrencia llega a cota 6,39 m en el caso de la zona de calle Palacios, progresiva 21.251 m (Figura 4.52).

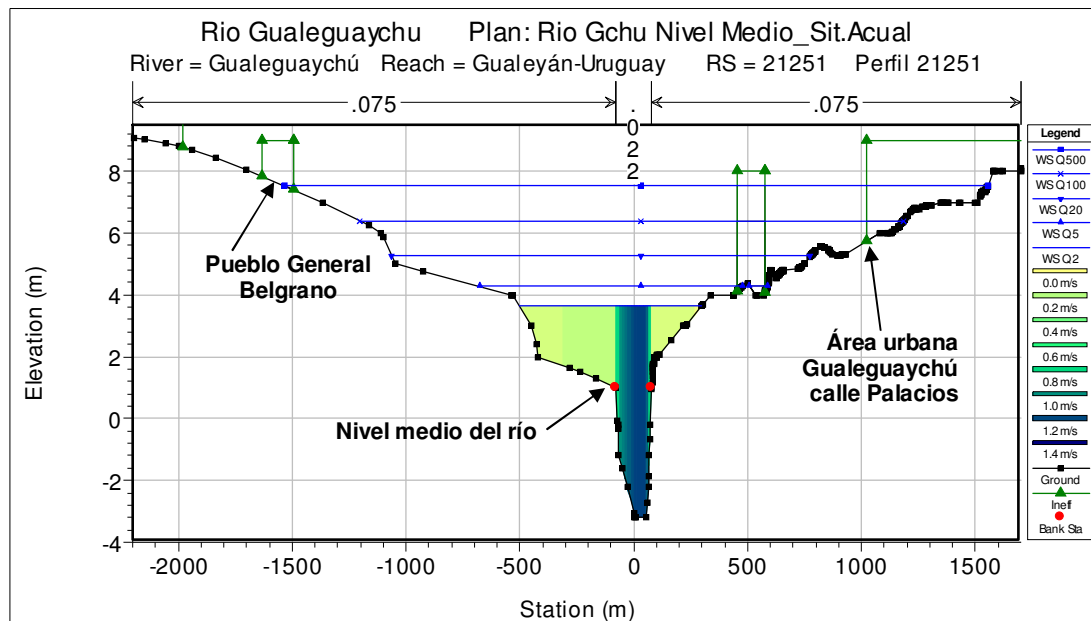


Figura 4.52. Perfil transversal zona norte de la ciudad de Gualeguaychú

Hacia el sur del Boulevard Montana, en calle Cervantes, progresiva 20.556 m, la zona urbana tiene áreas más bajas que se inundan con una frecuencia superior a los 5 años

de recurrencia, llegando a cota IGN 6,33 para 100 años de recurrencia (Figura 4.53).

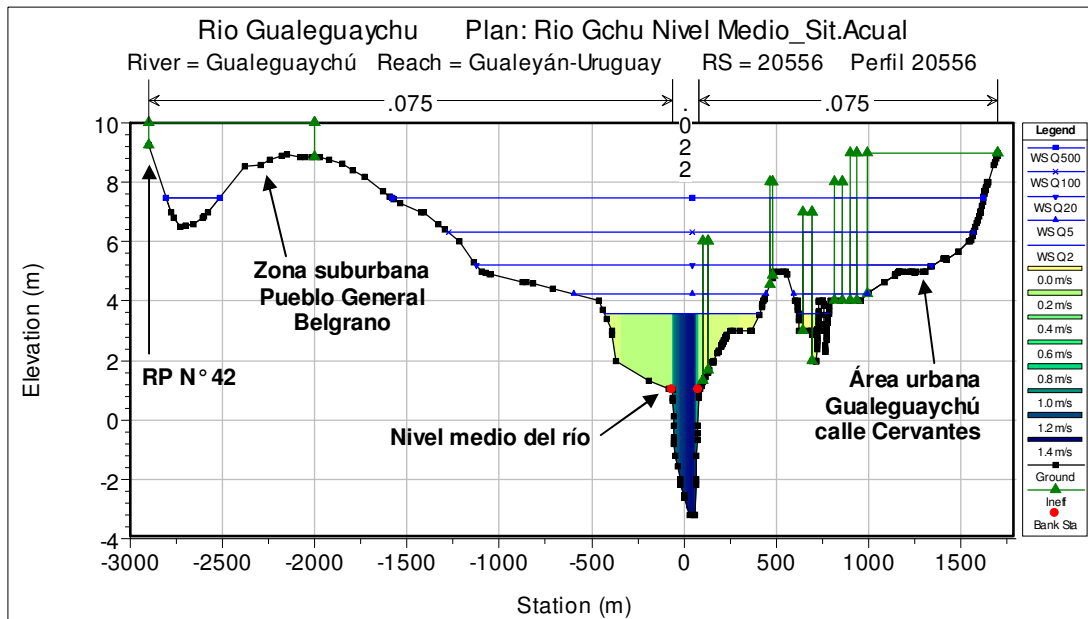


Figura 4.53. Perfil transversal zona cercana a Boulevard Montana

La zona de la península, tiene terrenos más bajos que el área urbana, por lo que se ve sometida en parte de la misma a inundaciones para crecientes menores a la de 2 años de recurrencia, al igual que los terrenos ubicados del lado de Pueblo Belgrano al norte del terraplén de la RP N° 42, que también son muy bajos (Figura 4.54).

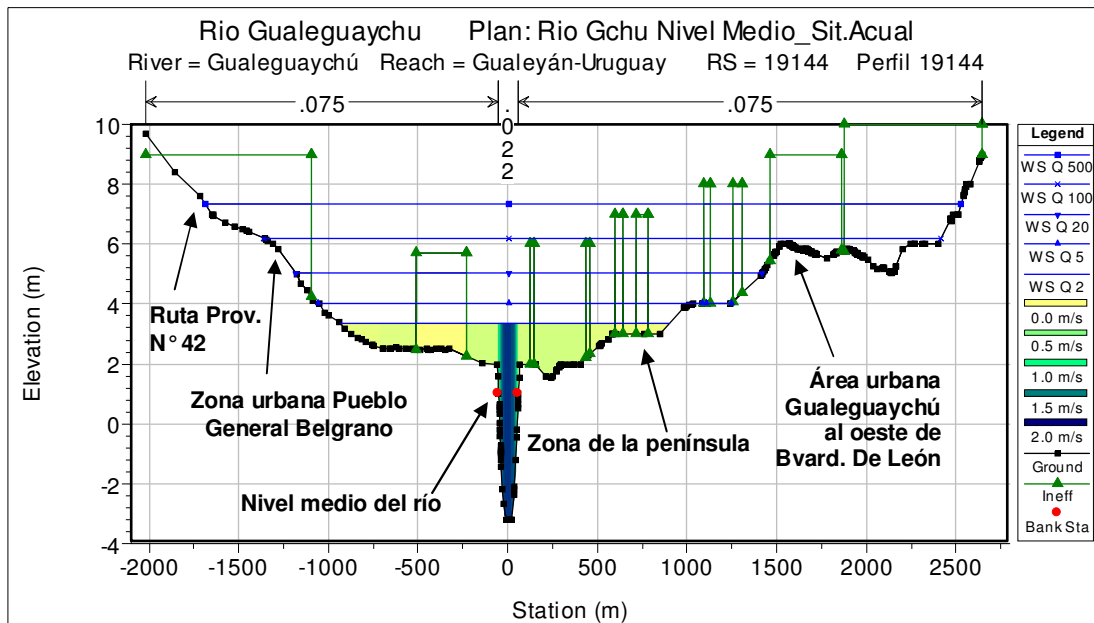


Figura 4.54. Perfil transversal zona de la península al norte del Puente de la Balsa

En esta zona de progresiva 19.144 m la creciente de 100 años de recurrencia llega

hasta cota IGN 6,20 m. Al oeste de Boulevard De León las cotas del terreno ya son más altas y el área urbanizada solo es alcanzada para crecientes de más de 50 años de recurrencia. Pero la zona más baja del área urbana de Pueblo Belgrano, cercana al arroyo que drena la zona norte, comienza a inundarse para crecientes un poco mayores a 5 años de recurrencia, sin embargo las crecientes más grandes no llegan a la RP N° 42.

El puente Méndez Casariego, también denominado Puente de la Balsa, es un puente metálico que tiene 5 vanos de 36 m, que totalizan 180 m de luz. Cruza el río a la altura del parque Unzué donde se ubica el terraplén de la RP N° 42 que tiene un puente de un cruce vehicular bajo nivel de 10,8 m y cerca de las termas de Pueblo General Belgrano se encuentra un aliviador de tres luces de 10 m. En total suman 220 m de luz para el paso del agua (Figura 4.55), en un valle de inundación de unos 2 km. Dicho terraplén representa una obstrucción importante al flujo de las crecidas, por lo que este se concentra principalmente en el cauce del río y en mucha menor medida en los aliviaderos (Figura 4.56).



Figura 4.55. Vista del puente metálico, el cruce bajo nivel y del puente aliviador

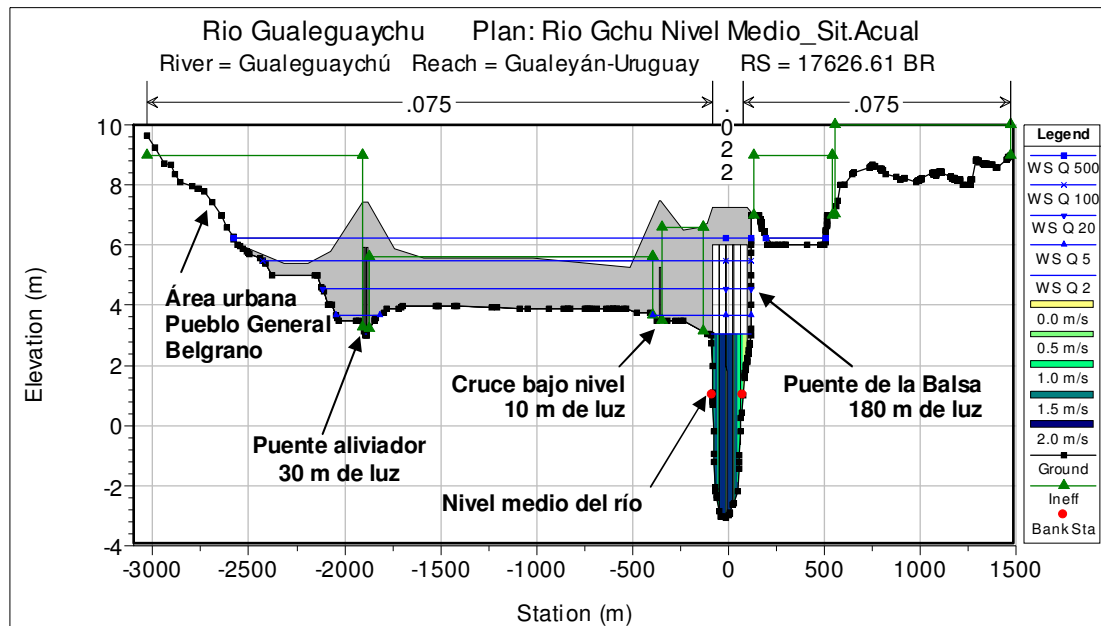


Figura 4.56. Perfil transversal del terraplén de la RP N° 42 y el puente metálico

Aguas abajo del puente se produce un desnivel apreciable respecto de aguas arriba, llegando la crecida de 100 años de recurrencia a una cota de 5,51 m IGN, sobrepasando en partes el nivel del terraplén de la ruta. Los niveles del área urbana de Gualeguaychú en la zona de la cabecera del puente no son inundables porque son muy altos, salvo crecientes extraordinarias de 500 años de recurrencia.

Aguas abajo del Parque Unzué el cauce del río se bifurca formando la Isla Libertad (Figura 4.57). Aguas arriba de esta bifurcación sigue siendo importante la obstrucción al flujo que produce el terraplén de la RP N° 42 y en menor medida de las edificaciones que se encuentran en la zona aledaña al Parque, el cual sufre inundaciones generalizadas para crecidas de de 3 a 4 años de recurrencia. Por el lado de la Avenida Costanera los niveles son más bajos que en la zona de la cabecera del Puente, llegando a inundarse para crecientes de más de 20 años de recurrencia, como la del año 2007 (Figura 4.58). En progresiva 17.189 m, en la zona de calle Bolívar, la crecida de 100 años de recurrencia llega hasta cota 5,50 m de IGN (Figura 4.59).

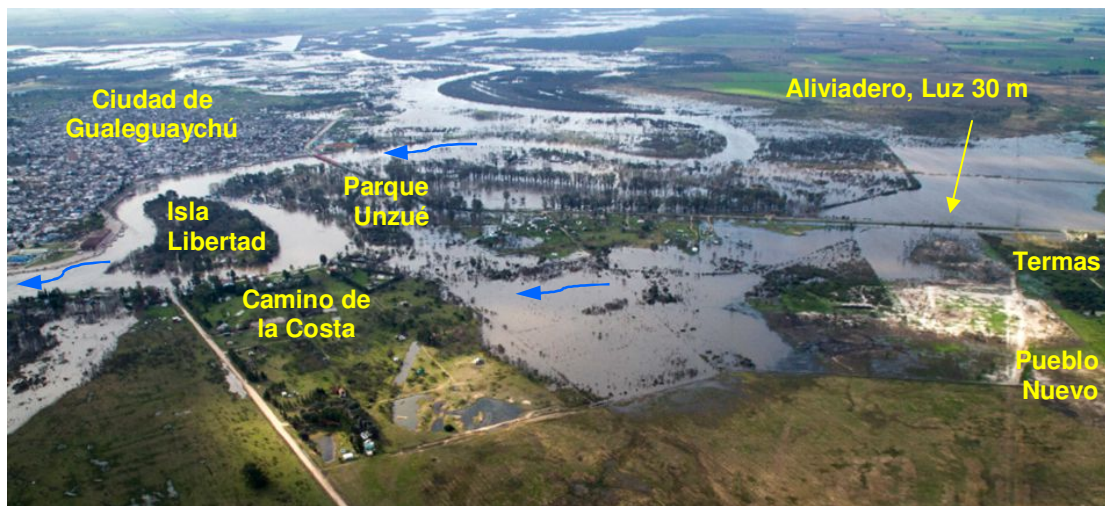


Figura 4.57. Vista aérea de la crecida de 2012 y el valle de inundación frente a la ciudad



Figura 4.58. La inundación del 2007 en la costanera, el hotel Aguaray y calle 25 de Mayo

En la zona del Puerto se encuentra la escala hidrométrica, en progresiva 16.749 m.

Frente a esta se ubica la Isla Libertad y luego el camino de la costa. Hacia el este del mismo hay una zona muy baja, que forma parte del cauce de un arroyo que drena la zona sur de Pueblo Belgrano y descarga al Gualeguaychú frente a la Isla Libertad. Esta zona suele inundarse a través del arroyo para frecuencias más bajas de 2 años de recurrencia al igual que el camino de la costa y a la misma llega el flujo que cruza por el aliviador del Puente de la Balsa que se encuentra cerca de las Termas (Figura 4.60).

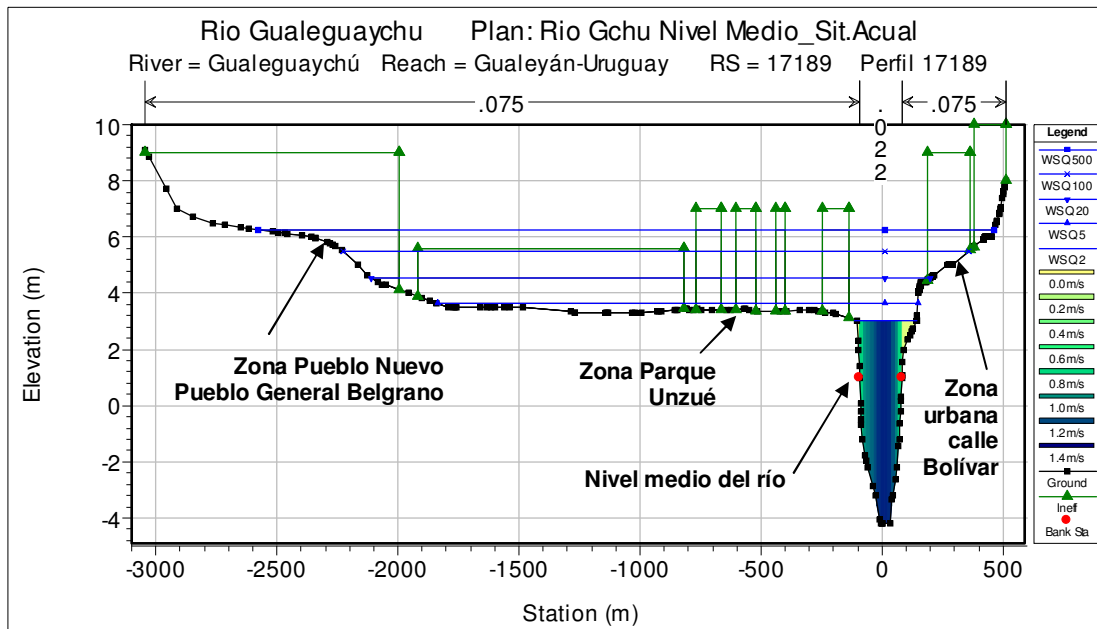


Figura 4.59. Perfil transversal en la zona de la Avenida Costanera

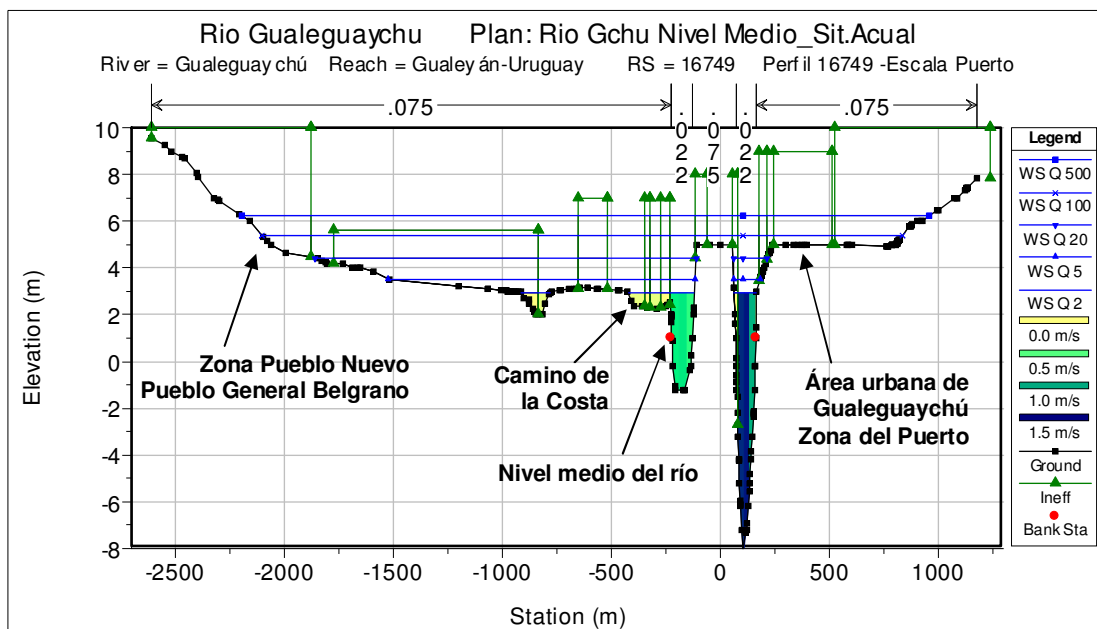


Figura 4.60. Perfil transversal en la zona del Puerto de Gualeguaychú

La zona del puerto sufre inundaciones para crecientes mayores a 20 años de recurrencia (Figura 4.61). La creciete con caudal de 100 años de recurrencia llega a una cota 5,40 m de IGN. La creciete de 1978 con una altura de 7,28 m en la escala (6,78 m de IGN) fue de carácter aluvional con una recurrencia en altura superior a 500 años y según los comentarios periodísticos tuvo lugar por la rotura del terraplén que producía un endicamiento del río en la construcción del puente de la RN N° 14.



Figura 4.61. Vista aérea de las creciete de 2012 y 2007 en la zona del puerto

Más aguas abajo, está la zona del Arroyo Munilla que es baja y comienza a sufrir inundaciones para crecientes de más de 5 años de recurrencia (Figura 4.62). Para crecientes de mediana importancia como la del 2007, del orden de 20 años de recurrencia, las áreas anegadas en esta zona son muy extensas. Enfrente, el Camino de la Costa es un poco más bajo y crecientes de 3 a 4 años de recurrencia ya lo anegan. La creciete de 100 años de recurrencia en progresiva 16.077 m llega a cota IGN 5,23 m (Figura 4.63).



Figura 4.62. Vista aérea de las creciete de 2007 en la zona del arroyo Munilla

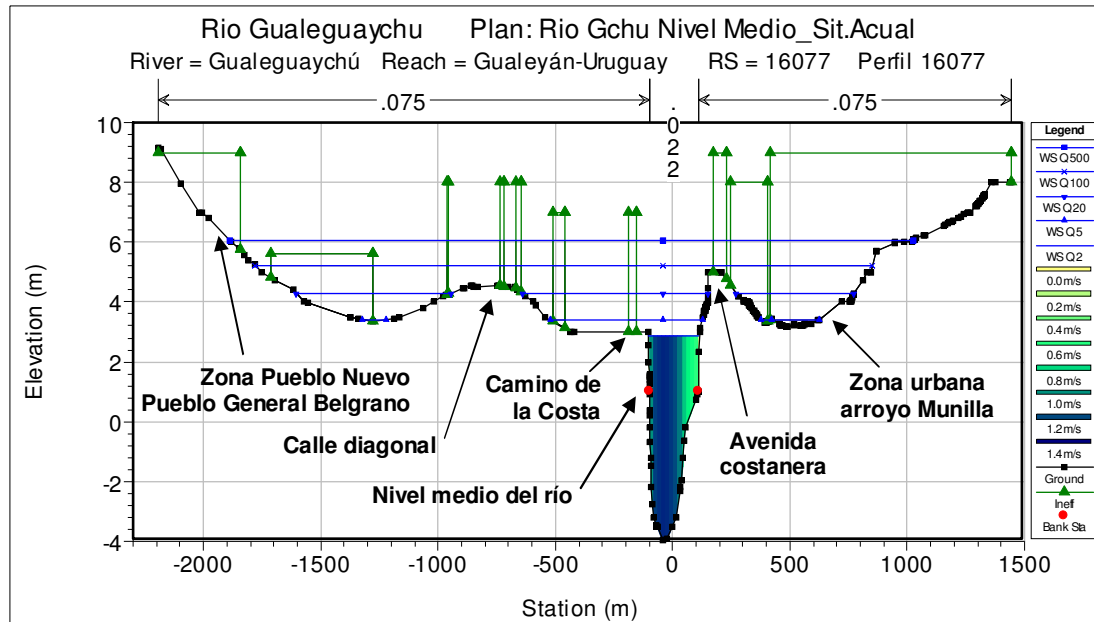


Figura 4.63. Perfil transversal en la zona del arroyo Munilla

Detrás del camino de la costa se encuentra una zona baja por donde corre el flujo que desborda del cauce. Más hacia el este hay una cuchilla donde se ubica una calle diagonal al Camino de la Costa que lo conecta con el camino ubicado al sur de Pueblo Belgrano. Esta lomada más alta se inunda para crecientes mayores de 30 años de recurrencia, por lo que interrumpe el flujo para crecidas menos importantes, entre la zona baja del aliviadero de la RP N° 42 y la zona baja detrás del camino de la costa.

En la zona sur de la Costanera, el área baja cercana es más reducida que en la zona del Munilla y el terreno sube más rápidamente. Del otro lado el camino de la costa y la zona baja aledaña se mantiene a niveles similares, pero va creciendo la altura de la cuchilla donde se ubica la calle diagonal. La creciente de 100 años de recurrencia en progresiva 15.592 m llega a cota IGN 5,12 m (Figura 4.64).

Al sur de la finalización de la Avenida Costanera se encuentra el predio del antiguo Frigorífico de Gualeguaychú, que contaba con un puerto propio. En este sitio el terreno fue alteado en toda la zona del predio, que es inundable para crecientes de más de 50 años de recurrencia. La construcción del puerto también produjo un importante estrechamiento del cauce frente al predio del frigorífico. La margen opuesta es más baja y se inunda para más de 2 años de recurrencia. La cota de inundación para 100 años de recurrencia en progresiva 14.948 m es de 4,78 m de IGN (Figura 4.65). Al sur de esta zona el valle de inundación se ensancha en forma importante tanto hacia el este como hacia el oeste.

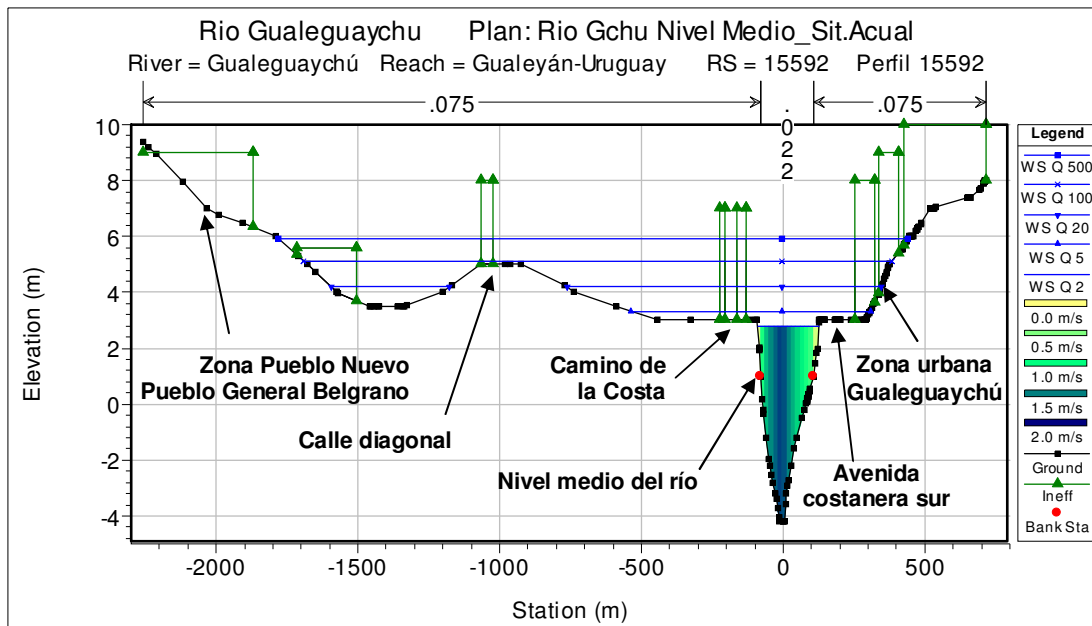


Figura 4.64. Perfil transversal en la zona sur de la Avenida Costanera

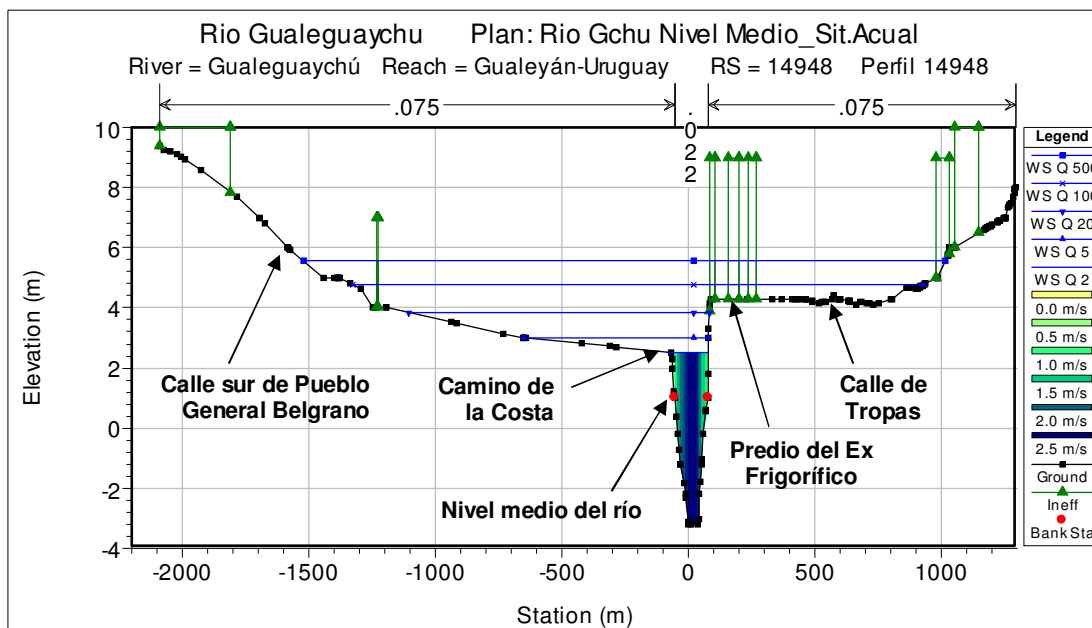


Figura 4.65. Perfil transversal en la zona del antiguo Frigorífico de Gualeguaychú

A la altura del basural, al sur del cauce del Arroyo El Cura, continúa el valle amplio hacia ambas márgenes, pero sigue siendo más alto del lado oeste. La cota de inundación para 100 años de recurrencia en progresiva 13.048 es de 4,75 m de IGN (Figura 4.66).

Más hacia aguas abajo los niveles están cada vez más dominados por las crecidas del Uruguay que por las del Gualeguaychú, ya que en Boca de Gualeguaychú la cota IGN de 100 años de recurrencia de acuerdo al análisis de frecuencias de alturas es 4,50 m.

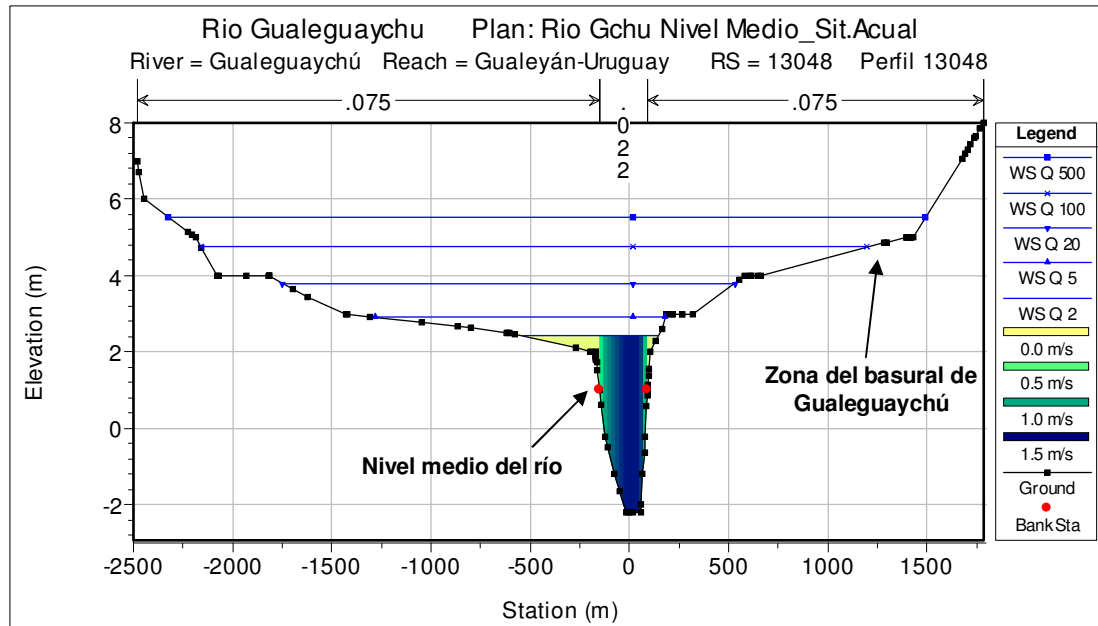


Figura 4.66. Perfil transversal área suburbana del basural de Gualeguaychú

4.5.3.2 Análisis de la situación actual con niveles altos del río Uruguay

Para analizar el efecto combinado de niveles altos del río Uruguay con crecidas del río Gualeguaychú se tomaron niveles de borde del modelo en el río Uruguay a partir de la curva altura-frecuencias de Boca de Gualeguaychú (Figura 4.67), teniendo en cuenta que la Cota IGN del 0 de la escala es -0,52 m (Domé *et al.*, 2014). Se analizaron distintas combinaciones de niveles altos del río Uruguay con crecidas del río Gualeguaychú:

- una crecida con caudal de 2 años de recurrencia del río Gualeguaychú con una altura en la desembocadura que corresponde al 1% de la frecuencia.
- crecida con caudal de 5 años de recurrencia del río Gualeguaychú con una altura correspondiente al 2,5% de la frecuencia.
- crecida con caudal de 20 años de recurrencia del río Gualeguaychú con una altura correspondiente al 10% de la frecuencia.
- por último se consideró una crecida con caudal de 100 años de recurrencia con una altura de frecuencias correspondiente al 25% de la frecuencia.

En este caso también se le sumó al nivel de cálculo en el río Uruguay el incremento estimado que produciría en cada caso el aporte de caudal de la creciente del río Gualeguaychú sobre los niveles del Uruguay, obteniéndose finalmente los niveles de borde del modelo para cada combinación de caudal y alturas altas en el río Uruguay (Tabla 4.9).

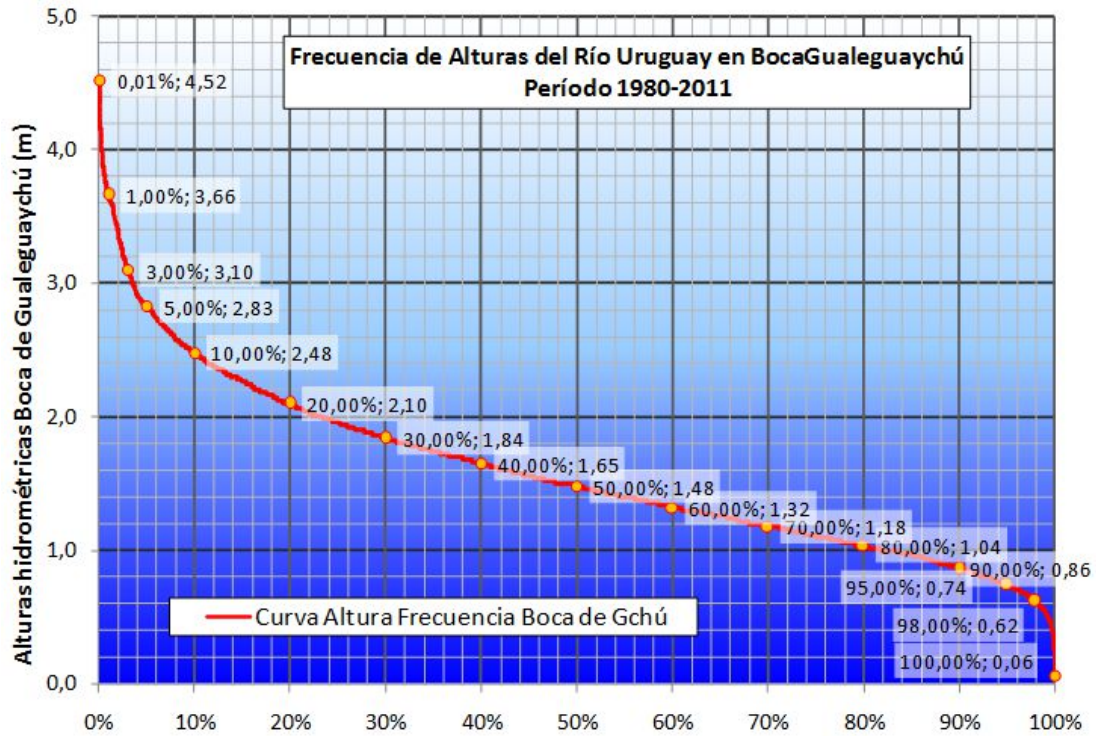


Figura 4.67. Curva altura – frecuencia en Boca de Gualeguaychú

Tabla 4.9. Situaciones modeladas con niveles altos del río Uruguay

Situaciones con el río Uruguay alto	Altura IGN río Uruguay	Frecuencia de altura	Caudal río Gualeguaychú	Recurrencia caudal
Q 2 Gchú - Uru 1% Fr	3,49 m	1%	1.157 m ³ /s	2 a [bs
Q 5 Gchú - Uru 2,5% Fr	3,20 m	2,5%	1.492 m ³ /s	5 a [bs
Q 20 Gchú - Uru 10% Fr	2,69 m	10%	2.177 m ³ /s	20 a [bs
Q 100 Gchú - Uru 25% Fr	2,60 m	25%	3.382 m ³ /s	100 a [bs

En la Figura 4.68 se presenta una comparativa de perfiles de crecida de niveles medios del río Uruguay con las corridas realizadas para niveles altos del río Uruguay. Puede observarse que los niveles altos del río Uruguay solo tienen influencias importantes en las zonas más cercanas a la desembocadura. Hacia aguas arriba el perfil del flujo va incrementando su pendiente y se acerca al perfil correspondiente a la crecida con niveles medios, con algún incremento de niveles, que es mayor para las crecidas menores que las grandes (caudales de 2 a 5 años de recurrencia), siendo insignificante para crecidas de 100 años de recurrencia.

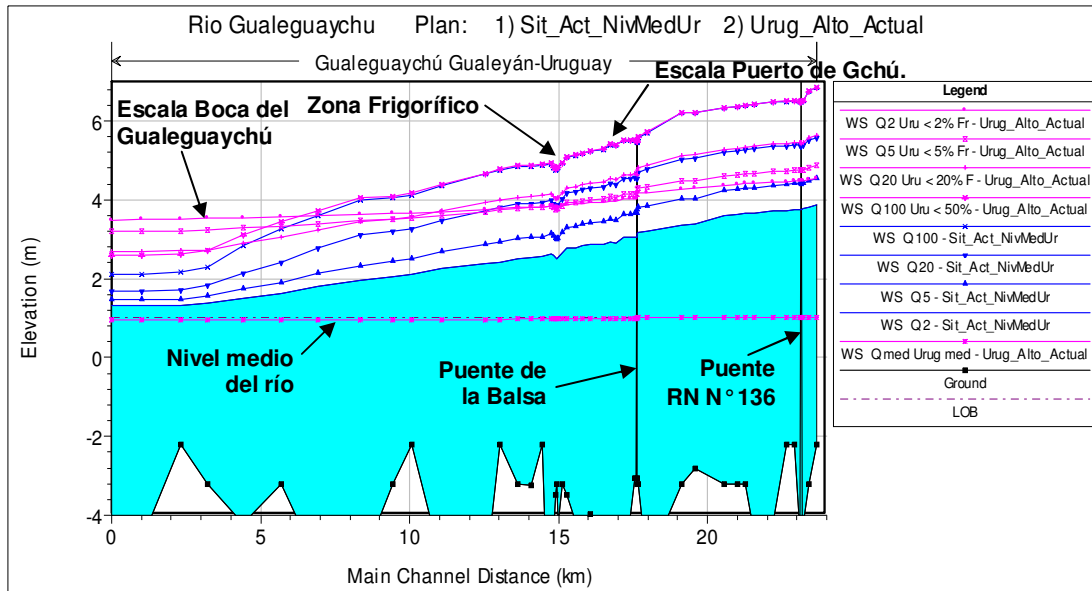


Figura 4.68. Perfil longitudinal comparativo con niveles altos del río Uruguay

A fin de obtener el dominio de los niveles de crecientes del río Uruguay sobre la ciudad de Gualeguaychú se consideraron niveles de crecidas a partir de datos de la escala de Boca de Gualeguaychú con un caudal del módulo del río Gualeguaychú (Figura 4.69).

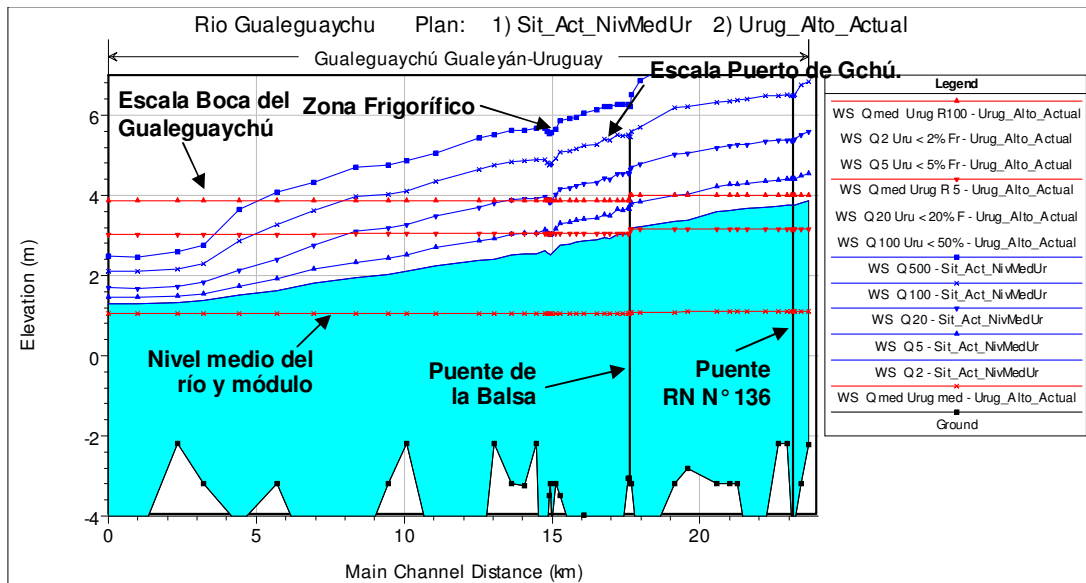


Figura 4.69. Perfil longitudinal comparativo con crecidas del río Uruguay

En este sentido se estableció como umbral de afectación niveles de 5 años de recurrencia del río Uruguay hasta niveles de 100 años de recurrencia del río Uruguay, los que se combinaron con un caudal medio del río Gualeguaychú. Dicho caudal para toda la cuenca se estimó inicialmente en base a los datos del módulo del río Gualeguaychú en la

estación de aforos de RP N° 39, de 16,07 m³/s y la relación de áreas de las cuencas. Al ajustarse este valor a la pendiente entre niveles medios de Boca de Gualeguaychú y Puerto de Gualeguaychú se estimó el módulo en un 20% más que la relación directa de áreas, obteniendo un valor de 68 m³/s.

Para calcular los niveles del río Uruguay sin influencia del Gualeguaychú se tomó la estadística de alturas de Boca de Gualeguaychú, influenciada en alguna medida por las crecientes del Gualeguaychú y se le descontó el desnivel entre esta estación de medición y el río Uruguay de acuerdo a los resultados del modelo hidráulico, para crecidas de 5 y 100 años de recurrencia del río Gualeguaychú, obteniéndose niveles de 3,87 y 3,04 m respectivamente, como condiciones de borde de aguas abajo. Para el nivel medio se tomó directamente el de Boca de Gualeguaychú de 1,05 m de IGM.

4.5.3.3 Análisis de la situación sin obstrucciones

El tramo del río Gualeguaychú ha sufrido intervenciones antrópicas en la zona urbana de Gualeguaychú que producen obstrucciones al flujo en algunos sectores de su valle de inundación. Ello se produce en un tramo de unos 9 km de longitud, desde progresiva km 14 a km 23, donde se encuentra el puente de la RN N° 136.

A los efectos de evaluar la incidencia de las intervenciones más importantes se realizó la comparación con la situación actual primeramente del efecto del terraplén de acceso al puente de la RN N° 136, eliminando el mismo del modelo (Figura 4.70).

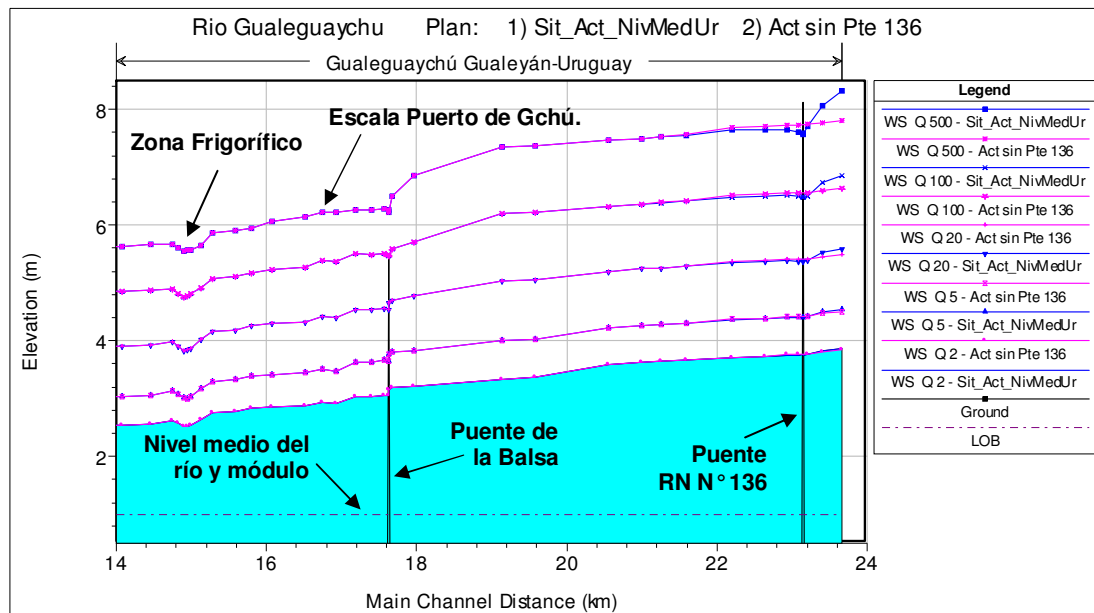


Figura 4.70. Perfil longitudinal comparativo situación actual y sin puente de RN 136

En este caso se obtuvieron incrementos de niveles aguas arriba del Puente de la R. N. N° 136 de 5 cm para la crecida de 5 años de recurrencia y de 22 cm para la crecida de 100 años de recurrencia, que serían los efectos de la obstrucción de los terraplenes al flujo.

Para analizar la situación del Puente de la Balsa, que tiene una sección mucho menor que el de la RN N° 136, se realizó la modelación de la situación sin ambos puentes (Figura 4.71). En este caso se obtuvieron incrementos de niveles aguas arriba del Puente de la Balsa de 13 cm para la crecida de 5 años de recurrencia y de 40 cm para la crecida de 100 años de recurrencia. El incremento total de niveles aguas arriba del Puente de la RN N° 136 debido a la presencia de ambos puentes resultó de 13 cm para la crecida de 5 años de recurrencia y de 50 cm para la crecida de 100 años de recurrencia.

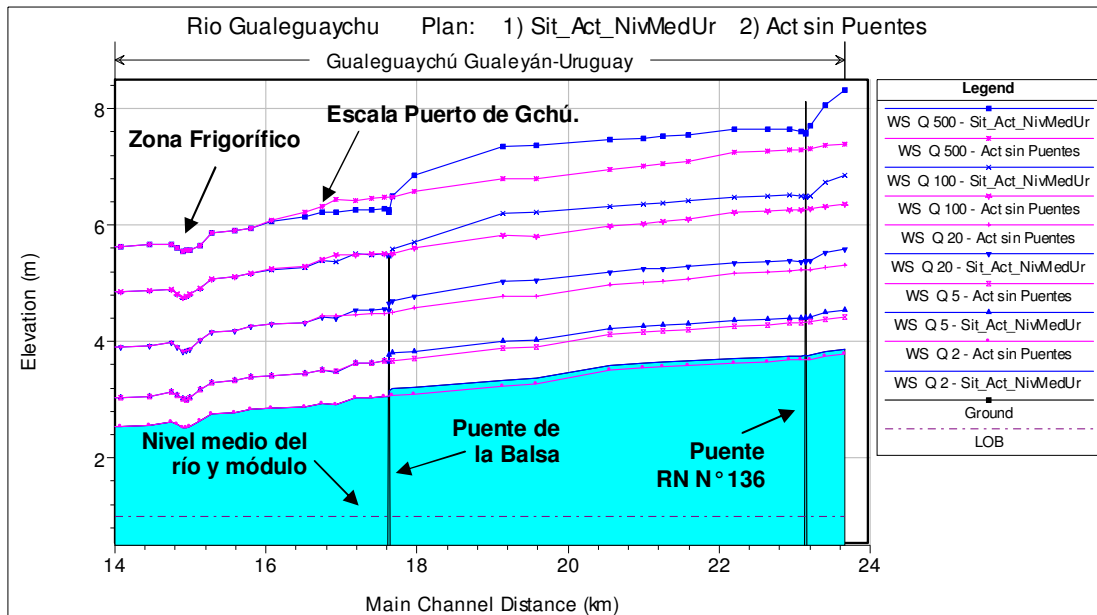


Figura 4.71. Perfil longitudinal comparativo situación actual y sin puentes

Por último para analizar el efecto de todas las obstrucciones al flujo se modeló una situación sin los puentes ni los terraplenes de accesos y sin edificaciones que se interponen al flujo. Además se consideró el efecto de los principales rellenos producidos en la costa del río, como el del predio del Frigorífico, el relleno de la costanera y el relleno en el muelle del puerto (Figura 4.72).

De la comparación de la situación sin obstrucciones al flujo y la situación actual se obtuvieron incrementos de niveles aguas arriba de la zona del Frigorífico de 12 cm para las crecientes de 5 y 100 años de recurrencia. Para la zona de la Avenida Costanera se obtuvieron incrementos de niveles de 13 cm para la creciente de 5 años de recurrencia y de

15 cm para la creciente de 100 años de recurrencia. Aguas arriba del Puente de la Balsa se obtuvieron incrementos de 32 cm para la crecida de 5 años de recurrencia y de 55 cm para la crecida de 100 años de recurrencia. El incremento total de niveles aguas arriba de la del Puente de la R. N. N° 136 resultó de 25 cm para la crecida de 5 años de recurrencia y de 59 cm para la crecida de 100 años de recurrencia.

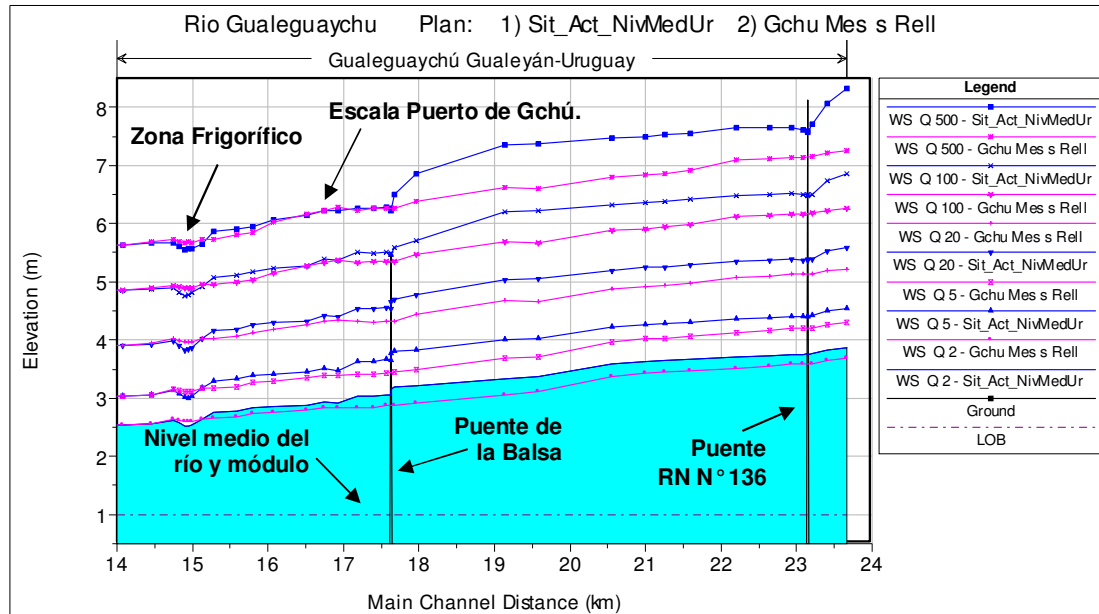


Figura 4.72. Perfil longitudinal comparativo situación actual y sin obstrucciones

4.6 Análisis del riesgo hídrico y del riesgo de inundación fluvial

La información de las edificaciones se incorporó al modelo a los efectos de evaluar el incremento en los niveles de las crecidas que han producido las obras realizadas en el valle de inundación (Escuder *et al.*, 2010). Para ello se compararon los resultados del modelo de la situación actual con la situación resultante del año 1994 (Figura 4.73), variando las obstrucciones debida a las edificaciones que se cargaron en el modelo.

De la comparación de la situación del año 1994 y la situación actual (año 2014) se obtuvieron aguas arriba de la zona del Frigorífico niveles similares para la creciente de 5 años de recurrencia e incrementos de niveles mínimos de 1 cm para la creciente de 100 años de recurrencia. Para la zona de la Costanera se obtuvieron incrementos de niveles de 2 cm para la creciente de 5 años de recurrencia y de 5 cm para la creciente de 100 años de recurrencia. Aguas arriba del Puente de la Balsa se obtuvieron incrementos de 2 cm para la crecida de 5 años de recurrencia y de 5 cm para la creciente de 100 años de recurrencia.

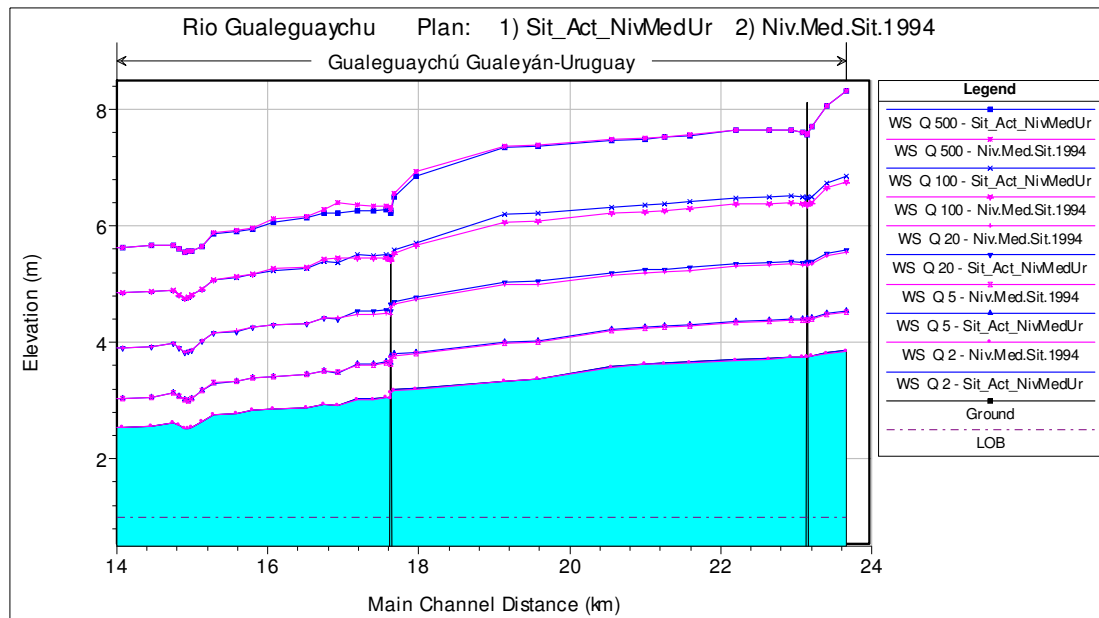


Figura 4.73. Perfil longitudinal comparativo situación actual y año 1994

Por otro lado, con los resultados del modelo hidráulico se trazaron curvas de riesgo hídrico para la zona cercana a la ciudad de Gualeguaychú. A tales efectos se utilizaron las corridas de la Situación Actual con Niveles Medios en el río Uruguay, que son los que producen mayores niveles de inundación para las crecientes de mayor importancia. En el Anexo 14 se presentan planos con las curvas de riesgo hídrico para crecientes del río Gualeguaychú de 2, 5, 20, 100 y 500 años de recurrencia de distintas zonas de la ciudad.

Con las nuevas construcciones digitalizadas de las imágenes satelitales de los últimos 20 años (unos 6.000 polígonos), a partir de la base del PAPCUS de edificios del año 1994, se realizó el análisis del incremento de las superficies edificadas en las zonas de distinto riesgo hídrico dadas por las líneas de inundación. En total se contabilizaron unos 26.500 polígonos para el área comprendida por la línea de inundación de 500 años de recurrencia (20.338 de la base de 1994, 1.715 del período 1994-2004 y 4.373 del período 2004-2014).

Estas edificaciones se superpusieron con los mapas de riesgo hídrico que figuran en el Anexo 15, agrupándolas en distintos sectores según su ubicación (Figuras 4.74 y 4.75). Debido a la magnitud de la información a analizar se trabajó en un sistema SIG obteniéndose las áreas totales edificadas entre las distintas líneas de riesgo hídrico para los distintos períodos de análisis (hasta el año 1994, período 1994-2004 y 2004-2014).

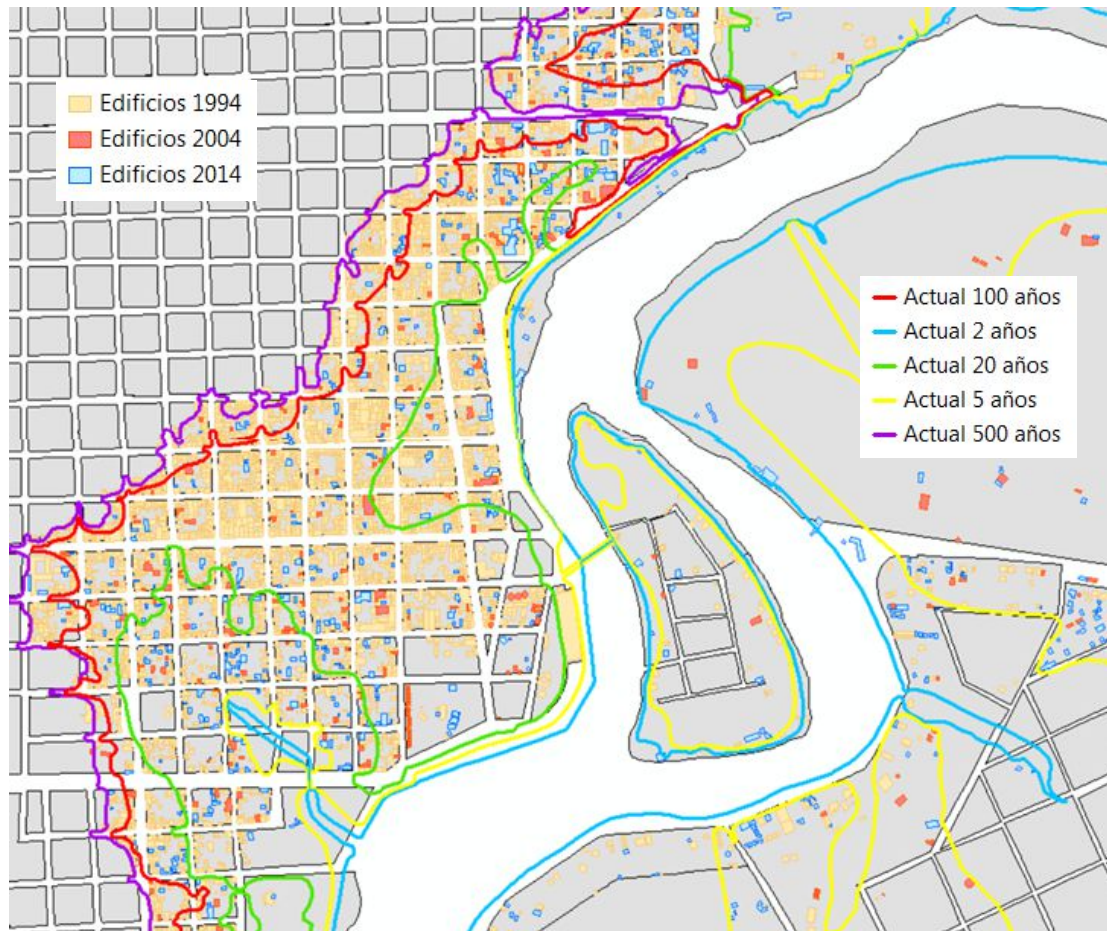


Figura 4.74. SIG de superficie edificada y curvas de riesgo hídrico

En base a la ecuación 3-1 se calculó el riesgo de inundación de edificios de diferentes destinos ubicados en correspondencia con los niveles de inundación analizados, para tres tipos de categorías de edificios según sus usos, de acuerdo a categorías propuestas en este estudio en la sección 5.4, obteniéndose los resultados de la Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Riesgo de inundación durante la vida útil de distintas categorías de edificios

Recurrencia (a [bs)	2	5	20	100	500	Observaciones
Probabilidad de Exced.	50,0%	20,0%	5,0%	1,0%	0,2%	Ejemplo de edificios
Vida útil 25 a [bs (Servicios privados)	100%	99,6%	72,3%	22,2%	4,9%	Paradores, guarderías de lanchas, boliches bailables, etc.
Vida útil 50 a [bs (Viviendas en general)	100%	100%	92,3%	39,5%	9,5%	Viviendas, edificios de viviendas, comercios.
Vida útil 100 a [bs (Infraestructura urbana)	100%	100%	99,4%	63,4%	18,1%	Paradores, guarderías de lanchas, boliches bailables, etc.

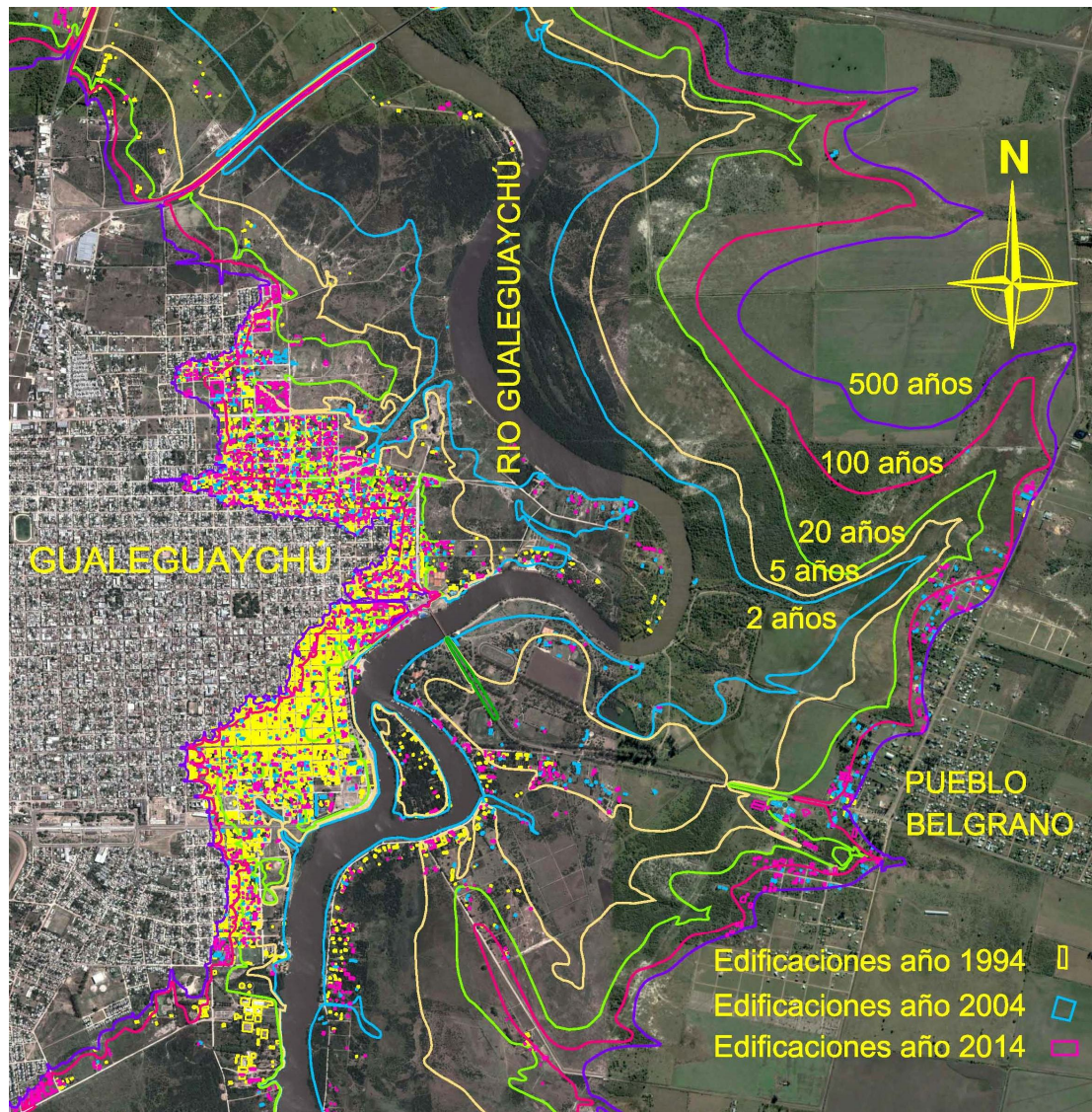


Figura 4.75. Curvas de riesgo hídrico y edificios en Gualeguaychú y Pueblo Belgrano

El análisis de la vulnerabilidad se enfocó en el desarrollo de la urbanización junto al borde costero y las zonas aledañas sujetas a riesgo hídrico, para lo cual se utilizó como indicador la superficie edificada en esta zona. La elección de este modo enfoque se debe a que el mismo se vincula directamente con el objeto del estudio en cuanto al desarrollo del área urbana y su vinculación con la modificación del riesgo de inundación fluvial.

Existen otros puntos de vista del análisis de la vulnerabilidad y del riesgo de inundación que pueden considerarse en relación a las zonas inundables, como indicadores sociales en zonas vulnerables o la determinación de daños producidos por las inundaciones, los cuales exceden el alcance de este estudio.

Capítulo 5: Resultados y Discusión

5.1 Estadística hidrológica del río Gualeguaychú

5.1.1 Alturas del tramo inferior

Las escalas hidrométricas de Puerto de Gualeguaychú y Boca de Gualeguaychú se encuentran cerca de la desembocadura del río Gualeguaychú en el río Uruguay, separadas entre sí unos 13,5 km de longitud a lo largo del río. Ambas están influenciadas por los niveles del río Uruguay, principalmente la escala de Boca del Gualeguaychú.

En general las alturas del río en ambas escalas son muy similares, salvo en los períodos en que las alturas en Puerto de Gualeguaychú superan ampliamente a los de Boca de Gualeguaychú, en el caso de los máximos (Figura 5.1) y en pequeña medida en el caso de los mínimos, debido a la incidencia de los caudales del río Gualeguaychú.

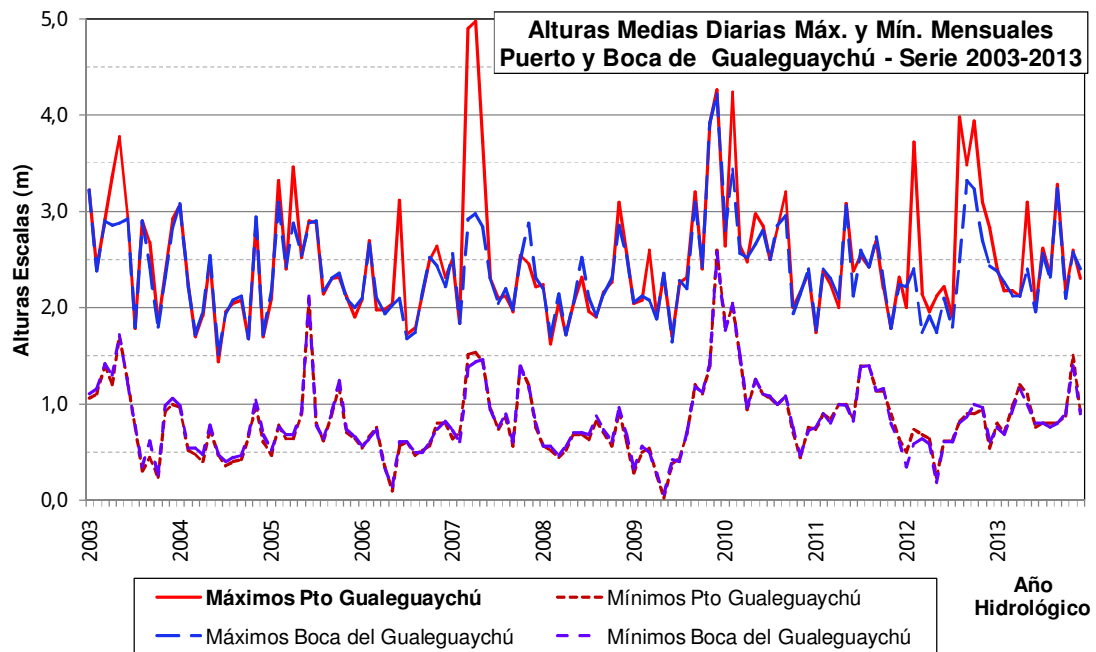


Figura 5.1. Alturas máximas y mínimas mensuales en Puerto y Boca de Gualeguaychú (datos DNVN)

También existen algunos períodos en que las alturas de la escala en Boca de Gualeguaychú son levemente mayores a las del Puerto de Gualeguaychú, lo cual sucede en situaciones de bajante del río Gualeguaychú que coinciden con períodos de incrementos de niveles del Uruguay y/o marea eólica (sudestada), que afectan a la desembocadura del río. Por lo tanto el efecto de curva de remanso del Uruguay es importante en la ciudad de

Gualeguaychú. Debe tenerse en cuenta que las cotas IGN de los 0 de las escalas son -0,50 m para Puerto de Gualeguaychú y -0,52 m para Boca de Gualeguaychú, con lo cual se verifica una diferencia de 2 cm de altura entre ambas escalas (Domé *et al.*, 2014).

El régimen hidrológico del río Gualeguaychú en su tramo inferior está dominado por el régimen del río Uruguay que presenta una crecida de mayor duración entre abril y julio y una de menor duración entre octubre y noviembre, con un período de estiaje más pronunciado en diciembre y enero (Figura 5.2) y otro más leve en agosto y septiembre.

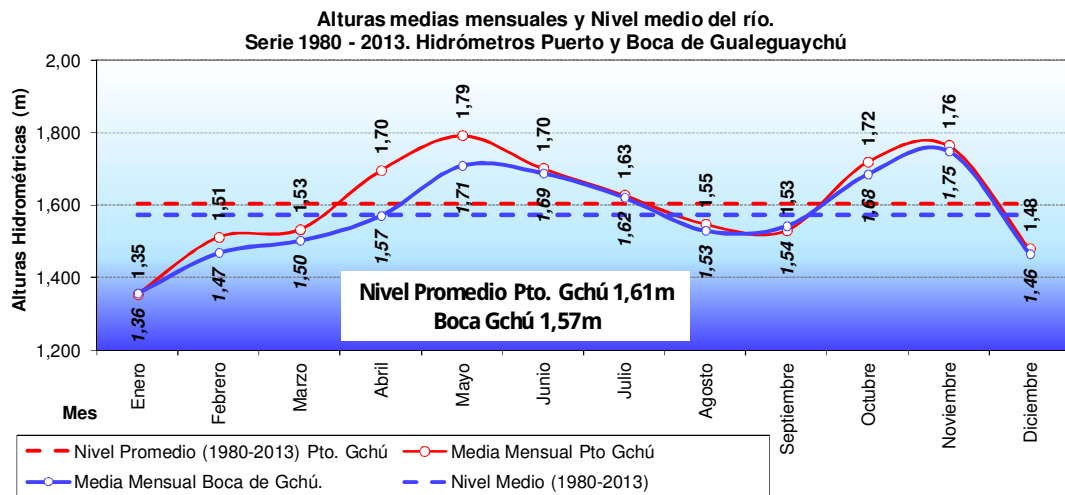


Figura 5.2. Alturas medias mensuales en Puerto y Boca de Gualeguaychú (datos DNVN)

5.1.1.1 Alturas máximas

Las alturas máximas anuales tuvieron un cambio importante luego de 1979, cuando comienza a operar la presa de Salto Grande cuya capacidad de regulación es determinante para los niveles del río Uruguay aguas debajo de esta. Antes de la operación de Salto Grande ocurrieron grandes crecientes en la ciudad de Gualeguaychú (Figura 5.3), particularmente las de mayor importancia son la de 1959 y la de 1978, que llegaron a alturas de 7,00 m y 7,28 m, las que se describieron en la sección 2.3.3.

Al comparar las alturas máximas anuales de ambas escalas se puede observar que en algunos años hay gran diferencia entre ambas estaciones, principalmente cuando se dan valores extremos en la de Puerto de Gualeguaychú. Esta diferencia se debe a las crecientes del río Gualeguaychú que tienen una influencia menor en la Boca del Gualeguaychú.

A partir de 1980 las crecientes más importantes en Gualeguaychú fueron las de 1984 y 2007 debidas a crecidas del río Gualeguaychú, ya que existen diferencias importantes con las alturas en Boca del Gualeguaychú. Por el contrario las crecientes de

1982 y 2009 se debieron principalmente a crecidas del río Uruguay, ya que se encuentran diferencias mínimas entre Puerto y Boca de Gualeguaychú (Figura 5.4). La combinación de ambos fenómenos, a veces superpuestos, hace difícil la separación de las crecidas producidas por el río Gualeguaychú de las producidas por el río Uruguay.

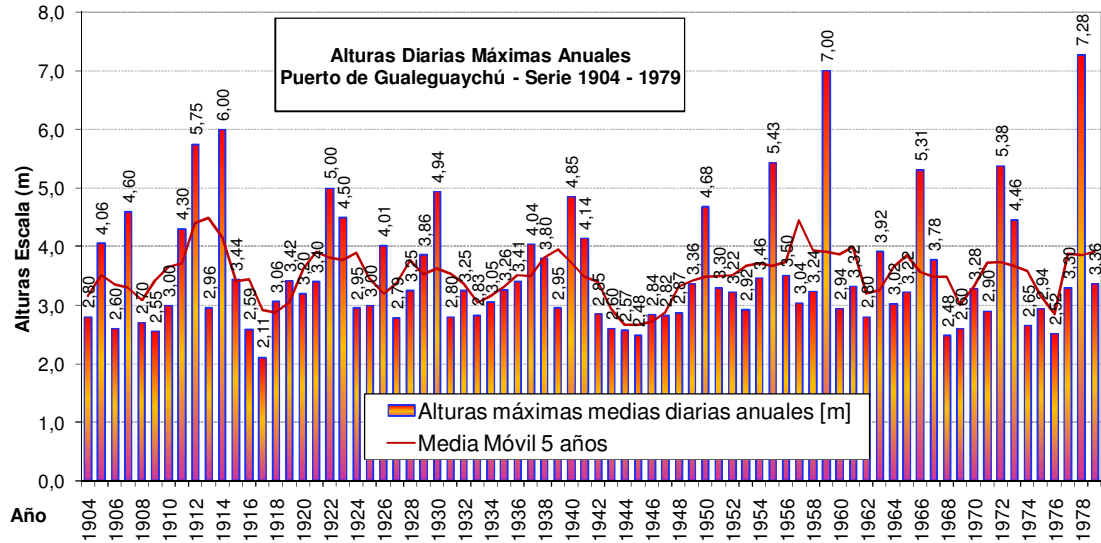


Figura 5.3. Alturas diarias máximas anuales en Puerto de Gualeguaychú.
Serie 1904-1979 (datos DNVN)

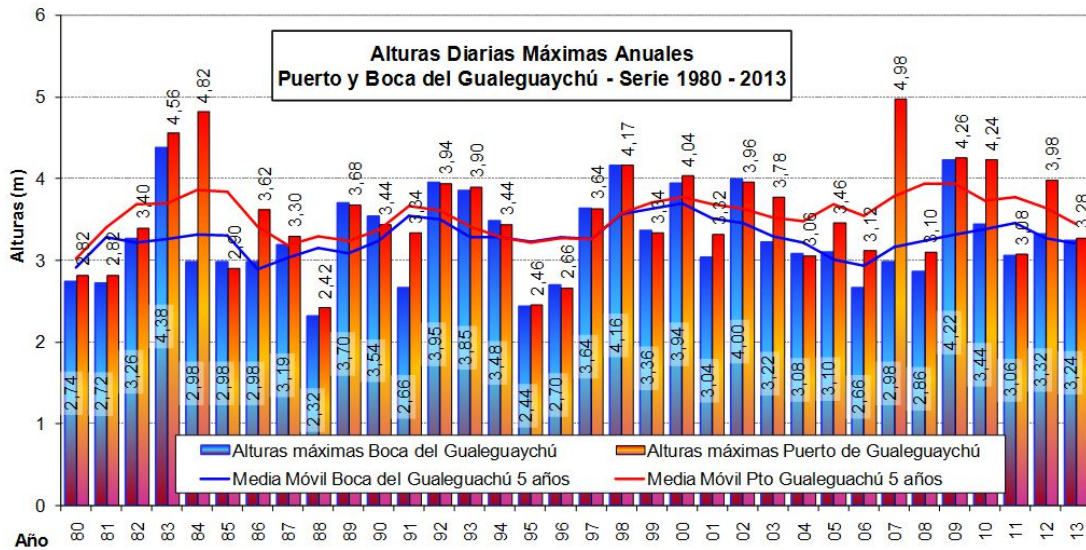


Figura 5.4. Alturas diarias máximas anuales en Puerto y Boca de Gualeguaychú.
Serie 1980-2013 (datos DNVN)

Finalmente, del análisis de frecuencias máximas de alturas descrito en la sección 4.2.1 se adoptaron los valores máximos en Puerto y Boca de Gualeguaychú de la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Alturas hidrométricas adoptadas para distintas recurrencias. Serie 1980-2013 (datos DNVN)

Recurrencia (años)	2	5	10	20	50	100	200	500	Cota IGN del "0"
Puerto de Gchú. (m)	3,40	4,07	4,51	4,92	5,44	5,84	6,24	6,66	-0,50 m
Boca de Gchú. (m)	3,12	3,65	4,00	4,34	4,78	5,12	5,46	5,83	-0,52 m

5.1.2 Análisis de caudales

La cuenca del río Gualeguaychú hasta su desembocadura comprende una superficie total de 6.974 km² y la estación de aforos de RP N° 39 se ubica en la parte media superior, comprendiendo una cuenca de 2.040 km² de superficie. Esta estación no está influenciada por la curva de remanso del río Uruguay y es representativa del régimen hidrológico del río Gualeguaychú sin influencias del río Uruguay. En este caso el año hidrológico se inicia en septiembre y finaliza en agosto. En general las crecientes se dan entre marzo y mayo (Figura 5.5), pero pueden presentarse en otros meses del año, dado que el río en esta sección tiene una respuesta a las lluvias con crecidas muy rápidas.

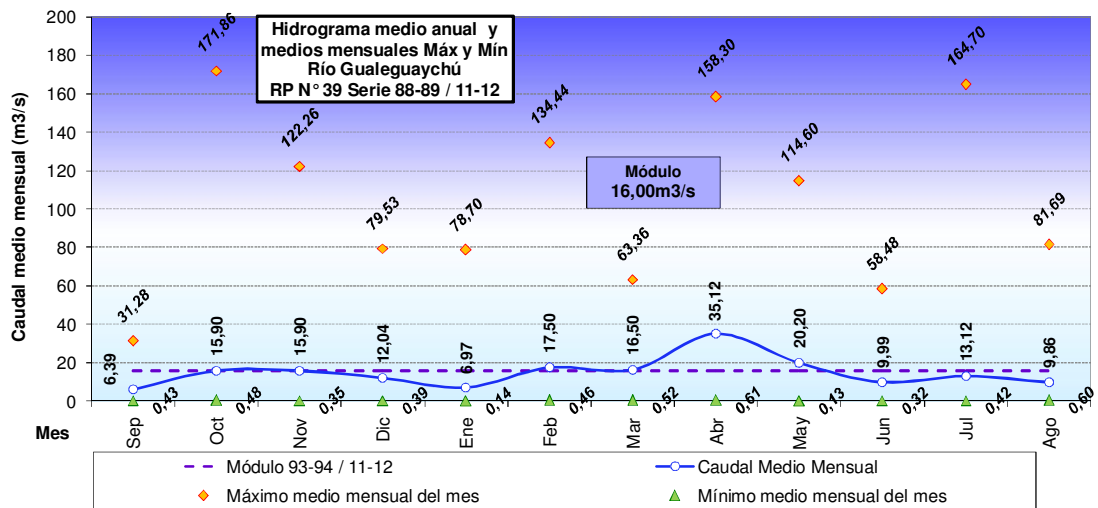


Figura 5.5. Caudales medios y máximos en la estación de aforos de RP N^a 39 (datos SSRH)

En la Figura 5.6 se observa la rápida respuesta que tiene la cuenca a las precipitaciones, obteniéndose picos de los hidrogramas en solo dos días, con incrementos de alturas de hasta seis metros en dos días y cuatro metros en un día. Los descensos también pueden ser rápidos, en alrededor de una semana o prolongados durante varias semanas, dependiendo de las lluvias que se produzcan en este período.

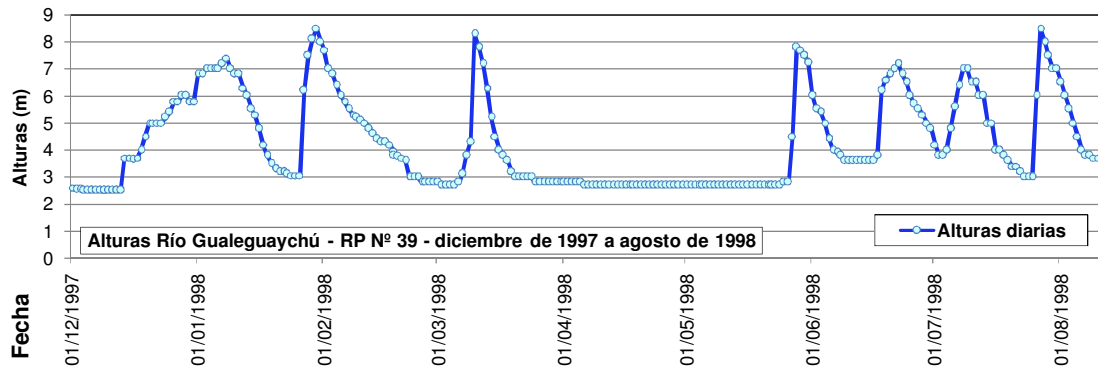


Figura 5.6. Linnigrama de alturas del río Gualeguaychú en RP N° 39 (datos SSRH)

Los valores de escorrentía media representan cerca de un 25% del régimen de lluvia media de la cuenca. En períodos de sequía baja la escorrentía en forma pronunciada y en períodos de excesos húmedos se incrementa respecto de estos valores medios (Anexo 2).

Del análisis de frecuencia descrito en la sección 4.2.2 se adoptaron los caudales máximos para la estación de aforos de la RP N° 39 de la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Caudales máximos en la estación de aforos de RP N° 39.

Serie 1988/89-2012/13 (datos SSRH)

Recurrencia Años	Caudales Máximos Anuales (m ³ /s). Río Gualeguaychú - RP N° 39	
	Instantáneos	Medios Diarios
2	280,54	262,46
5	443,41	417,44
10	539,31	510,02
20	623,30	591,98
50	721,45	688,98
100	787,92	755,47
200	848,66	816,89
500	921,20	891,11

5.2 Modelación hidrológica de la cuenca del río Gualeguaychú

La cuenca del río Gualeguaychú se encuentra aforada solo en una sección ubicada en la zona superior, por lo que no se tiene información histórica de caudales, salvo valores aislados, del río frente a la ciudad de Gualeguaychú que se encuentra cercana a la desembocadura. En esta sección los caudales se calcularon con un modelo hidrológico. La superficie de la cuenca aforada en RP N° 39, de 2.040 km², representa un 29,3 % de la superficie total de la cuenca (6.974 km²). En el paso por la ciudad de Gualeguaychú el río

tiene una cuenca de aportes de 6.388 km², que representa un 91,6 % del total de la superficie de la cuenca del río, sin embargo los caudales en la zona de la ciudad son de valores cercanos a los que se dan en la salida de la cuenca (Tabla 5.3).

A unos 9 km al norte de la ciudad se encuentra la confluencia del río Gualeguaychú con el arroyo Gualeyán. Este último tiene una cuenca de aportes de 1.136 km², que representan un 16,3 % del total de la superficie de la cuenca del río, aunque para una recurrencia de 100 años este arroyo tiene un caudal de 859,46 m³/s que representa un 25,4% del caudal que se produce en la ciudad (Figura 5.7). Ello muestra la rápida respuesta que tienen las subcuencas inferiores con hidrogramas más empinados que los de la parte superior de la cuenca, ya que las pendientes de los afluentes inferiores al río Gualeguaychú son mayores porque las alturas del borde este de la cuenca se mantienen en niveles similares a lo largo del mismo mientras que el río corre por niveles menores del terreno.

Tabla 5.3. Caudales máximos resultados del modelo hidrológico

Recurrencia Años	Caudales Máximos calculados en RP N° 39	Caudales Máximos calculados en la ciudad de Gualeguaychú	Caudales Máximos calculados en la salida de la cuenca
2	336 m ³ /s	1.158 m ³ /s	1.205 m ³ /s
5	449 m ³ /s	1.493 m ³ /s	1.543 m ³ /s
20	661 m ³ /s	2.178 m ³ /s	2.201 m ³ /s
100	1.002 m ³ /s	3.382 m ³ /s	3.310 m ³ /s
500	1.483 m ³ /s	5.014 m ³ /s	4.969 m ³ /s

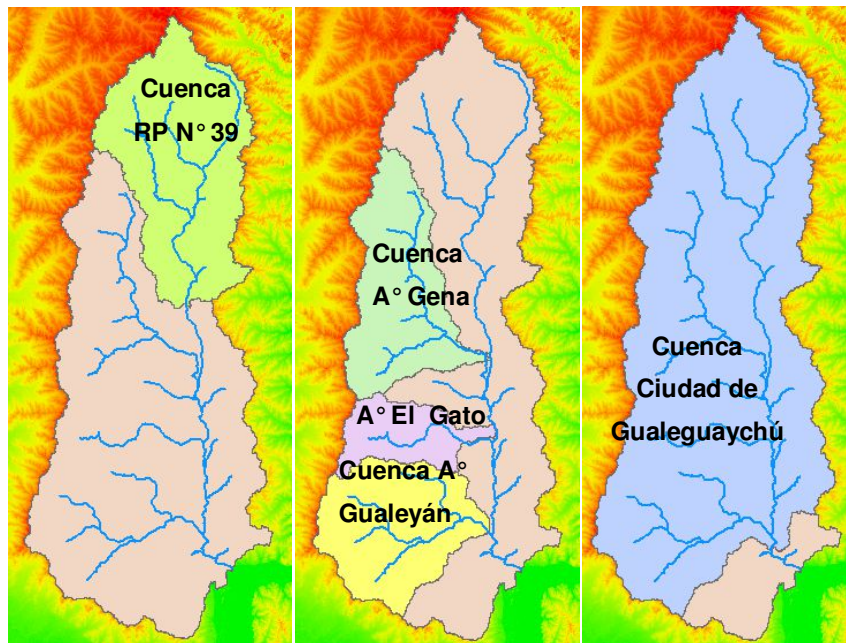


Figura 5.7. Cuenca del río Gualeguaychú y subcuencas

En el tramo inferior del río Gualeguaychú, desde la desembocadura del Gualeyán hasta el río Uruguay se produce una serie de aportes de cuencas menores que se compensan con la atenuación del hidrograma en el tránsito por este tramo del río.

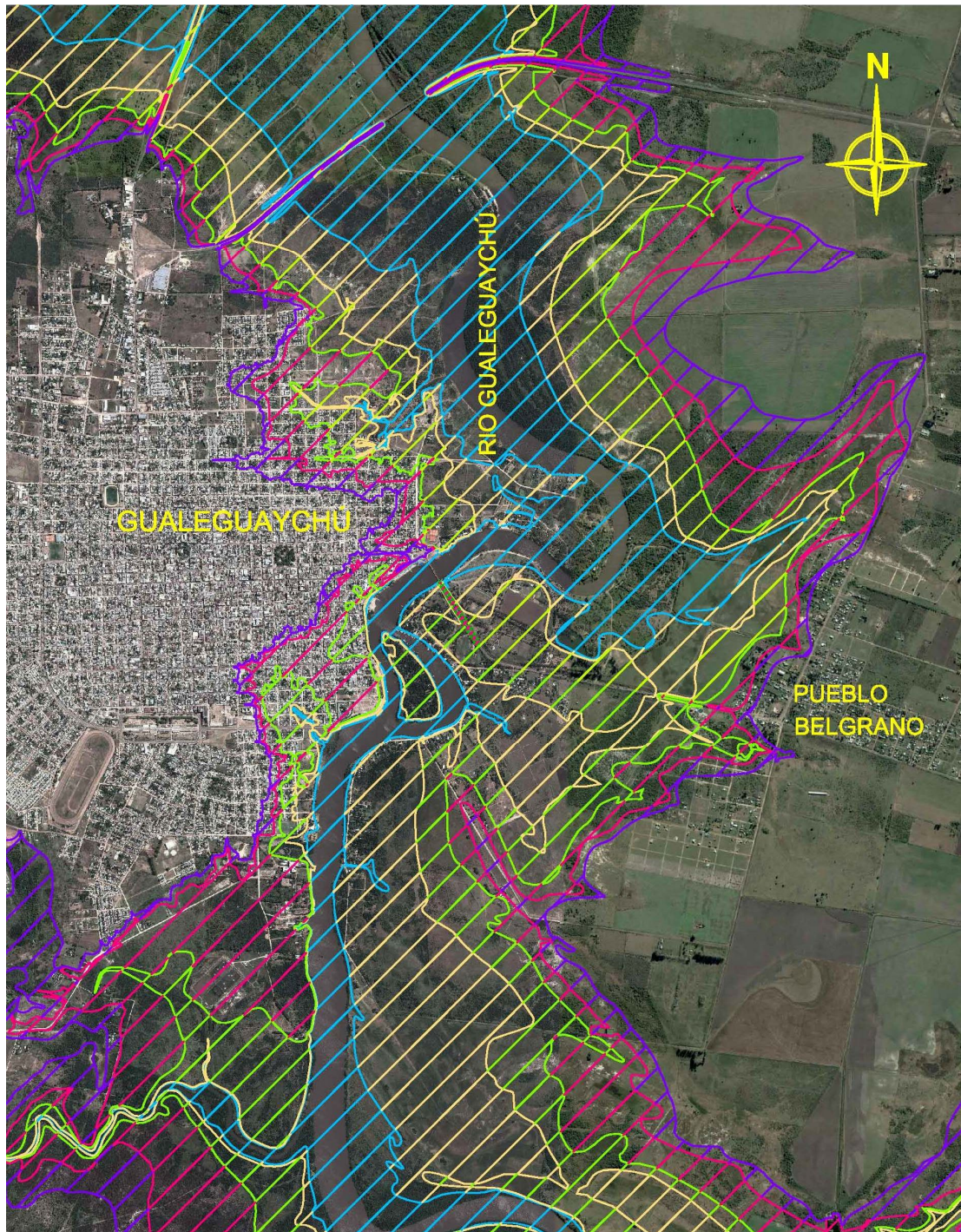
La comparación de los resultados del modelo respecto del análisis de frecuencia de caudales en la estación de aforos de RP N° 39 muestra una buena correlación para recurrencia de 2 a 20 años, pero los resultados del modelo son mayores para las recurrencias de 100 a 500 años, lo cual es indicativo de la incertidumbre en el análisis de frecuencia en el caso de recurrencias mucho mayores a la extensión de la serie analizada.

5.3 Modelación hidráulica del tramo inferior del río Gualeguaychú

El comportamiento hidráulico del tramo inferior del río Gualeguaychú está influenciado por el nivel en que se encuentra el río Uruguay, donde este desemboca. Con la implementación del modelo hidráulico se obtuvieron niveles de inundación para los distintos caudales evaluados, correspondientes a crecientes del río Gualeguaychú de 2, 5, 20, 100 y 500 años de recurrencia, con niveles medios del río Uruguay. A partir de estos valores se obtuvieron las curvas de riesgo hídrico en la zona cercana a la ciudad de Gualeguaychú, que también afecta parte Pueblo General Belgrano (Figura 5.8).

Además se modelaron distintas situaciones con niveles altos del río Uruguay. De la observación de los resultados se evidencia que los niveles del río Uruguay tienen menor incidencia con las crecientes grandes del Gualeguaychú que con las de menor recurrencia en el incremento de niveles que se dan en la ciudad, pero la probabilidad de ocurrencia combinada es tan baja que no tiene la misma implicancia en niveles históricos que las crecidas del Gualeguaychú con niveles medios del Uruguay. En otras palabras, el desnivel entre la ciudad y la desembocadura es tan importante que puede descartarse el efecto de niveles altos del río Uruguay en la frecuencia de niveles más altos de inundación, donde el factor preponderante es el caudal del río Gualeguaychú. No ocurre lo mismo para los niveles medios y mínimos que están dominados por el nivel del río Uruguay.

En la Figura 5.9 se muestra el perfil longitudinal resultante de las corridas de calibración y validación del modelo. Si bien las alturas de las crecidas de calibración y validación son del orden de 5 y 20 años de recurrencia respectivamente para la frecuencia de alturas de la escala de Puerto de Gualeguaychú, el caudal de la creciente de calibración resultó cercano al caudal de 2 años de recurrencia, mientras que el caudal de la creciente de validación resultó del orden del caudal 20 años de recurrencia.



REFERENCIAS



	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T ≤ 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T ≤ 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T ≤ 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T ≤ 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T ≤ 500 años

Figura 5.8. Curvas de riesgo hídrico en la zona de la ciudad de Gualeguaychú

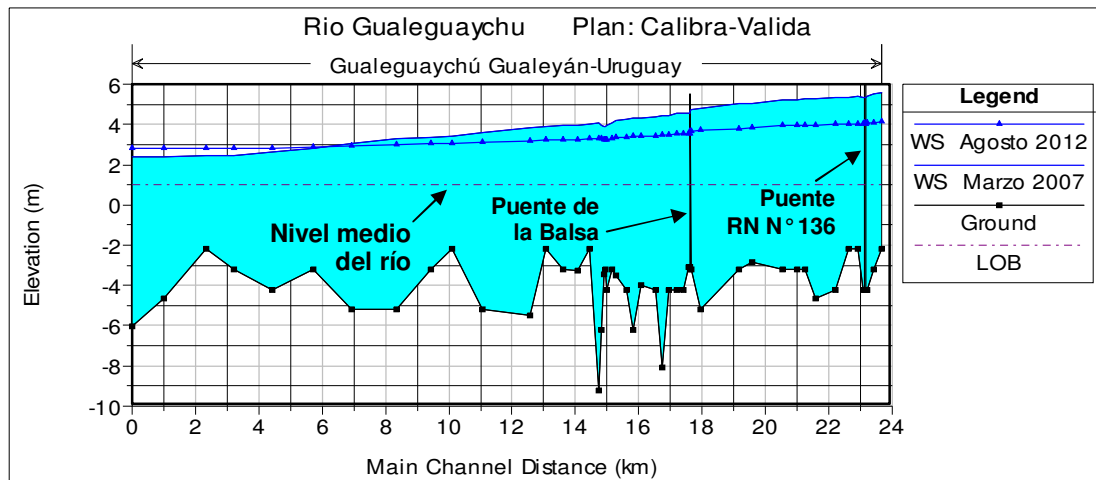


Figura 5.9. Perfil longitudinal de las crecientes de calibración (2012) y validación (2007)

Esta falta de correlación entre alturas y caudales en gran medida está vinculada en este caso a los niveles del río Uruguay, que son más altos para la crecida de calibración que para la de validación, por lo cual en esta última el pelo de agua tiene mucho mayor pendiente que en la primera. Por ello los niveles de las crecientes que se tienen sobre la ciudad de Gualeguaychú dependen tanto de los caudales del río Gualeguaychú como del nivel en que se encuentra el río Uruguay. Sin embargo los niveles más altos de inundación que se dan en la ciudad se deben casi exclusivamente a las crecientes mayores del río Gualeguaychú, ya que los niveles del río Uruguay tienen poca influencia en estos casos.

Finalmente, cabe mencionar que los resultados del modelo hidráulico que se obtuvieron con los caudales del modelo hidrológico son una forma de validación indirecta de este último, al menos en lo que respecta a los objetivos del estudio, ya que las diferencias de alturas resultantes de la aplicación del modelo y del análisis de frecuencia resultaron en valores menores o iguales a 6 cm de altura como se muestra en la tabla 5.4.

Tabla 5.4. Comparación de alturas resultantes del modelo y del análisis de frecuencias

Recurrencia a lbs	Alturas Modelo		Alturas hidrométricas del análisis de frecuencia	Diferencias (m)
	IGN	Hidrométricas		
2	2,94	3,44	3,40	0,04
5	3,52	4,02	4,07	-0,05
20	4,42	4,92	4,92	0,00
100	5,40	5,90	5,84	0,06
500	6,22	6,72	6,66	0,06

5.4 Evolución del riesgo hídrico y del riesgo de inundación fluvial

La ciudad de Gualeguaychú tiene parte de su área urbana sujeta al riesgo de

inundaciones. El crecimiento de la misma en zonas cercanas al río, junto con obras de infraestructura que han intervenido en el valle de inundación y estrechado el curso del río en algunos sectores, producen obstrucciones al flujo que repercuten incrementando los niveles de las crecidas, es decir en la modificación de la amenaza que interviene en el riesgo hídrico. De acuerdo al análisis realizado con los resultados del modelo hidráulico, comparando la situación actual con situaciones sin obstrucciones, se pueden clasificar las obras que obstaculizan el flujo en tres tipos de acuerdo a su incidencia en el incremento de niveles de las crecientes, resumiéndose los resultados en la Tabla 5.5:

- **Los puentes y los terraplenes de acceso que cruzan el valle de inundación:** son las obras que producen mayor incidencia en el incremento de niveles, debido a las escasas secciones de paso de los puentes y la concentración de estas secciones principalmente en la zona del cauce. Esto produce que grandes sectores del valle de inundación cercano a los terraplenes funcionen como importantes barreras para el flujo en las crecidas de mayor importancia, en las que el flujo por el valle va cobrando mayor importancia a medida que aumenta la magnitud de la creciente.
- **Los rellenos que estrechan el cauce o elevan terrenos en zonas costeras:** son las obras que siguen en importancia respecto del incremento de niveles que se producen en las crecientes. Mayor efecto tienen las obras que estrechan el cauce como fue el caso del antiguo frigorífico y no tanto el del puerto porque se encuentra frente a una isla y un cauce doble. En el caso de la Avenida Costanera no restringe el cauce pero por su gran longitud de relleno en la zona costera también afecta al flujo en las crecientes.
- **Las edificaciones en zonas inundables:** la urbanización de zonas inundables tiene una incidencia menor en el incremento de niveles en las crecientes debido a que en mayor medida se ubican en zonas más alejadas de la costa donde el flujo tiene menor altura y velocidad. Además, en los sitios cercanos a la costa la urbanización no tiene una gran densidad de ocupación del suelo como es en sectores más consolidados.

Tabla 5.5. Incremento de niveles producido aguas arriba de las intervenciones

Recurrencia	Puente de la Balsa	Puente de la RN N° 136	Obras de relleno del cauce y zona costera	Urbanización entre 1994 y 2004	Incremento máximo total en el Puente de la Balsa
5 años	13 cm	5 cm	13 cm	2 cm	32 cm
100 años	50 cm	22 cm	15 cm	5 cm	55 cm

Del análisis de áreas urbanas en zonas de riesgo hídrico para crecidas de distintas recurrencias se obtuvieron superficies edificadas inundadas por las crecientes de 2, 5, 20,

100 y 500 años de recurrencia para el año 1994 y también se estudió la evolución de la urbanización sobre áreas inundables determinando nuevas superficies edificadas para los períodos 1994 a 2004 y 2004 a 2014. Los resultados se muestran en la Figura 5.10.

En estos se observa que existe una alta vulnerabilidad de la ciudad ante las crecientes de más de 5 años de recurrencia, que producen importantes daños a las propiedades urbanas. Por el contrario, hay un grado bajo de afectación de los edificios para crecidas de menos de 5 años de recurrencia. Por ello, puede suponerse que la memoria colectiva de la magnitud de las inundaciones es muy corta y está asociada a valores de recurrencia muy bajos, de 5 o menos años. No existe una conciencia clara del riesgo de inundaciones de mayor magnitud, ya que estas son menos frecuentes y poco a poco se pierden en la memoria histórica colectiva.

Además, se aprecia un incremento muy importante de la urbanización de áreas inundables en los últimos años, llegando a superar en poco más del doble la edificación en los últimos 10 años respecto de los diez años anteriores (Figura 5.10).

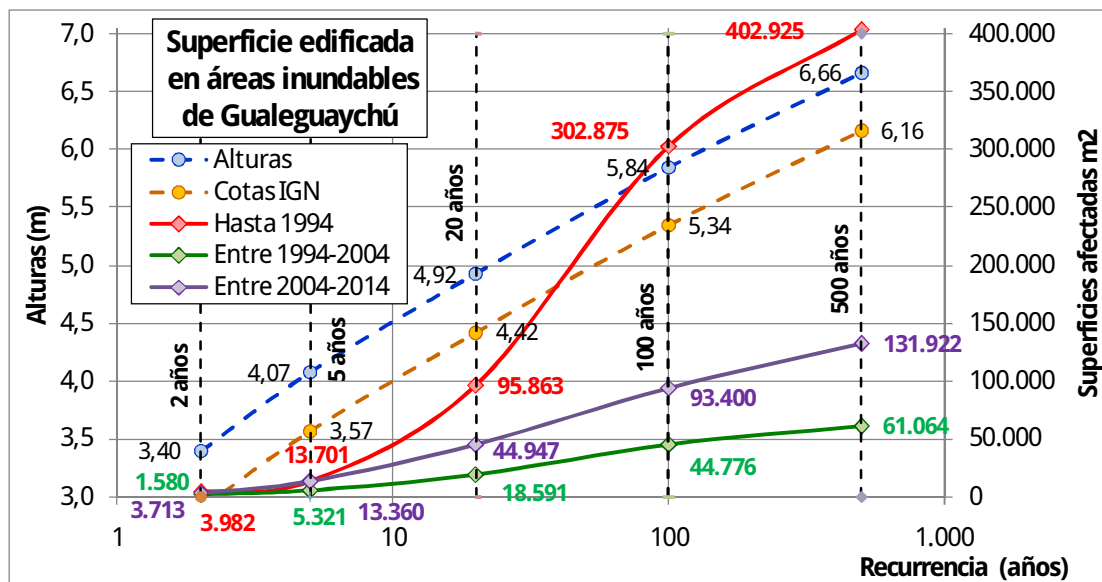


Figura 5.10. Afectación de superficie edificada por crecientes del río Gualeguaychú

El incremento del riesgo de inundación puede producirse tanto por incremento de la amenaza como de la vulnerabilidad. En este caso el aumento de la amenaza se debe principalmente al incremento de niveles por las obstrucciones al flujo de las obras de infraestructura realizadas y la urbanización de áreas inundables, pero este es mínimo si se compara con el incremento del riesgo de inundación que se produce por aumento de la vulnerabilidad debido a la edificación en zonas inundables (Figura 5.11), con una

tendencia creciente en los últimos veinte años de la tasa de construcción en áreas sujetas a riesgo hídrico.

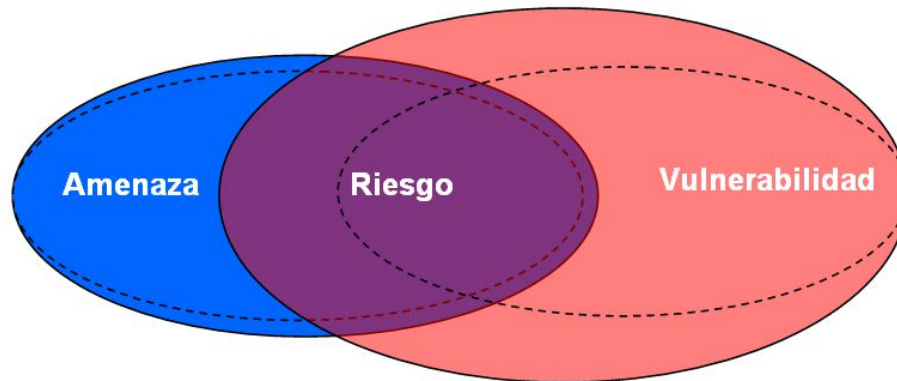


Figura 5.11. Variación de los componentes e incremento del riesgo de desastre

El cálculo del riesgo de inundación se realizó para edificios de distintas categorías, de acuerdo al desarrollo presentado en la Sección 3.1, considerando distinta vida útil (25 años para servicios privados, 50 años para viviendas en general y 100 años para infraestructura urbana), con los resultados de la Figura 5.12.

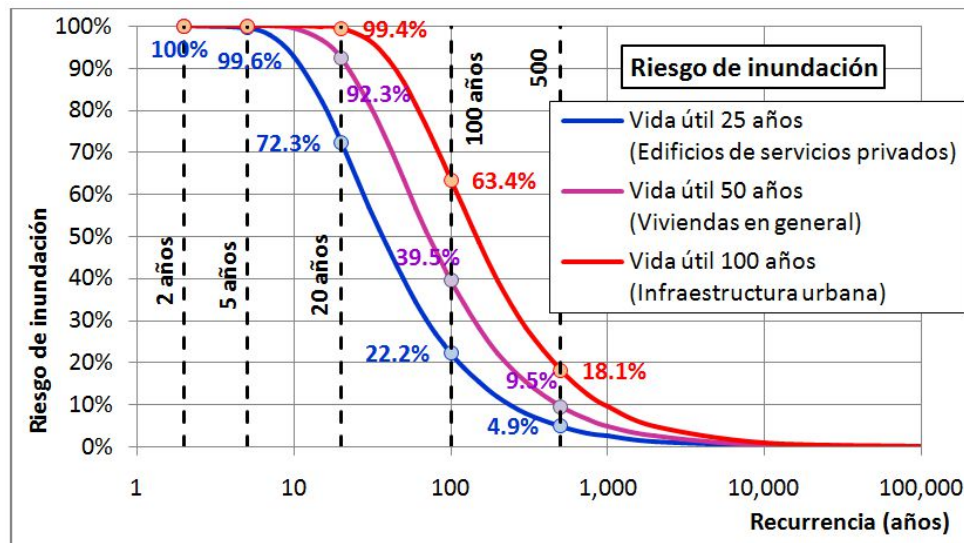


Figura 5.12. Riesgo de inundación para edificios de distintas categorías

Del análisis del mismo y del de las alturas que llega la inundación y las velocidades de corriente, factores que pueden ser peligrosas para la población, se propone que las áreas urbanas costeras se deberían dividir en distintos sectores según el nivel del terreno y su ubicación a lo largo del río, de acuerdo a las curvas de riesgo hídrico determinadas (Tucci, 2007). El análisis conjunto de valores de velocidad y altura, que definen zonas peligrosas

de inundación para la población, se realizó en base a criterios mencionados en Gómez Valentín (2007) como el producto altura-velocidad y la estabilidad al deslizamiento de las personas ante el arrastre de la corriente, los que se calcularon para una crecida de 100 años de recurrencia (Tabla 5.6). Los resultados muestran que existe una zona muy insegura para la población por debajo de la curva de 2 años de recurrencia y una zona de cierta inseguridad por debajo de la curva de 20 años de recurrencia.

Tabla 5.6. Relaciones altura-velocidad para crecida de 100 años de recurrencia

Curva de riesgo hídrico	Nivel medio	2 años	5 años	20 años
Relación H.V (m^2/s) segura $< 0,5 m^2/s$	6,5	1,49	0,57	0,10
Estabilidad al deslizamiento: $V^2.H$ segura $< 1,23 m^3/s^2$	7,8	0,89	0,17	0,01

En base al análisis de riesgo y de seguridad para la población se establecen distintas zonas de interés legal vinculadas a determinadas recurrencias según criterios hidrológicos (Caamaño Nelli *et al.*, 2006), como se observa en la Figura 5.13.



Figura 5.13. Umbrales de evaluación del riesgo hídrico y zonas de interés legal

A efectos de limitar los riesgos de inundación de las distintas categorías de construcción a menos de 40% para viviendas y a menos de un 20% para edificios de infraestructura urbana y teniendo en cuenta el riesgo para la población de altas velocidades de corriente y alturas de inundación se proponen las siguientes restricciones al dominio:

- Zona pública (niveles alcanzados por crecidas menores a 2 años de recurrencia): Para crecidas de 100 años de recurrencia se tienen alturas muy importantes de más de 2,50 m y altas velocidades de corriente de hasta 2 m/s. No se permiten edificaciones.

- Zona de crecidas medias (niveles alcanzados por crecidas de 2 a 5 años de recurrencia). Para crecidas de 100 años de recurrencia se tienen alturas importantes y velocidades moderadas de corriente, alturas de 1,90 a 2,50 m y velocidades de hasta 0,6 m/s:

Sólo se permiten edificios para brindar servicios privados de actividades vinculadas al río con construcciones palafíticas (con un nivel de piso por encima del nivel de crecida de 100 años de recurrencia), como paradores para venta de alimentos, guarderías de lanchas, clubes náuticos y equipamiento deportivo. Se debería revertir la edificación de viviendas construidas trasladándola a sitios no inundables.

- Zona de crecidas mayores (niveles alcanzados por crecidas de 5 a 20 años de recurrencia). Para crecidas de 100 años de recurrencia se tienen alturas medias y velocidades bajas de corriente, alturas de 1,0 a 1,90 m y velocidades de hasta 0,30 m/s.

Se permiten edificios con construcciones palafíticas para brindar servicios privados en general, se debería prohibir la construcción para viviendas nuevas, en el caso de las viviendas existentes deberían contar con habitaciones en planta alta y deberían trasladarse los edificios públicos de infraestructura urbana de importancia fundamental como escuelas, centros de salud, comisarías, terminal de transporte, etc.

- Zona de crecidas extraordinarias (niveles alcanzados por crecidas de 20 a 100 años de recurrencia). Para crecidas de 100 años de recurrencia se tienen alturas menores 1,0 m y velocidades muy bajas a nulas de corriente.

Se permiten edificios para brindar servicios privados y de viviendas sobre elevando el terreno (al nivel de 100 años de recurrencia), se debería prohibir la construcción de edificios de infraestructura urbana de importancia fundamental como hospitales, escuelas, centro cívico, pero se podrían construir depósitos, centros deportivos, etc.

- Zona de crecidas excepcionales (niveles alcanzados por crecientes de 100 a 500 años de recurrencia). Niveles de terreno hasta 0,80 m por encima de la crecida de 100 años de recurrencia.

Se permiten edificios para brindar servicios privados y de viviendas sin restricciones y la construcción de edificios de infraestructura urbana sobre elevando el nivel del terreno (con nivel de piso similar al de crecientes de 500 años de recurrencia).

Para niveles superiores del terreno a los alcanzados por crecientes de 500 años de recurrencia no se presentan restricciones al dominio para ningún tipo de edificios.

Capítulo 6: Conclusiones

6.1 Cumplimiento de objetivos

El objetivo general planteado para esta tesis fue evaluar las consecuencias del avance de la urbanización en zonas inundables junto a ríos de llanuras, determinando su influencia en los niveles de las crecidas, el cambio en la vulnerabilidad y la tendencia en la modificación del riesgo de inundación en el borde costero de la ciudad y zonas aledañas.

Como objetivo particular se planteó la determinación de criterios para el diseño de una política de desarrollo urbano sustentable en base a un conocimiento adecuado del comportamiento del río con el que se puede mensurar el riesgo hídrico de distintas áreas del territorio y posibilitar un sistema de gestión de riesgo de desastre.

Para lograr los objetivos se desarrolló mediante el software HEC-HMS la modelación hidrológica de toda la cuenca del río Gualeguaychú de 6.974 km² y la modelación hidráulica del tramo inferior del río, donde se encuentra ubicada la ciudad de Gualeguaychú, en una longitud de 23,66 km utilizando el software HEC-RAS.

Por otro lado se estudió la evolución del desarrollo urbano junto al río, especialmente en un período reciente de veinte años, desde 1994 a 2014. En base a estos estudios se determinaron caudales para crecientes de distintas recurrencias y curvas de inundación para estas crecientes. Se evaluó la incidencia de la urbanización y de las obras que obstaculizan el flujo en los niveles de crecida del río, determinando valores de incrementos de niveles para distintos tipos de obras de intervención y recurrencia de las crecientes, es decir modificaciones en la amenaza que interviene en el riesgo hídrico.

En base a las curvas de riesgo hídrico se determinaron incrementos de las superficies edificadas en zonas vulnerables, para las zonas delimitadas por dichas curvas, analizando en los últimos dos períodos de diez años el cambio en la vulnerabilidad de la zona urbana sujeta a riesgo hídrico.

6.2 Dificultades en la implementación de los modelos y sus desempeños

La recopilación y análisis de la información hidrológica, relativa a alturas y caudales del río, fue la primera tarea desarrollada en el estudio. En este sentido se contaba con información de alturas del tramo inferior del río Gualeguaychú suministrada por la DNVN de las escalas de Puerto de Gualeguaychú y Boca de Gualeguaychú. Debido a la influencia del río Uruguay en los niveles del tramo inferior del río Gualeguaychú fue

necesario trabajar con los datos de ambas escalas a fin de tener en cuenta la incidencia de los niveles del río Uruguay, en la desembocadura del Gualeguaychú, sobre las alturas del río Gualeguaychú en la ciudad. Estos datos se utilizaron para realizar los análisis de frecuencias de alturas, para lo cual se tuvo en cuenta la influencia del comienzo de la operación de la presa de Salto Grande en la regulación de niveles del río Uruguay estudiando la serie completa y una serie corta desde el comienzo de la operación de la presa. El análisis de los resultados evidenció niveles menores para la serie corta en el caso de recurrencias mayores a veinte años, adoptándose en el estudio valores intermedios a los de ambas series.

En cuanto a los registros de caudales solo se tenía información recabada por la SSRH de la parte media superior de la cuenca, en la estación de aforos de la RP N° 39, donde no llega la influencia del río Uruguay. Dicha información fue analizada junto con la información de alturas de esta estación para obtener la serie de valores máximos anuales y poder realizar el análisis de frecuencia de caudales en esta estación.

Para la implementación del modelo hidrológico concentrado en subcuencas se utilizaron técnicas de teledetección vinculadas con el procesamiento de un SIG para la generación de datos espaciales. Para obtener la topografía de la cuenca se elaboró un modelo DEM, en base a datos de imágenes radar, para ello se utilizó el software HEC-GeoHMS con el que también se obtuvo el modelo topológico de la cuenca subdividido en distintas subcuencas y se calcularon distintas características físicas y parámetros hidrológicos de las subcuencas y de los cursos que las conectan. La obtención de las pérdidas al escurrimiento se realizó con el método del CN. Para lo cual, mediante una clasificación supervisada de imágenes satelitales Landsat se obtuvo el mapa de uso del suelo, el que se combinó con el mapa de suelos del INTA y mediante el álgebra de mapas se obtuvieron el mapa de CN de toda la cuenca y los valores medios de cada subcuenca.

La transformación de lluvia en caudal se realizó por el método del hidrograma unitario de Clark y para el tránsito de hidrogramas por los cursos se aplicó el método de Muskingum-Cunge, para lo cual se utilizó el software HEC-HMS. El ajuste de parámetros del modelo se realizó para la cuenca superior mediante una corrida de calibración a partir de datos de lluvia de los pluviómetros de la DHER, comparando con caudales de la estación de aforo de la RP N° 39, verificando luego el modelo calibrado por otra corrida de validación en la misma sección. En la misma proporción que se ajustaron los parámetros de la cuenca superior también se ajustaron los parámetros del resto de la cuenca. La

validación global para toda la cuenca solo se realizó en forma indirecta a través de la estimación de caudales para el tramo inferior y la simulación de crecidas mediante el modelo hidráulico verificando la correspondencia con los valores de alturas observados.

Para la determinación de caudales en el tramo inferior de la cuenca asociados a distintas recurrencias fue de fundamental importancia el estudio de las lluvias en la cuenca. Para realizar el análisis de frecuencia de lluvias se utilizaron datos puntuales de las dos estaciones con registros más confiables en la zona, por la extensión y continuidad de sus registros, la del INTA de Concepción del Uruguay y la del SMN de Gualeguaychú. Para la determinación de la precipitación media areal (PMA) se estudió la distribución temporal y espacial de diez tormentas de hasta doce días de duración con eventos con más de 150 mm de PMA. Como resultado del mismo se determinaron curvas de decaimiento areal y patrones de distribución temporal que se aplicaron a las precipitaciones puntuales para obtener los hietogramas de tormentas de diseño con los que se calcularon los caudales para distintas recurrencias. Los valores de caudales calculados en coincidencia con la estación de aforos de RP N° 39 fueron muy similares a los valores resultantes del análisis de frecuencia de caudales para recurrencia de hasta veinte años, siendo mayores los resultados del modelo para recurrencias de 100 y 500 años en los que aumenta la incertidumbre del análisis de frecuencia.

En el tramo inferior del río Gualeguaychú se implementó un modelo hidráulico unidimensional con flujo permanente utilizando el software HEC-RAS. Para ello se levantaron perfiles transversales utilizando información topográfica y batimétrica disponible de otros estudios. La calibración y validación del mismo se realizó para corridas recientes en las que se contaba con los datos de alturas de las escalas hidrométrica, así como información de los sectores inundados y registros fotográficos de las inundaciones en varios sectores. Para ello se utilizaron los caudales calculados por el modelo hidrológico para estos eventos, a partir de los registros de lluvia de los pluviómetros que la DHER tiene en toda la cuenca. Del mismo modo se utilizaron los caudales calculados por el modelo hidrológico para determinar los niveles alcanzados a lo largo del tramo inferior del río por crecientes de distintas recurrencias.

El modelo también permitió evaluar la incidencia que tienen los niveles altos del río Uruguay en la ciudad de Gualeguaychú y el efecto combinado de niveles altos en la desembocadura junto con crecientes del río Gualeguaychú. Con los resultados del modelo hidráulico se determinaron curvas de riesgo hídrico vinculadas a distintas recurrencias.

Además de utilizarse para analizar la situación actual se pudieron estudiar distintas situaciones sin obstrucciones al flujo, eliminando puentes y rellenos costeros, así como las obstrucciones generadas por la urbanización en el valle de inundación, analizando también distintas etapas de crecimiento de la ciudad en los últimos veinte años de acuerdo al distinto grado de urbanización de sectores inundables.

6.3 Evaluación de riesgo de inundación y su evolución

Con las curvas de riesgo hídrico, relativas a la amenaza de crecida del río, determinadas en base a los resultados del modelo hidráulico se definieron zonas de riesgo vinculadas a distintas recurrencias. En estas zonas vulnerables se determinaron superficies edificadas, partiendo de información catastral del año 1994 y digitalizando las superficies nuevas construidas sobre imágenes satelitales de alta definición de los años 2004 y 2014.

Para el cálculo de la superficie edificada en las distintas zonas de riesgo hídrico para los distintos años analizados se utilizó un software SIG. De acuerdo a los resultados del análisis se evidenció el fuerte incremento que tuvieron las construcciones edificadas en los últimos veinte años, con una tendencia creciente en la tasa de ocupación de las áreas sujetas a riesgo hídrico, es decir de la vulnerabilidad, que es muy importante para zonas con niveles del terreno superiores a los de las crecientes de cinco años de recurrencia. Por el contrario el incremento de niveles en las crecientes que produce la urbanización por interposición al flujo es prácticamente insignificante comparado con el incremento superficies edificadas que se ubican en zonas sujetas a riesgo de inundación fluvial.

Luego del análisis de riesgo realizado, estableciendo valores de riesgo para distintas zonas y distintas categorías de edificios (para servicios privados, viviendas en general y de infraestructura urbana) y teniendo en cuenta el riesgo para la población de altas velocidades de corriente y alturas de crecida, se propusieron diferentes restricciones al dominio para las distintas zonas de interés legal vinculadas a determinadas recurrencias según criterios hidrológicos.

6.4 Aportes al conocimiento del caso particular y recomendaciones

La situación hídrica de la ciudad de Gualeguaychú frente a las crecidas del río es un tema muy sensible, ya que parte de la ciudad sufre el efecto reiterado de inundaciones. La intervención antrópica que ha sufrido el valle de inundación debido al desarrollo urbano, incluso avanzando en algunos sitios sobre el cauce, afecta el flujo natural produciendo

incrementos apreciables en los niveles de las crecientes, principalmente aguas arriba de los terraplenes del Puente de la Balsa.

Sin embargo, los niveles de altura de crecidas del río Gualeguaychú, que están influenciados por la altura del río Uruguay en su desembocadura, han sufrido un cambio importante a partir del inicio de la operación de la presa de Salto Grande en 1979. La regulación de crecidas que produce la operación del embalse ha influido en la disminución de los niveles de crecientes del río Uruguay en la desembocadura del Gualeguaychú y su incidencia sobre la ciudad. Por otro lado, dentro de este período no se observaron incrementos apreciables en las lluvias con duraciones mayores a un día, que son las que producen las crecidas del río Gualeguaychú, en los registros de pluviómetros ubicados dentro o en las cercanías de la cuenca.

La presión que ejerce el incremento constante de la urbanización, con la ocupación de los terrenos ubicados junto a la costa o en zonas sujetas a riesgo hídrico cercanas al centro de la ciudad, suele superar fácilmente los recaudos y límites administrativos que existen a la ocupación de áreas inundables. Esta tendencia de urbanización de áreas sujetas a riesgo hídrico es un proceso que se ha venido incrementando en las últimas décadas y la tendencia de los últimos veinte años muestra una aceleración del mismo. Esto demuestra que la política de urbanización basada en medidas no estructurales de limitación de construcciones en áreas inundables requiere de un fuerte control por parte de las autoridades que es difícil de cumplir en muchas ocasiones.

Dentro de un sistema de gestión de riesgo de inundación más amplio (Sección 3.3), deberían crearse normativas de particulares para controlar la edificación en zonas inundables. Estas deben basarse en límites fijados por las curvas de riesgo hídrico y no por niveles de crecientes que solo tienen validez para la zona cercana a la escala hidrométrica, pero no hacia aguas arriba de esta donde los niveles de las crecientes siguen aumentando.

Cabe señalar que no deben esperarse soluciones estructurales que fácilmente puedan disminuir los niveles de las crecientes, como obras de dragado que puedan solucionar el problema de las inundaciones en terrenos muy bajos que han sido urbanizados indebidamente. Esta solución sería poco eficiente debido a que los niveles de inundación están dominados en parte por los niveles altos del río Uruguay, en mayor medida cuanto estos más bajos son. En este sentido la ampliación de puentes aliviaderos en los terraplenes de acceso al Puente de Balsa puede llegar a mitigar el efecto de incremento hacia aguas arriba que se produce por esta obra.

Por lo consolidado de la urbanización y la resistencia a construir terraplenes de defensas, que alteran el contacto de la ciudad con el río, una de las opciones estructurales podría ser la construcción de un sistema de pantallas montables, siguiendo por ejemplo la línea de inundación de crecientes de 20 años de recurrencia. Con ello se protegería la mayor parte de la superficie edificada en zonas sujetas a riesgo hídrico y las pantallas no tendrían demasiada altura, además se crearía un límite reconocible de zonas protegidas y zonas sin protección que no deberían seguir edificándose. Este sistema debe complementarse necesariamente con un sistema de alerta temprana, ya que las crecidas del río Gualeguaychú pueden ser repentinas y solo se dispondrían de pocos días para su montaje, dependiendo de la zona de la cuenca donde se producen las lluvias y su duración.

No obstante, es de fundamental importancia implementar normativas de edificación estrictas que limiten la construcción en áreas sujetas a riesgo hídrico. En dicha normativa las áreas urbanas cercanas a la costa se deberían dividir en distintos sectores de acuerdo al nivel del terreno y su ubicación a lo largo del río, de acuerdo a las curvas de riesgo hídrico determinadas y el peligro para la población de velocidad y altura de la corriente, estableciendo distintas zonas de interés legal según criterios hidrológicos. En cada una de estas zonas se deben establecer restricciones al dominio, más severas cuanto mayor sea el riesgo hídrico. Una propuesta de esta normativa se planteó en la sección 5.4.

Como toda normativa, la misma solo será efectiva si se acompaña de una política sostenida para que su cumplimiento sea llevado a cabo, para lo cual es necesario que se realice una concientización permanente a la ciudadanía sobre la problemática de vivir en zonas sujetas a riesgo hídrico. Para lograrlo debería implementarse un sistema de gestión del riesgo, el cual debe contar un plan de prevención y un plan de manejo de la emergencia donde se prevean acciones a desarrollar en caso de ocurrencia de eventos extraordinarios, se informe a la ciudadanía sobre el mismo y se concientice sobre la problemática de la ocupación de zonas inundables. Una medida efectiva puede ser la colocación de cartelera en las zonas de riesgo hídrico que alerten sobre esta problemática, por ejemplo pueden ponerse niveles alcanzados por distintas crecientes en varios puntos de la ciudad que alerten de una forma evidente sobre el riesgo que presenta la zona.

Debido a la dificultad para implementar medidas estructurales y/o revertir ocupaciones indebidas de zonas con riesgo hídrico, puede concluirse que el planteo de una planificación adecuada de crecimiento urbano en áreas no inundables y una política de control sostenida son la mejor alternativa para evitar los problemas de las inundaciones.

Referencias

- Andrade M. I. y otros** (2012). "*Factores de riesgo hídrico en el gran La Plata, Argentina*". IX Jornadas nacionales de Geografía Física, Bahía Blanca, Argentina.
- Arbuet A. y G. Pusineri** (2010). "*Análisis multitemporal del cambio de la cobertura del suelo en la cuenca del Arroyo Feliciano utilizando imágenes satelitales*". Revista Journal Selper Internacional, Universidad Nacional de Luján, Argentina. Vol 1, pp. 5-22.
- Bacchiega J.D, J. C. Bertoni y J. A. Maza** (2006). En "*Pericia Hidráulica correspondiente al Expediente N° 1341/2003. Anexo IV Análisis de las Precipitaciones*", relativa a la crecida del río Salado en 2003. Poder Judicial de la Provincia de Santa Fe.
- Bertoni J. C.; S. Ambrosino; Barbeito O.; Daniele A.; Maza J. A.; Paoli C. U. y Serra J. J.** (2004). "*Inundaciones urbanas en Argentina*". Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Capítulo 10, pp. 235-239.
- Bustami, R. A.; N. A. Rosli, J. H. Adam and K. P. Li** (2012). "*Development of Temporal Rainfall Pattern for Southern Region of Sarawak*". UNIMAS E-Journal of Civil Engineering, Vol. 3, Sarawak, Malaysia.
- Caamaño Nelli G.; E. Jorquera; C. G. Catalani y L. Colladon** (2012). "*Lluvia de diseño sin atenuación de datos locales para una cuenca*", III Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas. Ed. Univ. Nacional de Rosario, pp. 83-94. Rosario, Argentina.
- Caamaño Nelli G.; R. M. Rodríguez; L. Colladon y M. Dasso** (2006). "*Márgenes inundables de interés legal. Caracterización para la provincia de Córdoba*", en I Congreso. Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua. Fundación ProDTI (España)- FCA-UNC. Córdoba, Argentina.
- Chow Ven Te, Maidment David R., Mays Larry W** (2000). "*Hidrología aplicada*", Cap. 5,7 y 8, pp 150-159, 207-273. Ed. McGraw Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia.
- Chow Ven Te** (2004). "*Hidráulica de canales abiertos*", Cap. 10, pp 270-276. Ed. McGraw Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia.
- Chuvieco, E.** (1996). "*Fundamentos de Teledetección Espacial*", 4ª. Edición Rialp, Madrid, España.
- Danill E.I.; S.N. Michas y L.S. Lazardis** (2005). "*Hydrologic modeling considerations for flood management in ungaged basins*", en la 9th International Conference on Environmental Science and Technology, isla de Rodas, Grecia.

Domé J.V; Sato R.A. y otros (2014). “*Proyecto del Nuevo Puente sobre el río Gualeguaychú, entre Gualeguaychú y Pueblo General Belgrano*”. Convenio entre el Consejo Federal de Inversiones e INCOCIV. Centro de documentación del CFI.

Escuder I.; E. Matheu y J. Castillo (2010). “*Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales*”, en Jornada CICCOPV, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Gómez Valentín M. (2007). “*Hidrología Urbana*”, FLUMEN, Barcelona, España.

Graf J., Garklavs G. y Oberg K. (1982). “*Valores del Tiempo de concentración y de coeficientes de almacenamiento para cauces de Illinois*”. Servicio Geológico de los Estados Unidos. Investigaciones Recursos Hídricos 82-13.

Hass C. A. (1995). “*Inundaciones en áreas urbanas e impacto social. El caso de la ciudad de Luján, Buenos Aires, Argentina*”. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, N° 15, pp. 393-399. Publicaciones Universidad Complutense. Madrid, España.

Herzer H. y otros (2003). “*El manejo de cuencas y su impacto en áreas urbanas: el caso de la llanura pampeana argentina*”. III Congreso Latinoamericano de manejo de cuencas hidrográficas. INRENA & FAO. Arequipa, Perú.

Iriondo M. H. (1999). “*Geología Argentina*”. Anales N° 29 del Servicio de Geología Minero Argentino, Cap. 23-4 Cuaternario del Chaco y Litoral, pp. 696-699. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires, Argentina.

Ley N° 9068 (1998), “*Ley de definición y demarcación de Línea de Ribera*” .Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, Paraná, Entre Ríos, Argentina.

Mastaglia M. (2014). “*Evaluación del desempeño de un modelo hidrológico distribuido en grandes cuencas. Caso de estudio: el Arroyo Feliciano*”. Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe, Argentina.

Narváez, L. y otros, (2009). “*La Gestión del Riesgo de Desastres: un enfoque basado en procesos*”. Comunidad Andina, Lima, Perú.

Ponce, V. M. (1989). “*Engineering Hydrology, Principles and Practices*”, Cap. 9, pp. 291-299. Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, USA.

Sato R., Mihura E. y otros, 2014. “*Las obras de intervención sobre la planicie de inundación del Paraná y el desarrollo urbano del área de Santa Fe*”. 2° Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la

Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.

Tito M. A.; M. Pérez y Guglielmone (2012). “*Aplicación del modelo SQRT-ETmax en la estimación de precipitaciones máximas diarias de la provincia de Entre Ríos*”, III Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas. Ed. Univ. Nac. de Rosario. Argentina.

Tasi H. J.; N. Garciarena y otros (2005). “*Carta de suelos del Departamento Gualaguaychú*”, dentro del Mapa de Suelos de la provincia de Entre Ríos (Acuerdo Complementario del Convenio Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Gobierno de Entre Ríos). INTA Paraná, Entre Ríos, Argentina.

Tucci C. E., J. C. Bertoni y otros (2000). “*Hidrologia, Ciência e Aplicação*”. 2da Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. Cap. 5 pp. 182-234.

Tucci C. E. (2007). “*Gestión de inundaciones urbanas*”. Evangraf Ltda., Porto Alegre, Brasil, pp. 26-28, 40-81 y 286-288.

United States Department of Agriculture (USDA) (2007). “*Natural Resources Conservation Service (NRSC)*”. Part 630, Hydrology National Engineering Handbook. Chapter 7 Hydrologic Soil Groups.

United States Department of Agriculture (USDA) (2004). “*Natural Resources Conservation Service*” (NRSC2). Part 630, Hydrology National Engineering Handbook. Chapter 10. Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall.

United States Army Corps of Engineers (USACE) (2008). “*Hydrologic Engineering Center. Hydrological Modeling System HEC – HMS 3.2. Technical Reference Manual*”.

United States Army Corps of Engineers (USACE) (2010). “*Hydrologic Engineering Center. Hydrological Modeling System HEC – RAS 4.1.0. Technical Reference Manual*”.

Wollansky S. y M. Pardini (2010). “*Seguridad de terraplenes de defensa contra inundaciones*”, en el VI Congreso argentino de presas y aprovechamientos hidroeléctricos, Neuquén, Argentina.

Zamanillo E. A.; G. R. Larenze; M. J. Tito; M.M. Pérez y M.E. Garat (2008). “*Procedimientos para la Estimación de Tormentas de diseño para la provincia de Entre Ríos*”. Ed. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, Argentina.

Zamanillo E.; M. J. Tito; M. E. Garat; P. Gómez y G. Larenze (2012). “*Caracterización de precipitaciones máximas para la cuenca del arroyo Feliciano*”, III Taller sobre Regionalización de Precipit. Máximas. Ed. Univ. Nac. de Rosario. Argentina.

Notaciones

AMC	Condición de humedad antecedente
AVR	Azul – verde – rojo
CN	Curva Número
DEM	Modelo Digital de Elevación del Terreno
DHER	Dirección de Hidráulica de Entre Ríos
GEV	Distribución de probabilidades General de Valores Extremos
HEC-GeoHMS	Extensión geográfica para HEC-HMS
HEC-HMS	Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center – River Analysis System
HEC-USACE	HEC – United States Army Corps of Engineers
HTA	Histograma área-tiempo
HUI	Hidrograma unitario instantáneo
IDF	Intensidad–duración–frecuencia
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
PAPCUS	Plan de Actualización y Perfeccionamiento Catastral Urbano y Subrural
PMA	Precipitación media areal
RN	Ruta Nacional
RP	Ruta Provincial
SCS	Servicio de Conservación de Suelos
SIG	Sistema de información geográfica
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SPMG	Secretaría de Planeamiento Municipalidad de Gualeguaychú
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSRH	Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación
UTN FRCD	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concordia

Anexos

Anexo 1: Análisis de Frecuencia de alturas máximas. Salidas del modelo

AFMULTI

• Alturas Escala Boca de Gualeguaychú. Serie 1980-2013

ANO INICIAL: 1980 ANO FINAL: 2013 CANTIDAD DE VALORES: 34

ESTADISTICOS:

MEDIA	DESUDIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
327.0	52.53	.38	.1606	2.35	2.22

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.9999	178.4	205.2	177.2	198.7	196.2	274.5
.5000	322.9	317.9	320.6	321.4	320.9	310.9
.3333	345.9	341.2	346.0	344.6	343.6	332.2
.2000	369.3	367.2	372.8	368.8	367.6	359.0
.1000	396.2	399.9	404.3	396.8	396.2	395.5
.0500	419.8	431.2	432.4	421.8	422.3	431.9
.0200	448.1	471.8	465.9	451.9	454.8	480.0
.0100	468.1	502.2	489.1	473.2	478.4	516.4
.0050	487.1	532.5	510.7	493.5	501.6	552.8
.0020	511.2	572.5	537.0	512.2	523.9	601.0

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
438.	1983	.0147	354.	1990	.2794	310.	2005	.5441	274.	1980	.8088
422.	2009	.0441	348.	1994	.3088	308.	2004	.5735	272.	1981	.8382
416.	1998	.0735	344.	2010	.3382	306.	2011	.6029	270.	1996	.8676
400.	2002	.1029	336.	1999	.3676	304.	2001	.6324	266.	1991	.8971
395.	1992	.1324	332.	2012	.3971	298.	2007	.6618	266.	2006	.9265
394.	2000	.1618	326.	1982	.4265	298.	1986	.6912	244.	1995	.9559
385.	1993	.1912	324.	2013	.4559	298.	1984	.7206	232.	1988	.9853
370.	1989	.2206	322.	2003	.4853	298.	1985	.7500			
364.	1997	.2500	319.	1987	.5147	286.	2008	.7794			

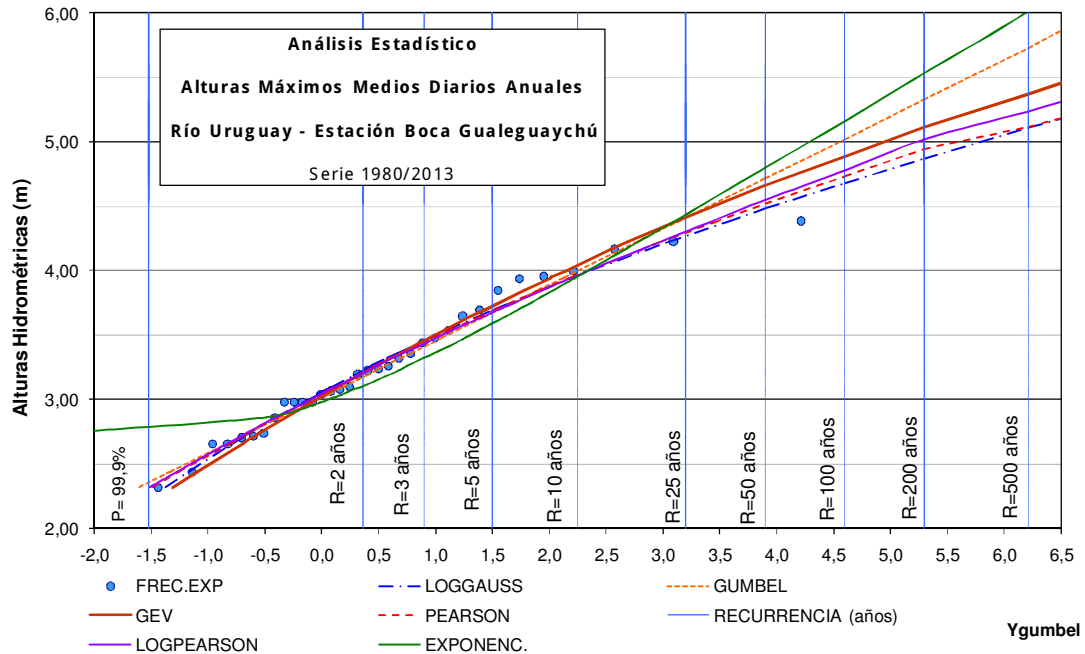


Figura A1.1: Análisis de Frecuencias de Alturas Máximas. Boca del río Gualeguaychú Serie (1980-2013) (datos Dirección de Vías Navegables de la Nación)

• Alturas Escala Puerto de Gualeguaychú. Serie 1980-2013

ANO INICIAL: 1980 ANO FINAL: 2013

CANTIDAD DE VALORES: 34

ESTADISTICOS :

VARIABLE ORIGINAL (X) :

MEDIA	DESVIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
353.9	62.56	.36	.1768	2.06	2.56

VALORES DE LA VARIABLE (CM) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.9999	181.6	209.6	168.6	185.4	192.3	291.4
.5000	348.5	343.0	347.7	348.8	347.2	334.7
.3333	375.9	370.7	377.7	376.1	374.4	360.1
.2000	403.9	401.5	408.7	404.1	402.8	392.0
.1000	436.4	440.2	444.3	435.9	436.3	435.4
.0500	465.1	477.4	475.2	463.8	466.6	478.8
.0200	499.6	525.4	511.1	497.0	503.9	536.1
.0100	524.1	561.4	535.2	520.2	530.8	579.4
.0050	547.5	597.3	557.1	542.2	556.9	622.8
.0020	577.4	644.7	583.0	562.4	582.1	680.1

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
498.	2007	.0147	394.	1992	.2794	340.	1982	.5441
482.	1984	.0441	390.	1993	.3088	334.	1999	.5735
456.	1983	.0735	378.	2003	.3382	334.	1991	.6029
426.	2009	.1029	368.	1989	.3676	332.	2001	.6324
424.	2010	.1324	364.	1997	.3971	330.	1987	.6618
417.	1998	.1618	362.	1986	.4265	328.	2013	.6912
404.	2000	.1912	346.	2005	.4559	312.	2006	.7206
398.	2012	.2206	344.	1994	.4853	310.	2008	.7500
396.	2002	.2500	344.	1990	.5147	308.	2011	.7794

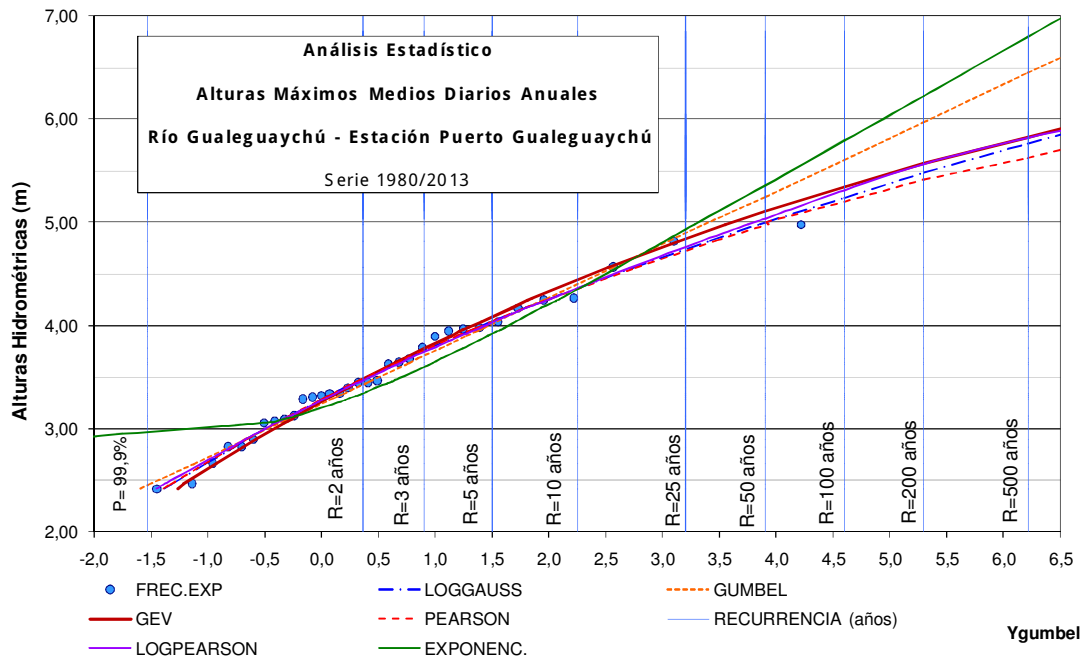


Figura A1.2: Análisis de Frecuencias de Alturas Máximas. Puerto de Gualeguaychú. Serie (1980-2013 (datos Dirección de Vías Navegables de la Nación)

• Alturas Escala Boca de Gualeguaychú. Serie 1914-2013 (sin 1978)

AÑO INICIAL: 1914 AÑO FINAL: 2013

CANTIDAD DE VALORES: 99

ESTADÍSTICOS:

VARIABLE ORIGINAL (X):

MEDIA	DESUDIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
316.7	63.06	1.79	.1991	8.99	8.07

VALORES DE LA VARIABLE (CM) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.9999	149.3	185.8	199.8	204.5	222.1	253.7
.5000	310.6	306.8	303.5	307.2	302.4	297.4
.3333	338.1	331.9	328.3	333.1	327.2	322.9
.2000	366.7	359.9	357.3	361.4	356.6	355.1
.1000	399.9	395.0	396.0	395.7	395.8	398.8
.0500	429.6	428.7	435.8	427.1	435.7	442.6
.0200	465.7	472.3	491.3	466.1	490.8	500.3
.0100	491.4	505.0	536.1	494.2	534.9	544.1
.0050	516.1	537.5	583.7	521.5	581.5	587.8
.0020	547.9	580.5	651.2	546.6	628.0	645.5

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
625.	1959	.0051	328.	1966	.3384	285.	1948	.6717
509.	1972	.0152	326.	1982	.3485	283.	1975	.6818
470.	1922	.0253	324.	2013	.3586	280.	1946	.6919
458.	1923	.0354	323.	1928	.3687	280.	1942	.7020
438.	1983	.0455	323.	1932	.3788	279.	1974	.7121
422.	2009	.0556	323.	1935	.3889	278.	1958	.7222
416.	1998	.0657	322.	2003	.3990	276.	1933	.7323
412.	1941	.0758	319.	1987	.4091	275.	1970	.7424
400.	2002	.0859	315.	1951	.4192	274.	1949	.7525
395.	1992	.0960	314.	1952	.4293	274.	1980	.7626
394.	2000	.1061	312.	1930	.4394	272.	1981	.7727
390.	1940	.1162	310.	1926	.4495	272.	1976	.7828
385.	1993	.1263	310.	2005	.4596	270.	1960	.7929
375.	1914	.1364	308.	1918	.4697	270.	1996	.8030
370.	1989	.1465	308.	2004	.4798	270.	1931	.8131
365.	1938	.1566	306.	2011	.4899	269.	1927	.8232
364.	1997	.1667	304.	2001	.5000	266.	1977	.8333
360.	1929	.1768	303.	1964	.5101	266.	2006	.8434
354.	1990	.1869	300.	1967	.5202	266.	1937	.8535
348.	1994	.1970	299.	1957	.5303	266.	1991	.8636
344.	2010	.2071	298.	2007	.5404	264.	1943	.8737
343.	1954	.2172	298.	1984	.5505	262.	1962	.8838
343.	1921	.2273	298.	1985	.5606	258.	1916	.8939
340.	1961	.2374	298.	1986	.5707	254.	1969	.9040
339.	1956	.2475	298.	1955	.5808	245.	1944	.9141
338.	1979	.2576	296.	1947	.5909	244.	1968	.9242
338.	1915	.2677	294.	1919	.6010	244.	1995	.9343
337.	1936	.2778	294.	1925	.6111	244.	1973	.9444
336.	1999	.2879	293.	1924	.6212	238.	1945	.9545
332.	1963	.2980	288.	1953	.6313	234.	1934	.9646
332.	2012	.3081	287.	1971	.6414	232.	1950	.9747
330.	1920	.3182	286.	1939	.6515	232.	1988	.9848
328.	1965	.3283	286.	2008	.6616	211.	1917	.9949

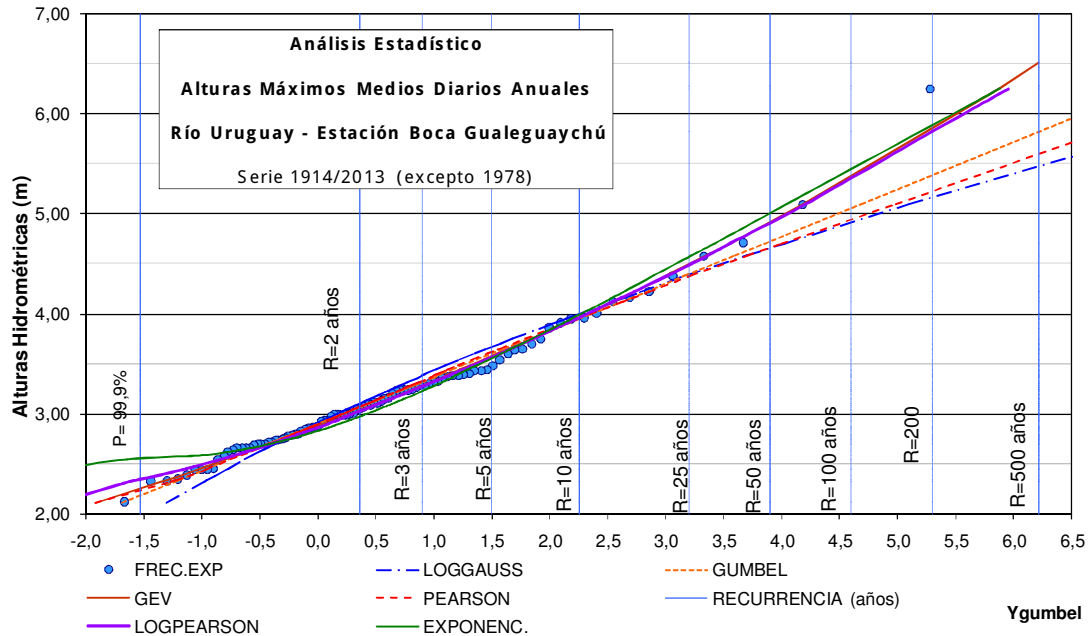


Figura A1.3: Análisis de Frecuencias de Alturas Máximas. Boca del río Gualeguaychú. Serie (1914-2013) (Datos Dirección de Vías Navegables de la Nación)

• Alturas Escala Puerto de Gualeguaychú. Serie 1914-2013 (sin 1978)

ANO INICIAL: 1914 ANO FINAL: 2013
 CANTIDAD DE VALORES: 99

ESTADISTICOS:

VARIABLE ORIGINAL (X):

MEDIA	DESVIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
350.1	84.09	1.43	.2402	5.96	5.44

VALORES EXTREMOS:

MAXIMO	MINIMO	RANGO	INDICES: MAXIMA	MINIMA	MIN-MAX	MAX-MIN
700.	211.	489.	1.999	.603	.301	3.318

VALORES DE LA VARIABLE (CM) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.9999	141.2	171.2	197.9	204.4	204.7	266.0
.5000	340.4	336.6	330.8	336.5	332.8	324.3
.3333	377.0	370.9	363.9	371.5	366.5	358.4
.2000	415.5	409.1	403.5	410.0	405.6	401.3
.1000	461.1	457.1	457.3	456.8	456.7	459.6
.0500	502.5	503.1	513.8	500.1	507.9	517.9
.0200	553.7	562.6	594.6	553.8	577.5	595.0
.0100	590.6	607.3	661.3	592.8	632.7	653.3
.0050	626.5	651.8	733.7	630.6	690.4	711.5
.0020	673.0	710.4	838.9	665.5	748.2	788.6

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
700.	1959	.0051	350.	1956	.3384	305.	1934	.6717
600.	1914	.0152	346.	1954	.3485	304.	1957	.6818
543.	1955	.0253	346.	2005	.3586	302.	1964	.6919
538.	1972	.0354	344.	1990	.3687	300.	1925	.7020
531.	1966	.0455	344.	1915	.3788	295.	1924	.7121
500.	1922	.0556	344.	1994	.3889	295.	1939	.7222
498.	2007	.0657	342.	1919	.3990	294.	1975	.7323
494.	1930	.0758	341.	1936	.4091	294.	1960	.7424
485.	1940	.0859	340.	1921	.4192	292.	1953	.7525
482.	1984	.0960	340.	1982	.4293	290.	1971	.7626
468.	1950	.1061	336.	1949	.4394	290.	1985	.7727
456.	1983	.1162	336.	1979	.4495	287.	1948	.7828
450.	1923	.1263	334.	1999	.4596	285.	1942	.7929
446.	1973	.1364	334.	1991	.4697	284.	1946	.8030
426.	2009	.1465	332.	1961	.4798	283.	1933	.8131
424.	2010	.1566	332.	2001	.4899	282.	1947	.8232
417.	1998	.1667	330.	1977	.5000	282.	1980	.8333
414.	1941	.1768	330.	1951	.5101	282.	1981	.8434
404.	1937	.1869	330.	1987	.5202	280.	1962	.8535
404.	2000	.1970	328.	1970	.5303	280.	1931	.8636
401.	1926	.2071	328.	2013	.5404	279.	1927	.8737
398.	2012	.2172	326.	1935	.5505	266.	1996	.8838
396.	2002	.2273	325.	1932	.5606	265.	1974	.8939
394.	1992	.2374	325.	1928	.5707	260.	1943	.9040
392.	1963	.2475	324.	1958	.5808	260.	1969	.9141
390.	1993	.2576	322.	1952	.5909	259.	1916	.9242
386.	1929	.2677	322.	1965	.6010	257.	1944	.9343
380.	1938	.2778	320.	1920	.6111	252.	1976	.9444
378.	1967	.2879	312.	2006	.6212	248.	1945	.9545
378.	2003	.2980	310.	2008	.6313	248.	1968	.9646
368.	1989	.3081	308.	2011	.6414	246.	1995	.9747
364.	1997	.3182	306.	1918	.6515	242.	1988	.9848
362.	1986	.3283	306.	2004	.6616	211.	1917	.9949

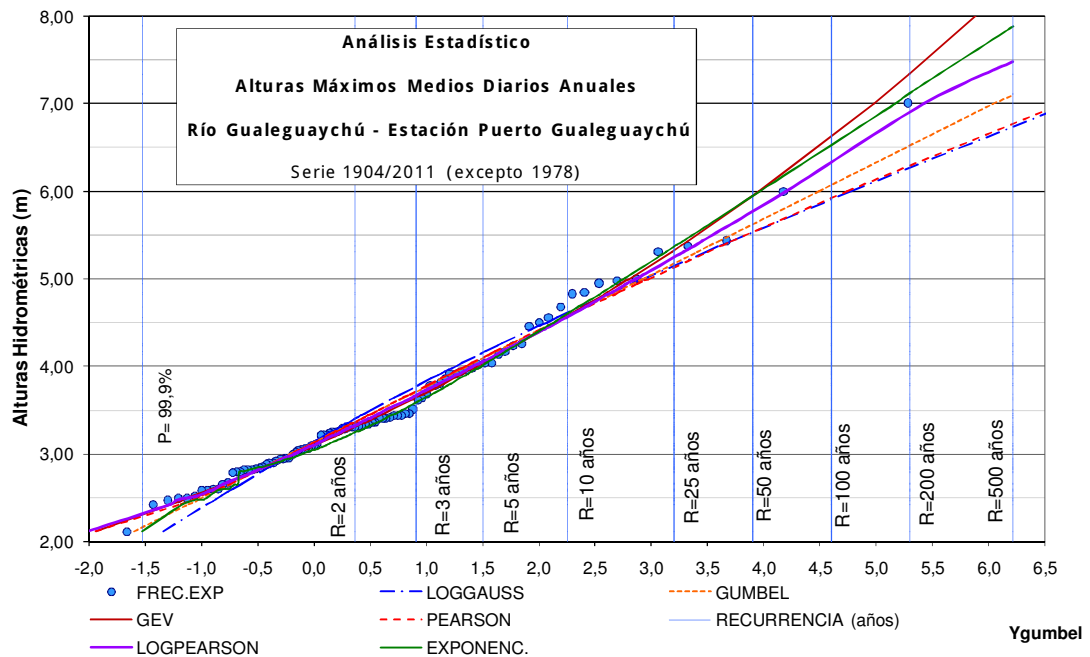


Figura A1.4: Análisis de Frecuencias de Alturas Máximas. Puerto de Gualeguaychú. Serie (1914-2013) (Datos Dirección de Vías Navegables de la Nación)

Anexo 2: Información de caudales medios mensuales

Caudales medios mensuales (m3/s) - Río Gualeguaychú RP 39

Área = 1980 km2

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Prom	Máx	Min	Derrame anual (Hm3)	Esco- rren- tia (mm)
88-89	-	2,32	0,82	1,81	0,47	0,46	0,60	0,65	0,62	0,60	0,63	0,64	0,87	2,32	0,46		
89-90	0,64	0,64	29,15	-	0,66	80,67	-	-	0,66	0,62	0,64	-	14,21	80,67	0,62		
90-91	-	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-	-	-	0,52	0,52	0,52		
91-92	-	0,95	0,96	9,23	0,96	1,03	-	-	-	-	10,31	0,60	3,43	10,31	0,60		
92-93	-	-	-	0,62	7,05	2,47	2,55	56,85	64,26	6,39	0,52	0,99	15,74	64,26	0,52		
93-94	0,96	7,93	39,11	11,09	2,63	1,65	3,40	3,31	2,48	0,96	0,97	1,45	6,33	39,11	0,96	199,5	100,8
94-95	1,04	12,28	3,35	1,72	1,33	0,96	2,60	1,99	15,55	1,03	1,02	0,93	3,65	15,55	0,93	115,1	58,1
95-96	0,92	7,67	2,18	0,91	1,00	1,11	8,93	49,47	5,05	0,98	0,95	0,96	6,68	49,47	0,91	211,2	106,6
96-97	0,85	0,87	0,76	0,92	0,67	0,77	2,15	0,76	1,41	0,84	0,72	0,81	0,96	2,15	0,67	30,30	15,30
97-98	0,76	0,70	0,76	12,07	78,70	25,10	21,86	0,84	19,06	29,51	50,38	6,88	20,55	78,70	0,70	648,1	327,3
98-99	2,77	0,78	1,14	1,51	1,26	7,90	3,52	10,53	19,56	1,31	164,70	1,37	18,03	164,70	0,78	568,5	287,1
99-00	0,82	0,82	0,70	0,70	0,70	11,68	20,33	155,59	94,43	2,13	1,25	9,22	24,86	155,59	0,70	786,2	397,1
00-01	1,22	1,15	0,90	0,99	2,16	30,75	49,17	66,90	2,52	58,48	3,00	14,89	19,34	66,90	0,90	610,0	308,1
01-02	10,11	171,86	122,26	8,24	2,18	13,35	49,32	158,30	30,35	22,31	17,04	0,88	50,52	171,86	0,88	1593,1	804,58
02-03	31,28	38,88	69,79	79,53	6,62	10,19	25,89	48,17	114,60	21,57	2,74	81,69	44,25	114,60	2,74	1395,3	704,7
03-04	3,94	2,07	10,50	6,87	8,29	1,27	1,23	27,74	10,19	1,54	1,41	0,64	6,31	27,74	0,64	199,4	100,7
04-05	0,65	0,48	10,41	0,81	1,69	9,97	8,29	90,58	19,75	35,91	5,62	5,54	15,81	90,58	0,48	498,5	251,8
05-06	24,61	13,34	1,71	0,91	4,11	1,62	1,09	0,61	0,47	14,56	5,00	1,13	5,76	24,61	0,47	181,7	91,8
06-07	0,56	2,80	20,05	48,98	10,82	3,71	63,36	49,79	21,15	1,16	0,87	0,74	18,67	63,36	0,56	588,6	297,3
07-08	17,90	48,21	1,90	0,54	0,56	1,87	5,41	0,66	0,63	0,63	0,60	0,87	6,65	48,21	0,54	210,2	106,2
08-09	0,43	0,83	0,35	0,40	0,19	0,56	24,78	1,87	0,13	0,32	8,45	1,01	3,28	24,78	0,13	103,3	52,2
09-10	10,23	8,48	25,50	75,70	27,32	134,44	11,17	7,43	1,84	5,41	7,46	23,46	28,20	134,44	1,84	889,4	449,2
10-11	14,67	1,35	0,72	0,39	0,77	21,95	8,19	2,04	15,48	12,36	17,17	18,39	9,46	21,95	0,39	298,2	150,6
11-12	3,39	25,52	6,71	0,91	0,14	38,96	48,74	3,52	4,19	1,26	0,42	43,79	14,80	48,74	0,14	466,6	235,7
Prom	6,39	15,90	15,90	12,04	6,97	17,50	16,50	35,12	20,20	9,99	13,12	9,86	16,00	70,69	0,81	504,9	255,0
Máx	31,28	171,86	122,26	79,53	78,70	134,44	63,36	158,30	114,60	58,48	164,70	81,69	50,52	171,86	2,74	1593,1	804,6
Min	0,43	0,48	0,35	0,39	0,14	0,46	0,52	0,61	0,13	0,32	0,42	0,60	0,96	2,15	0,13	30,3	15,3

Anexo 3: Series de caudales máximos anuales

Caudales Máximos Instantáneos y Máximos Medios Diarios del río Gualeguaychú en RP N° 39 (1987-88 /2012-13). (Datos Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación)

Año Hidrológico	Alturas Máx. del período [m]	Caudales Máx Instantáneos [m ³ /s]	Media Móvil 5 años	Caudales Máx Med Diario [m ³ /s]	Media Móvil 5 años
87-88	6,28	59,1	235,6	55,6	212,5
88-89	8,50	381,9	228,1	316,1	210,7
89-90	8,10	265,8	195,4	265,8	178,8
90-91	7,80	205,7	261,8	205,2	246,0
91-92	6,40	64,5	245,7	51,5	243,0
92-93	8,50	391,2	209,8	391,2	207,1
93-94	8,30	301,2	203,9	301,2	201,3
94-95	7,00	86,5	192,4	86,5	192,4
95-96	7,60	176,2	189,4	176,2	189,4
96-97	4,11	6,8	214,5	6,8	214,5
97-98	8,50	376,3	323,4	376,3	323,4
98-99	8,50	427,0	352,0	427,0	346,9
99-00	9,00	630,9	414,5	630,9	400,3
00-01	8,20	319,2	456,3	293,7	428,6
01-02	8,20	319,2	401,0	273,4	373,9
02-03	9,00	585,2	382,0	518,1	342,0
03-04	7,45	150,4	347,0	153,4	310,2
04-05	8,90	536,1	346,5	471,3	314,0
05-06	7,40	144,0	283,9	134,9	260,5
06-07	8,35	316,8	284,7	292,1	256,4
07-08	8,13	272,3	267,5	251,0	249,3
08-09	7,48	154,4	251,3	132,8	234,6
09-10	8,70	449,9	236,0	435,9	216,7
10-11	7,90	63,3	298,8	61,3	278,4
11-12	9,00	240,0	334,9	202,6	314,9
12-13	9,00	586,4	296,5	559,6	274,5

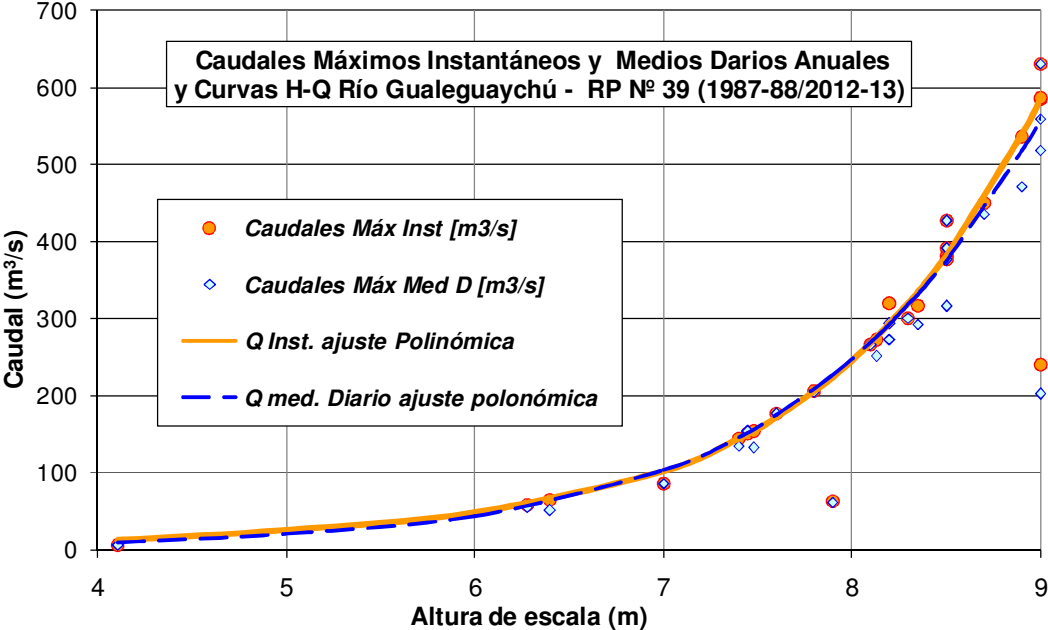


Figura A3.1: Caudales máximos anuales y curvas Altura-Caudal en RP N° 39 (datos Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación)

Anexo 4: Análisis de Frecuencia de caudales. Salidas del modelo AFMULTI

• Caudales Máximos Medios Diarios Anuales. Río Gualeguaychú RP N°39.

ANO INICIAL: 1988 ANO FINAL: 2013
 CANTIDAD DE VALORES: 25
 MEDIA DESVIO COEF. COEF. COEF. COEF.
 ASIMETRIA VARIACION ASIM/VARI CURTOSIS
 28058.9 16565.29 .33 .5904 .56 2.15

VALORES DE LA VARIABLE (m3/s.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES							
PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.	
.9999	3165.5	.0	.0	.0	21.2	11495.3	
.5000	24162.3	25134.8	26246.0	27142.8	26962.4	22975.8	
.3333	30580.5	32578.6	33818.2	34403.9	36243.1	29694.1	
.2000	38283.5	40865.7	41744.1	41666.6	44529.9	38154.4	
.1000	48695.5	51281.0	51001.6	49790.0	51811.1	49636.6	
.0500	59395.1	61271.5	59198.4	56779.5	56235.4	61118.8	
.0200	74279.0	74203.3	68897.6	64954.3	59557.7	76297.4	
.0100	86220.9	83893.9	75547.3	70587.6	60967.2	87779.6	
.0050	98809.7	93549.0	81688.5	75873.1	61830.0	99261.8	
.0020	116583.0	106287.4	89110.7	80734.3	62462.6	114440.6	

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE											
VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP
63094. 1999	.0200	37630. 1997	.3000	25103. 2007	.5800	8651. 1994	.8600				
55962. 2013	.0600	31613. 1988	.3400	20521. 1990	.6200	6134. 2011	.9000				
51808. 2002	.1000	30123. 1993	.3800	20260. 2012	.6600	5145. 1991	.9400				
47129. 2004	.1400	29370. 2000	.4200	17622. 1995	.7000	675. 1996	.9800				
43585. 2009	.1800	29214. 2006	.4600	15340. 2003	.7400						
42695. 1998	.2200	27336. 2001	.5000	13488. 2005	.7800						
39120. 1992	.2600	26578. 1989	.5400	13277. 2008	.8200						

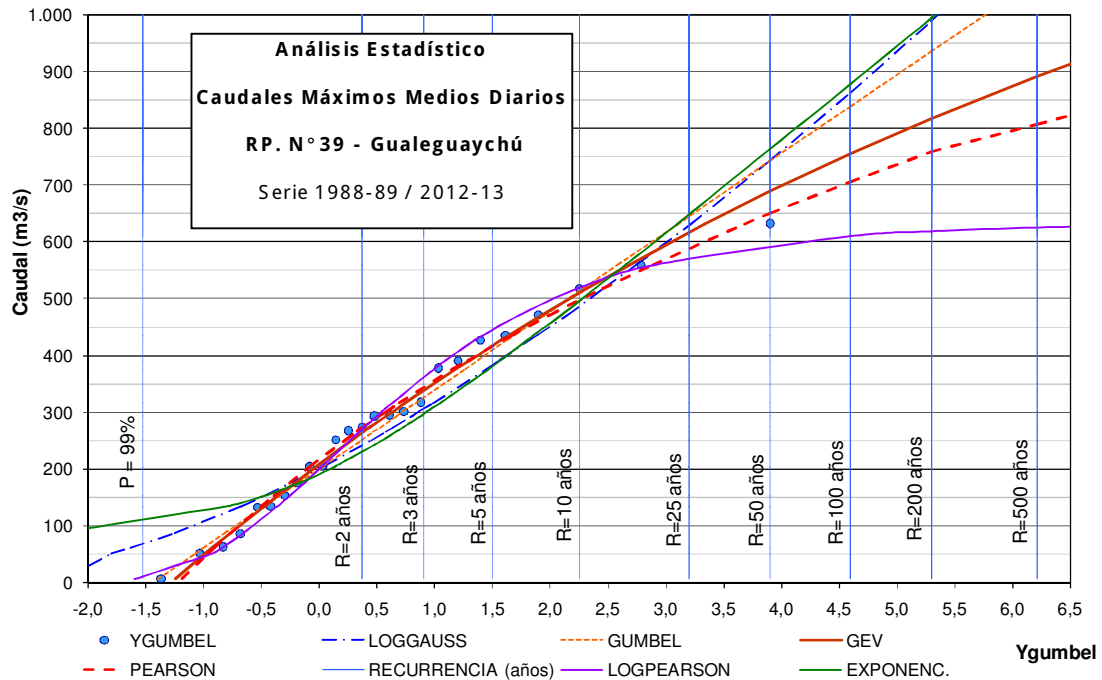


Figura A4.1: Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos Medios Diarios. RP N° 39. Serie (88-89-12-13) (datos SSRH)

**Caudales Máximos medios diarios Río Gualeguaychú Estación RP N° 39
Serie 1988-89 a 2012-2013**

Probabilidad de ocurrencia	Recurrencia Años	Caudales Máximos Anuales (m3/s). Río Gualeguaychú - Ruta 39					
		LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
0,50	2	241,62	251,35	262,46	271,43	269,62	229,76
0,333	3	305,81	325,79	338,18	344,04	362,43	296,94
0,20	5	382,84	408,66	417,44	416,67	445,30	381,54
0,10	10	486,96	512,81	510,02	497,90	518,11	496,37
0,05	20	593,95	612,72	591,98	567,80	562,35	611,19
0,020	50	742,79	742,03	688,98	649,54	595,58	762,97
0,010	100	862,21	838,94	755,47	705,88	609,67	877,80
0,005	200	988,10	935,49	816,89	758,73	618,30	992,62
0,002	500	1.165,83	1.062,87	891,11	807,34	624,63	1.144,41

• Caudales Máximos Instantáneos Anuales. Río Gualeguaychú RP N°39.

ANO INICIAL: 1988 ANO FINAL: 2013
 CANTIDAD DE VALORES: 25
 MEDIA DESVIO COEF. COEF. COEF. COEF.
 ASIMETRIA VARIACION ASIM/VARI CURTOSIS
 29804.4 17437.26 .28 .5851 .48 2.04

VALORES DE LA VARIABLE (m3/s.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.9999	3424.1	.0	.0	.0	20.5	12368.9
.5000	25725.1	26724.1	28053.9	28985.6	28835.0	24453.7
.3333	32498.6	34565.4	36046.1	36612.9	38636.0	31525.7
.2000	40613.6	43295.1	44340.6	44190.4	47259.3	40431.3
.1000	51562.5	54266.5	53931.3	52611.4	54689.4	52517.9
.0500	62794.6	64790.6	62329.5	59815.2	59100.4	64604.5
.0200	78393.6	78412.9	72144.8	68195.9	62326.8	80582.1
.0100	90891.2	88620.9	78791.7	73945.5	63657.9	92668.7
.0050	104051.1	98791.7	84866.3	79322.2	64453.8	104755.3
.0020	122609.0	112210.3	92119.8	84266.1	65025.0	120733.1

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
63094.	1999	.0200	38193.	1988	.3000	27230.	2007	.5400	14396.	2005	.8200
58638.	2013	.0600	38193.	1988	.3000	26578.	1989	.5800	8651.	1994	.8600
58520.	2002	.1000	37630.	1997	.3400	23996.	2012	.6200	6446.	1991	.9000
53609.	2004	.1400	31920.	2000	.3800	20570.	1990	.6600	6328.	2011	.9400
44989.	2009	.1800	31920.	2001	.4200	17622.	1995	.7000	675.	1996	.9800
42695.	1998	.2200	31684.	2006	.4600	15442.	2008	.7400			
39120.	1992	.2600	30123.	1993	.5000	15041.	2003	.7800			

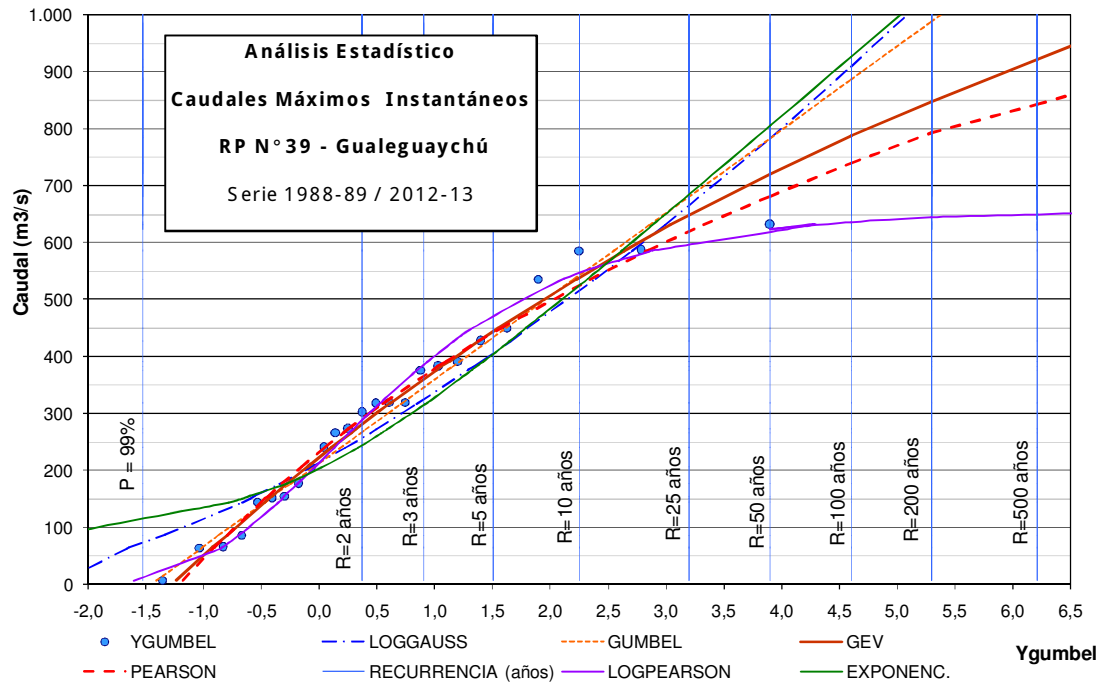


Figura A4.2: Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos Instantáneos. RP N° 39. Serie (88-89-12-13) (datos SSRH)

**Caudales Máximos instantáneos Río Gualeguaychú Estación RP N° 39
Serie 1988-89 a 2012-2013**

Probabilidad de ocurrencia	Recurrencia Años	Caudales Máximos Anuales (m ³ /s). Río Gualeguaychú - Ruta 39					
		LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
0,50	2	257,25	267,24	280,54	289,86	288,35	244,54
0,333	3	324,99	345,65	360,46	366,13	386,36	315,26
0,20	5	406,14	432,95	443,41	441,90	472,59	404,31
0,10	10	515,63	542,67	539,31	526,11	546,89	525,18
0,05	20	627,95	647,91	623,30	598,15	591,00	646,05
0,020	50	783,94	784,13	721,45	681,96	623,27	805,82
0,010	100	908,91	886,21	787,92	739,46	636,58	926,69
0,005	200	1.040,51	987,92	848,66	793,22	644,54	1.047,55
0,002	500	1.226,09	1.122,10	921,20	842,66	650,25	1.207,33

Anexo 5: Digitalización de polígonos y resultados de la clasificación de imagen satelital.

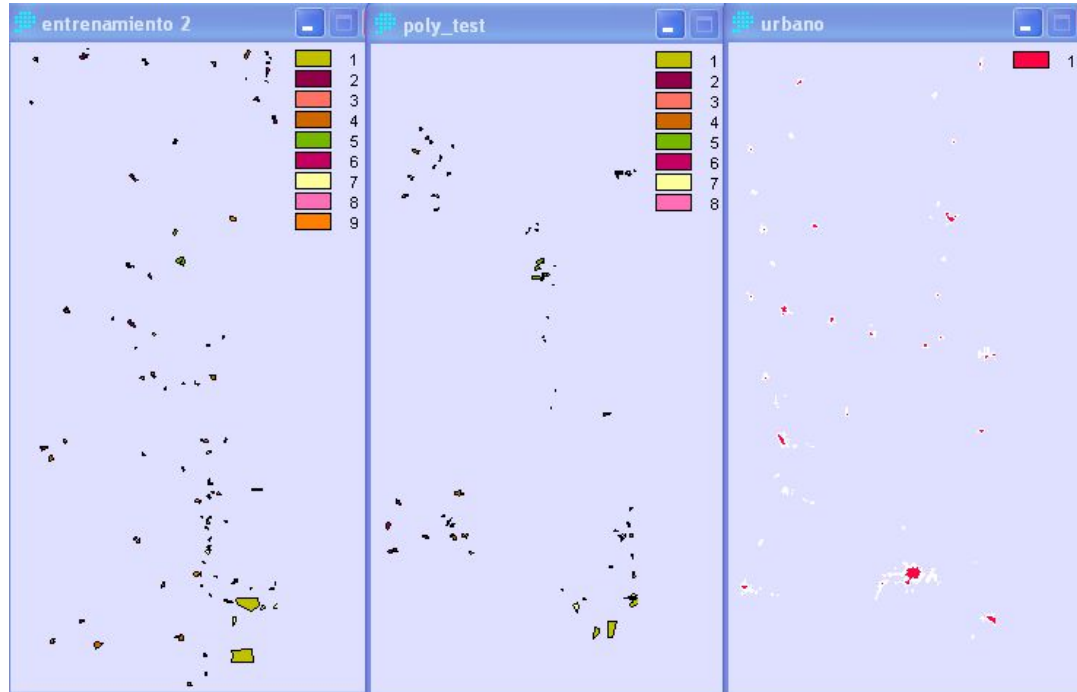


Figura A5.1: Polígonos digitalizados para clasificación, validación y en áreas urbanas

Error Matrix Analysis of IMAGEN_VERIFICA (columns : truth) against CLASIF_MAXLIKE_8 (rows : mapped)

	1	2	3	4	5	
1	14088	0	0	0	0	0.0000
2	0	8083	0	0	0	0.0000
3	0	0	5997	1	0	0.0106
4	0	127	36	7196	0	0.0667
5	0	0	0	1	6970	0.1008
6	0	0	8	0	329	0.1397
7	36	0	0	247	29	0.1198
8	0	110	1	1620	22	0.8490
Total	14124	8320	6042	9065	7350	
Error O	0.0025	0.0285	0.0074	0.2062	0.0517	

	6	7	8	Total	Error C
1	0	0	0	14088	0.0000
2	0	0	0	8083	0.0000
3	18	44	1	6061	0.0106
4	5	340	6	7710	0.0667
5	57	541	182	7751	0.1008
6	2242	27	0	2606	0.1397
7	4	2321	0	2637	0.1198
8	84	441	405	2683	0.8490
Total	2410	3714	594	51619	
Error O	0.0697	0.3751	0.3182		0.0836

Error O = Errors of Omission (expressed as proportions)
 Error C = Errors of Commission (expressed as proportions)

90% Confidence Interval = +/- 0.0020 (0.0816 - 0.0856)
 95% Confidence Interval = +/- 0.0024 (0.0812 - 0.0860)
 99% Confidence Interval = +/- 0.0031 (0.0805 - 0.0868)

KAPPA INDEX OF AGREEMENT (KIA)

Using CLASIF_MAXLIKE_8 as the reference image ...

Category	KIA
1	1.0000
2	1.0000
3	0.9880
4	0.9191
5	0.8825
6	0.8535
7	0.8709
8	0.1411

IMAGEN_VERIFICA

Category	KIA
1	0.9965
2	0.9662
3	0.9916
4	0.7576
5	0.9392
6	0.9266
7	0.6047
8	0.6644

Overall Kappa = 0.8995

Anexo 6: Precipitaciones máximas anuales para distintas duraciones.

- Estación Meteorológica INTA Concepción del Uruguay.

Período	1 día	2 días	3 días	4 días	6 días	8 días	10 días	12 días
2010-2011	90,3	111,0	112,6	112,6	112,6	112,6	114,0	116,4
2009-2010	87,0	104,8	163,1	180,9	239,5	248,5	250,0	250,0
2008-2009	154,9	188,9	188,9	188,9	189,2	192,7	241,0	242,5
2007-2008	63,1	73,0	96,6	105,6	142,1	142,1	143,3	182,3
2006-2007	84,0	97,6	117,5	146,0	162,3	187,8	197,5	210,2
2005-2006	88,1	91,7	109,1	112,7	130,2	133,8	133,8	133,8
2004-2005	107,7	137,8	144,6	144,6	144,6	144,6	164,1	164,1
2003-2004	85,5	93,5	114,9	114,9	114,9	174,3	174,8	177,5
2002-2003	108,6	137,6	166,7	166,7	182,5	223,3	254,3	262,3
2001-2002	84,0	90,1	94,5	113,6	128,4	187,8	188,5	197,2
2000-2001	68,1	68,1	69,3	76,7	76,7	96,6	98,0	110,8
1999-2000	95,0	172,8	183,2	183,2	210,5	214,6	214,6	261,3
1998-1999	133,9	138,0	141,3	143,5	182,5	183,7	226,8	229,0
1997-1998	81,0	95,6	108,2	108,2	130,9	137,9	180,1	181,0
1996-1997	85,1	85,1	92,6	98,3	120,0	131,3	131,3	131,3
1995-1996	60,5	91,6	99,1	99,1	99,1	99,1	101,0	134,9
1994-1995	73,0	95,0	97,4	114,1	114,1	114,1	123,4	123,4
1993-1994	124,0	138,8	139,0	141,8	146,5	152,7	155,7	160,4
1992-1993	81,9	86,0	142,6	155,2	185,6	196,0	196,0	196,0
1991-1992	97,5	97,5	97,5	106,2	115,4	140,9	143,6	209,3
1990-1991	111,0	111,2	130,2	130,6	130,6	168,6	168,6	168,6
1989-1990	93,8	111,2	145,8	191,5	205,1	206,7	212,3	257,2
1988-1989	64,5	64,9	64,9	67,0	121,6	123,5	123,5	123,7
1987-1988	139,6	139,6	139,6	152,9	169,7	178,7	179,6	179,6
1986-1987	81,7	81,9	81,9	105,5	124,2	139,1	159,3	181,4
1985-1986	98,9	99,5	99,5	116,4	116,4	116,4	131,4	154,2
1984-1985	67,0	68,3	79,4	79,4	84,2	110,6	117,8	146,9
1983-1984	106,3	180,6	180,6	185,0	266,9	271,3	273,7	396,8
1982-1983	101,3	114,3	126,0	126,0	129,9	129,9	129,9	141,6
1981-1982	78,4	113,0	113,0	113,0	129,0	144,7	171,7	171,7
1980-1981	101,5	133,3	137,4	137,8	150,9	151,3	151,3	152,9
1979-1980	139,6	150,1	174,7	178,3	217,7	234,3	234,3	246,0
1978-1979	77,0	142,5	162,0	162,0	162,0	182,7	182,7	182,7
1977-1978	142,6	249,0	344,1	390,0	396,7	423,1	460,4	490,3
1976-1977	77,3	77,3	83,2	110,7	130,2	141,3	158,5	178,0
1975-1976	82,6	91,3	97,5	117,3	132,2	143,2	164,2	187,1
1974-1975	65,9	88,4	106,4	122,7	129,6	130,4	130,4	143,2
1973-1974	76,8	79,3	82,3	82,3	122,1	126,5	126,5	126,5
1972-1973	175,5	219,0	219,0	219,2	219,2	219,2	268,0	268,2
1971-1972	111,4	133,4	133,4	153,3	165,1	207,2	235,8	237,2
1970-1971	111,4	123,3	135,4	153,8	201,1	201,3	242,4	245,5
1969-1970	117,2	117,4	120,8	127,0	127,0	127,0	139,5	139,5
1968-1969	79,1	107,2	107,2	107,2	154,0	205,5	211,9	212,3

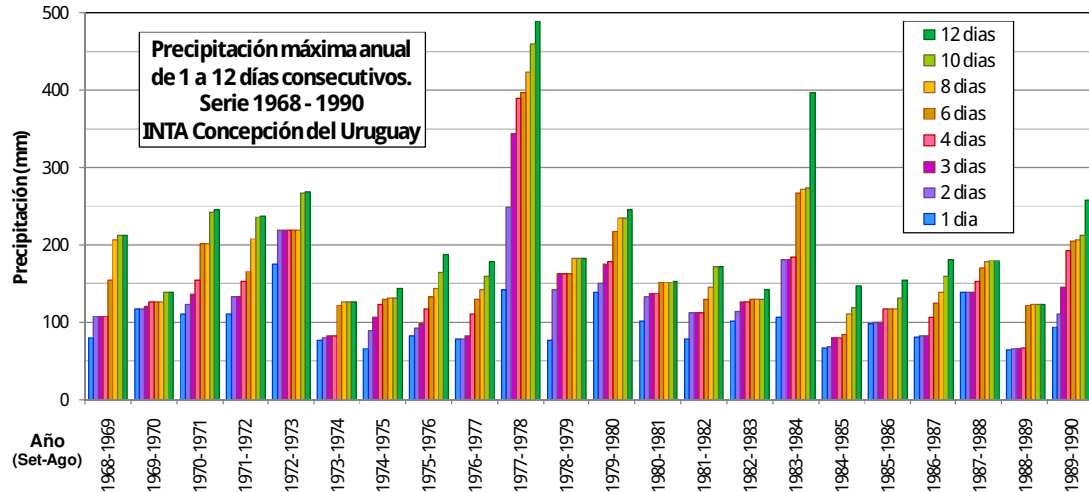


Figura A6.1: Precipitación máxima anual de 1 a 12 días consecutivos. Serie 1968-1990. Datos INTA Concepción del Uruguay

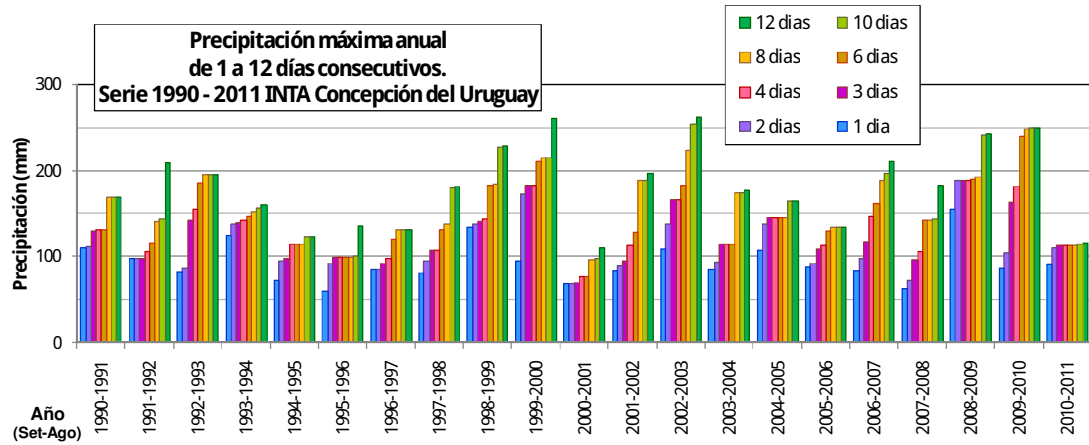


Figura A6.2: Precipitación máxima anual de 1 a 12 días consecutivos. Serie 1990-2011. Datos INTA Concepción del Uruguay

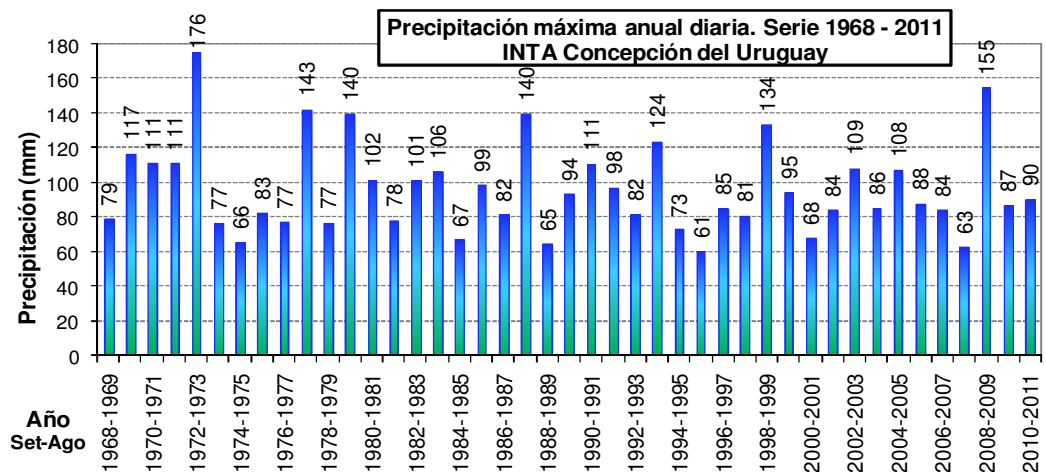


Figura A6.3: Precip. máxima anual diaria. Serie 1968-2011. Datos INTA C. del Uruguay

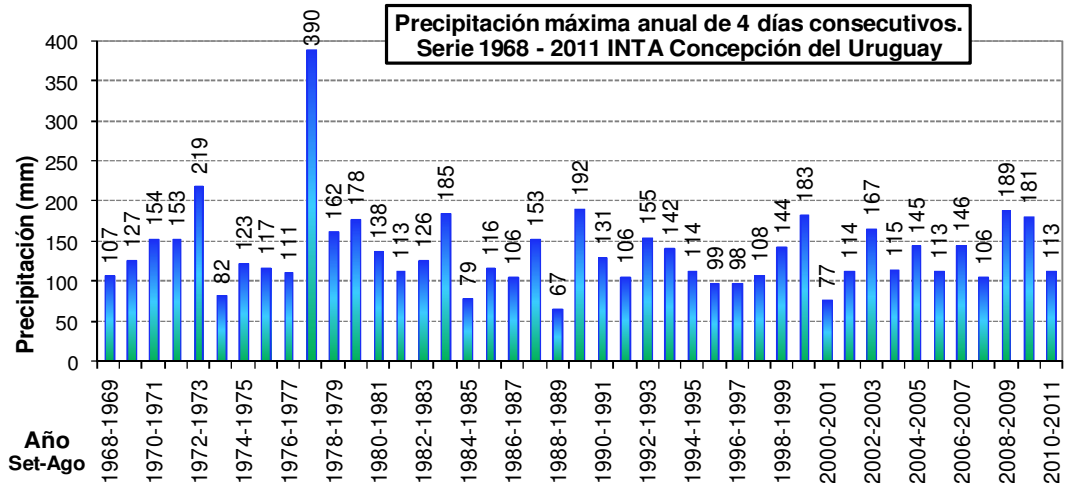


Figura A6.4: Precip. Máxima anual de 4 días. Serie 1968-2011. Datos INTA C. Uruguay

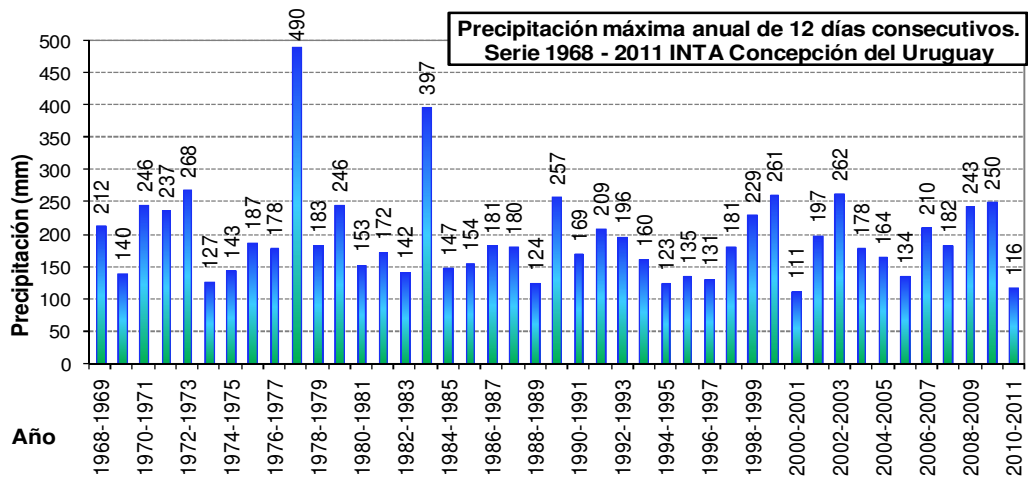


Figura A6.5: Precip. máxima anual de 12 días. Serie 1968-2011. Datos INTA C. Uruguay.

- Estación Meteorológica SMN Gualeguaychú.

Período	1 día	2 días	3 días	4 días	6 días	8 días	10 días	12 días
2011-2012	76,0	121,0	150,3	160,3	182,3	192,3	211,3	211,3
2010-2011	88,0	109,0	110,0	110,0	110,8	110,8	128,2	129,2
2009-2010	126,0	160,0	170,0	249,0	273,0	350,0	352,0	367,0
2008-2009	176,0	204,0	204,0	204,0	204,0	210,0	236,0	239,0
2007-2008	63,5	83,8	128,0	149,8	160,8	160,8	192,8	225,8
2006-2007	156,2	195,5	285,5	367,3	408,1	417,6	417,9	419,8
2005-2006	118,0	164,0	168,0	168,0	168,6	169,8	169,8	169,8
2004-2005	115,0	115,0	117,0	117,0	126,0	134,0	139,0	146,5
2003-2004	93,0	93,5	93,5	108,0	119,0	155,0	155,5	162,0
2002-2003	100,0	140,0	140,2	140,2	166,4	174,3	178,4	179,3
2001-2002	177,0	236,0	236,0	241,0	255,0	255,0	265,0	277,0
2000-2001	67,5	88,5	98,5	98,6	110,5	114,6	128,5	159,5
1999-2000	86,2	128,5	131,2	131,6	148,6	154,6	170,3	231,3

Período	1 día	2 días	3 días	4 días	6 días	8 días	10 días	12 días
1998-1999	72,0	72,7	96,0	96,0	112,0	116,0	144,0	156,0
1997-1998	71,0	75,0	86,0	109,0	110,5	133,0	150,4	166,0
1996-1997	59,0	59,0	63,0	66,2	94,0	94,0	94,0	94,0
1995-1996	95,5	112,0	136,0	136,4	136,4	136,4	136,4	139,6
1994-1995	112,3	127,3	127,3	127,3	127,3	127,3	127,3	153,3
1993-1994	94,7	101,6	126,9	137,3	144,7	157,1	166,6	166,6
1992-1993	73,9	75,2	91,0	122,3	122,3	131,0	133,5	157,7
1991-1992	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	103,9	117,8	117,9
1990-1991	91,4	96,2	117,4	140,4	164,7	164,7	164,7	165,0
1989-1990	66,4	78,5	89,3	101,5	113,0	131,7	146,3	146,3
1988-1989	68,0	68,0	68,0	80,1	80,1	80,1	86,7	92,4
1987-1988	86,6	93,3	93,7	94,1	100,3	123,7	125,4	152,2
1986-1987	77,6	77,6	77,6	114,6	114,6	161,1	200,4	219,3
1985-1986	92,8	111,8	137,8	138,0	152,0	152,2	153,0	167,0
1984-1985	80,3	86,3	86,5	88,9	102,3	106,3	107,0	172,5
1983-1984	180,0	205,0	333,8	354,8	355,8	355,8	395,6	490,6
1982-1983	77,7	77,7	91,6	91,6	126,7	129,0	134,7	147,7
1981-1982	101,5	108,3	108,3	108,3	129,1	143,2	153,1	163,8
1980-1981	87,3	110,0	142,6	142,6	147,3	241,1	248,9	289,9
1979-1980	85,0	89,8	97,9	106,6	108,9	132,1	156,4	173,2
1978-1979	68,3	130,8	139,0	139,0	145,1	181,2	181,2	208,3
1977-1978	95,0	168,8	218,8	240,5	251,3	256,7	277,3	304,3
1976-1977	103,8	103,8	103,8	136,9	143,8	154,4	178,5	202,5
1975-1976	80,2	80,2	81,0	131,8	136,4	146,6	147,4	186,9
1974-1975	66,7	104,5	104,5	110,3	115,1	118,6	118,6	142,5
1973-1974	100,4	100,7	101,2	110,4	163,6	164,1	164,1	164,1
1972-1973	145,0	191,3	192,6	260,5	262,9	262,9	295,0	296,1
1971-1972	170,0	198,1	198,1	208,5	224,9	274,5	303,7	303,7
1970-1971	142,0	142,0	142,0	216,0	227,2	256,3	282,4	292,8
1969-1970	107,0	110,6	111,2	111,2	112,2	112,9	114,6	118,7
1968-1969	123,0	190,4	190,8	190,8	225,9	253,7	257,9	258,3
1967-1968	54,6	89,3	99,1	99,1	100,0	145,7	155,5	156,4
1966-1967	89,0	119,0	143,1	146,0	149,3	149,3	150,5	162,2
1965-1966	199,2	243,2	272,1	295,5	315,3	315,3	315,3	317,8
1964-1965	38,4	43,7	43,7	43,7	66,2	68,3	99,5	99,5
1963-1964	120,1	177,4	193,4	193,4	240,8	240,8	240,8	309,3
1962-1963	72,0	87,2	90,7	104,0	122,7	144,1	144,1	166,3
1961-1962	53,0	88,2	89,1	90,2	96,3	98,3	98,3	136,8
1960-1961	54,8	60,5	63,5	94,4	94,4	112,4	112,4	120,3
1959-1960	151,0	157,6	157,8	157,8	175,8	185,6	185,8	185,8
1958-1959	111,0	129,2	141,7	155,0	201,5	201,9	219,8	236,4
1957-1958	66,6	104,7	137,3	137,9	137,9	137,9	182,9	182,9
1956-1957	53,0	69,5	74,7	101,2	130,4	145,6	145,6	149,1
1955-1956	78,4	93,4	127,5	128,6	153,7	182,7	183,8	186,4
1954-1955	78,0	118,2	118,7	134,2	136,4	136,4	159,0	171,9
1953-1954	56,5	68,8	84,9	86,1	94,6	97,0	97,0	97,0
1952-1953	74,7	82,9	82,9	102,1	131,7	135,4	149,1	207,9
1951-1952	84,7	84,8	93,1	94,9	102,1	112,5	121,8	140,3

Período	1 día	2 días	3 días	4 días	6 días	8 días	10 días	12 días
1950-1951	61,7	69,3	69,3	74,2	81,2	81,2	91,6	91,6
1949-1950	194,7	270,6	275,7	278,6	280,2	280,2	280,2	280,2
1948-1949	104,1	123,7	139,3	139,3	141,0	155,1	155,1	159,1
1947-1948	78,8	99,0	158,9	174,0	237,9	238,9	238,9	240,2
1946-1947	74,4	81,6	84,0	84,0	144,4	144,4	148,8	159,2
1945-1946	99,0	99,0	103,5	103,5	118,2	118,2	125,6	125,6
1944-1945	104,4	139,7	157,3	166,5	179,9	179,9	179,9	181,3
1943-1944	75,5	97,5	119,8	119,8	151,0	151,5	178,0	189,0
1942-1943	48,5	70,0	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0
1941-1942	76,0	136,0	177,0	195,0	201,0	201,0	215,0	224,0
1940-1941	117,0	126,0	128,0	156,0	167,0	211,2	220,2	224,2
1939-1940	90,0	164,0	166,0	166,0	166,0	184,0	206,0	208,0
1938-1939	75,0	75,0	84,0	88,0	99,0	99,0	110,0	143,0
1937-1938	112,0	146,1	160,1	160,1	170,1	186,1	187,1	241,1
1936-1937	127,0	209,1	214,1	214,1	214,1	214,1	220,1	220,1
1935-1936	98,0	104,1	104,1	122,0	153,1	168,6	185,6	185,6
1934-1935	60,0	97,8	97,8	97,8	97,8	108,0	108,0	127,1
1933-1934	121,0	140,0	169,0	188,0	221,0	234,5	265,5	286,5
1932-1933	96,0	129,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
1931-1932	72,0	94,0	95,5	95,5	100,5	159,0	172,5	183,0

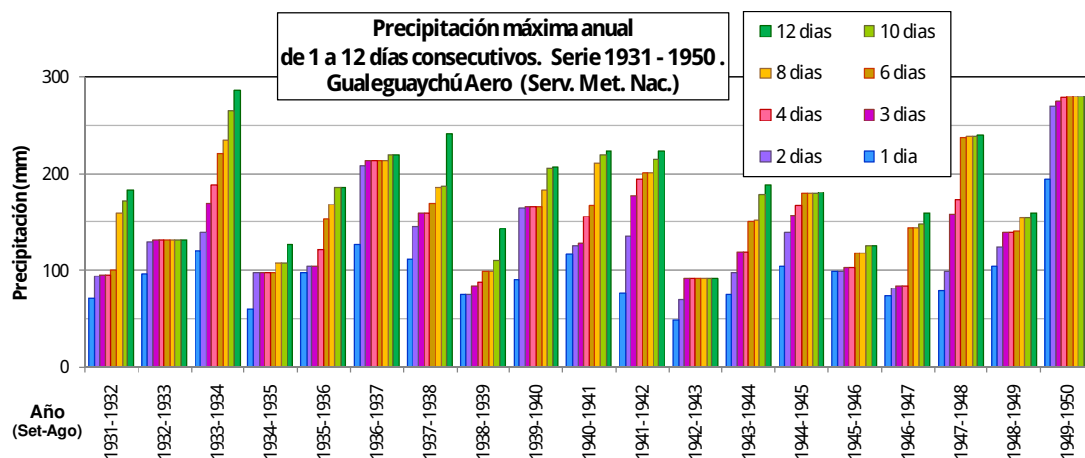


Figura A6.6: Precip. máxima anual de 1 a 12 días. Serie 1931-1950. Datos SMN Gchú.

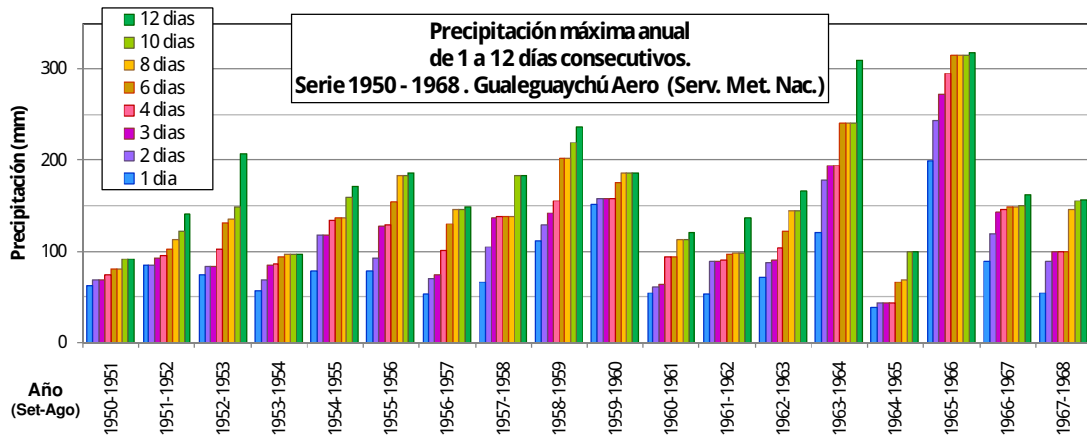


Figura A6.7: Precip. máxima anual de 1 a 12 días. Serie 1951-1968. Datos SMN Gchú.

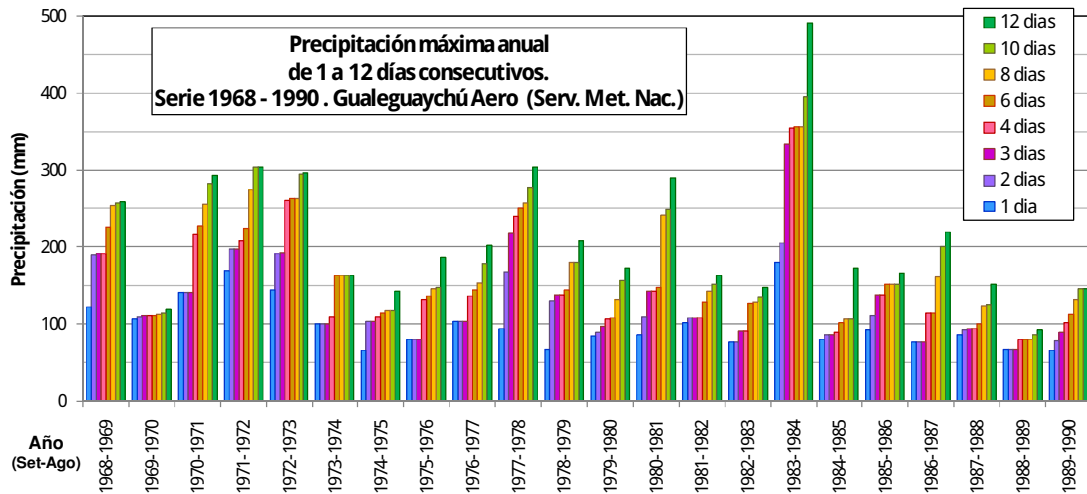


Figura A6.8: Precipitación máxima anual de 1 a 12 días consecutivos. Serie 1968-1990. Datos SMN Gualeguaychú

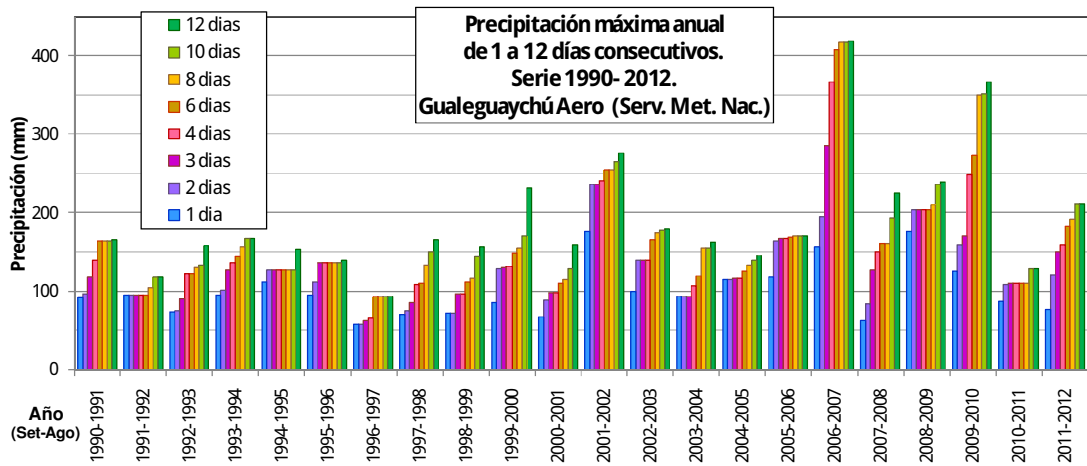


Figura A6.9: Precip. máxima anual de 1 a 12 días. Serie 1990-2012. Datos SMN Gchú.

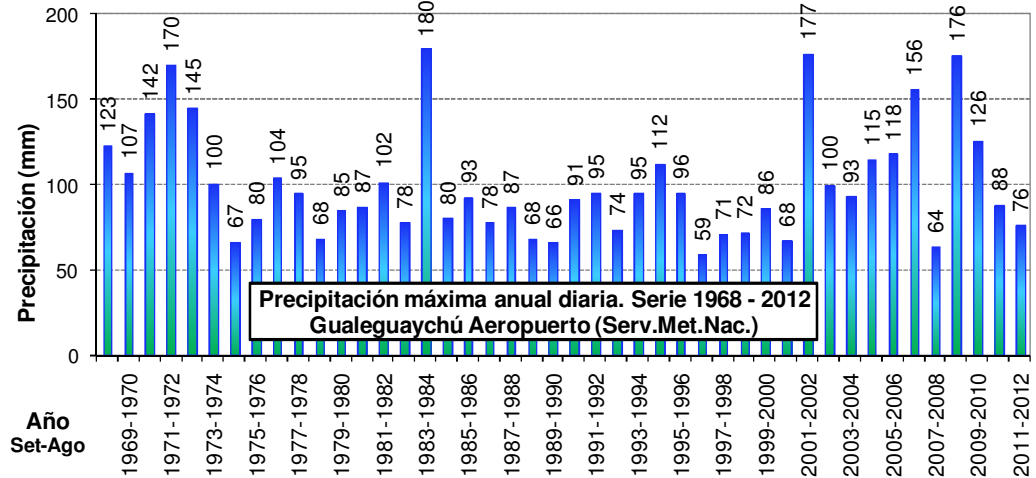


Figura A6.10: Precipitación máxima anual diaria. Serie 1968-2012. Datos SMN Gchú.

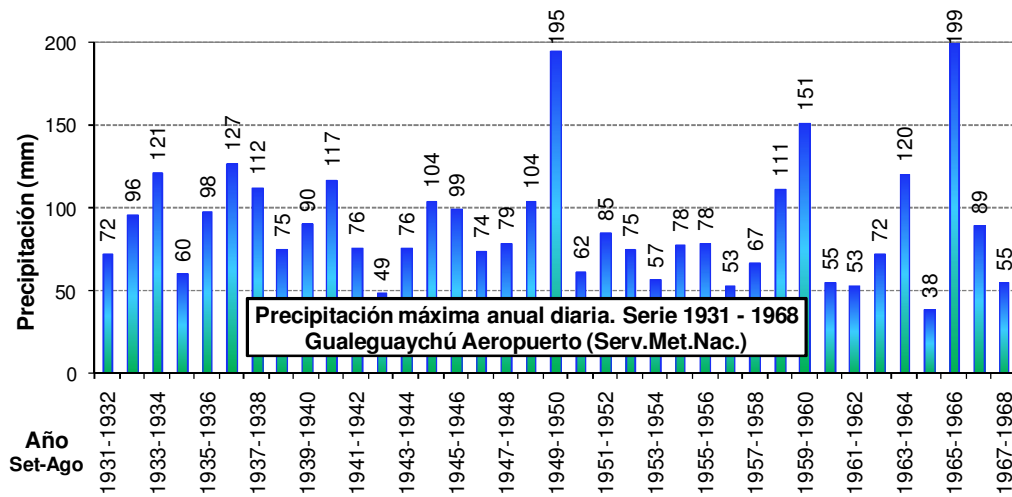


Figura A6.11: Precipitación máxima anual diaria. Serie 1931-1968. Datos SMN Gchú.

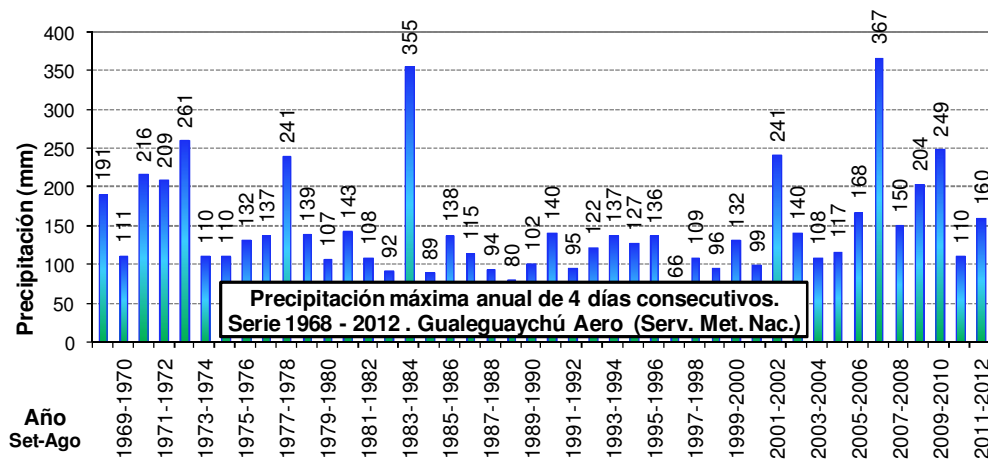


Figura A6.12: Precipitación máxima anual de 4 días. Serie 1968-2013. Datos SMN Gchú.

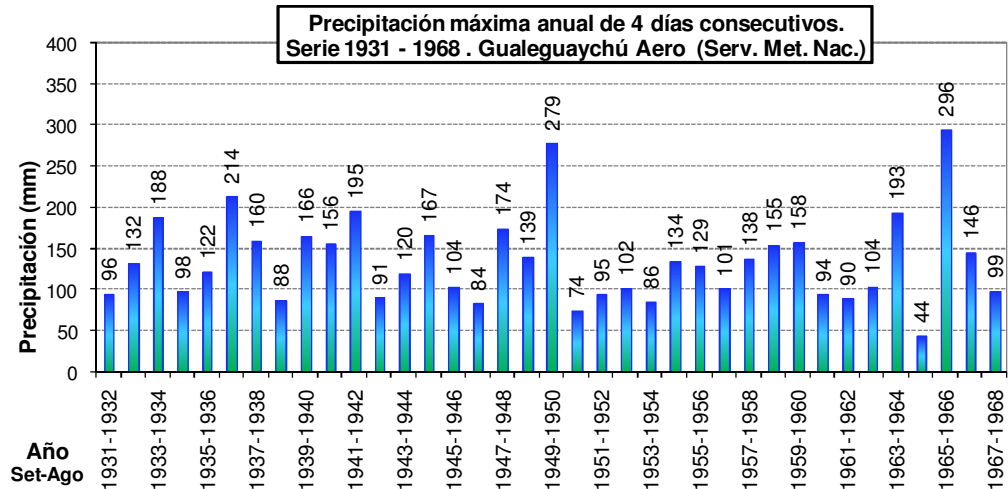


Figura A6.13: Precipitación máxima anual de 4 días. Serie 1931-1968. Datos SMN Gchú.

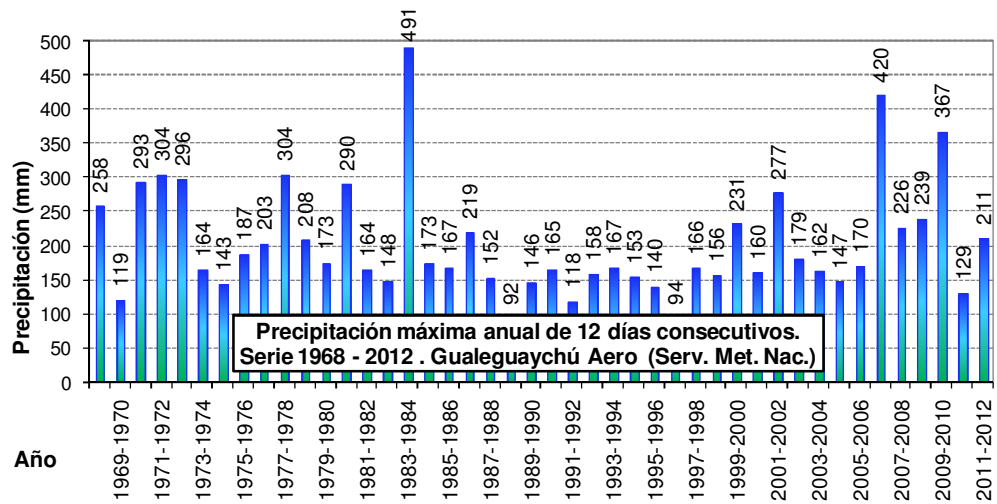


Figura A6.14: Precip. máxima anual de 12 días. Serie 1968-2012. Datos SMN Gchú.

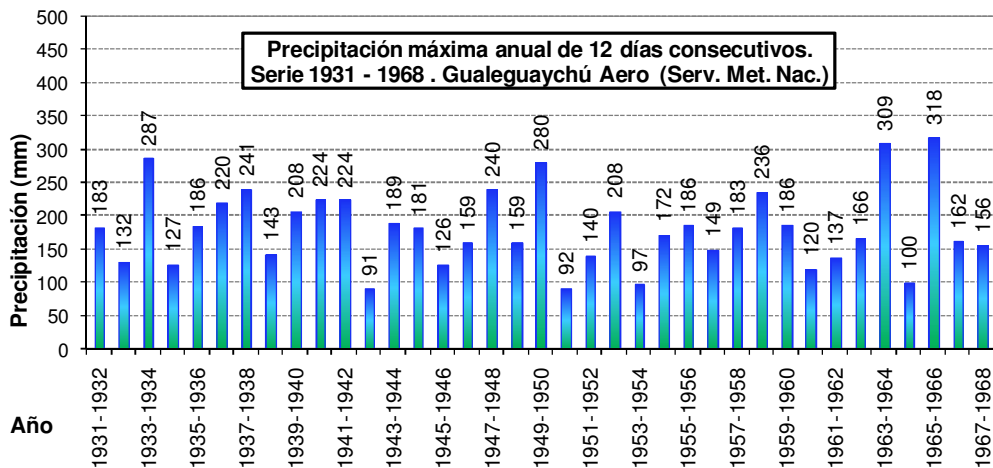


Figura A6.15: Precip. máxima anual de 12 días. Serie 1931-1968. Datos SMN Gchú.

Anexo 7: Análisis de Frecuencia de Precipitaciones. Salidas del modelo

AFMULTI

- Precipitaciones Máximas Anuales: duración 1 día - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 1969 ANO FINAL: 2011

CANTIDAD DE VALORES: 43

MEDIA	DESUDIO	COEF.	COEF.	COEF.	COEF.
		ASIMETRIA	VARIACION	ASIM/VARI	CURTOSIS
458.8	125.18	1.06	.2728	3.89	3.48

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	442.7	438.0	431.3	429.5	435.6	420.4
.3330	496.9	491.2	484.2	485.3	487.0	471.3
.2000	554.6	550.3	545.6	549.7	545.0	535.1
.1000	624.0	624.6	627.6	631.6	619.5	621.9
.0500	687.8	695.9	711.2	709.6	692.7	708.7
.0400	707.6	718.5	738.8	734.1	716.3	736.6
.0200	767.4	788.2	827.2	809.2	790.4	823.4
.0100	825.6	857.4	920.3	882.6	866.5	910.1
.0050	882.6	926.3	1018.7	955.0	945.1	996.9
.0020	957.1	1017.3	1157.7	1021.7	1023.7	1111.6

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
834.	1973	.0116	516.	2003	.2674	413.	2010	.5233	367.	1977	.7791
736.	2009	.0349	512.	2005	.2907	406.	2004	.5465	366.	1979	.8023
677.	1978	.0581	505.	1984	.3140	404.	1997	.5698	365.	1974	.8256
663.	1988	.0814	482.	1981	.3372	399.	2002	.5930	347.	1995	.8488
663.	1980	.1047	481.	1983	.3605	399.	2007	.6163	324.	2001	.8721
636.	1999	.1279	470.	1986	.3837	392.	1976	.6395	318.	1985	.8953
589.	1994	.1512	463.	1992	.4070	389.	1993	.6628	313.	1975	.9186
557.	1970	.1744	451.	2000	.4302	388.	1987	.6860	306.	1989	.9419
529.	1971	.1977	446.	1990	.4535	385.	1998	.7093	300.	2008	.9651
529.	1972	.2209	429.	2011	.4767	376.	1969	.7326	287.	1996	.9884
527.	1991	.2442	419.	2006	.5000	372.	1982	.7558			

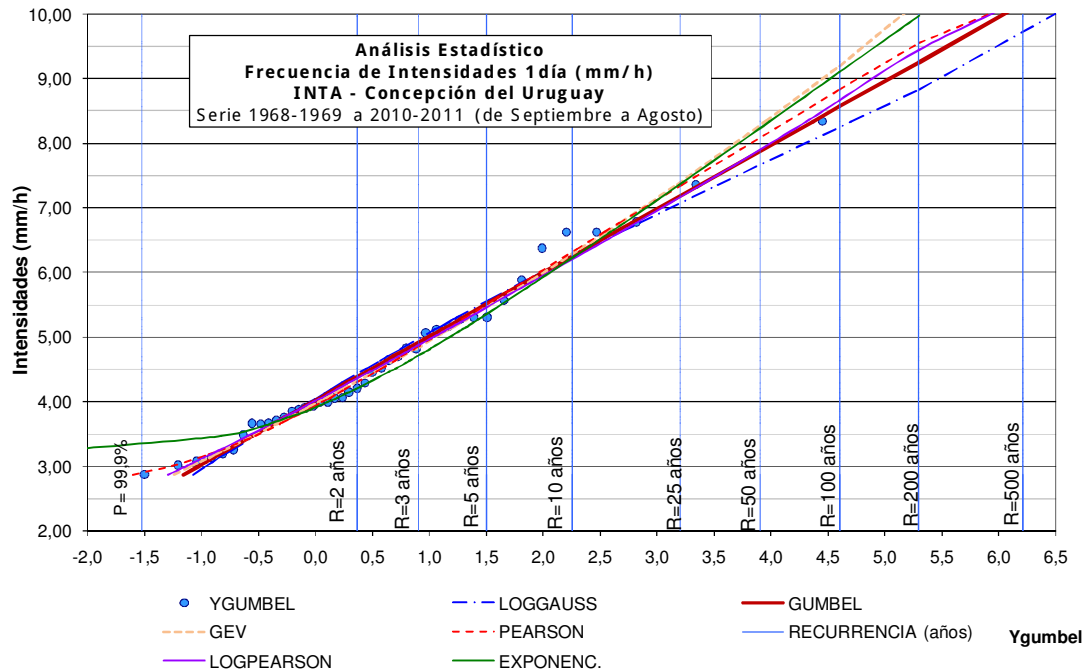


Figura A7.1: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 1 día.

Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 2 días - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 2011 ANO FINAL: 1969
 CANTIDAD DE VALORES: 43
 MEDIA DESVIO COEF. COEF. COEF. COEF.
 ASIMETRIA VARIACION ASIM/VARI CURTOSIS
 258.2 88.97 1.43 .3446 4.16 4.74

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	244.1	243.9	236.7	236.9	239.2	230.9
.3330	282.1	280.4	271.7	275.2	274.1	267.1
.2000	323.6	321.0	313.8	319.9	314.9	312.4
.1000	375.0	372.0	372.0	377.2	369.2	374.1
.0500	423.5	421.0	433.8	432.2	424.5	435.8
.0400	438.8	436.6	454.8	449.5	442.8	455.6
.0200	485.7	484.4	523.7	502.7	501.4	517.3
.0100	532.1	531.9	599.2	554.9	563.2	579.0
.0050	578.5	579.2	682.1	606.4	628.9	640.6
.0020	640.2	641.7	804.6	654.0	696.2	722.2

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
555.	1978	.0116	306.	2003	.2674	233.	2010	.5233	197.	1975	.7791
488.	1973	.0349	297.	1972	.2907	221.	1986	.5465	191.	1993	.8023
421.	2009	.0581	297.	1981	.3140	217.	1992	.5698	189.	1997	.8256
402.	1984	.0814	274.	1971	.3372	217.	2007	.5930	182.	1987	.8488
385.	2000	.1047	261.	1970	.3605	213.	1998	.6163	176.	1974	.8721
334.	1980	.1279	254.	1983	.3837	211.	1995	.6395	172.	1977	.8953
317.	1979	.1512	251.	1982	.4070	208.	2004	.6628	162.	2008	.9186
311.	1988	.1744	247.	2011	.4302	204.	1996	.6860	152.	1985	.9419
309.	1994	.1977	247.	1991	.4535	204.	2006	.7093	151.	2001	.9651
307.	2005	.2209	247.	1990	.4767	203.	1976	.7326	144.	1989	.9884
307.	1999	.2442	239.	1969	.5000	200.	2002	.7558			

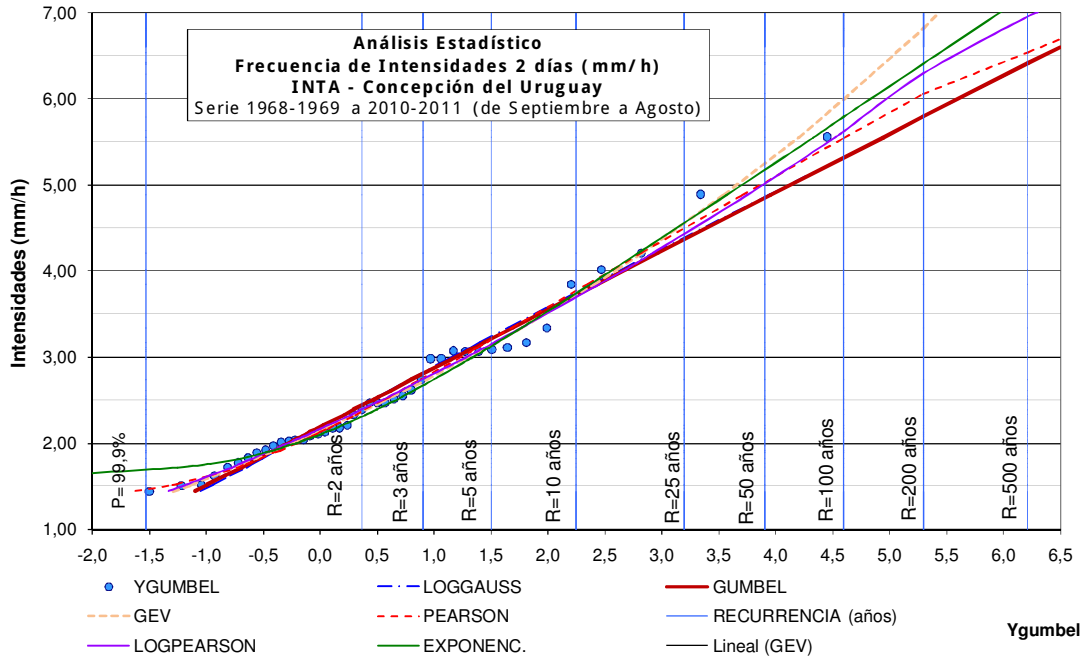


Figura A7.2: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 2 días.

Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 3 días - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 2011 ANO FINAL: 1969
 CANTIDAD DE VALORES: 43
 MEDIA DESVIO COEF. COEF. COEF. COEF.
 ASIMETRIA VARIACION ASIM/VARI CURTOSIS
 187.4 70.25 2.26 .3749 6.03 9.81

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES						
PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	175.5	176.8	171.8	174.1	170.4	165.9
.3330	205.2	204.0	198.0	202.4	196.1	194.4
.2000	238.1	234.1	229.2	234.2	227.4	230.2
.1000	279.3	272.1	272.1	274.1	270.9	278.9
.0500	318.6	308.5	317.5	311.6	317.2	327.6
.0400	331.1	320.1	332.7	323.4	332.0	343.3
.0200	369.5	355.6	382.8	359.0	384.3	392.0
.0100	407.9	391.0	437.2	393.8	440.7	440.7
.0050	446.5	426.2	496.6	427.8	502.7	489.4
.0020	498.3	472.6	583.6	459.2	567.4	553.8

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE								
VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
500.	1978	.0116	207.	1993	.2674	167.	2004	.5233
318.	1973	.0349	205.	1999	.2907	164.	2011	.5465
275.	2009	.0581	203.	1988	.3140	164.	1982	.5698
266.	2000	.0814	202.	1994	.3372	159.	2006	.5930
263.	1984	.1047	200.	1981	.3605	157.	1998	.6163
254.	1980	.1279	197.	1971	.3837	156.	1969	.6395
242.	2003	.1512	194.	1972	.4070	155.	1975	.6628
237.	2010	.1744	189.	1991	.4302	145.	1986	.6860
236.	1979	.1977	183.	1983	.4535	144.	1996	.7093
212.	1990	.2209	176.	1970	.4767	142.	1976	.7326
210.	2005	.2442	171.	2007	.5000	142.	1995	.7558

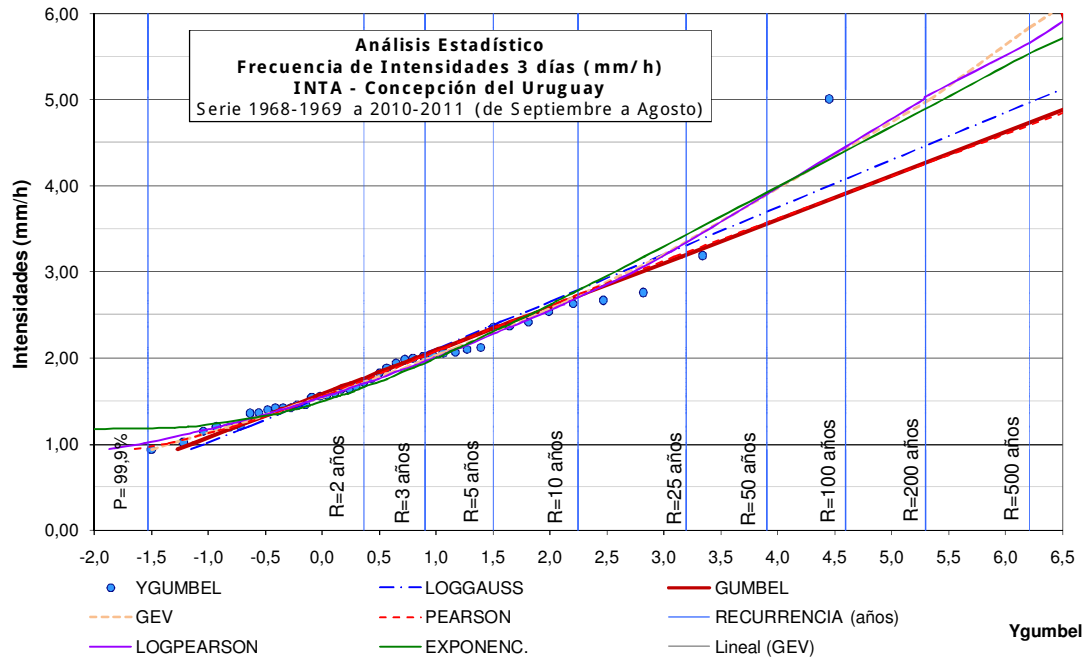


Figura A7.3: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 3 días. Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 4 días - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 2011 ANO FINAL: 1969

CANTIDAD DE VALORES: 43

MEDIA	DESUDIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
149.1	56.45	2.76	.3785	7.28	12.97

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	139.5	141.0	136.7	139.9	134.6	131.8
.3330	163.3	161.8	156.6	161.7	154.2	154.8
.2000	189.8	184.9	180.6	185.9	178.7	183.5
.1000	222.9	214.0	213.9	215.7	213.8	222.7
.0500	254.6	241.9	249.5	243.6	251.9	261.8
.0400	264.7	250.7	261.6	252.2	265.1	274.4
.0200	295.7	278.0	301.5	278.4	308.8	313.5
.0100	326.7	305.0	345.4	303.8	357.7	352.6
.0050	357.9	332.0	393.8	328.6	412.4	391.8
.0020	399.8	367.5	465.8	351.4	470.3	443.5

VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP
421. 1978	.0116	166. 1971	.2674	132. 1975	.5233	116. 1969	.7791
236. 1973	.0349	165. 1988	.2907	127. 1976	.5465	115. 1992	.8023
207. 1990	.0581	165. 1972	.3140	126. 1986	.5698	114. 1987	.8256
204. 2009	.0814	157. 2007	.3372	124. 2004	.5930	114. 2008	.8488
200. 1984	.1047	156. 2005	.3605	123. 2002	.6163	107. 1996	.8721
198. 2000	.1279	155. 1999	.3837	123. 1995	.6395	106. 1997	.8953
195. 2010	.1512	153. 1994	.4070	122. 1982	.6628	89. 1974	.9186
192. 1980	.1744	149. 1981	.4302	122. 2006	.6860	86. 1985	.9419
180. 2003	.1977	141. 1991	.4535	121. 2011	.7093	83. 2001	.9651
175. 1979	.2209	137. 1970	.4767	119. 1977	.7326	72. 1989	.9884
167. 1993	.2442	136. 1983	.5000	117. 1998	.7558		

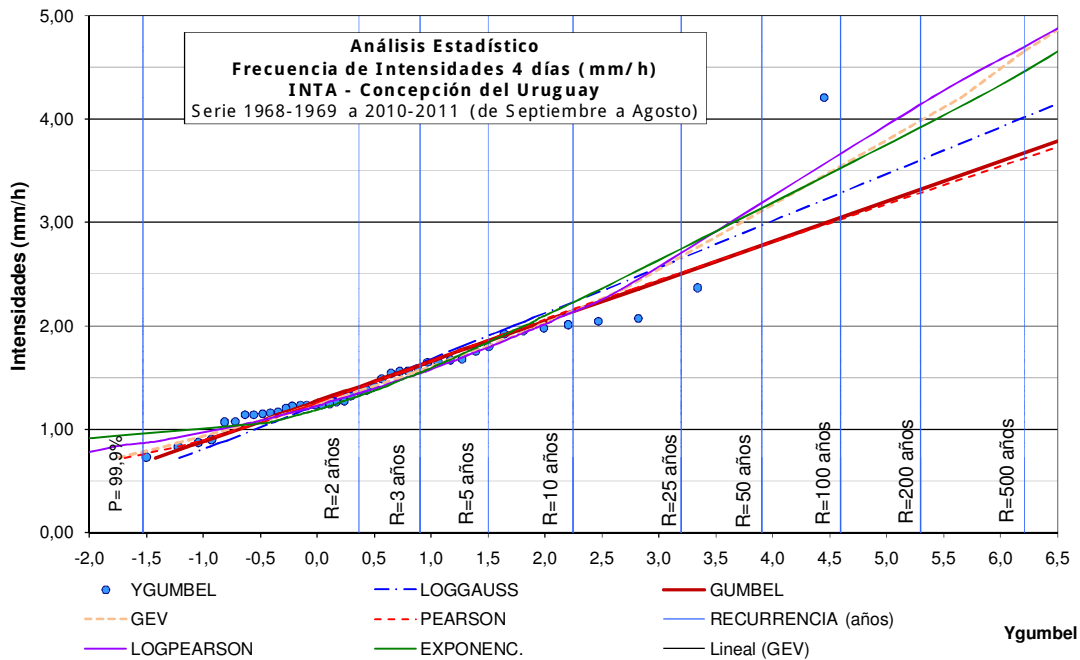


Figura A7.4: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 2 días.

Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 6 días - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 2011 ANO FINAL: 1969

CANTIDAD DE VALORES: 43

MEDIA	DESVIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
111.0	39.79	2.15	.3585	5.99	8.77

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	104.5	105.0	100.7	104.3	101.4	98.8
.3330	121.4	120.3	114.9	120.1	115.9	115.0
.2000	140.0	137.3	132.5	137.6	133.7	135.2
.1000	163.1	158.8	157.9	159.2	158.3	162.8
.0500	185.1	179.3	186.1	179.3	184.6	190.4
.0400	192.1	185.8	196.0	185.6	192.9	199.3
.0200	213.4	205.9	229.3	204.5	222.6	226.9
.0100	234.6	225.8	267.3	222.9	254.4	254.4
.0050	255.8	245.7	311.0	240.8	289.4	282.0
.0020	284.2	271.9	378.7	257.3	325.8	318.5

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
282.	1978	.0116	130.	2003	.2674	93.	1998	.5233	86.	1989	.7791
190.	1984	.0349	121.	1988	.2907	93.	1991	.5465	85.	1997	.8023
170.	2010	.0581	117.	1972	.3140	93.	1977	.5698	83.	1986	.8256
156.	1973	.0814	115.	2007	.3372	93.	2006	.5930	82.	1992	.8488
155.	1980	.1047	115.	1979	.3605	92.	1982	.6163	82.	2004	.8721
150.	2000	.1279	109.	1969	.3837	92.	1975	.6395	81.	1995	.8953
146.	1990	.1512	107.	1981	.4070	92.	1983	.6628	80.	2011	.9186
143.	1971	.1744	104.	1994	.4302	91.	2002	.6860	70.	1996	.9419
135.	2009	.1977	103.	2005	.4535	90.	1970	.7093	60.	1985	.9651
132.	1993	.2209	101.	2008	.4767	88.	1987	.7326	55.	2001	.9884
130.	1999	.2442	94.	1976	.5000	87.	1974	.7558			

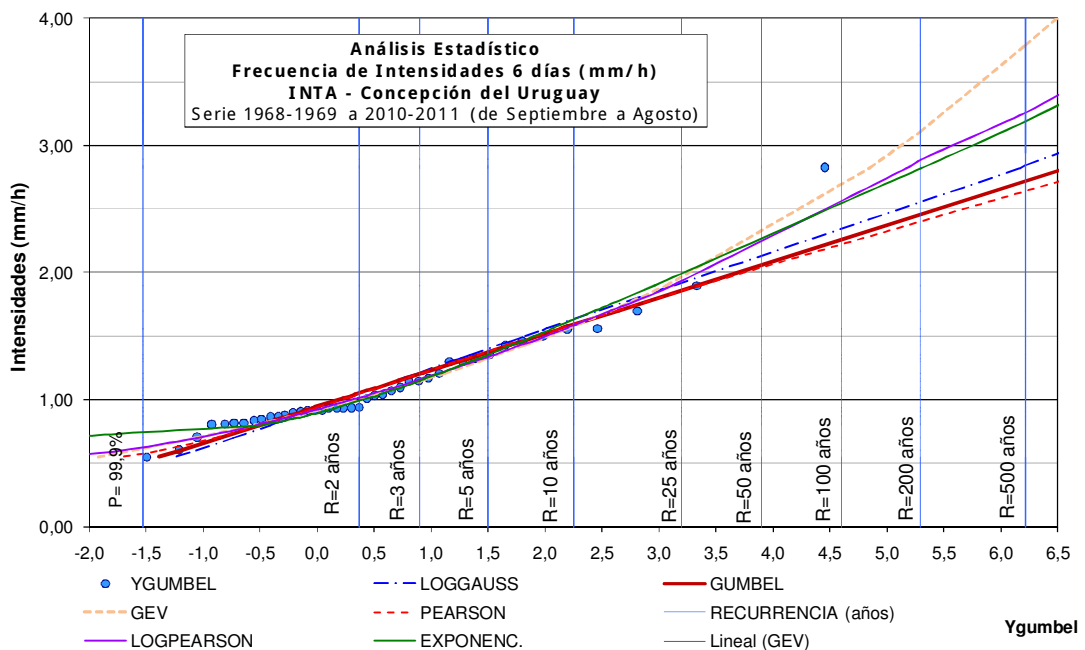


Figura A7.5: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 6 días. Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 8 días - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 2011 ANO FINAL: 1969

CANTIDAD DE VALORES: 43

MEDIA	DESUDIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
90.0	30.70	2.11	.3410	6.20	9.07

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	85.2	85.3	83.2	83.5	82.7	80.6
.3330	98.3	97.3	94.9	96.0	94.1	93.1
.2000	112.6	110.7	108.8	110.5	107.9	108.7
.1000	130.3	127.5	127.8	128.9	126.9	130.0
.0500	147.0	143.7	147.6	146.4	147.0	151.3
.0400	152.3	148.8	154.3	151.9	153.3	158.1
.0200	168.4	164.6	176.1	168.7	175.9	179.4
.0100	184.3	180.2	199.6	185.2	199.9	200.7
.0050	200.2	195.8	225.1	201.4	226.1	222.0
.0020	221.3	216.4	262.3	216.3	253.3	250.1

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
224.	1978	.0116	104.	1993	.2674	77.	1982	.5233	69.	1975	.7791
144.	1984	.0349	102.	2009	.2907	77.	2005	.5465	67.	1974	.8023
132.	2010	.0581	100.	2007	.3140	76.	1976	.5698	67.	1970	.8256
124.	1980	.0814	100.	2002	.3372	75.	2008	.5930	65.	1989	.8488
118.	2003	.1047	97.	1999	.3605	75.	1977	.6163	62.	1986	.8721
116.	1973	.1279	97.	1979	.3837	75.	1992	.6395	61.	1995	.8953
114.	2000	.1512	95.	1988	.4070	74.	1987	.6628	60.	2011	.9186
110.	1990	.1744	92.	2004	.4302	73.	1998	.6860	59.	1985	.9419
110.	1972	.1977	89.	1991	.4535	71.	2006	.7093	53.	1996	.9651
109.	1969	.2209	81.	1994	.4767	70.	1997	.7326	51.	2001	.9884
107.	1971	.2442	80.	1981	.5000	69.	1983	.7558			

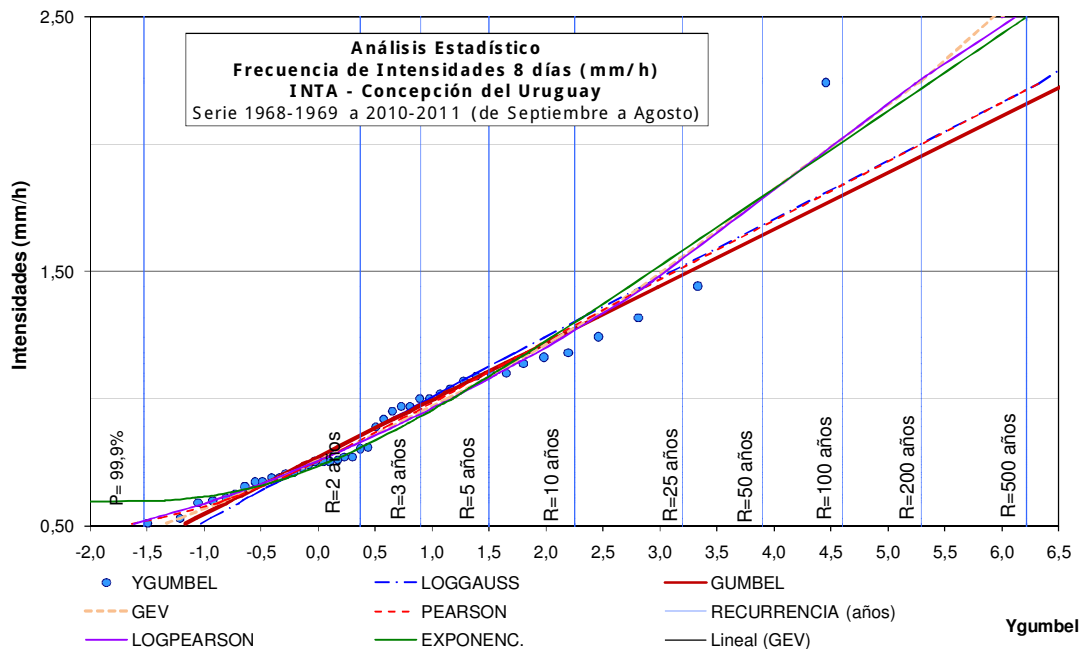


Figura A7.6: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 8 días. Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay.

• **Precipitaciones Máximas Anuales: duración 10 días - INTA Concepción del Uruguay.**

ANO INICIAL: 2011 ANO FINAL: 1969

CANTIDAD DE VALORES: 43

MEDIA	DESUDIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
76.8	27.31	2.02	.3558	5.67	8.74

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	72.3	72.5	71.0	71.1	70.4	68.4
.3330	83.9	83.4	81.6	82.4	80.7	79.5
.2000	96.7	95.4	94.1	95.3	93.1	93.4
.1000	112.6	110.6	110.8	111.6	109.9	112.3
.0500	127.6	125.1	128.1	127.1	127.6	131.3
.0400	132.4	129.7	133.8	132.0	133.5	137.4
.0200	147.0	143.9	152.4	146.8	152.7	156.3
.0100	161.5	158.0	172.1	161.3	173.4	175.2
.0050	176.0	172.1	193.1	175.6	195.9	194.2
.0020	195.4	190.6	223.1	188.7	219.2	219.2

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
195.	1978	.0116	90.	1969	.2674	69.	1976	.5233	56.	1986	.7791
116.	1984	.0349	90.	1990	.2907	69.	2005	.5465	55.	1975	.8023
113.	1973	.0581	83.	1993	.3140	67.	1977	.5698	55.	1983	.8256
107.	2003	.0814	83.	2007	.3372	67.	1987	.5930	53.	1974	.8488
106.	2010	.1047	80.	2002	.3605	66.	1994	.6163	52.	1995	.8721
102.	1971	.1279	77.	1979	.3837	64.	1981	.6395	52.	1989	.8953
102.	2009	.1512	76.	1998	.4070	61.	1992	.6628	50.	1985	.9186
100.	1972	.1744	76.	1988	.4302	61.	2008	.6860	48.	2011	.9419
99.	1980	.1977	74.	2004	.4535	59.	1970	.7093	43.	1996	.9651
96.	1999	.2209	73.	1982	.4767	57.	2006	.7326	41.	2001	.9884
91.	2000	.2442	71.	1991	.5000	56.	1997	.7558			

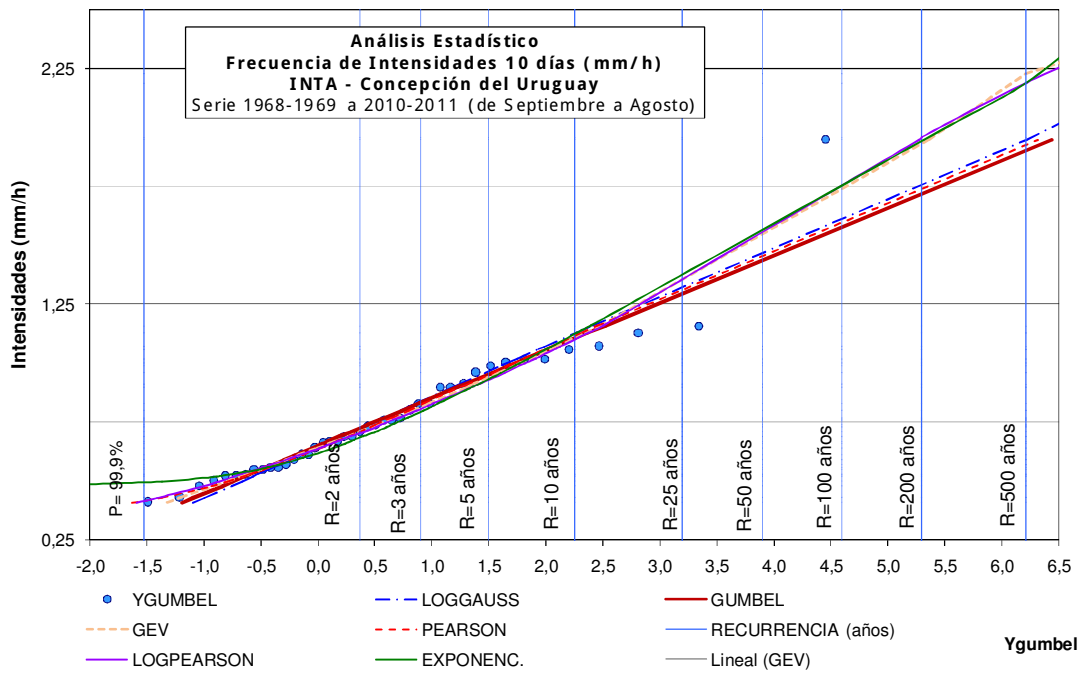


Figura A7.7: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 10 días.

Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 12 días - INTA Concepción del Uruguay.

ANO INICIAL: 2010 ANO FINAL: 1969
 CANTIDAD DE VALORES: 42

MEDIA	DESVIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
69.3	25.24	2.13	.3642	5.86	8.22

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	65.1	65.5	63.3	63.6	63.1	61.5
.3330	75.8	75.2	72.6	73.7	72.2	71.8
.2000	87.6	86.0	83.8	85.6	83.4	84.7
.1000	102.3	99.7	99.5	100.8	99.1	102.2
.0500	116.3	112.7	116.5	115.5	115.8	119.7
.0400	120.8	116.9	122.3	120.1	121.3	125.3
.0200	134.4	129.7	141.5	134.3	140.2	142.8
.0100	148.0	142.4	162.9	148.3	160.7	160.3
.0050	161.6	155.0	186.6	162.0	183.4	177.8
.0020	179.8	171.7	222.3	174.8	207.1	200.9

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
172.	1978	.0119	80.	1999	.2738	63.	1977	.5357	50.	1975	.7976
139.	1984	.0357	75.	1969	.2976	63.	1988	.5595	49.	1970	.8214
94.	1973	.0595	74.	2007	.3214	62.	2004	.5833	47.	2006	.8452
92.	2000	.0833	74.	1992	.3452	60.	1982	.6071	47.	1996	.8690
92.	2003	.1071	69.	2002	.3690	59.	1991	.6310	46.	1997	.8929
90.	1990	.1310	69.	1993	.3929	58.	2005	.6548	44.	1989	.9167
88.	2010	.1548	66.	1976	.4167	56.	1994	.6786	44.	1974	.9405
86.	1971	.1786	64.	2008	.4405	54.	1986	.7024	43.	1995	.9643
86.	1980	.2024	64.	1979	.4643	54.	1981	.7262	39.	2001	.9881
85.	2009	.2262	64.	1987	.4881	52.	1985	.7500			
83.	1972	.2500	64.	1998	.5119	50.	1983	.7738			

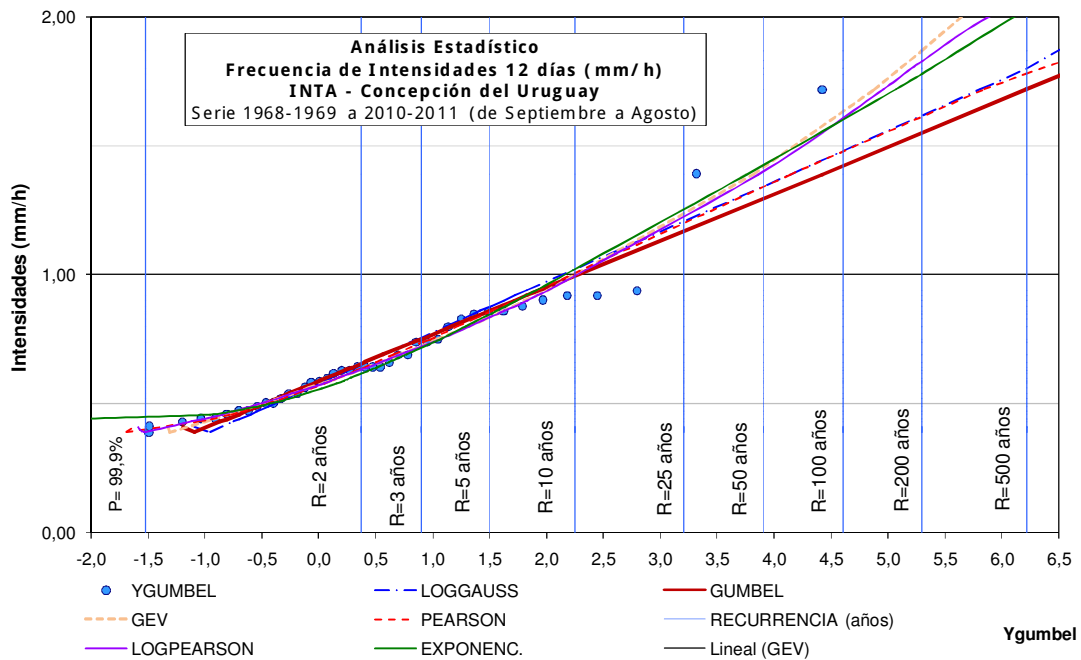


Figura A7.8: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 12 días.

Serie 1968-69 a 2010-11. Datos INTA Concepción del Uruguay

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 1 día – SMN Gualeguaychú.

ANO INICIAL: 2010	ANO FINAL: 1931	CANTIDAD DE VALORES: 80			
MEDIA	DESVIO	COEF.	COEF.	COEF.	COEF.
454.6	164.96	1.18	.3628	3.25	3.94
		ASIMETRIA	VARIACION	ASIM/VARI	CURTOSIS

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES	PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
	.5000	427.3	427.7	418.1	427.5	423.1	404.0
	.3330	497.4	496.4	484.7	497.6	490.4	471.0
	.2000	574.6	572.5	562.8	574.4	567.1	555.1
	.1000	670.7	668.4	668.1	668.1	665.9	669.5
	.0500	762.1	760.3	776.9	754.6	763.4	783.8
	.0400	791.0	789.5	813.1	781.4	795.0	820.6
	.0200	880.0	879.3	930.1	862.1	894.3	935.0
	.0100	968.5	968.5	1054.6	940.0	996.4	1049.3
	.0050	1057.2	1057.4	1187.8	1015.7	1102.0	1163.6
	.0020	1175.9	1174.7	1378.4	1085.5	1209.0	1314.8

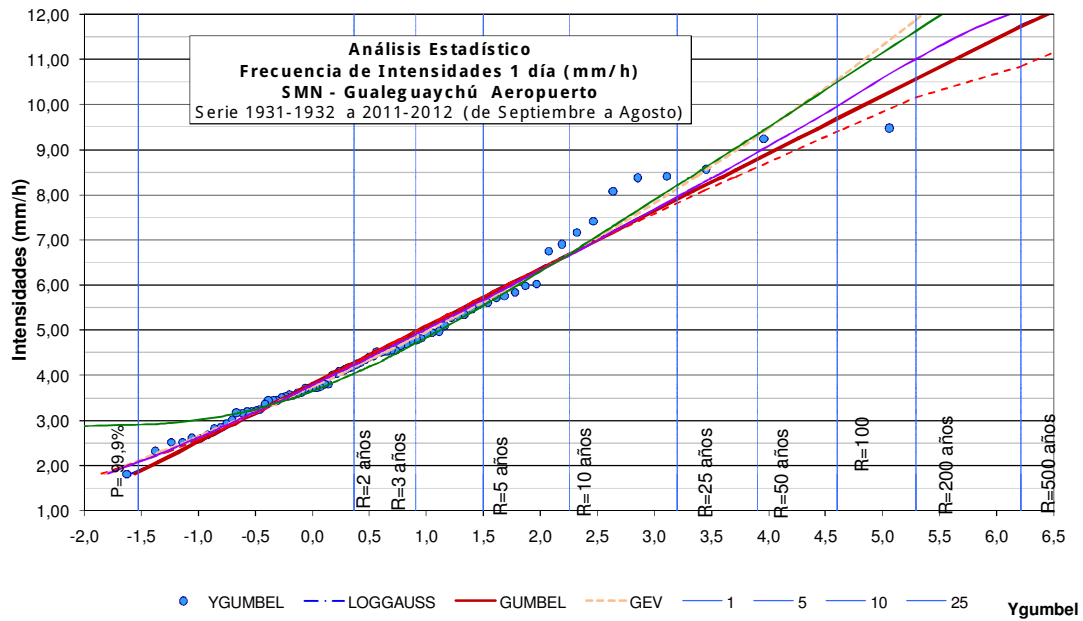


Figura A7.9: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 1 día. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE								
VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
946.	1965	.0063	527.	1958	.2562	418.	2010	.5063
925.	1949	.0188	508.	1969	.2688	415.	1980	.5188
855.	1983	.0313	496.	1944	.2813	411.	1987	.5313
841.	2001	.0437	495.	1948	.2937	410.	1999	.5437
836.	2008	.0562	493.	1976	.3063	404.	1979	.5562
808.	1971	.0688	482.	1981	.3187	402.	1951	.5688
742.	2006	.0812	477.	1973	.3313	381.	1975	.5813
717.	1959	.0938	475.	2002	.3438	381.	1984	.5938
689.	1972	.1063	470.	1945	.3562	374.	1947	.6062
675.	1970	.1187	466.	1935	.3688	372.	1955	.6187
603.	1936	.1312	456.	1932	.3812	371.	1954	.6313
599.	2009	.1437	454.	1995	.3938	369.	1986	.6438
584.	1968	.1563	453.	1991	.4063	369.	1982	.6563
575.	1933	.1688	451.	1977	.4187	361.	1941	.6687
571.	1963	.1813	450.	1993	.4313	359.	1943	.6812
561.	2005	.1937	442.	2003	.4437	356.	1938	.6938
556.	1940	.2062	441.	1985	.4563	355.	1952	.7063
						252.	1956	.9563

546. 2004	.2188	434. 1990	.4688	353. 1946	.7188	252. 1961	.9688
533. 1994	.2313	428. 1939	.4812	351. 1992	.7312	230. 1942	.9812
532. 1937	.2438	423. 1966	.4938	342. 1931	.7437	182. 1964	.9937

• **Precipitaciones Máximas Anuales: duración 2 días – SMN Gualeguaychú.**

ANO INICIAL: 2010 ANO FINAL: 1931
 CANTIDAD DE VALORES: 80

MEDIA	DESUDIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
263.3	103.88	1.18	.3945	3.00	3.83

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	244.9	246.3	238.2	245.5	242.7	231.4
.3330	288.6	289.6	279.4	289.3	284.8	273.7
.2000	337.3	337.7	328.7	337.6	333.0	326.6
.1000	398.8	398.1	396.8	396.9	395.7	398.6
.0500	457.9	456.1	469.2	452.0	458.1	470.6
.0400	476.7	474.5	493.7	469.0	478.4	493.8
.0200	534.9	531.2	574.1	520.7	542.4	565.8
.0100	593.4	587.5	662.1	570.6	608.7	637.8
.0050	652.3	643.5	758.5	619.2	677.5	709.8
.0020	731.9	717.5	900.8	664.0	747.6	805.0

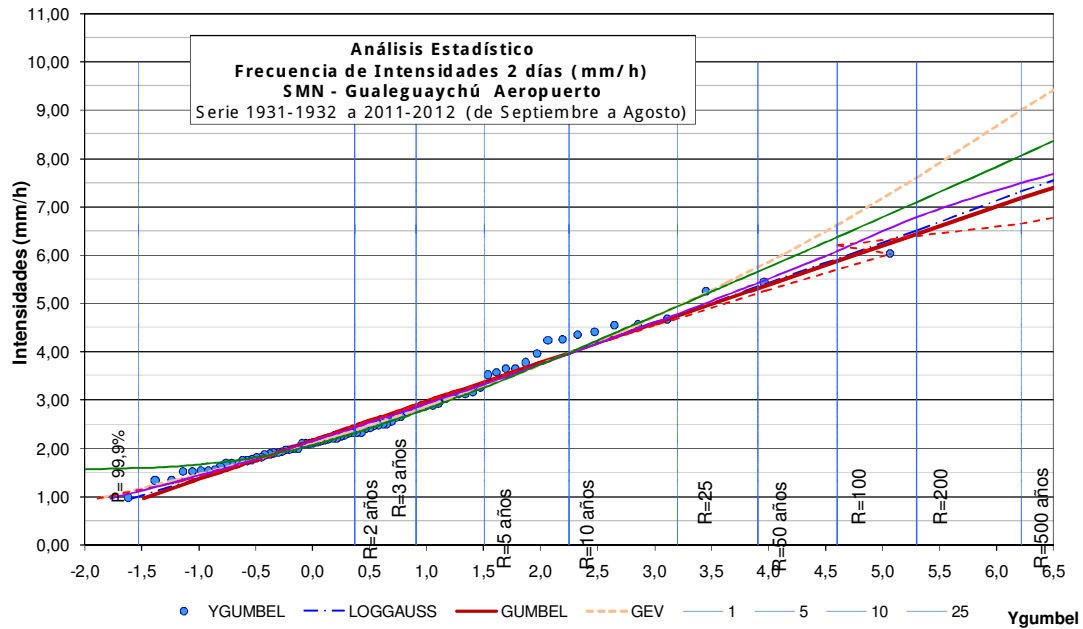


Figura A7.10: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 2 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP	VAR. AÑO	FREC.EXP
603. 1949	.0063	311. 1944	.2562	232. 1935	.5063	189. 1951	.7563
542. 1965	.0188	303. 1941	.2688	231. 1976	.5188	187. 2007	.7688
526. 2001	.0313	292. 1978	.2813	227. 1993	.5313	185. 1952	.7813
466. 1936	.0437	288. 1958	.2937	225. 1973	.5437	182. 1946	.7937
457. 1983	.0562	288. 1932	.3063	221. 1945	.5562	179. 1975	.8062
455. 2008	.0688	286. 1999	.3187	221. 1947	.5688	175. 1989	.8188
442. 1971	.0812	284. 1994	.3313	218. 1934	.5813	173. 1982	.8313
436. 2006	.0938	281. 1940	.3438	217. 1943	.5938	173. 1986	.8438
426. 1972	.1063	276. 1948	.3562	214. 1990	.6062	168. 1992	.8562
424. 1968	.1187	265. 1966	.3688	213. 1991	.6187	167. 1938	.8687
396. 1963	.1312	264. 1954	.3812	210. 1931	.6313	167. 1997	.8813

376.	1977	.1437	256.	2004	.3938	208.	2003	.6438	162.	1998	.8938
366.	1939	.1563	250.	1995	.4063	208.	1955	.6563	156.	1942	.9063
366.	2005	.1688	249.	1985	.4187	208.	1987	.6687	155.	1950	.9187
357.	2009	.1813	247.	1969	.4313	200.	1979	.6812	155.	1956	.9312
351.	1959	.1937	245.	1980	.4437	199.	1967	.6938	153.	1953	.9438
326.	1937	.2062	243.	2010	.4563	197.	1961	.7063	152.	1988	.9563
317.	1970	.2188	241.	1981	.4688	197.	2000	.7188	135.	1960	.9688
312.	2002	.2313	233.	1957	.4812	194.	1962	.7312	132.	1996	.9812
312.	1933	.2438	233.	1974	.4938	192.	1984	.7437	97.	1964	.9937

• **Precipitaciones Máximas Anuales: duración 3 días – SMN Gualeguaychú.**

ANO INICIAL:	2010	ANO FINAL:	1931		
CANTIDAD DE VALORES:	80				
MEDIA	DESUDIO	COEF.	COEF.	COEF.	COEF.
		ASIMETRIA	VARIACION	ASIM/VARI	CURTOSIS
190.3	79.77	1.44	.4192	3.44	5.03

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES						
PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	175.5	177.6	170.8	177.0	173.4	165.8
.3330	208.8	210.1	201.4	210.0	204.9	198.2
.2000	246.2	246.1	238.4	246.4	241.7	238.9
.1000	293.9	291.5	290.1	290.9	290.4	294.2
.0500	340.2	335.1	345.7	332.3	339.8	349.5
.0400	355.0	348.9	364.6	345.1	356.0	367.3
.0200	401.0	391.5	427.3	383.9	407.9	422.6
.0100	447.5	433.7	496.7	421.3	462.3	477.9
.0050	494.7	475.8	573.6	457.7	519.8	533.2
.0020	558.7	531.4	688.6	491.3	578.9	606.3

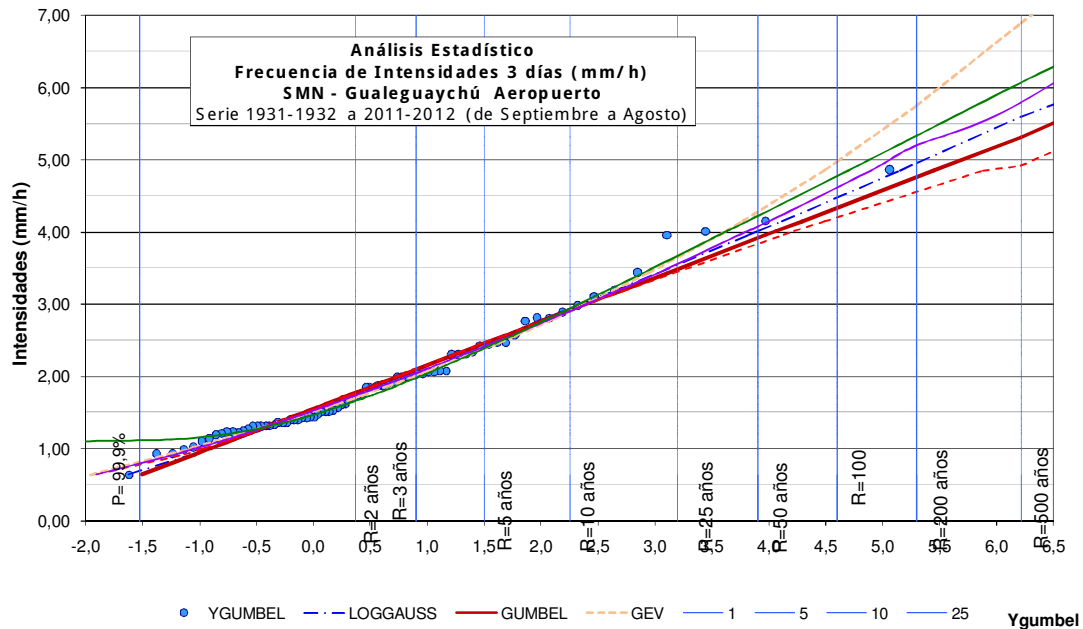


Figura A7.11: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 3 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE								
VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
485.	1983	.0063	229.	1959	.2562	171.	1990	.5063
415.	2006	.0188	208.	1966	.2688	170.	2004	.5188
401.	1949	.0313	207.	1980	.2813	162.	1969	.5313
396.	1965	.0437	206.	1970	.2937	160.	2010	.5437
						133.	1982	.7563
						132.	1942	.7688
						132.	1962	.7813
						132.	1992	.7937

343.	2001	.0562	206.	1958	.3063	157.	1981	.5562	130.	1961	.8062
318.	1977	.0688	204.	2002	.3187	152.	1974	.5688	130.	1989	.8188
311.	1936	.0812	203.	1948	.3313	151.	1976	.5813	126.	1984	.8313
297.	2008	.0938	202.	1978	.3438	151.	1945	.5938	125.	1997	.8438
288.	1971	.1063	200.	1957	.3562	151.	1935	.6062	123.	1953	.8562
281.	1963	.1187	200.	1985	.3688	147.	1973	.6187	122.	1938	.8687
280.	1972	.1312	198.	1995	.3812	144.	1967	.6313	122.	1946	.8813
277.	1968	.1437	192.	1932	.3938	143.	2000	.6438	121.	1952	.8938
257.	1941	.1563	191.	1999	.4063	142.	1934	.6563	118.	1975	.9063
247.	2009	.1688	186.	1940	.4187	142.	1979	.6687	113.	1986	.9187
246.	1933	.1813	186.	2007	.4313	140.	1998	.6812	109.	1956	.9312
244.	2005	.1937	185.	1994	.4437	139.	1931	.6938	101.	1950	.9438
241.	1939	.2062	185.	1993	.4563	139.	1991	.7063	99.	1988	.9563
233.	1937	.2188	185.	1955	.4688	136.	1987	.7188	92.	1960	.9688
231.	1947	.2313	174.	1943	.4812	136.	2003	.7312	92.	1996	.9812
229.	1944	.2438	173.	1954	.4938	135.	1951	.7437	64.	1964	.9937

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 4 días – SMN Gualeguaychú.

ANO INICIAL:	2010	ANO FINAL:	1931		
CANTIDAD DE VALORES:	80				
MEDIA	DESUDIO	COEF.	COEF.	COEF.	COEF.
		ASIMETRIA	VARIACION	ASIM/VARI	CURTOSIS
153.7	66.36	1.61	.4316	3.74	5.58

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES							
PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.	
.5000	141.1	143.4	136.1	143.4	138.9	133.4	
.3330	168.7	169.8	160.2	170.2	164.4	160.3	
.2000	199.9	199.1	190.2	199.5	194.6	194.2	
.1000	239.7	236.1	233.6	235.3	235.4	240.2	
.0500	278.6	271.5	282.0	268.3	277.6	286.2	
.0400	291.0	282.7	298.9	278.5	291.6	301.0	
.0200	329.8	317.4	356.3	309.3	336.9	347.0	
.0100	369.2	351.7	422.1	339.0	385.3	392.9	
.0050	409.3	385.9	497.7	367.9	437.1	438.9	
.0020	463.8	431.1	615.6	394.5	491.0	499.7	

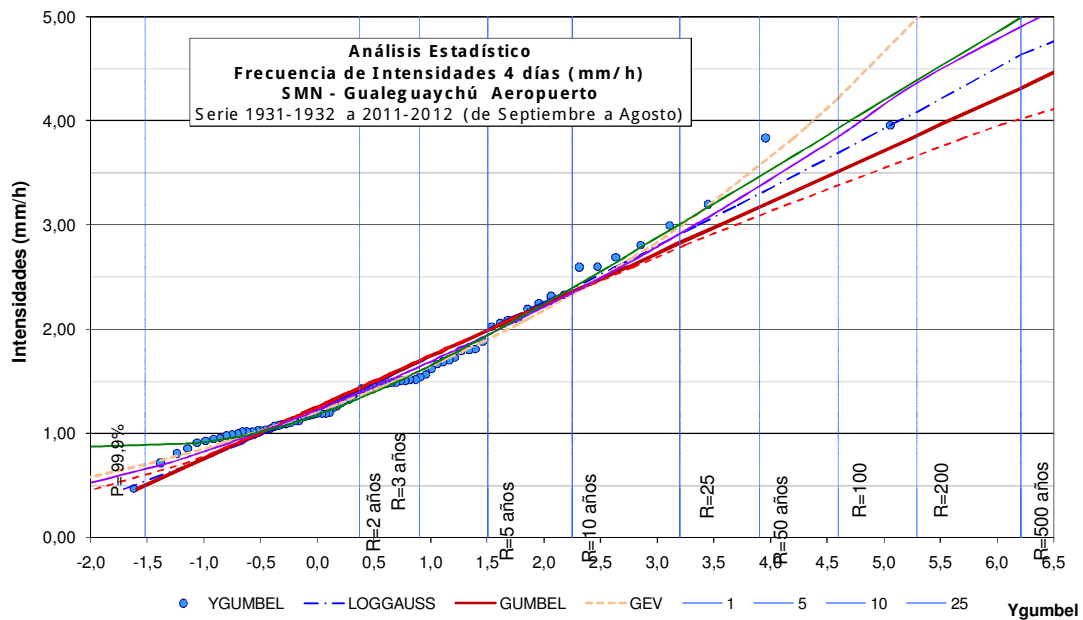


Figura A7.12: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 4 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
396.	2006	.0063	173.	1937	.2562	139.	1955	.5063	107.	1967	.7563
383.	1983	.0188	170.	1959	.2688	137.	1994	.5188	106.	2000	.7688
319.	1965	.0313	168.	1940	.2813	132.	1992	.5313	105.	1934	.7813
300.	1949	.0437	167.	1958	.2937	132.	1935	.5437	104.	1998	.7937
281.	1972	.0562	162.	2007	.3063	129.	1943	.5562	103.	1991	.8062
269.	2009	.0688	157.	1966	.3187	126.	2004	.5688	103.	1931	.8188
260.	2001	.0812	154.	1980	.3313	124.	1986	.5813	102.	1987	.8313
259.	1977	.0938	151.	1990	.3438	120.	1969	.5938	102.	1951	.8438
233.	1970	.1063	151.	2002	.3562	119.	1974	.6062	102.	1960	.8562
231.	1936	.1187	150.	1978	.3688	119.	1973	.6187	99.	1982	.8687
225.	1971	.1312	150.	1948	.3812	119.	2010	.6313	98.	1942	.8813
220.	2008	.1437	149.	1957	.3938	118.	1997	.6438	97.	1961	.8938
210.	1941	.1563	149.	1985	.4063	117.	1981	.6563	96.	1984	.9063
209.	1963	.1688	148.	1993	.4187	116.	2003	.6687	95.	1938	.9187
206.	1968	.1813	148.	1976	.4313	115.	1979	.6812	93.	1953	.9312
203.	1933	.1937	147.	1995	.4437	112.	1945	.6938	91.	1946	.9438
188.	1947	.2062	145.	1954	.4563	112.	1962	.7063	86.	1988	.9563
181.	2005	.2188	142.	1932	.4688	110.	1952	.7188	80.	1950	.9688
180.	1944	.2313	142.	1975	.4812	109.	1989	.7312	71.	1996	.9812
179.	1939	.2438	142.	1999	.4938	109.	1956	.7437	47.	1964	.9937

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 6 días – SMN Gualeguaychú.

ANO INICIAL: 2010		ANO FINAL: 1931		CANTIDAD DE VALORES: 80	
MEDIA	DESUDIO	COEF.	COEF.	COEF.	COEF.
		ASIMETRIA	VARIACION	ASIM/VARI	CURTOSIS
111.0	45.70	1.57	.4116	3.81	5.50

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	102.7	103.8	99.2	102.2	100.9	97.0
.3330	121.8	122.2	116.1	120.9	118.5	115.6
.2000	143.2	142.7	137.1	142.0	139.3	138.9
.1000	170.5	168.4	167.0	168.3	167.3	170.6
.0500	196.8	193.1	200.0	193.2	196.3	202.2
.0400	205.2	200.9	211.4	201.0	206.0	212.4
.0200	231.4	225.0	249.9	224.6	237.1	244.1
.0100	257.7	249.0	293.4	247.6	270.2	275.8
.0050	284.4	272.8	342.9	270.2	305.8	307.5
.0020	320.6	304.3	418.8	291.0	342.6	349.3

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
290.	2006	.0063	121.	1937	.2562	98.	1957	.5063	79.	1997	.7563
253.	1983	.0188	120.	2005	.2688	97.	1995	.5188	79.	2010	.7688
224.	1965	.0313	119.	1940	.2813	97.	1975	.5313	79.	2000	.7813
199.	1949	.0437	118.	2002	.2937	97.	1954	.5437	77.	1979	.7937
194.	2009	.0562	118.	1939	.3063	94.	1932	.5562	73.	1951	.8062
187.	1972	.0688	117.	1990	.3187	94.	1952	.5688	73.	1984	.8188
181.	2001	.0812	116.	1973	.3313	93.	1956	.5813	71.	1987	.8313
179.	1977	.0938	114.	2007	.3438	92.	1981	.5938	71.	1967	.8438
171.	1963	.1063	109.	1935	.3562	91.	1994	.6062	71.	1931	.8562
169.	1947	.1187	109.	1955	.3688	90.	1982	.6187	70.	1934	.8687
162.	1970	.1312	108.	1985	.3812	90.	2004	.6313	70.	1938	.8813
161.	1968	.1437	107.	1943	.3938	87.	1962	.6438	68.	1961	.8938
160.	1971	.1563	106.	1966	.4063	87.	1992	.6563	68.	1991	.9063
157.	1933	.1688	106.	1999	.4187	85.	2003	.6687	67.	1996	.9187
152.	1936	.1813	105.	1980	.4313	84.	1945	.6812	67.	1960	.9312
145.	2008	.1937	103.	1946	.4437	82.	1974	.6938	67.	1953	.9438
143.	1958	.2062	103.	1978	.4563	81.	1986	.7063	65.	1942	.9563
143.	1941	.2188	103.	1993	.4688	80.	1969	.7188	58.	1950	.9688
128.	1944	.2313	102.	1976	.4812	80.	1998	.7312	57.	1988	.9812
125.	1959	.2438	100.	1948	.4938	80.	1989	.7437	47.	1964	.9937

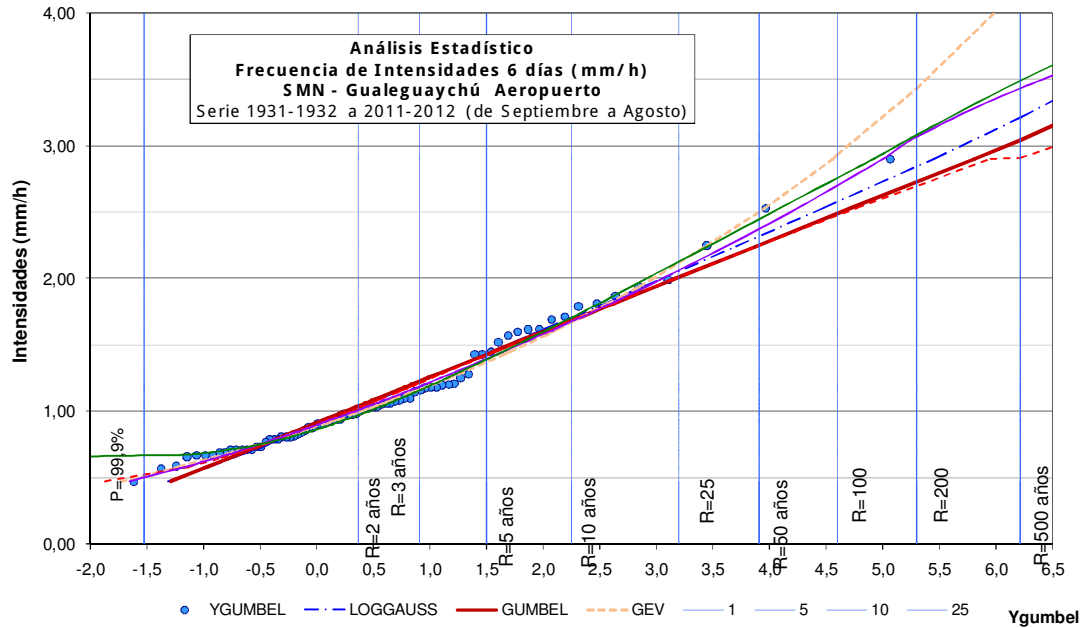


Figura A7.13: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 6 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 8 días – SMN Gualeguaychú.

ANO INICIAL:	2010	ANO FINAL:	1931
CANTIDAD DE VALORES:	80		
MEDIA	DESUDIO	COEF.	COEF.
		ASIMETRIA	VARIACION
		ASIM/VARI	CURTOSIS
89.2	35.46	1.40	.3977
		3.52	4.92

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES							
PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.	
.5000	82.9	83.5	80.7	82.7	81.8	78.3	
.3330	97.8	98.0	94.4	97.5	95.8	92.7	
.2000	114.4	114.1	110.9	114.1	112.2	110.8	
.1000	135.4	134.3	133.8	134.7	133.8	135.4	
.0500	155.6	153.7	158.2	153.9	155.6	159.9	
.0400	162.1	159.9	166.5	159.9	162.7	167.8	
.0200	182.0	178.9	193.7	178.0	185.5	192.4	
.0100	202.0	197.7	223.6	195.6	209.4	217.0	
.0050	222.3	216.5	256.4	212.8	234.6	241.6	
.0020	249.6	241.2	305.1	228.6	260.4	274.1	

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE											
VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
221.	2006	.0063	99.	1937	.2562	80.	1943	.5063	66.	1987	.7563
189.	1983	.0188	98.	1959	.2688	79.	1966	.5188	63.	1974	.7688
186.	2009	.0313	98.	1939	.2813	78.	1975	.5313	63.	1945	.7813
167.	1965	.0437	97.	1955	.2937	77.	1956	.5437	62.	1998	.7937
149.	1949	.0562	96.	1978	.3063	77.	1967	.5562	61.	2000	.8062
146.	1971	.0688	95.	1944	.3187	77.	1946	.5688	60.	1960	.8188
139.	1972	.0812	92.	2002	.3313	76.	1962	.5813	60.	1969	.8313
136.	1977	.0938	90.	2005	.3438	76.	1981	.5938	60.	1951	.8438
136.	1970	.1063	89.	1935	.3562	73.	1957	.6062	59.	2010	.8562
135.	2001	.1187	87.	1990	.3688	72.	1952	.6187	57.	1934	.8687
134.	1968	.1312	87.	1973	.3812	72.	1954	.6313	56.	1984	.8813
128.	1980	.1437	85.	2007	.3938	72.	1995	.6438	55.	1991	.8938
128.	1963	.1563	85.	1986	.4063	71.	1997	.6563	53.	1938	.9063

127. 1947	.1688	84. 1931	.4187	71. 2004	.6687	52. 1961	.9187
124. 1933	.1813	83. 1993	.4313	70. 1989	.6812	51. 1953	.9312
114. 1936	.1937	82. 1999	.4437	70. 1979	.6938	50. 1996	.9438
112. 1940	.2062	82. 1948	.4563	70. 1932	.7063	48. 1942	.9563
111. 2008	.2188	82. 2003	.4688	69. 1992	.7188	43. 1950	.9688
107. 1941	.2313	82. 1976	.4812	68. 1994	.7312	42. 1988	.9812
107. 1958	.2438	81. 1985	.4938	68. 1982	.7437	36. 1964	.9937

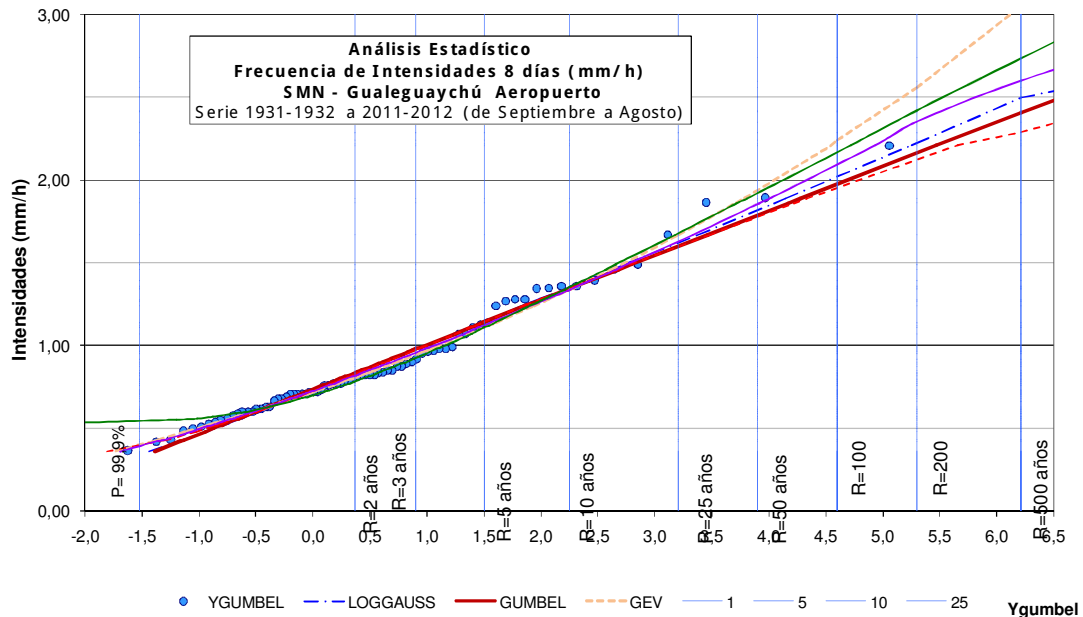


Figura A7.14: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 8 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú.

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 10 días – SMN Gualeguaychú.

ANO INICIAL:	2010	ANO FINAL:	1931		
CANTIDAD DE VALORES:	80				
MEDIA	DESUDIO	COEF.	COEF.	COEF.	COEF.
		ASIMETRIA	VARIACION	ASIM/VARI	CURTOSIS
75.4	29.21	1.33	.3872	3.43	4.56

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES						
PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	70.3	70.7	68.6	68.4	69.5	66.5
.3330	82.7	82.8	80.1	81.1	81.1	78.3
.2000	96.4	96.1	93.8	96.0	94.6	93.2
.1000	113.6	113.0	112.7	115.0	112.3	113.5
.0500	130.1	129.1	132.6	133.3	130.2	133.7
.0400	135.3	134.3	139.4	139.0	136.0	140.2
.0200	151.6	150.0	161.4	156.7	154.5	160.5
.0100	167.8	165.7	185.3	174.0	173.9	180.7
.0050	184.2	181.3	211.5	191.1	194.2	201.0
.0020	206.2	201.9	249.8	206.9	215.0	227.7

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE											
VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP			
177.	2006	.0063	87.	1939	.2562	66.	1979	.5063	54.	2010	.7563
167.	1983	.0188	85.	1986	.2688	66.	1948	.5188	54.	1994	.7688
149.	2009	.0313	82.	2007	.2813	66.	2003	.5313	54.	2000	.7813
133.	1965	.0437	79.	1937	.2937	66.	1967	.5437	53.	1987	.7937
128.	1971	.0562	79.	1959	.3063	65.	1981	.5562	53.	1945	.8062

125.	1972	.0688	78.	1955	.3187	65.	1985	.5688	52.	1951	.8188
119.	1970	.0812	78.	1935	.3313	64.	1966	.5813	50.	1974	.8313
118.	1949	.0938	77.	1957	.3438	64.	1997	.5938	50.	1991	.8438
117.	1977	.1063	77.	1978	.3562	63.	1946	.6062	48.	1960	.8562
112.	1933	.1187	76.	1944	.3688	63.	1952	.6187	48.	1969	.8687
112.	2001	.1312	75.	1943	.3812	62.	1975	.6313	47.	1938	.8813
109.	1968	.1437	75.	1976	.3938	62.	1956	.6438	46.	1934	.8938
105.	1980	.1563	75.	2002	.4063	62.	1989	.6563	45.	1984	.9063
102.	1963	.1688	73.	1931	.4187	61.	1962	.6687	42.	1964	.9187
101.	1947	.1813	72.	2005	.4313	61.	1998	.6812	42.	1961	.9312
100.	2008	.1937	72.	1999	.4437	59.	2004	.6938	41.	1953	.9438
93.	1936	.2062	70.	1990	.4563	58.	1995	.7063	40.	1996	.9563
93.	1940	.2188	70.	1993	.4688	57.	1982	.7188	39.	1950	.9688
93.	1958	.2313	69.	1973	.4812	56.	1992	.7312	38.	1942	.9812
91.	1941	.2438	67.	1954	.4938	56.	1932	.7437	37.	1988	.9937

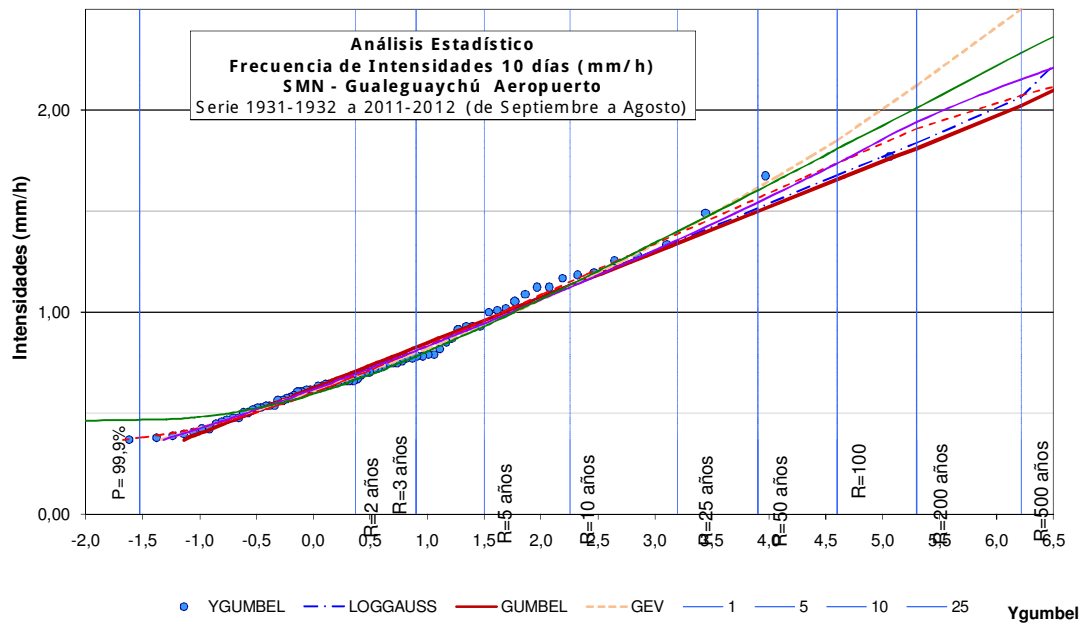


Figura A7.15: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 10 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú

• Precipitaciones Máximas Anuales: duración 12 días – SMN Gualeguaychú.

ANO INICIAL: 2010 ANO FINAL: 1931
 CANTIDAD DE VALORES: 80

ESTADISTICOS:

VARIABLE ORIGINAL (X):

MEDIA	DESVIO	COEF. ASIMETRIA	COEF. VARIACION	COEF. ASIM/VARI	COEF. CURTOSIS
67.8	25.98	1.47	.3832	3.84	5.63

VALORES DE LA VARIABLE (mm/h.100) PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

PROBABILIDAD	LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
.5000	63.3	63.6	61.9	62.6	62.4	59.8
.3330	74.3	74.2	72.0	73.7	72.8	70.4
.2000	86.4	85.9	84.1	86.3	84.8	83.6
.1000	101.7	100.7	100.5	101.9	100.5	101.6
.0500	116.4	114.9	117.8	116.6	116.4	119.6
.0400	121.0	119.4	123.6	121.2	121.6	125.4

.0200	135.4	133.2	142.4	135.3	138.2	143.4
.0100	149.8	146.9	162.8	148.9	155.6	161.4
.0050	164.2	160.6	184.9	162.2	173.8	179.4
.0020	183.7	178.7	217.1	174.5	192.4	203.2

PROBABILIDADES PARA DISTINTOS VALORES DE LA VARIABLE

VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP	VAR.	AÑO	FREC.EXP
172.	1983	.0063	79.	2007	.2562	60.	2005	.5063
148.	2006	.0188	79.	1941	.2688	59.	1985	.5188
129.	2009	.0313	77.	1986	.2813	59.	1993	.5313
112.	1965	.0437	77.	1936	.2937	58.	1981	.5437
109.	1963	.0562	73.	1939	.3063	58.	1997	.5562
107.	1971	.0688	73.	1978	.3187	58.	1973	.5688
107.	1977	.0812	73.	1952	.3313	58.	1962	.5813
104.	1972	.0938	71.	1976	.3438	58.	1990	.5938
103.	1970	.1063	66.	1955	.3562	57.	2003	.6062
102.	1980	.1187	66.	1943	.3688	57.	1966	.6187
101.	1933	.1312	66.	1975	.3812	56.	1948	.6313
98.	1949	.1437	65.	1959	.3938	56.	1946	.6438
97.	2001	.1563	65.	1935	.4063	56.	2000	.6563
91.	1968	.1688	64.	1957	.4187	55.	1967	.6687
85.	1937	.1813	64.	1944	.4313	55.	1992	.6812
84.	1947	.1937	64.	1931	.4437	55.	1998	.6938
84.	2008	.2062	63.	2002	.4563	54.	1987	.7063
83.	1958	.2188	61.	1984	.4688	54.	1994	.7188
81.	1999	.2313	61.	1979	.4812	52.	1982	.7312
79.	1940	.2438	60.	1954	.4938	52.	2004	.7437
						52.	1942	.9937

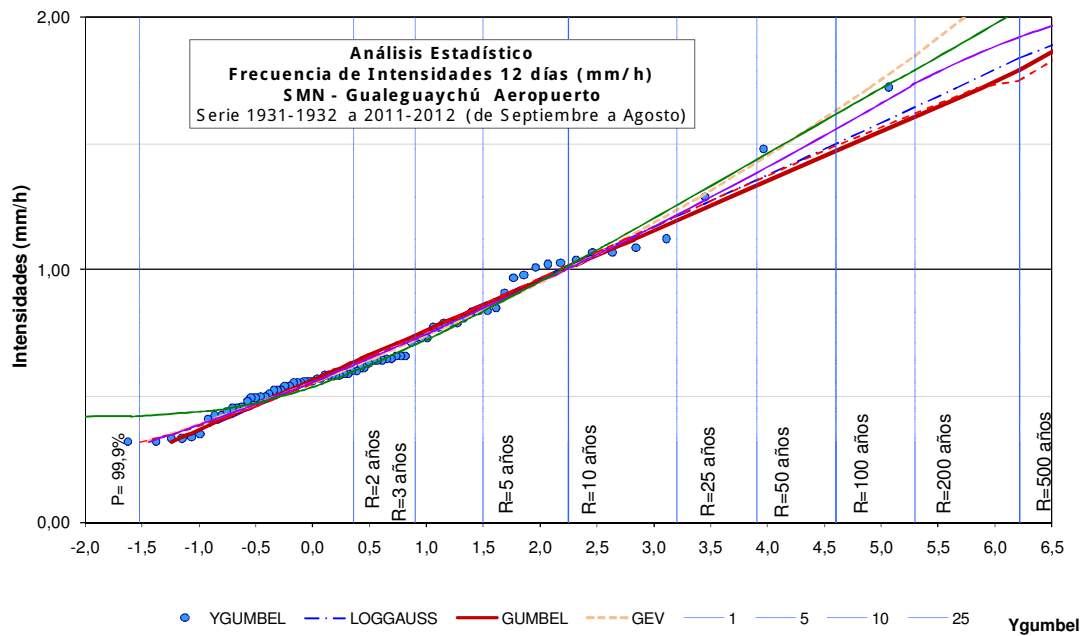


Figura A7.16: Análisis de Frecuencias Precipitación máxima anual de 12 días. Serie 1931-32 a 2011-12. Datos Servicio Meteorológico Nacional Gualeguaychú

Anexo 8: Tormentas de estudio para distribución espacial y temporal

Datos de Precipitación (mm) del 12 al 23 de marzo de 1978

Nº	Nombre	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Libaros				45	96						13	11
2	Las Moscas					51	76						2
3	Ingeniero Sajaroff			7	4	39	41						17
6	Villa Clara				1	45	20						18
7	Santa Anita	3			64							12	5
8	Escribana	34	11	12	27	89	0	0	0	0	0	18	25
9	Villa Mantero					30	135						29
10	Pronunciamiento	11	3	1	55	53	71	48	0	3	11	8	3
11	Pehuajo Sur	7	12	9	19	48	48	37	0	0	5	8	19
12	Faustino M. Parera	5	9	11	11	28	36	0	0	0	0	7	20
13	Irazusta	10	18	13	17	46						14	37
14	Estación Herrera	9	3	1	23	68	139	48	0	3	11	2	15
15	Estación Gilbert	58	4	11	37	131						21	12
16	Veronessi			9	5,0	10	72						2
17	Colonia Baylina					40	65						30
18	Basavilbaso		9,0		5	75,0	219						25,0
19	Arroyo Barú					30	30						30
20	Gral. Almada	5	9	11	11	28	36	0	0	0	0	7	20
21	Aldea San Antonio	29	2	10	21	71	36	0	0	0	0	11	7
22	Villa Elisa	0	0	0	0	30	83	0	0	0	0	0	30
24	Perdices			8	19	21	61	96				12	
25	Mabragaña	0	0	0	0	30	83	0	0	0	0	0	30
26	Costa Río Uruguay	7	12	9	19	48	48	37	0	0	5	8	19
27	Colonia Elías		9	12		38	120						7
31	Concepc. del Uruguay	18,2	5,2	1,4	45,9	106	143	95,1		6,7	21,9	4,5	
32	Larroque	7	12	9	19	48	48	37	0	0	5	8	19
33	Guauguaychú	3,1	5,5	5,3	21,7	50	95	73,8			10,9	2,5	
34	Urdinarraín	34	11	12	27	89	0	0	0	0	0	18	25

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)

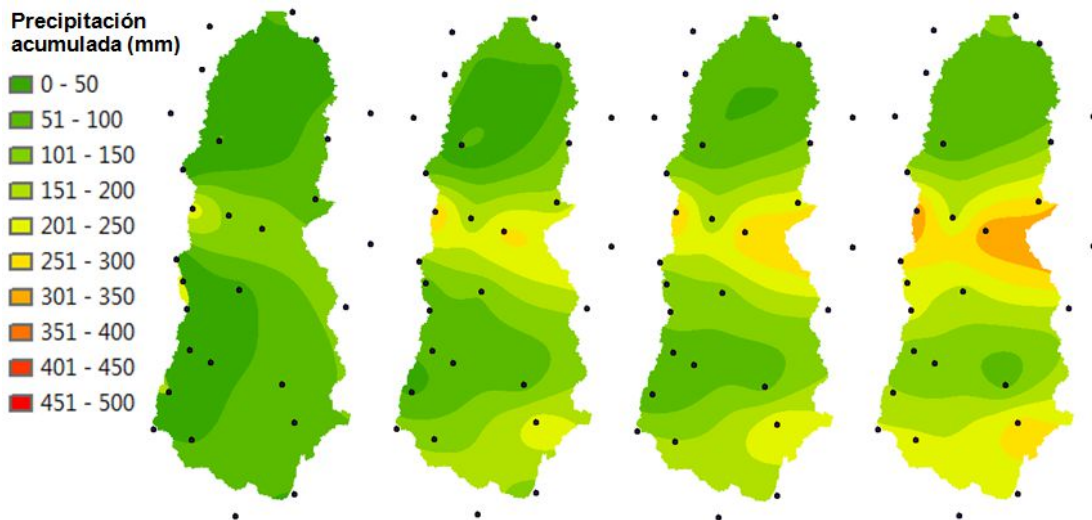


Figura A8.1: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Marzo 1978

Datos de Precipitación (mm) del 3 al 14 de febrero de 1984

Nº	Nombre	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Libaros		35		13					10		64	22
2	Las Moscas	0	18	10	13	0	11	0	0	10	0	62	19
3	Ingeniero Sajaroff			20	13,0		22			10		59	15
6	Villa Clara	0	0	10	7	0	11	0	0	5	38	51	8
7	Santa Anita	0	18	10	13	0	11	0	0	10	0	62	19
8	Escri ña	16	32	14	0	0	0	9	14	35	43	0	0
9	Villa Mantero		15	39	39				4		47	32	12,0
10	Pronunciamiento			45					12	30	12	32	15
11	Pehuajo Sur	16	38	0	0	0	0	9	68	75	6	0	0
12	Faustino M. Parera	16	38	0	0	0	0	9	68	75	6	0	0
13	Irazusta	16	38	0	0	0	0	9	68	75	6	0	0
14	Estación Herrera		29	15	35				5		43	78	14
15	Estación Gilbert		34	28					3	30	85		
16	Veronessi	5	15	0	35	0	0	11	90	76	64	52	0
17	Colonia Baylina	0	0	10	7	0	11	0	0	5	38	51	8
18	Basavilbaso		24		19				3	15		59	14
19	Arroyo Barú										75	42	
20	Gral. Almada	21	30	0	0	0	0	20	102	33	64	1	0
21	Aldea San Antonio	32	29					18	24	40			
22	Villa Elisa	3						10	5,5		95,5	30	
24	Perdices		47						111	110	12		
25	Mabraga ña	0	0	23	0	0	0	0	6	15	44	37	8
26	Costa Río Uruguay	5	39	0	0	0	0	11	146	68	70	1	0
27	Colonia Elías				70					126		102	
31	Concepc. del Uruguay	26	24,0					7,5	59,4	38,7	25,0	7,0	12
32	Larroque	16	38	0	0	0	0	9	68	75	6	0	0
33	Guauguaychú	10,4	30,4					21	180	25	129	1	
34	Urdinarraín	16	32	14	0	0	0	9	14	35	43	0	0

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)

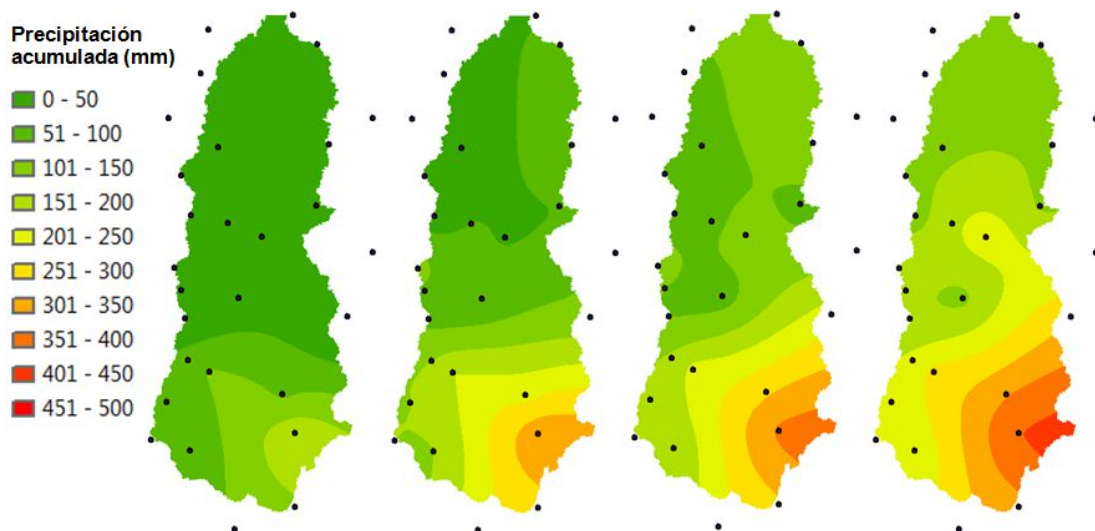


Figura A8.2: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Febrero 1984_a

Datos de Precipitación (mm) del 18 al 29 de febrero de 1984

Nº	Nombre	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	Libaros			67	5	42		9	37		97	15	38
2	Las Moscas	0	0	40	14	45	0	12	41	18	51	15	42
3	Ingeniero Sajaroff			12	23,5	48		15	45	35	5	15	45
6	Villa Clara	0	33	27	12	24	20	8	56	24	30	8	23
7	Santa Anita	0	0	40	14	45	0	12	41	18	51	15	42
8	Escriñá	0	23	35	1	21	0	6	6	112	4	6	42
9	Villa Mantero			72	8	54		8	68	90		6	48,5
10	Pronunciamiento			70		38		4	40		85	3	29
11	Pehuajo Sur		14			11	10			57		65	
12	Faustino M. Parera	0	30	16	0	6	5	5	2	85	4	33	20
13	Irazusta	0	30	16	0	6	5	5	2	85	4	33	20
14	Estación Herrera			47	8	37		7	25	95		4	48
15	Estación Gilbert			37	2	41		2	7	112		11	45
16	Veronessi	6	18	41	12	19	5	5	18	63	7	17	23
17	Colonia Baylina	0	33	27	12	24	20	8	56	24	30	8	23
18	Basavilbaso			60	4	37		4	27		94	11	50
19	Arroyo Barú		65	41			40		66	12	54		
20	Gral. Almada	0	30	16	0	6	5	5	2	85	4	33	20
21	Aldea San Antonio		45	32				10	4	112	8		39
22	Villa Elisa	75	32	35,5	41,5		24	58	90,5			60	
24	Perdices		14			11	10			57		65	
25	Mabraga La	38	49	38	21	0	32	29	78	6	27	30	0
26	Costa Río Uruguay		14			11	10			57		65	
27	Colonia Elías					38		8		122			45
31	Concepc. del Uruguay	0,3	37,2	8,3	37,0		0,9	36,8	71,2	7,5	0,5	41,2	
32	Larroque	0	30	16	0	6	5	5	2	85	4	33	20
33	Guauguaychú	12,2	36,7	82,4	24,5		9,6	2,3	36,8	4,0	13,1	33,5	
34	Urdinarrain		45	32				10	4	112	8		39

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)



Figura A8.3: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Febrero 1984_b

Datos de Precipitación (mm) del 3 al 14 de abril de 2000

Nº	Nombre	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Libaros	7	0	35	28	140	0	0	2	0	0	0	0
2	Las Moscas	2	3		20	15,5	65,5	42,5	5				
3	Ingeniero Sajaroff		5		13,0	70							
6	Villa Clara					61			23				
7	Santa Anita	5		70	55	54							
8	Escriñá	4	3	0	0	113	34	23	2	17	0	0	0
9	Villa Mantero				21	17,2							
10	Pronunciamiento	77	2	5	129	54	28	0	14	0	0	0	20
11	Pehuajo Sur	4	3	0	31	58	0	0	24	0	0	0	0
12	Faustino M. Parera		6,0				68,0	45,0		33,0			
13	Irazusta	4	3	0	9	29	34	23	24	17	0	0	0
14	Estación Herrera	6	0	5	39	160	0	0	15	0	0	0	0
15	Estación Gilbert	8				225			3				
16	Veronessi		5,5		44,5	58,5							
17	Colonia Baylina	0	3	0	7	66	0	0	12	0	0	0	0
18	Basavilbaso	7	0	35	28	140	0	0	2	0	0	0	0
19	Arroyo Barú		7	3	6	113			19				
20	Gral. Almada	6,0		66,0		76,0	2,0		40,0				
21	Aldea San Antonio	54			41						51		
22	Villa Elisa	150	4		180	12	56						40
24	Perdices	6	1	3	37	46	1	0	49	0	0	0	0
25	Mabragañá		5		132	36							
26	Costa Río Uruguay	6	1	3	37	46	1	0	49	0	0	0	0
27	Colonia Elías	29	0	5	59	48	0	0	14	0	26	0	0
31	Concepc. del Uruguay	4,1		10,4	77,8	95			27,3				
32	Alarcón (Larroque)	7,0			17,0	57,0			47,0				
33	Guauguaychú	5	1	6	56	34	2		50,6				
34	Urdinarrain	4	3	0	0	113	34	23	2	17	0	0	0

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)

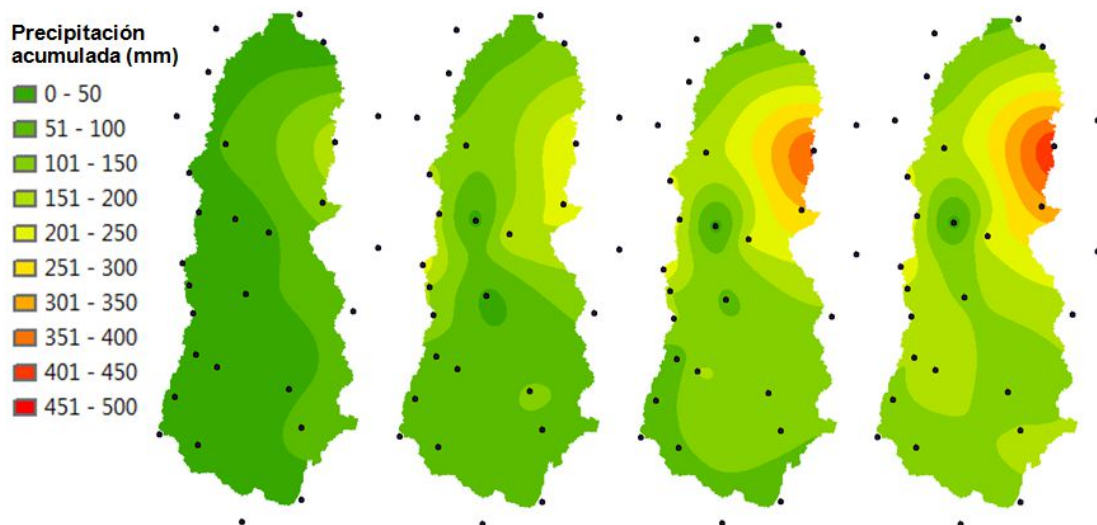


Figura A8.4: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Abril 2000

Datos de Precipitación (mm) del 19 al 30 de marzo de 2002

Nº	Nombre	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Libaros							30				100	
2	Las Moscas						10	15	12	16		42	63
3	Ingeniero Sajaroff							30		5	9	7	66
6	Villa Clara	72									8	10	50
7	Santa Anita	9						13	20		19	60	2
8	Escriñá	13	0	0	0	0	20	12	6	0	17	127	0
9	Villa Mantero	0	5	0	0	0	0	1	7	15	0	77	35
10	Pronunciamiento						25	15	42			85	15
11	Pehuajo Sur	18	3	0	0	0	0	19	14	8	0	181	60
12	Faustino M. Parera		18					32	16	10		185	50
13	Irazusta	9	9	0	0	0	0	32	18	10	0	185	55
14	Estación Herrera											140	
15	Estación Gilbert	25					20	8				215	
16	Veronessi	14					4,5	6	7,5			258	
17	Colonia Baylina	36	0	0	0	0	0	5	0	11	4	5	46
18	Basavilbaso	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	120	0
19	Arroyo Barú							10		22			41
20	Gral. Almada	18						32	20	10		185	60
21	Aldea San Antonio						19	16	12		33	38	
22	Villa Elisa	13								27		122	3
24	Perdices	18	3	0	0	0	0	19	14	8	0	181	60
25	Mabraga							33	27	12	15	20	35
26	Costa Río Uruguay	18	3	0	0	0	0	19	14	8	0	181	60
27	Colonia Elías		19					16	10			16	109
31	Concepc. del Uruguay	0,3	10,1					1,3	14,1	29		14,5	69,5
32	Larroque	9	9	0	0	0	0	32	18	10	0	185	55
33	Guauguaychú	17	5					6	8	5		177	59
34	Urdinarraín	0	9	0	0	0	10	24	14	5	17	112	25

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)

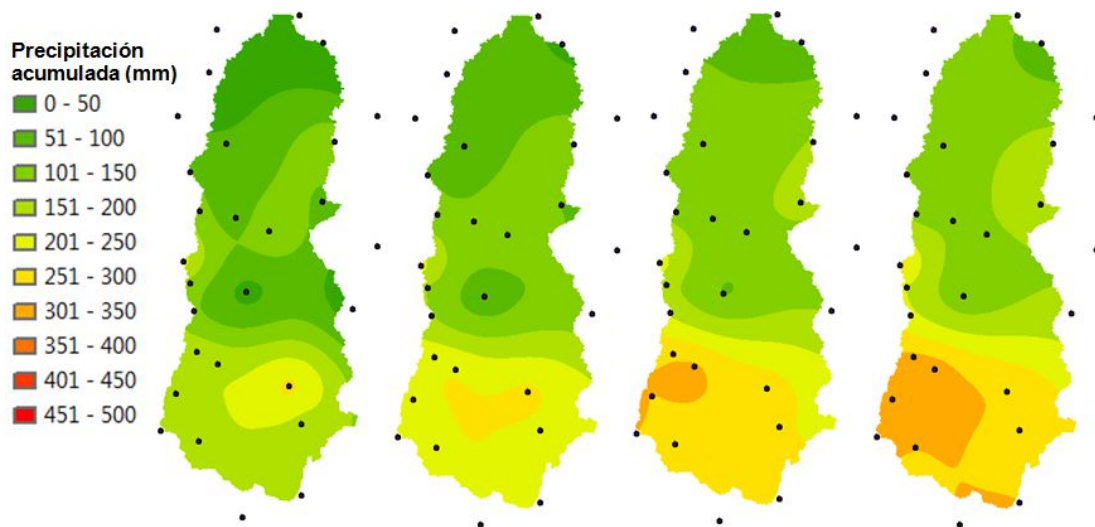


Figura A8.5: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Marzo 2002

Datos de Precipitación (mm) del 13 al 24 de mayo de 2003

Nº	Nombre	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Libaros				94	15		37	38	18			
2	Las Moscas											23	63
3	Ingeniero Sajaroff			19	46	22	1	59	54	13	2		
6	Villa Clara			21	17	26		88	64	22	3		
7	Santa Anita			16	74	18	2	30	43	4			
8	Escriñá			48	29		2	37		16			
9	Villa Mantero			14	86	11		30	25		5		
10	Pronunciamiento			58	32			51			12		
11	Pehuajo Sur	15											
12	Faustino M. Parera				21	64	7		33		22		
13	Irazusta			3		83			31				
14	Estación Herrera			7	77	35	0	16	39	1	13	1	
15	Estación Gilbert				40	27			57		28		
16	Veronessi	13			18,5	58			28,5		17,5		
17	Colonia Baylina			64	49		44	100			20		
18	Basavilbaso			55	117	8,5		36,0	10,0	6,0			
19	Arroyo Barú				62	43		12	128	12	11		
20	Gral. Almada	11		3	35	42,5	18	18	1,5	17			
21	Aldea San Antonio			48	29		2	37		16			
22	Villa Elisa		12	55		68	24	40	50	28			
24	Perdices				62			0					
25	Mabruga				56	62		107		21			
26	Costa Río Uruguay				81	20	0	0	13	0	4	0	
27	Colonia Elías				51	61	5		46		20,0	1	
31	Concepc. del Uruguay				68	59		2	52,5	1	20,3	1,8	
32	Alarcón (Larroque)	15											
33	Guauguaychú				100	40	0,2		26	0,2	7	0,9	
34	Urdinarraín			48	29		2	37		16			

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)

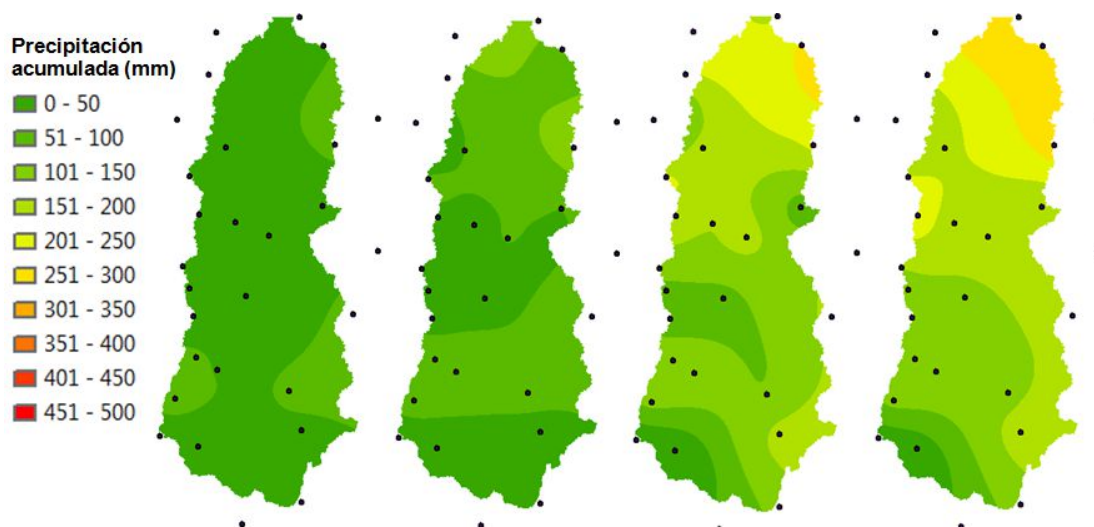


Figura A8.6: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Mayo 2003

Datos de Precipitación (mm) del 23 de marzo al 3 de abril de 2007

Nº	Nombre	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3
1	Libaros	3		10	23		70	55	30	5	5		
2	Las Moscas	7		5	20		59	20	22	3	4	20	
3	Ingeniero Sajaroff						59	15	5		15		
6	Villa Clara			23		10	28				8	5	
7	Santa Anita				26	2	80	50	45		5	15	
8	Escriñá				19	44	76		30	3	11		
9	Villa Mantero				22	2	55	36	12	10	15	25	
10	Pronunciamiento			2	10						10		
11	Pehuajo Sur				7	150	130	72	180				
12	Faustino M. Parera					33	94	41	98	40		9	
13	Irazusta				50	70	92	46	147				
14	Estación Herrera			15		20	42	23	31	10		35	
15	Estación Gilbert	5,5			6,5	39	66	68	23	6	17		
16	Veronessi			1	34	127	29	97	50	7,5			
17	Colonia Baylina			18	25		67	10					
18	Basavilbaso	3			12	7	25			25	27	15	
19	Arroyo Barú			8	50				8	5	18		
20	Gral. Almada					27	77	98	48	126	12		
21	Aldea San Antonio			0,5	8	63	33	57	37		23	1	
22	Villa Elisa				24	15	70	12		28		15	
24	Perdices				4	135	137	44	109				
25	Mabraga La				24	15	70	12		28		15	
26	Costa Río Uruguay				14	105	153	37	135				
27	Colonia Elías					28	20	59	48	26		9	
31	Concepc. del Uruguay				3,5	13	42	31	44	29	0,7	7,9	5,2
32	Cuch. Redonda (Larr)				15	152	120	35	165				
33	Gualedguaychú	0,9	0,3		1,5	39	156	26	104	82	1	8,5	
34	Urdinarrain	0,8	0,3		23	40	91	54	93	2	8,1	4,1	

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos.

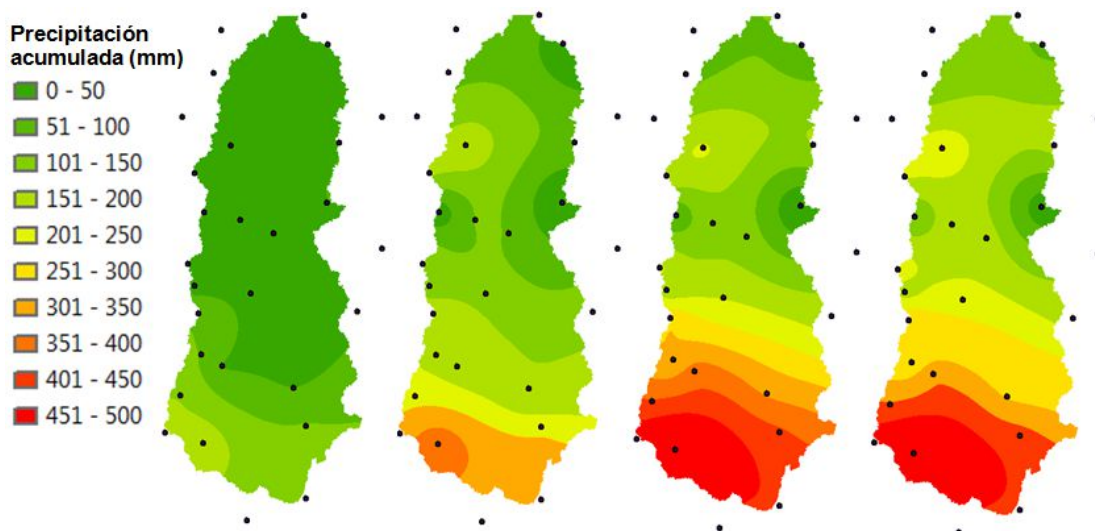


Figura A8.7: Precipitac. acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Marzo-Abril 2007

Datos de Precipitación (mm) del 1 al 2 de marzo de 2009

Nº	Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Libaros			15	95						20	43	
2	Las Moscas			14	101			3			3	81	
3	Ingeniero Sajaroff			19	108							45	
6	Villa Clara				92						14	54	
7	Santa Anita			6	109						2	37	
8	Escribana			20	128			7				54	
9	Villa Mantero			9	127						4	61	
10	Pronunciamiento				112							45	
11	Pehuajo Sur				183							67	
12	Faustino M. Parera				81	40						4	57
13	Irazusta			30	100							59	
14	Estación Herrera			9	129							19	
15	Estación Gilbert		2,5	14	72	45						10	43
16	Veronessi				120	32						12	
17	Colonia Baylina			36	11							35	
18	Basavilbaso			16	165	1		27				64	1
19	Arroyo Barú			10	38						7	43	
20	Gral. Almada				120	30						70	3
21	Aldea San Antonio			32	51	30					8	41	
22	Villa Elisa			15	105							65	
24	Perdices			25	48							8	
25	Mabraga			12	59				15			24	
26	Costa Río Uruguay			50	67							61	
27	Colonia Elías	5		11	95	46					3	30	
31	Concepc. del Uruguay				155	34			0,3			3,5	48
32	Cuch. Redonda (Larr)				125							30	
33	Guauguaychú				176							11	2
34	Urdinarrain	0,8		20	140	0,3	0,3	13	0,5		0,5	3	0,5

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos.

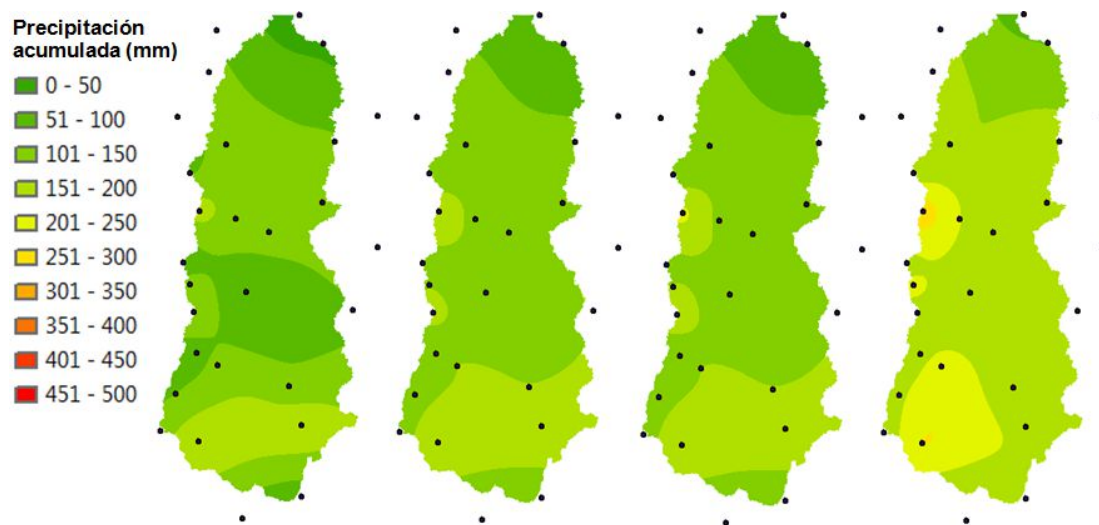


Figura A8.8: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Marzo 2009

Datos de Precipitación (mm) del 30 de enero al 10 de febrero de 2010

Nº	Nombre	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Libaros					85		62	16				12
2	Las Moscas			7	31		110	57	103				
3	Ingeniero Sajaroff		30	6	15		95	45	82				
6	Villa Clara		32	10	27		56	46	68	11			
7	Santa Anita		2		84		75	48	81				
8	Escriñá				35	2	48	75	17				
9	Villa Mantero		1		65			130	19				
10	Pronunciamiento		9,5		122	22	95	13	86,5				
11	Pehuajo Sur					70		130					25
12	Faustino M. Parera				10	49	41		94		14		
13	Irazusta		5		50		55		75	7			
14	Estación Herrera				14	70		88	29	5			
15	Estación Gilbert			1	6	26	60	10	76	10	6		
16	Veronessi					66	41		94		17		
17	Colonia Baylina				13	21	59	13,5	27	70	28		
18	Basavilbaso			1	30	16	46	58	20	1			
19	Arroyo Barú		55	37		125	30	75					
20	Gral. Almada				55		45	95	15	8			
21	Aldea San Antonio	12			47		34	94		14			
22	Villa Elisa		53		36	21	43		58	36			
24	Perdices		25		68		40	91	65	50			
25	Mabraga		52		20	50	49	41	52				
26	Costa Río Uruguay	4	18		65	10	64	89	35	79			
27	Colonia Elías		10		42		54	92	30	20			
31	Concepc. del Uruguay			11	49	15,5	42	15	57	25	3		
32	Cuch. Redonda (Larr)				18		35	80	52	47			
33	Guauguaychú		0,4	0,2	53	8,4		86,6	44,8	11	0,2		
34	Urdinarrain		1,3	2	57	19	33	99	13	8,6	0,5		

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos.

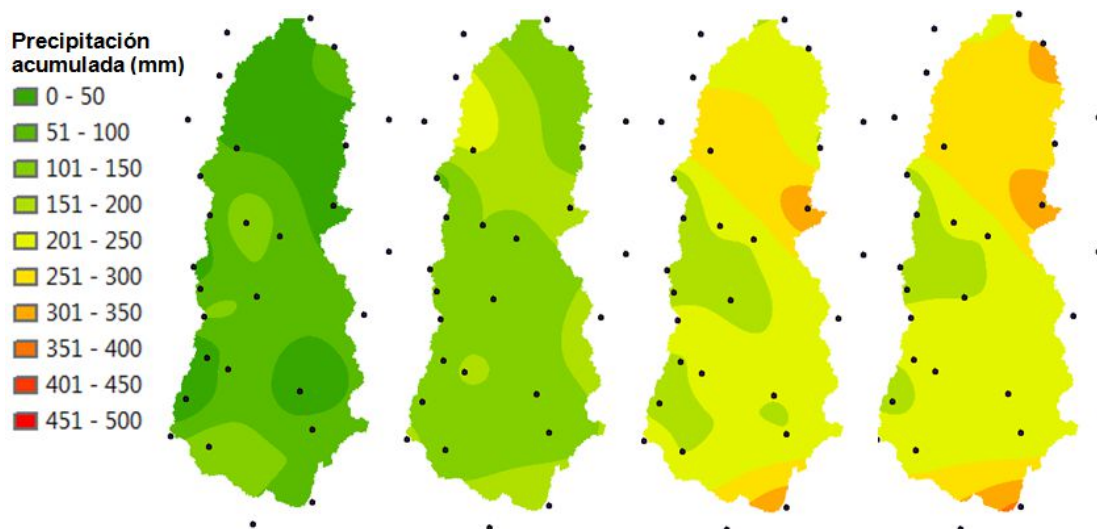


Figura A8.9: Precipit. acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Enero-Febrero 2010

Datos de Precipitación (mm) del 12 al 23 de agosto de 2012

Nº	Nombre	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Libaros	20				18	23	57	9	57	46		
2	Las Moscas	24	0	0	4	0	80	27	6	0	0	0	0
3	Ingeniero Sajaroff	24			7		97	24		71	1		
6	Villa Clara	15			7		37	70		53			
7	Santa Anita	24			4		80	27	6				
8	Escriñá	26			17		35	52	55				
9	Villa Mantero	21			7,5		61	15	8	80			
10	Pronunciamiento	20			7		52	71	35	36	11		
11	Pehuajo Sur	45		2	26		80	40		40			
12	Faustino M. Parera	20			20	2	12	96		48	5		
13	Irazusta	50		3	28		115			24			
14	Estación Herrera	17			18		70	26	5	82			
15	Estación Gilbert		22		11	1	11	68		50	31		
16	Veronessi	23			16			76		80	15		
17	Colonia Baylina					23							
18	Basavilbaso	23,6	0,2		7,8	0,4	58,8	8,4	10,4	93,4			
19	Arroyo Barú	47			9	2		100		80			
20	Gral. Almada	19			24		56	20	63				
21	Aldea San Antonio	30			13	7	75		50	41			5
22	Villa Elisa				9		99			76			17
24	Perdices	35		7	26		23			12			
25	Mabraga				11,5		28	58		74	11		
26	Costa Río Uruguay	0	0	23	3	6	75	0	75	10	0	0	10
27	Colonia Elías	20			10		65	45		32	13,5		
31	Concepc. del Uruguay	17	0	0	18	0	70	26	5	82	0	0	0
32	Alarcón (Larroque)	38			35	5	120		10				
33	Guauguaychú			23	3	6	75	0,3	75	10			10
34	Urdinarrain	30	0	0	13	7	75	0	50	41	0	0	5

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos. (xx valores interpolados)

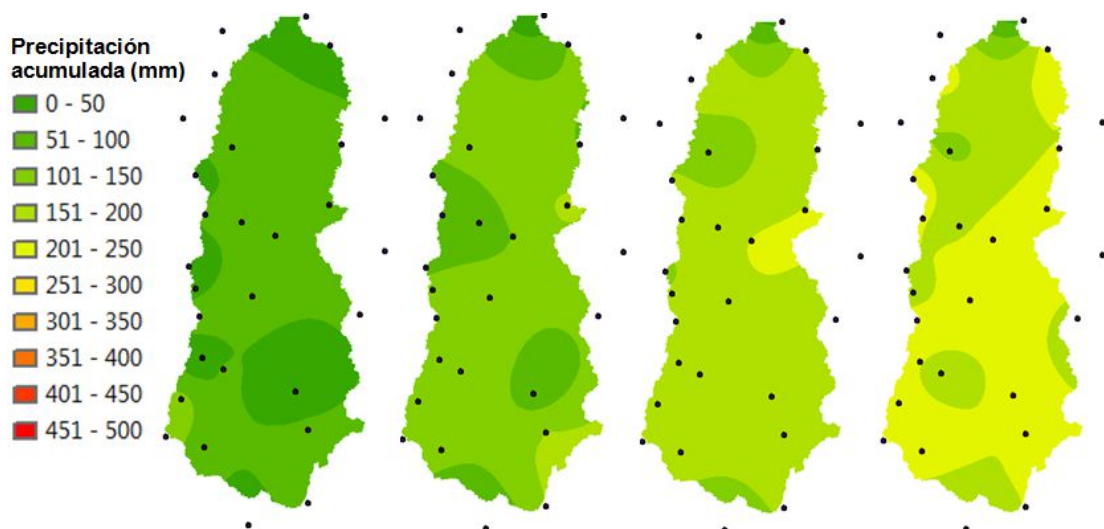


Figura A8.10: Precipitación acumulada en la cuenca de 1, 3, 6 y 12 días. Agosto 2012

Anexo 9: Datos de calibración y validación del modelo

Datos de Precipitación (mm) del 20 al 22 / febrero / 2010 y del 22 al 24 / febrero / 2011

Nº	Nombre	20	21	22
1	Libaros	135	25	
2	Las Moscas	105		
3	Ingeniero Sajaroff	78		
4	Villa Clara	71		
5	Santa Anita	138		5
6	Villa Mantero	117		10
7	Pronunciamiento	150	13	
8	Estación Herrera	144		16
9	Colonia Baylina	65		
10	Basavilbaso	139		33
11	Arroyo Barú	101		3
12	Villa Elisa	109		
13	Mabraga Ña	117		12
14	Concepc. del Uruguay	130		

Nº	Nombre	22	23	24
1	Libaros		124	
2	Las Moscas		151	
3	Ingeniero Sajaroff	112	30	7
4	Villa Clara	71	77	
5	Santa Anita	2	180	
6	Villa Mantero	15	135	
7	Pronunciamiento	5	50	70
8	Estación Herrera	38	90	16
9	Colonia Baylina		55	8
10	Basavilbaso	10	101	
11	Arroyo Barú		96	
12	Villa Elisa		51	
13	Mabraga Ña		65	
14	Concepc. del Uruguay		50.5	14

Datos Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos

Alturas hidrométricas del río Gualedaychú en Estación RP N° 39

Fecha	Altura (m)
19-Feb-10	5,00
20-Feb-10	7,00
21-Feb-10	7,65
22-Feb-10	8,16
23-Feb-10	8,00
24-Feb-10	7,00
25-Feb-10	6,50
26-Feb-10	6,30
27-Feb-10	6,00
28-Feb-10	5,70
1-Mar-10	5,50
2-Mar-10	5,30

Fecha	Altura (m)
21-Feb-11	3,00
22-Feb-11	5,00
23-Feb-11	7,90
24-Feb-11	7,80
25-Feb-11	7,70
26-Feb-11	6,80
27-Feb-11	6,00
28-Feb-11	5,90
1-Mar-11	5,87
2-Mar-11	5,81
3-Mar-11	5,50
4-Mar-11	5,00

Datos Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

Anexo 10: Características físicas y parámetros del modelo hidrológico

Subcuenca	Área (km ²)	Número de Curva CN	Tiempo de concentración (hs)	R: Coef. de almac. de Clark (hs)
CP01W92	167,71	68	13,49	21,55
CP02W141	169,56	72	11,78	19,12
CP02W91	205,99	71	13,14	24,09
CP03W150	264,66	74	14,33	21,44
CP04W190	251,38	73	19,63	27,15
CP04W280	360,96	76	16,86	25,51
CP05W140	122,43	72	11,74	17,70
CP05W230	153,39	70	9,28	15,20
CP05W90	158,57	70	10,01	14,93
CP06W331	193,53	73	12,51	19,88
CP06W420	149,53	70	9,90	13,54
CP07W1020	59,70	68	6,25	9,45
CP07W330	143,86	72	10,39	14,26
CP07W440	240,44	67	12,85	16,33
CP08W360	259,54	73	11,03	15,21
CP08W450	286,39	72	13,66	15,65
CP09W530	321,98	72	19,00	22,61
CP10W580	73,12	68	9,46	12,18
CP10W600	91,51	70	6,95	8,61
CP10W610	187,74	71	14,63	15,18
CP11W630	236,95	72	13,46	17,17
CP11W740	148,26	68	8,46	10,63
CP12W680	200,97	72	11,93	14,84
CP12W710	194,90	73	10,79	14,29
CP12W821	169,39	74	14,01	14,49
CP13W720	120,43	69	9,89	11,40
CP13W800	123,43	68	8,62	9,55
CP13W820	159,15	71	9,07	9,20
CP13W830	144,74	70	11,12	12,38
CP13W870	64,80	66	7,75	8,18
CP14W860	370,28	78	14,36	14,89
CP14W950	332,53	74	15,94	17,49
CP15W1000	39,06	65	8,25	43,94
CP15W1030	59,64	67	6,40	8,16
CP15W1040	40,67	70	3,99	5,44
CP15W920	66,64	61	7,62	8,74
CP15W930	152,80	68	12,00	12,73
CP15W960	96,18	70	8,78	9,23
CP15W980	120,45	62	9,89	11,75
CP16W1050	48,55	69	8,28	9,16
CP16W1060	150,86	72	11,95	12,52
CP16W1070	71,41	71	5,93	6,79

Tramo	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Manning cauce	Manning márgenes
R1000Gchu	1.011	0,00	0,03	0,08
R1010Gchu	4.857	0,00	0,03	0,08
R1020Gchu	9.112	0,00	0,04	0,11
R1030Gchu	5.042	0,00	0,03	0,08
R1040Gchu	7.761	0,00	0,03	0,10
R1050Ven	7.792	0,00	0,03	0,09
R1060Ven	5.551	0,00	0,03	0,08
R140	17.397	0,00	0,04	0,08
R190SRos	35.286	0,00	0,03	0,08
R320Gchu	15.273	0,00	0,04	0,10
R330Gchu	11.273	0,00	0,04	0,11
R331Gchu	11.218	0,00	0,04	0,11
R360Gen	13.670	0,00	0,03	0,07
R440Gchu	17.291	0,00	0,03	0,11
R450Gen	18.344	0,00	0,03	0,08
R510Gen	3.784	0,00	0,03	0,10
R580Gen	14.358	0,00	0,03	0,11
R600Gchu	11.087	0,00	0,03	0,11
R670Gchu	12.298	0,00	0,03	0,11
R690Gat	21.400	0,00	0,03	0,08
R720Gat	17.955	0,00	0,03	0,11
R740Gchu	6.843	0,00	0,03	0,11
R800Gchu	12.956	0,00	0,03	0,10
R820Garc	16.919	0,00	0,04	0,10
R870Gchu	8.839	0,00	0,03	0,10
R901Gchu	11.776	0,00	0,04	0,08
R902Gchu	22.373	0,00	0,04	0,08
R920Gyan	12.115	0,00	0,03	0,11
R930Gyan	12.910	0,00	0,03	0,10
R950Gyan	13.386	0,00	0,03	0,08
R960Gchu	941	0,00	0,03	0,09

Anexo 11: Ubicación de perfiles del modelo hidráulico



Figura A11.1: Perfiles del modelo entre el arroyo Gualeyán y el Puente de la Balsa



Figura A11.2: Perfiles del modelo entre el Pte. de la Balsa y la zona sur de Gualeguaychú

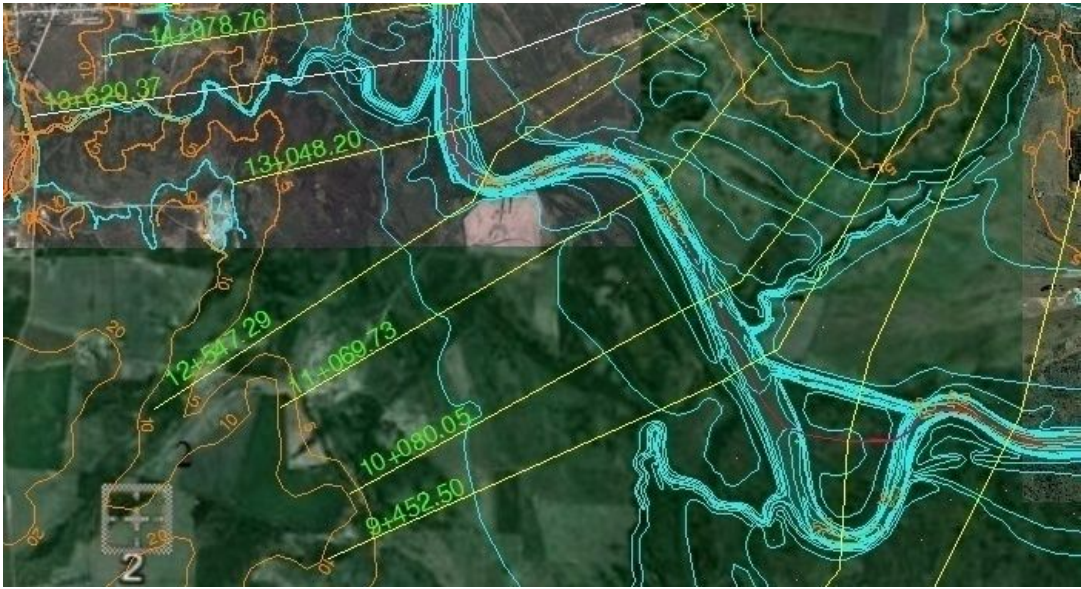


Figura A11.3: Perfiles del modelo entre la ciudad y El Corte



Figura A11.4: Perfiles del modelo entre El Corte y el río Uruguay

Anexo 12: Salidas del programa hidráulico

- Resultados de las corridas de calibración (agosto 2012) y validación (mar-abril 2007)

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23664	Marzo 2007	2129,7	-2,2	5,56	5,62	5E-05	1,22	4494,5	3117,2	0,15
23664	Agosto 2012	1082,9	-2,2	4,13	4,16	4E-05	0,90	2651,3	2204,2	0,12
23407	Marzo 2007	2129,7	-3,2	5,50	5,59	8E-05	1,51	3171,5	2670,4	0,18
23407	Agosto 2012	1082,9	-3,2	4,09	4,15	6E-05	1,09	1965,3	2177,0	0,15
23200	Marzo 2007	2129,7	-4,2	5,38	5,55	1E-04	1,96	1979,8	2593,9	0,22
23200	Agosto 2012	1082,9	-4,2	4,05	4,13	6E-05	1,27	1396,6	1994,9	0,16
23143		Bridge								
23090	Marzo 2007	2129,7	-4,2	5,37	5,51	1E-04	1,81	2036,5	2309,4	0,21
23090	Agosto 2012	1082,9	-4,2	4,05	4,11	6E-05	1,19	1451,4	1976,6	0,15
22932	Marzo 2007	2129,7	-2,2	5,37	5,47	9E-05	1,51	2428,8	2249,8	0,19
22932	Agosto 2012	1082,9	-2,2	4,04	4,09	5E-05	1,03	1669,1	1782,7	0,14
22638	Marzo 2007	2129,7	-2,2	5,36	5,44	9E-05	1,47	3271,0	2439,5	0,18
22638	Agosto 2012	1082,9	-2,2	4,03	4,08	6E-05	1,07	2084,3	1697,3	0,15
22199	Marzo 2007	2129,7	-4,2	5,34	5,40	6E-05	1,31	4647,2	2920,5	0,15
22199	Agosto 2012	1082,9	-4,2	4,01	4,05	4E-05	0,96	2823,3	2204,7	0,12
21584	Marzo 2007	2129,7	-4,6	5,27	5,36	7E-05	1,43	3834,6	2028,3	0,17
21584	Agosto 2012	1082,9	-4,6	3,98	4,03	4E-05	0,97	2037,5	886,5	0,12
21251	Marzo 2007	2129,7	-3,2	5,25	5,33	7E-05	1,44	3896,8	1834,9	0,17
21251	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,97	4,01	4E-05	0,97	2160,1	867,3	0,12
20995	Marzo 2007	2129,7	-3,2	5,23	5,31	7E-05	1,40	3647,7	1812,6	0,17
20995	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,96	4,00	4E-05	0,93	2142,3	831,6	0,12
20556	Marzo 2007	2129,7	-3,2	5,19	5,28	8E-05	1,54	4085,6	2462,8	0,18
20556	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,93	3,98	5E-05	1,05	2171,7	1040,7	0,14
19582	Marzo 2007	2129,7	-2,8	5,05	5,18	1E-04	1,92	3650,7	2498,2	0,24
19582	Agosto 2012	1082,9	-2,8	3,81	3,91	1E-04	1,49	1644,1	1327,1	0,2
19144	Marzo 2007	2129,7	-3,2	5,04	5,12	9E-05	1,62	4771,8	2601,1	0,19
19144	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,79	3,86	8E-05	1,29	2448,5	1997,2	0,17
17960	Marzo 2007	2129,7	-5,2	4,80	4,97	1E-04	1,94	1976,9	2273,3	0,22
17960	Agosto 2012	1082,9	-5,2	3,70	3,78	6E-05	1,24	1106,6	1737,1	0,15
17669	Marzo 2007	2129,7	-3,2	4,72	4,93	2E-04	2,04	1283,0	2303,9	0,25
17669	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,68	3,76	7E-05	1,24	990,8	622,9	0,16

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
17627		Bridge								
17570	Marzo 2007	2129,7	-3,1	4,57	4,76	1E-04	1,93	1356,4	2239,0	0,24
17570	Agosto 2012	1082,9	-3,1	3,55	3,62	7E-05	1,18	1013,1	693,4	0,16
17395	Marzo 2007	2129,7	-4,2	4,55	4,73	1E-04	1,94	1677,8	2673,9	0,24
17395	Agosto 2012	1082,9	-4,2	3,54	3,61	7E-05	1,21	972,9	734,7	0,16
17189	Marzo 2007	2129,7	-4,2	4,56	4,68	9E-05	1,60	1929,7	2312,8	0,19
17189	Agosto 2012	1082,9	-4,2	3,54	3,59	4E-05	0,98	1246,1	1948,8	0,13
16932	Marzo 2007	2129,7	-4,2	4,42	4,63	2E-04	2,12	1260,5	1913,3	0,28
16932	Agosto 2012	1082,9	-4,2	3,46	3,56	9E-05	1,42	843,5	1489,8	0,2
16749	Marzo 2007	2129,7	-8,1	4,45	4,56	8E-05	1,53	2054,8	1921,5	0,19
16749	Agosto 2012	1082,9	-8,1	3,48	3,52	3E-05	0,94	1441,3	1495,4	0,12
16521	Marzo 2007	2129,7	-4,2	4,36	4,52	1E-04	1,84	1589,7	1549,8	0,24
16521	Agosto 2012	1082,9	-4,2	3,44	3,50	7E-05	1,14	984,3	613,8	0,16
16077	Marzo 2007	2129,7	-4	4,33	4,44	9E-05	1,52	2105,5	1977,9	0,19
16077	Agosto 2012	1082,9	-4	3,42	3,47	4E-05	0,94	1307,0	1017,7	0,13
15805	Marzo 2007	2129,7	-6,2	4,29	4,42	8E-05	1,62	2270,7	1516,2	0,19
15805	Agosto 2012	1082,9	-6,2	3,41	3,46	4E-05	0,98	1364,2	749,0	0,12
15592	Marzo 2007	2129,7	-4,2	4,24	4,39	1E-04	1,78	2119,4	1543,1	0,23
15592	Agosto 2012	1082,9	-4,2	3,38	3,44	7E-05	1,13	1171,5	862,2	0,16
15281	Marzo 2007	2129,7	-3,5	4,21	4,34	1E-04	1,67	2200,4	1519,1	0,21
15281	Agosto 2012	1082,9	-3,5	3,37	3,42	5E-05	1,02	1314,8	909,6	0,14
15131	Marzo 2007	2129,7	-3,2	4,08	4,31	3E-04	2,24	1831,9	1144,6	0,3
15131	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,31	3,40	1E-04	1,41	1104,2	789,2	0,21
14989	Marzo 2007	2129,7	-4,2	3,95	4,26	3E-04	2,60	1723,4	1311,3	0,35
14989	Agosto 2012	1082,9	-4,2	3,25	3,38	2E-04	1,63	964,8	864,6	0,24
14948	Marzo 2007	2129,7	-3,2	3,92	4,25	3E-04	2,66	1668,8	1235,3	0,36
14948	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,24	3,37	2E-04	1,66	953,1	861,9	0,24
14892	Marzo 2007	2129,7	-3,5	3,92	4,22	3E-04	2,55	1672,7	1233,9	0,33
14892	Agosto 2012	1082,9	-3,5	3,24	3,36	1E-04	1,55	983,5	824,0	0,21
14816	Marzo 2007	2129,7	-6,2	3,98	4,17	1E-04	2,00	2049,0	1256,1	0,24
14816	Agosto 2012	1082,9	-6,2	3,27	3,34	6E-05	1,19	1259,4	948,9	0,15
14740	Marzo 2007	2129,7	-9,2	4,05	4,14	4E-05	1,38	2908,1	2427,3	0,14
14740	Agosto 2012	1082,9	-9,2	3,30	3,33	2E-05	0,79	1790,3	1033,9	0,08
14450	Marzo 2007	2129,7	-2,2	4,00	4,12	1E-04	1,57	2657,0	2315,8	0,23

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
14450	Agosto 2012	1082,9	-2,2	3,26	3,32	8E-05	1,02	1493,0	1281,7	0,16
14078	Marzo 2007	2129,7	-3,3	3,98	4,07	8E-05	1,34	3187,2	2566,9	0,17
14078	Agosto 2012	1082,9	-3,3	3,26	3,29	4E-05	0,83	1811,8	1450,9	0,12
13620	Marzo 2007	2129,7	-3,2	3,97	4,03	7E-05	1,20	4947,5	3836,4	0,16
13620	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,24	3,27	3E-05	0,79	2550,9	2607,2	0,11
13048	Marzo 2007	2129,7	-2,2	3,89	3,98	1E-04	1,44	3482,2	2335,7	0,2
13048	Agosto 2012	1082,9	-2,2	3,21	3,25	6E-05	0,94	2031,4	1896,1	0,14
12547	Marzo 2007	2129,7	-5,5	3,81	3,93	9E-05	1,61	3353,0	2457,3	0,19
12547	Agosto 2012	1082,9	-5,5	3,18	3,23	4E-05	0,99	1936,5	1963,1	0,12
11069	Marzo 2007	2129,7	-5,2	3,61	3,78	1E-04	1,82	2153,6	2136,1	0,22
11069	Agosto 2012	1082,9	-5,2	3,11	3,17	4E-05	1,04	1241,9	1483,6	0,13
10080	Marzo 2007	2129,7	-2,2	3,44	3,62	2E-04	1,92	1842,6	2076,7	0,28
10080	Agosto 2012	1082,9	-2,2	3,05	3,11	8E-05	1,10	1157,7	1430,3	0,17
9452	Marzo 2007	2129,7	-3,2	3,37	3,49	1E-04	1,55	2269,5	3193,4	0,22
9452	Agosto 2012	1082,9	-3,2	3,02	3,06	5E-05	0,87	1424,8	2076,1	0,13
8354	Marzo 2007	2129,7	-5,2	3,32	3,35	8E-05	0,86	3815,5	4583,1	0,2
8354	Agosto 2012	1082,9	-5,2	3,00	3,02	3E-05	0,55	2514,2	3717,9	0,14
6923	Marzo 2007	2129,7	-5,2	3,06	3,20	1E-04	1,76	3054,2	4394,6	0,21
6923	Agosto 2012	1082,9	-5,2	2,93	2,97	3E-05	0,93	2502,1	4102,6	0,12
5697	Marzo 2007	2129,7	-3,2	2,83	3,01	2E-04	1,95	2572,1	4018,5	0,28
5697	Agosto 2012	1082,9	-3,2	2,87	2,92	5E-05	0,97	2743,1	4136,9	0,14
4415	Marzo 2007	2129,7	-4,2	2,64	2,79	1E-04	1,68	2064,0	3431,1	0,22
4415	Agosto 2012	1082,9	-4,2	2,83	2,87	3E-05	0,80	2752,8	3859,4	0,11
3202	Marzo 2007	2129,7	-3,2	2,46	2,61	2E-04	1,71	1721,0	1440,5	0,24
3202	Agosto 2012	1082,9	-3,2	2,80	2,83	3E-05	0,78	2708,5	3521,1	0,11
2324	Marzo 2007	2129,7	-2,2	2,43	2,48	9E-05	0,98	2207,2	3677,4	0,17
2324	Agosto 2012	1082,9	-2,2	2,79	2,80	2E-05	0,45	2490,9	5315,3	0,07
1000	Marzo 2007	2129,7	-4,6	2,40	2,42	2E-05	0,56	3808,3	6198,2	0,08
1000	Agosto 2012	1082,9	-4,6	2,79	2,79	4E-06	0,26	4104,5	7633,5	0,04
0	Marzo 2007	2129,7	-6	2,41	2,41	1E-06	0,22	9638,4	7945,7	0,02
0	Agosto 2012	1082,9	-6	2,79	2,79	0	0,11	10083	9384,6	0,01

En Las corridas de explotación se presentan los resultados de los perfiles más significativos para el estudio.

- Resultados de la corrida de la Situación actual con niveles medios del río Uruguay.

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23664	Q 2	1157,9	-2,2	3,87	3,91	5E-05	1,03	2339,3	2065,8	0,14
23664	Q 5	1493	-2,2	4,54	4,59	5E-05	1,1	3174,9	2536,9	0,14
23664	Q 20	2177,7	-2,2	5,59	5,64	5E-05	1,25	4526,1	3122,8	0,15
23664	Q 100	3382,1	-2,2	6,85	6,92	6E-05	1,46	6323,6	3409,5	0,16
23664	Q 500	5014,2	-2,2	8,33	8,45	8E-05	1,9	8879,7	3750	0,19
23200	Q 2	1157,9	-4,2	3,77	3,87	8E-05	1,44	1280,6	1676,3	0,18
23200	Q 5	1493	-4,2	4,42	4,54	1E-04	1,64	1555,7	2215,8	0,2
23200	Q 20	2177,7	-4,2	5,4	5,57	1E-04	1,99	1986,5	2598,8	0,22
23200	Q 100	3382,1	-4,2	6,51	6,8	2E-04	2,65	2483,7	2954,8	0,28
23200	Q 500	5014,2	-4,2	7,7	8,14	2E-04	3,31	3078,2	3218,3	0,33
23143		Bridge								
23090	Q 2	1157,9	-4,2	3,76	3,84	9E-05	1,35	1323,8	1583,4	0,18
23090	Q 5	1493	-4,2	4,4	4,51	9E-05	1,52	1610,2	2029,5	0,19
23090	Q 20	2177,7	-4,2	5,38	5,53	1E-04	1,84	2043	2315,7	0,22
23090	Q 100	3382,1	-4,2	6,49	6,74	2E-04	2,44	2553,9	2704,7	0,27
23090	Q 500	5014,2	-4,2	7,61	7,99	2E-04	3,06	3121,9	3105,3	0,31
21251	Q 2	1157,9	-3,2	3,65	3,7	6E-05	1,12	1890	800,2	0,15
21251	Q 5	1493	-3,2	4,28	4,35	6E-05	1,26	2487,1	1234	0,16
21251	Q 20	2177,7	-3,2	5,26	5,35	7E-05	1,47	3914,7	1837,1	0,17
21251	Q 100	3382,1	-3,2	6,39	6,49	8E-05	1,72	6130,2	2384,4	0,19
21251	Q 500	5014,2	-3,2	7,53	7,65	9E-05	1,98	8713,4	3089,9	0,2
20556	Q 2	1157,9	-3,2	3,59	3,66	7E-05	1,23	1852,4	981,1	0,17
20556	Q 5	1493	-3,2	4,22	4,3	8E-05	1,37	2502,1	1439,5	0,17
20556	Q 20	2177,7	-3,2	5,2	5,29	9E-05	1,57	4101,5	2466,3	0,19
20556	Q 100	3382,1	-3,2	6,33	6,43	9E-05	1,77	6389,9	2846,3	0,2
20556	Q 500	5014,2	-3,2	7,47	7,58	1E-04	2,03	8975,6	3493,9	0,21
19144	Q 2	1157,9	-3,2	3,34	3,46	1E-04	1,64	1773,3	1836,8	0,22
19144	Q 5	1493	-3,2	4,01	4,11	1E-04	1,66	2796,4	2279,2	0,21
19144	Q 20	2177,7	-3,2	5,04	5,13	1E-04	1,66	4774,4	2601,4	0,2
19144	Q 100	3382,1	-3,2	6,2	6,29	1E-04	1,84	7275,7	3780,2	0,2
19144	Q 500	5014,2	-3,2	7,35	7,44	1E-04	2,01	10040	4216,1	0,21
17669	Q 2	1157,9	-3,2	3,19	3,29	1E-04	1,46	862,4	298,9	0,2
17669	Q 5	1493	-3,2	3,8	3,94	1E-04	1,68	1024,1	837,7	0,22
17669	Q 20	2177,7	-3,2	4,71	4,92	2E-04	2,09	1278,6	2299	0,25

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
17669	Q 100	3382,1	-3,2	5,59	5,98	2E-04	2,84	1529,9	2551,1	0,32
17669	Q 500	5014,2	-3,2	6,51	7,07	3E-04	3,53	3147,7	2942	0,38
17627		Bridge								
17570	Q 2	1157,9	-3,06	3,06	3,16	1E-04	1,39	874,1	221,2	0,19
17570	Q 5	1493	-3,06	3,66	3,79	1E-04	1,6	1049,4	745,8	0,21
17570	Q 20	2177,7	-3,06	4,56	4,75	2E-04	1,98	1350,9	2238,3	0,24
17570	Q 100	3382,1	-3,06	5,51	5,85	2E-04	2,64	1673,1	2552,2	0,3
17570	Q 500	5014,2	-3,06	6,28	6,83	3E-04	3,43	2934,9	3016,5	0,38
17189	Q 2	1157,9	-4,2	3,04	3,11	6E-05	1,15	1052,9	262	0,15
17189	Q 5	1493	-4,2	3,64	3,73	7E-05	1,33	1306,5	1980,2	0,17
17189	Q 20	2177,7	-4,2	4,54	4,67	9E-05	1,64	1916,8	2307,8	0,19
17189	Q 100	3382,1	-4,2	5,5	5,72	1E-04	2,14	2629,5	2585,8	0,24
17189	Q 500	5014,2	-4,2	6,27	6,63	2E-04	2,81	3943,2	3040,5	0,3
16749	Q 2	1157,9	-8,1	2,94	3	5E-05	1,11	1142,4	537,9	0,15
16749	Q 5	1493	-8,1	3,52	3,6	6E-05	1,28	1466	1527,7	0,17
16749	Q 20	2177,7	-8,1	4,42	4,54	8E-05	1,58	2036,4	1907	0,19
16749	Q 100	3382,1	-8,1	5,4	5,58	1E-04	1,98	2814,3	2941,8	0,28
16749	Q 500	5014,2	-8,1	6,22	6,5	2E-04	2,47	4118,8	3155,1	0,33
16077	Q 2	1157,9	-3,96	2,86	2,92	7E-05	1,12	1040,2	218	0,16
16077	Q 5	1493	-3,96	3,42	3,5	8E-05	1,29	1302,1	1000	0,18
16077	Q 20	2177,7	-3,96	4,3	4,42	1E-04	1,57	2069,1	1952,3	0,2
16077	Q 100	3382,1	-3,96	5,24	5,42	1E-04	1,99	3285,6	2633,2	0,23
16077	Q 500	5014,2	-3,96	6,06	6,32	2E-04	2,49	4691,1	2911,4	0,28
15592	Q 2	1157,9	-4,2	2,78	2,88	1E-04	1,38	860,2	214,6	0,21
15592	Q 5	1493	-4,2	3,32	3,45	1E-04	1,58	1130,5	843,8	0,23
15592	Q 20	2177,7	-4,2	4,19	4,35	2E-04	1,85	2062,6	1526,1	0,24
15592	Q 100	3382,1	-4,2	5,12	5,34	2E-04	2,26	3421	2076	0,28
15592	Q 500	5014,2	-4,2	5,91	6,21	2E-04	2,75	4845,9	2219,4	0,32
14948	Q 2	1157,9	-3,2	2,52	2,75	3E-04	2,14	552,3	163,9	0,34
14948	Q 5	1493	-3,2	3	3,3	4E-04	2,45	765,4	733,1	0,36
14948	Q 20	2177,7	-3,2	3,84	4,2	4E-04	2,79	1568,4	1189	0,38
14948	Q 100	3382,1	-3,2	4,78	5,17	4E-04	3,14	3173	2258,8	0,4
14948	Q 500	5014,2	-3,2	5,57	5,99	4E-04	3,52	5023,3	2540,1	0,42
13048	Q 2	1157,9	-2,2	2,42	2,5	1E-04	1,28	1013	683	0,21
13048	Q 5	1493	-2,2	2,92	3,02	1E-04	1,42	1527	1459,1	0,22
13048	Q 20	2177,7	-2,2	3,8	3,9	1E-04	1,52	3273,6	2281,8	0,21
13048	Q 100	3382,1	-2,2	4,75	4,86	1E-04	1,69	6027,2	3355,4	0,22
13048	Q 500	5014,2	-2,2	5,52	5,64	1E-04	1,93	8829,6	3816,5	0,24

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
8354	Q 2	1157,9	-5,2	1,94	2	7E-05	1,06	1098,2	279,4	0,17
8354	Q 5	1493	-5,2	2,34	2,41	9E-05	1,24	1226,9	403,8	0,21
8354	Q 20	2177,7	-5,2	3,11	3,16	1E-04	1,02	2914,8	3983,5	0,26
8354	Q 100	3382,1	-5,2	3,98	4,01	1E-04	0,88	7419	5917,6	0,18
8354	Q 500	5014,2	-5,2	4,7	4,73	1E-04	0,87	11965	7553,5	0,16
3202	Q 2	1157,9	-3,2	1,38	1,46	1E-04	1,21	958,1	245,1	0,19
3202	Q 5	1493	-3,2	1,55	1,67	2E-04	1,49	1000,6	246,5	0,23
3202	Q 20	2177,7	-3,2	1,83	2,04	3E-04	2,04	1069,2	249,3	0,31
3202	Q 100	3382,1	-3,2	2,3	2,71	5E-04	2,83	1502,4	1362	0,41
3202	Q 500	5014,2	-3,2	2,77	3,41	7E-04	3,65	2607,2	3440,8	0,5
0	Q 2	1157,9	-6,03	1,31	1,31	1E-06	0,14	8351,4	7826,9	0,02
0	Q 5	1493	-6,03	1,46	1,46	1E-06	0,18	8526,8	7844,7	0,02
0	Q 20	2177,7	-6,03	1,69	1,69	2E-06	0,25	8796,1	7871,9	0,03
0	Q 100	3382,1	-6,03	2,12	2,13	4E-06	0,36	9298,9	7917	0,04
0	Q 500	5014,2	-6,03	2,5	2,51	8E-06	0,51	9743,6	7958,8	0,06

- Resultados de la corrida de la Situación actual con niveles altos del río Uruguay

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chn	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23664	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-2,2	4,55	4,58	3E-05	0,85	3184	2543	0,11
23664	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-2,2	4,86	4,9	4E-05	1	3582	2822	0,13
23664	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-2,2	5,64	5,69	5E-05	1,23	4602	3136	0,15
23664	Q 100 Uru 50%	3382,1	-2,2	6,85	6,92	6E-05	1,46	6330	3410	0,16
23664	Q med Ur R100	68,0	-2,2	4	4	0E+00	0,06	2490	2127	0,01
23664	Q med Ur R 5	68,0	-2,2	3,15	3,15	0E+00	0,08	1597	1702	0,01
23664	Q med Ur med	68,0	-2,2	1,11	1,11	3E-06	0,14	478	177	0,03
23200	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-4,2	4,48	4,55	6E-05	1,25	1582	2247	0,15
23200	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-4,2	4,75	4,86	8E-05	1,53	1703	2384	0,18
23200	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-4,2	5,46	5,63	1E-04	1,98	2012	2617	0,22
23200	Q 100 Uru 50%	3382,1	-4,2	6,51	6,81	2E-04	2,65	2486	2956	0,28
23200	Q med Ur R100	68,0	-4,2	4	4	0E+00	0,08	1372	1733	0,01
23200	Q med Ur R 5	68,0	-4,2	3,15	3,15	0E+00	0,1	1041	1495	0,01
23200	Q med Ur med	68,0	-4,2	1,11	1,11	2E-06	0,16	435	133	0,03
23143	Bridge									
23090	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-4,2	4,47	4,53	5E-05	1,16	1639	2039	0,15
23090	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-4,2	4,74	4,83	8E-05	1,42	1760	2078	0,17
23090	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-4,2	5,44	5,58	1E-04	1,82	2069	2341	0,21

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chn	Flow Area	Top Width	Froude de Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23090	Q 100 Uru 50%	3382,1	-4,2	6,5	6,75	2E-04	2,43	2556	2707	0,27
23090	Q med Ur R100	68,0	-4,2	4	4	0E+00	0,08	1430	1626	0,01
23090	Q med Ur R 5	68,0	-4,2	3,15	3,15	0E+00	0,09	1057	1477	0,01
23090	Q med Ur med	68,0	-4,2	1,11	1,11	3E-06	0,16	425	151	0,03
21251	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,2	4,4	4,44	4E-05	0,95	2627	1330	0,12
21251	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,2	4,65	4,71	5E-05	1,17	2942	1482	0,14
21251	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,2	5,32	5,41	7E-05	1,45	4028	1911	0,17
21251	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,2	6,39	6,5	8E-05	1,72	6141	2386	0,19
21251	Q med Ur R100	68,0	-3,2	4	4	0E+00	0,06	2182	872	0,01
21251	Q med Ur R 5	68,0	-3,2	3,15	3,15	0E+00	0,07	1518	705	0,01
21251	Q med Ur med	68,0	-3,2	1,1	1,1	2E-06	0,13	518	188	0,02
20556	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,2	4,37	4,41	4E-05	1,03	2697	1569	0,13
20556	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,2	4,6	4,67	6E-05	1,26	3040	1804	0,16
20556	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,2	5,27	5,36	8E-05	1,54	4236	2497	0,18
20556	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,2	6,34	6,44	9E-05	1,77	6402	2848	0,19
20556	Q med Ur R100	68,0	-3,2	4	4	0E+00	0,06	2233	1052	0,01
20556	Q med Ur R 5	68,0	-3,2	3,15	3,15	0E+00	0,08	1476	900	0,01
20556	Q med Ur med	68,0	-3,2	1,1	1,1	2E-06	0,15	455	190	0,03
19144	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,2	4,27	4,32	6E-05	1,17	3288	2389	0,15
19144	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,2	4,47	4,54	8E-05	1,39	3666	2444	0,17
19144	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,2	5,12	5,2	9E-05	1,61	4939	2658	0,19
19144	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,2	6,2	6,29	1E-04	1,84	7291	3783	0,2
19144	Q med Ur R100	68,0	-3,2	4	4	0E+00	0,08	2773	2082	0,01
19144	Q med Ur R 5	68,0	-3,2	3,15	3,15	1E-06	0,1	1514	1777	0,01
19144	Q med Ur med	68,0	-3,2	1,09	1,1	4E-06	0,19	353	113	0,03
17669	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,2	4,16	4,24	6E-05	1,22	1126	2218	0,15
17669	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,2	4,29	4,41	9E-05	1,54	1163	2228	0,19
17669	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,2	4,8	5,01	2E-04	2,06	1305	2328	0,25
17669	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,2	5,6	5,99	2E-04	2,84	1532	2555	0,32
17669	Q med Ur R100	68,0	-3,2	3,99	3,99	0E+00	0,07	1079	2056	0,01
17669	Q med Ur R 5	68,0	-3,2	3,15	3,15	0E+00	0,09	854	274	0,01
17669	Q med Ur med	68,0	-3,2	1,09	1,09	2E-06	0,14	489	144	0,02
17627	Bridge									
17570	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,06	4,03	4,1	6E-05	1,16	1173	2210	0,15
17570	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,06	4,16	4,26	9E-05	1,46	1216	2216	0,19
17570	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,06	4,65	4,84	1E-04	1,95	1382	2243	0,24
17570	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,06	5,52	5,86	2E-04	2,63	1676	2554	0,3
17570	Q med Ur R100	68,0	-3,06	3,87	3,87	0E+00	0,07	1119	919	0,01
17570	Q med Ur R 5	68,0	-3,06	3,04	3,04	0E+00	0,08	870	218	0,01
17570	Q med Ur med	68,0	-3,06	1,07	1,07	2E-06	0,13	512	160	0,02

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chn	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
17189	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-4,2	4,02	4,07	4E-05	0,96	1547	2112	0,12
17189	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-4,2	4,14	4,21	6E-05	1,21	1631	2157	0,15
17189	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-4,2	4,63	4,76	9E-05	1,62	1987	2336	0,19
17189	Q 100 Uru 50%	3382,1	-4,2	5,51	5,73	1E-04	2,14	2636	2588	0,24
17189	Q med Ur R100	68,0	-4,2	3,87	3,87	0E+00	0,06	1452	2064	0,01
17189	Q med Ur R 5	68,0	-4,2	3,04	3,04	0E+00	0,07	1054	264	0,01
17189	Q med Ur med	68,0	-4,2	1,07	1,07	1E-06	0,1	660	175	0,02
16749	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-8,1	3,97	4,01	3E-05	0,91	1746	1665	0,11
16749	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-8,1	4,07	4,13	5E-05	1,15	1806	1734	0,14
16749	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-8,1	4,53	4,65	8E-05	1,55	2114	1967	0,19
16749	Q 100 Uru 50%	3382,1	-8,1	5,41	5,59	1E-04	1,97	2824	2944	0,28
16749	Q med Ur R100	68,0	-8,1	3,87	3,87	0E+00	0,05	1684	1613	0,01
16749	Q med Ur R 5	68,0	-8,1	3,04	3,04	0E+00	0,06	1184	728	0,01
16749	Q med Ur med	68,0	-8,1	1,06	1,07	1E-06	0,1	693	187	0,02
16077	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,96	3,93	3,97	4E-05	0,9	1707	1627	0,12
16077	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,96	4	4,06	6E-05	1,14	1771	1698	0,15
16077	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,96	4,41	4,53	9E-05	1,53	2194	2040	0,19
16077	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,96	5,25	5,43	1E-04	1,98	3304	2635	0,23
16077	Q med Ur R100	68,0	-3,96	3,87	3,87	0E+00	0,05	1657	1568	0,01
16077	Q med Ur R 5	68,0	-3,96	3,04	3,04	0E+00	0,06	1094	556	0,01
16077	Q med Ur med	68,0	-3,96	1,06	1,06	1E-06	0,1	658	208	0,02
15592	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-4,2	3,89	3,95	6E-05	1,06	1682	1359	0,14
15592	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-4,2	3,94	4,03	9E-05	1,35	1737	1398	0,18
15592	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-4,2	4,32	4,47	1E-04	1,78	2233	1583	0,23
15592	Q 100 Uru 50%	3382,1	-4,2	5,13	5,35	2E-04	2,25	3446	2079	0,27
15592	Q med Ur R100	68,0	-4,2	3,87	3,87	0E+00	0,06	1658	1343	0,01
15592	Q med Ur R 5	68,0	-4,2	3,04	3,04	0E+00	0,08	935	749	0,01
15592	Q med Ur med	68,0	-4,2	1,06	1,06	2E-06	0,13	512	188	0,03
14948	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,2	3,79	3,9	1E-04	1,5	1511	1162	0,21
14948	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,2	3,76	3,94	2E-04	1,95	1482	1148	0,27
14948	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,2	4,02	4,33	3E-04	2,64	1788	1335	0,35
14948	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,2	4,8	5,18	4E-04	3,11	3223	2270	0,39
14948	Q med Ur R100	68,0	-3,2	3,87	3,87	0E+00	0,09	1607	1207	0,01
14948	Q med Ur R 5	68,0	-3,2	3,04	3,04	1E-06	0,11	795	755	0,02
14948	Q med Ur med	68,0	-3,2	1,06	1,06	5E-06	0,19	350	131	0,04
13048	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-2,2	3,78	3,81	4E-05	0,81	3223	2268	0,12
13048	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-2,2	3,74	3,79	6E-05	1,06	3143	2247	0,15
13048	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-2,2	3,99	4,08	1E-04	1,42	3722	2396	0,2
13048	Q 100 Uru 50%	3382,1	-2,2	4,77	4,88	1E-04	1,68	6106	3374	0,22
13048	Q med Ur R100	68,0	-2,2	3,87	3,87	0E+00	0,05	3439	2325	0,01

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chn	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
13048	Q med Ur R 5	68,0	-2,2	3,04	3,04	0E+00	0,06	1728	1778	0,01
13048	Q med Ur med	68,0	-2,2	1,06	1,06	2E-06	0,12	567	243	0,02
8354	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-5,2	3,64	3,64	2E-05	0,38	5444	5653	0,08
8354	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-5,2	3,48	3,49	3E-05	0,54	4607	5082	0,12
8354	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-5,2	3,46	3,49	8E-05	0,8	4479	4999	0,18
8354	Q 100 Uru 50%	3382,1	-5,2	4,04	4,07	1E-04	0,85	7779	5989	0,17
8354	Q med Ur R100	68,0	-5,2	3,87	3,87	0E+00	0,02	6790	5844	0
8354	Q med Ur R 5	68,0	-5,2	3,04	3,04	0E+00	0,03	2664	3824	0,01
8354	Q med Ur med	68,0	-5,2	1,05	1,05	0E+00	0,08	871	228	0,01
3202	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-3,2	3,52	3,54	2E-05	0,62	6408	6170	0,08
3202	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-3,2	3,24	3,27	4E-05	0,91	4724	5516	0,12
3202	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-3,2	2,73	2,85	1E-04	1,61	2467	3326	0,22
3202	Q 100 Uru 50%	3382,1	-3,2	2,7	3,01	3E-04	2,52	2387	3258	0,35
3202	Q med Ur R100	68,0	-3,2	3,87	3,87	0E+00	0,03	8681	6955	0
3202	Q med Ur R 5	68,0	-3,2	3,04	3,04	0E+00	0,05	3689	5082	0,01
3202	Q med Ur med	68,0	-3,2	1,05	1,05	1E-06	0,08	877	242	0,01
0	Q 2 Uru 2% Fr	1157,9	-6,03	3,49	3,49	2E-06	0,09	13518	10333	0,02
0	Q 5 Uru 5% Fr	1493,0	-6,03	3,2	3,2	1E-06	0,14	10563	10056	0,02
0	Q 20 Uru 20% F	2177,7	-6,03	2,69	2,69	1E-06	0,22	9966	9214	0,02
0	Q 100 Uru 50%	3382,1	-6,03	2,6	2,61	3E-06	0,34	9861	9051	0,04
0	Q med Ur R100	68,0	-6,03	3,87	3,87	0E+00	0	17528	10782	0
0	Q med Ur R 5	68,0	-6,03	3,04	3,04	0E+00	0,01	10376	9903	0
0	Q med Ur med	68,0	-6,03	1,05	1,05	0E+00	0,01	8047	7796	0

- Resultados de la corrida de la Situación sin Puente de RN N° 136

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23664	Q 2	1157,9	-2,2	3,85	3,89	5E-05	0,98	3153,1	2057,8	0,13
23664	Q 5	1493,0	-2,2	4,5	4,54	4E-05	1,01	4617	2499,5	0,13
23664	Q 20	2177,7	-2,2	5,48	5,52	4E-05	1,06	7429,1	3097,3	0,13
23664	Q 100	3382,1	-2,2	6,63	6,67	4E-05	1,17	11148,4	3362,5	0,13
23664	Q 500	5014,2	-2,2	7,8	7,84	4E-05	1,29	15234,4	3625,8	0,13
23200	Q 2	1157,9	-4,2	3,77	3,85	7E-05	1,34	2284	1676,9	0,17
23200	Q 5	1493,0	-4,2	4,43	4,5	7E-05	1,39	3569,2	2223,7	0,17
23200	Q 20	2177,7	-4,2	5,42	5,48	6E-05	1,44	5851,7	2605,2	0,16
23200	Q 100	3382,1	-4,2	6,57	6,63	6E-05	1,59	8789,9	2975,1	0,17
23200	Q 500	5014,2	-4,2	7,74	7,81	7E-05	1,75	12028,5	3224,2	0,17
23090	Q 2	1157,9	-4,2	3,77	3,84	7E-05	1,26	2240,8	1585,2	0,17

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23090	Q 5	1493,0	-4,2	4,42	4,49	7E-05	1,3	3461,3	2032,3	0,16
23090	Q 20	2177,7	-4,2	5,41	5,48	6E-05	1,38	5580,7	2329,4	0,16
23090	Q 100	3382,1	-4,2	6,56	6,62	7E-05	1,55	8479,9	2732,2	0,17
23090	Q 500	5014,2	-4,2	7,73	7,8	7E-05	1,71	11859,9	3145	0,17
21251	Q 2	1157,9	-3,2	3,65	3,7	6E-05	1,12	1890	800,2	0,15
21251	Q 5	1493,0	-3,2	4,28	4,35	6E-05	1,26	2503,4	1234	0,16
21251	Q 20	2177,7	-3,2	5,26	5,35	7E-05	1,46	4050,4	1837,3	0,17
21251	Q 100	3382,1	-3,2	6,39	6,49	8E-05	1,69	6416,4	2386,7	0,18
21251	Q 500	5014,2	-3,2	7,54	7,65	9E-05	1,94	9151,4	3093,2	0,2
20556	Q 2	1157,9	-3,2	3,59	3,66	7E-05	1,23	1852,4	981,1	0,17
20556	Q 5	1493,0	-3,2	4,22	4,3	8E-05	1,37	2502,1	1439,5	0,17
20556	Q 20	2177,7	-3,2	5,2	5,29	9E-05	1,57	4101,5	2466,3	0,19
20556	Q 100	3382,1	-3,2	6,33	6,43	9E-05	1,77	6389,9	2846,3	0,2
20556	Q 500	5014,2	-3,2	7,47	7,58	1E-04	2,03	8975,6	3493,9	0,21
19144	Q 2	1157,9	-3,2	3,34	3,46	1E-04	1,64	1773,3	1836,8	0,22
19144	Q 5	1493,0	-3,2	4,01	4,11	1E-04	1,66	2796,4	2279,2	0,21
19144	Q 20	2177,7	-3,2	5,04	5,13	1E-04	1,66	4774,4	2601,4	0,2
19144	Q 100	3382,1	-3,2	6,2	6,29	1E-04	1,84	7275,7	3780,2	0,2
19144	Q 500	5014,2	-3,2	7,35	7,44	1E-04	2,01	10040	4216,1	0,21
17669	Q 2	1157,9	-3,2	3,19	3,29	1E-04	1,46	862,4	298,9	0,2
17669	Q 5	1493,0	-3,2	3,8	3,94	1E-04	1,68	1024,1	837,7	0,22
17669	Q 20	2177,7	-3,2	4,71	4,92	2E-04	2,09	1278,6	2299	0,25
17669	Q 100	3382,1	-3,2	5,59	5,98	2E-04	2,84	1529,9	2551,1	0,32
17669	Q 500	5014,2	-3,2	6,51	7,07	3E-04	3,53	3147,7	2942	0,38
17627		Bridge								
17570	Q 2	1157,9	-3,06	3,06	3,16	1E-04	1,39	874,1	221,2	0,19
17570	Q 5	1493,0	-3,06	3,66	3,79	1E-04	1,6	1049,4	745,8	0,21
17570	Q 20	2177,7	-3,06	4,56	4,75	2E-04	1,98	1350,9	2238,3	0,24
17570	Q 100	3382,1	-3,06	5,51	5,85	2E-04	2,64	1673,1	2552,2	0,3
17570	Q 500	5014,2	-3,06	6,28	6,83	3E-04	3,43	2934,9	3016,5	0,38
17189	Q 2	1157,9	-4,2	3,04	3,11	6E-05	1,15	1052,9	262	0,15
17189	Q 5	1493,0	-4,2	3,64	3,73	7E-05	1,33	1306,5	1980,2	0,17
17189	Q 20	2177,7	-4,2	4,54	4,67	9E-05	1,64	1916,8	2307,8	0,19
17189	Q 100	3382,1	-4,2	5,5	5,72	1E-04	2,14	2629,5	2585,8	0,24
17189	Q 500	5014,2	-4,2	6,27	6,63	2E-04	2,81	3943,2	3040,5	0,3
16749	Q 2	1157,9	-8,1	2,94	3	5E-05	1,11	1142,4	537,9	0,15
16749	Q 5	1493,0	-8,1	3,52	3,6	6E-05	1,28	1466	1527,7	0,17
16749	Q 20	2177,7	-8,1	4,42	4,54	8E-05	1,58	2036,4	1907	0,19
16749	Q 100	3382,1	-8,1	5,4	5,58	1E-04	1,98	2814,3	2941,8	0,28

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude de Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
16749	Q 500	5014,2	-8,1	6,22	6,5	2E-04	2,47	4118,8	3155,1	0,33
16077	Q 2	1157,9	-3,96	2,86	2,92	7E-05	1,12	1040,2	218	0,16
16077	Q 5	1493,0	-3,96	3,42	3,5	8E-05	1,29	1302,1	1000	0,18
16077	Q 20	2177,7	-3,96	4,3	4,42	1E-04	1,57	2069,1	1952,3	0,2
16077	Q 100	3382,1	-3,96	5,24	5,42	1E-04	1,99	3285,6	2633,2	0,23
16077	Q 500	5014,2	-3,96	6,06	6,32	2E-04	2,49	4691,1	2911,4	0,28
15592	Q 2	1157,9	-4,2	2,78	2,88	1E-04	1,38	860,2	214,6	0,21
15592	Q 5	1493,0	-4,2	3,32	3,45	1E-04	1,58	1130,5	843,8	0,23
15592	Q 20	2177,7	-4,2	4,19	4,35	2E-04	1,85	2062,6	1526,1	0,24
15592	Q 100	3382,1	-4,2	5,12	5,34	2E-04	2,26	3421	2076	0,28
15592	Q 500	5014,2	-4,2	5,91	6,21	2E-04	2,75	4845,9	2219,4	0,32
14948	Q 2	1157,9	-3,2	2,52	2,75	3E-04	2,14	552,3	163,9	0,34
14948	Q 5	1493,0	-3,2	3	3,3	4E-04	2,45	765,4	733,1	0,36
14948	Q 20	2177,7	-3,2	3,84	4,2	4E-04	2,79	1568,4	1189	0,38
14948	Q 100	3382,1	-3,2	4,78	5,17	4E-04	3,14	3173	2258,8	0,4
14948	Q 500	5014,2	-3,2	5,57	5,99	4E-04	3,52	5023,3	2540,1	0,42
13048	Q 2	1157,9	-2,2	2,42	2,5	1E-04	1,28	1013	683	0,21
13048	Q 5	1493,0	-2,2	2,92	3,02	1E-04	1,42	1527	1459,1	0,22
13048	Q 20	2177,7	-2,2	3,8	3,9	1E-04	1,52	3273,6	2281,8	0,21
13048	Q 100	3382,1	-2,2	4,75	4,86	1E-04	1,69	6027,2	3355,4	0,22
13048	Q 500	5014,2	-2,2	5,52	5,64	1E-04	1,93	8829,6	3816,5	0,24
8354	Q 2	1157,9	-5,2	1,94	2	7E-05	1,06	1098,2	279,4	0,17
8354	Q 5	1493,0	-5,2	2,34	2,41	9E-05	1,24	1226,9	403,8	0,21
8354	Q 20	2177,7	-5,2	3,11	3,16	1E-04	1,02	2914,8	3983,5	0,26
8354	Q 100	3382,1	-5,2	3,98	4,01	1E-04	0,88	7419	5917,6	0,18
8354	Q 500	5014,2	-5,2	4,7	4,73	1E-04	0,87	11964,5	7553,5	0,16
3202	Q 2	1157,9	-3,2	1,38	1,46	1E-04	1,21	958,1	245,1	0,19
3202	Q 5	1493,0	-3,2	1,55	1,67	2E-04	1,49	1000,6	246,5	0,23
3202	Q 20	2177,7	-3,2	1,83	2,04	3E-04	2,04	1069,2	249,3	0,31
3202	Q 100	3382,1	-3,2	2,3	2,71	5E-04	2,83	1502,4	1362	0,41
3202	Q 500	5014,2	-3,2	2,77	3,41	7E-04	3,65	2607,2	3440,8	0,5
0	Q 2	1157,9	-6,03	1,31	1,31	1E-06	0,14	8351,4	7826,9	0,02
0	Q 5	1493,0	-6,03	1,46	1,46	1E-06	0,18	8526,8	7844,7	0,02
0	Q 20	2177,7	-6,03	1,69	1,69	2E-06	0,25	8796,1	7871,9	0,03
0	Q 100	3382,1	-6,03	2,12	2,13	4E-06	0,36	9298,9	7917	0,04
0	Q 500	5014,2	-6,03	2,5	2,51	8E-06	0,51	9743,6	7958,8	0,06

- Resultados de la corrida de la Situación sin puentes

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
23664	Q 2	1157,9	-2,2	3,78	3,82	5,1E-05	1	3010,9	2022,1	0,14
23664	Q 5	1493,0	-2,2	4,41	4,45	4,7E-05	1,04	4402,4	2426,4	0,13
23664	Q 20	2177,7	-2,2	5,3	5,34	4,7E-05	1,13	6881,8	3037,1	0,14
23664	Q 100	3382,1	-2,2	6,35	6,39	4,8E-05	1,26	10218,9	3302,3	0,14
23664	Q 500	5014,2	-2,2	7,4	7,45	5,2E-05	1,42	13792,8	3527,7	0,15
23200	Q 2	1157,9	-4,2	3,7	3,78	7,7E-05	1,37	2158,1	1658,1	0,17
23200	Q 5	1493,0	-4,2	4,33	4,41	7,4E-05	1,44	3362,1	2161	0,17
23200	Q 20	2177,7	-4,2	5,23	5,31	7,2E-05	1,53	5400,5	2545	0,17
23200	Q 100	3382,1	-4,2	6,28	6,36	7,7E-05	1,72	8014,2	2882	0,18
23200	Q 500	5014,2	-4,2	7,32	7,4	8,5E-05	1,94	10836,7	3158	0,19
23090	Q 2	1157,9	-4,2	3,69	3,77	8,0E-05	1,3	2121,3	1572,1	0,17
23090	Q 5	1493,0	-4,2	4,33	4,4	7,5E-05	1,35	3268,8	2018,6	0,17
23090	Q 20	2177,7	-4,2	5,22	5,3	7,4E-05	1,46	5147,3	2246,8	0,17
23090	Q 100	3382,1	-4,2	6,26	6,34	8,1E-05	1,67	7694,2	2615,3	0,19
23090	Q 500	5014,2	-4,2	7,3	7,39	8,9E-05	1,89	10579,6	2998,2	0,2
21251	Q 2	1157,9	-3,2	3,56	3,62	6,1E-05	1,14	1824,4	784,2	0,15
21251	Q 5	1493,0	-3,2	4,18	4,25	6,8E-05	1,29	2379,3	1147,3	0,16
21251	Q 20	2177,7	-3,2	5,04	5,14	8,4E-05	1,55	3656,1	1801,5	0,18
21251	Q 100	3382,1	-3,2	6,06	6,18	9,9E-05	1,84	5687,7	2259,2	0,2
21251	Q 500	5014,2	-3,2	7,06	7,2	1,2E-04	2,15	7949,8	2896,2	0,23
20556	Q 2	1157,9	-3,2	3,5	3,57	7,9E-05	1,26	1774,7	965,6	0,17
20556	Q 5	1493,0	-3,2	4,12	4,2	8,5E-05	1,4	2368,6	1349,5	0,18
20556	Q 20	2177,7	-3,2	4,97	5,08	1,0E-04	1,67	3662,7	2182	0,2
20556	Q 100	3382,1	-3,2	5,98	6,11	1,1E-04	1,93	5658,4	2750,5	0,22
20556	Q 500	5014,2	-3,2	6,96	7,11	1,3E-04	2,24	7768,5	3202,6	0,24
19144	Q 2	1157,9	-3,2	3,23	3,35	1,5E-04	1,66	1843,9	1803,3	0,23
19144	Q 5	1493,0	-3,2	3,89	3,99	1,2E-04	1,63	3005,7	2025,7	0,21
19144	Q 20	2177,7	-3,2	4,78	4,87	1,1E-04	1,68	4922,3	2539	0,2
19144	Q 100	3382,1	-3,2	5,82	5,9	1,0E-04	1,83	7301,4	3293,7	0,21
19144	Q 500	5014,2	-3,2	6,8	6,9	1,1E-04	2,05	9622,2	4070,2	0,22
17669	Q 2	1157,9	-3,2	3,07	3,18	1,1E-04	1,49	834,7	234	0,2
17669	Q 5	1493,0	-3,2	3,66	3,81	1,3E-04	1,71	1086,1	616,9	0,22
17669	Q 20	2177,7	-3,2	4,49	4,68	1,5E-04	2,01	2483,7	2266,1	0,25
17669	Q 100	3382,1	-3,2	5,52	5,71	1,6E-04	2,23	4672,1	2523,9	0,25
17669	Q 500	5014,2	-3,2	6,48	6,68	1,7E-04	2,5	6789,8	2939	0,27
17570	Q 2	1157,9	-3,06	3,06	3,16	1,0E-04	1,39	874,1	221,2	0,19
17570	Q 5	1493,0	-3,06	3,66	3,79	1,2E-04	1,59	1132,5	743,9	0,21
17570	Q 20	2177,7	-3,06	4,49	4,65	1,4E-04	1,87	2555,3	2232,8	0,23

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
17570	Q 100	3382,1	-3,06	5,51	5,68	1,4E-04	2,1	4731,3	2551,9	0,24
17570	Q 500	5014,2	-3,06	6,47	6,66	1,6E-04	2,37	6778	3044,3	0,26
17189	Q 2	1157,9	-4,2	3,04	3,11	6,2E-05	1,15	1053	262	0,15
17189	Q 5	1493,0	-4,2	3,63	3,72	7,3E-05	1,32	1512,4	1978,7	0,17
17189	Q 20	2177,7	-4,2	4,47	4,58	8,6E-05	1,57	2962	2285,1	0,19
17189	Q 100	3382,1	-4,2	5,48	5,62	1,0E-04	1,85	4942,4	2580,5	0,21
17189	Q 500	5014,2	-4,2	6,41	6,59	1,2E-04	2,21	6940,8	3173,5	0,23
16749	Q 2	1157,9	-8,1	2,94	3	5,1E-05	1,11	1180,4	538	0,15
16749	Q 5	1493,0	-8,1	3,52	3,6	6,1E-05	1,27	1715,5	1528,2	0,16
16749	Q 20	2177,7	-8,1	4,43	4,54	7,3E-05	1,49	2996,7	1912,9	0,18
16749	Q 100	3382,1	-8,1	5,42	5,55	9,4E-05	1,76	4809	2945,7	0,25
16749	Q 500	5014,2	-8,1	6,33	6,48	1,2E-04	2	6681,7	3187,9	0,26
16077	Q 2	1157,9	-3,96	2,86	2,92	7,3E-05	1,12	1040,2	218	0,16
16077	Q 5	1493,0	-3,96	3,42	3,5	8,4E-05	1,29	1304	1000	0,18
16077	Q 20	2177,7	-3,96	4,3	4,42	9,9E-05	1,55	2211,4	1954,7	0,2
16077	Q 100	3382,1	-3,96	5,25	5,42	1,3E-04	1,94	3608,5	2635,6	0,23
16077	Q 500	5014,2	-3,96	6,09	6,33	1,7E-04	2,4	5128,7	2921,5	0,27
15592	Q 2	1157,9	-4,2	2,78	2,88	1,3E-04	1,38	860,2	214,6	0,21
15592	Q 5	1493,0	-4,2	3,32	3,45	1,4E-04	1,58	1130,5	843,8	0,23
15592	Q 20	2177,7	-4,2	4,19	4,35	1,6E-04	1,85	2062,6	1526,1	0,24
15592	Q 100	3382,1	-4,2	5,12	5,34	1,9E-04	2,26	3421	2076	0,28
15592	Q 500	5014,2	-4,2	5,91	6,21	2,5E-04	2,75	4845,9	2219,4	0,32
14948	Q 2	1157,9	-3,2	2,52	2,75	3,3E-04	2,14	552,3	163,9	0,34
14948	Q 5	1493,0	-3,2	3	3,3	3,8E-04	2,45	765,4	733,1	0,36
14948	Q 20	2177,7	-3,2	3,84	4,2	3,9E-04	2,79	1568,4	1189	0,38
14948	Q 100	3382,1	-3,2	4,78	5,17	4,0E-04	3,14	3173	2258,8	0,4
14948	Q 500	5014,2	-3,2	5,57	5,99	4,3E-04	3,52	5023,3	2540,1	0,42
13048	Q 2	1157,9	-2,2	2,42	2,5	1,4E-04	1,28	1013	683	0,21
13048	Q 5	1493,0	-2,2	2,92	3,02	1,5E-04	1,42	1527	1459,1	0,22
13048	Q 20	2177,7	-2,2	3,8	3,9	1,3E-04	1,52	3273,6	2281,8	0,21
13048	Q 100	3382,1	-2,2	4,75	4,86	1,3E-04	1,69	6027,2	3355,4	0,22
13048	Q 500	5014,2	-2,2	5,52	5,64	1,4E-04	1,93	8829,6	3816,5	0,24
8354	Q 2	1157,9	-5,2	1,94	2	7,0E-05	1,06	1098,2	279,4	0,17
8354	Q 5	1493,0	-5,2	2,34	2,41	8,9E-05	1,24	1226,9	403,8	0,21
8354	Q 20	2177,7	-5,2	3,11	3,16	1,1E-04	1,02	2914,8	3983,5	0,26
8354	Q 100	3382,1	-5,2	3,98	4,01	1,0E-04	0,88	7419	5917,6	0,18
8354	Q 500	5014,2	-5,2	4,7	4,73	1,1E-04	0,87	11964,5	7553,5	0,16
3202	Q 2	1157,9	-3,2	1,38	1,46	1,1E-04	1,21	958,1	245,1	0,19
3202	Q 5	1493,0	-3,2	1,55	1,67	1,6E-04	1,49	1000,6	246,5	0,23

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
3202	Q 20	2177,7	-3,2	1,83	2,04	2,8E-04	2,04	1069,2	249,3	0,31
3202	Q 100	3382,1	-3,2	2,3	2,71	4,7E-04	2,83	1502,4	1362	0,41
3202	Q 500	5014,2	-3,2	2,77	3,41	6,9E-04	3,65	2607,2	3440,8	0,5
0	Q 2	1157,9	-6,03	1,31	1,31	1,0E-06	0,14	8351,4	7826,9	0,02
0	Q 5	1493,0	-6,03	1,46	1,46	1,0E-06	0,18	8526,8	7844,7	0,02
0	Q 20	2177,7	-6,03	1,69	1,69	2,0E-06	0,25	8796,1	7871,9	0,03
0	Q 100	3382,1	-6,03	2,12	2,13	4,0E-06	0,36	9298,9	7917	0,04
0	Q 500	5014,2	-6,03	2,5	2,51	8,0E-06	0,51	9743,6	7958,8	0,06

- Resultados de la corrida de la Situación sin obstrucciones ni rellenos.

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
23664	Q 2	1157,9	-2,2	3,68	3,73	5,6E-05	1,04	2815,8	1971,1	0,14
23664	Q 5	1493,0	-2,2	4,29	4,34	5,2E-05	1,08	4120,3	2315,3	0,14
23664	Q 20	2177,7	-2,2	5,22	5,26	5,0E-05	1,16	6631,9	3010,3	0,14
23664	Q 100	3382,1	-2,2	6,26	6,31	5,2E-05	1,29	9922,8	3282,9	0,15
23664	Q 500	5014,2	-2,2	7,25	7,3	5,7E-05	1,47	13270,9	3495,9	0,16
23200	Q 2	1157,9	-4,2	3,59	3,68	8,5E-05	1,43	1982,9	1630,3	0,18
23200	Q 5	1493,0	-4,2	4,2	4,29	8,4E-05	1,5	3084,1	2100,5	0,18
23200	Q 20	2177,7	-4,2	5,14	5,22	7,7E-05	1,57	5192,5	2516,8	0,18
23200	Q 100	3382,1	-4,2	6,18	6,27	8,3E-05	1,77	7765	2852,1	0,19
23200	Q 500	5014,2	-4,2	7,16	7,25	9,4E-05	2,02	10397,1	3136,6	0,2
23090	Q 2	1157,9	-4,2	3,58	3,67	8,9E-05	1,35	1953,9	1553,5	0,18
23090	Q 5	1493,0	-4,2	4,2	4,28	8,5E-05	1,42	3004,9	1999,1	0,18
23090	Q 20	2177,7	-4,2	5,14	5,21	7,9E-05	1,5	4950	2207,5	0,18
23090	Q 100	3382,1	-4,2	6,17	6,25	8,7E-05	1,72	7444,4	2582,6	0,19
23090	Q 500	5014,2	-4,2	7,14	7,24	1,0E-04	1,98	10130,6	2942,4	0,21
21251	Q 2	1157,9	-3,2	3,44	3,51	6,7E-05	1,17	1732,6	761,4	0,16
21251	Q 5	1493,0	-3,2	4,03	4,11	7,4E-05	1,32	2221,2	1029,7	0,17
21251	Q 20	2177,7	-3,2	4,94	5,05	9,0E-05	1,6	3472,7	1753,9	0,19
21251	Q 100	3382,1	-3,2	5,94	6,07	1,1E-04	1,9	5446,7	2172,8	0,21
21251	Q 500	5014,2	-3,2	6,86	7,03	1,3E-04	2,27	7635,1	2594,1	0,24
20556	Q 2	1157,9	-3,2	3,38	3,45	8,6E-05	1,29	1741,8	942,6	0,18
20556	Q 5	1493,0	-3,2	3,97	4,05	9,1E-05	1,42	2388,5	1253	0,19
20556	Q 20	2177,7	-3,2	4,87	4,98	1,0E-04	1,66	3977,1	2159,1	0,2
20556	Q 100	3382,1	-3,2	5,88	6	1,1E-04	1,88	6525	2724,2	0,21
20556	Q 500	5014,2	-3,2	6,8	6,93	1,2E-04	2,13	9147,3	3117,4	0,23

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
19144	Q 2	1157,9	-3,2	3,06	3,2	1,8E-04	1,79	1615,7	1744,1	0,25
19144	Q 5	1493,0	-3,2	3,69	3,81	1,4E-04	1,74	2788,5	1967,4	0,23
19144	Q 20	2177,7	-3,2	4,67	4,76	1,1E-04	1,71	5006	2509,1	0,21
19144	Q 100	3382,1	-3,2	5,69	5,77	1,1E-04	1,82	7699,1	3112,1	0,21
19144	Q 500	5014,2	-3,2	6,62	6,71	1,2E-04	2,09	10838,7	3980,2	0,23
17669	Q 2	1157,9	-3,2	2,88	3	1,3E-04	1,55	792,9	210,7	0,22
17669	Q 5	1493,0	-3,2	3,44	3,6	1,5E-04	1,79	959	495,9	0,24
17669	Q 20	2177,7	-3,2	4,33	4,54	1,7E-04	2,12	2233,9	2334,2	0,26
17669	Q 100	3382,1	-3,2	5,36	5,56	1,7E-04	2,31	4691,6	2701,7	0,27
17669	Q 500	5014,2	-3,2	6,27	6,48	1,8E-04	2,57	6964,8	2938,7	0,28
17570	Q 2	1157,9	-3,06	2,87	2,98	1,2E-04	1,44	834,3	202,6	0,21
17570	Q 5	1493,0	-3,06	3,44	3,58	1,4E-04	1,67	1029	533,6	0,22
17570	Q 20	2177,7	-3,06	4,33	4,51	1,5E-04	1,94	2465,5	2474,9	0,24
17570	Q 100	3382,1	-3,06	5,36	5,53	1,5E-04	2,11	5070,8	2870,2	0,25
17570	Q 500	5014,2	-3,06	6,27	6,45	1,6E-04	2,35	7435,4	3088,7	0,26
17189	Q 2	1157,9	-4,2	2,84	2,92	7,0E-05	1,19	1005,4	236,4	0,16
17189	Q 5	1493,0	-4,2	3,41	3,5	8,4E-05	1,39	1224,5	1347,8	0,18
17189	Q 20	2177,7	-4,2	4,31	4,43	9,2E-05	1,59	3107,8	2302	0,19
17189	Q 100	3382,1	-4,2	5,33	5,46	1,0E-04	1,82	5581,8	2541,6	0,21
17189	Q 500	5014,2	-4,2	6,23	6,39	1,2E-04	2,14	8007,3	2999,5	0,23
16749	Q 2	1157,9	-8,1	2,83	2,87	3,7E-05	0,88	1478,8	606,9	0,12
16749	Q 5	1493,0	-8,1	3,4	3,45	4,4E-05	0,98	2100,5	1676,9	0,17
16749	Q 20	2177,7	-8,1	4,32	4,37	4,9E-05	1,04	3962,5	2395,4	0,16
16749	Q 100	3382,1	-8,1	5,33	5,39	5,8E-05	1,16	6726	2929,6	0,16
16749	Q 500	5014,2	-8,1	6,23	6,29	7,1E-05	1,33	9437,1	3157,5	0,17
16077	Q 2	1157,9	-3,96	2,75	2,82	7,8E-05	1,15	1022,2	226,1	0,17
16077	Q 5	1493,0	-3,96	3,3	3,38	9,0E-05	1,32	1265	788,6	0,18
16077	Q 20	2177,7	-3,96	4,18	4,29	1,0E-04	1,56	2535,6	1962,7	0,2
16077	Q 100	3382,1	-3,96	5,15	5,3	1,2E-04	1,84	4869,5	2621	0,22
16077	Q 500	5014,2	-3,96	6,02	6,19	1,4E-04	2,14	7207,2	2902,8	0,24
15592	Q 2	1157,9	-4,2	2,67	2,77	1,4E-04	1,42	839,9	237	0,22
15592	Q 5	1493,0	-4,2	3,2	3,33	1,5E-04	1,62	1136,5	801,3	0,23
15592	Q 20	2177,7	-4,2	4,06	4,22	1,7E-04	1,88	2101	1474,1	0,25
15592	Q 100	3382,1	-4,2	5	5,21	1,9E-04	2,24	3683,9	1906,4	0,28
15592	Q 500	5014,2	-4,2	5,81	6,08	2,3E-04	2,65	5411	2202,1	0,31
14948	Q 2	1157,9	-3,2	2,6	2,69	1,2E-04	1,36	909,7	396,5	0,2
14948	Q 5	1493,0	-3,2	3,11	3,23	1,4E-04	1,54	1304	1119,3	0,22
14948	Q 20	2177,7	-3,2	3,97	4,11	1,4E-04	1,77	2588,8	1876,1	0,23
14948	Q 100	3382,1	-3,2	4,9	5,07	1,6E-04	2,05	4561	2315,6	0,25

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
14948	Q 500	5014,2	-3,2	5,69	5,89	1,9E-04	2,42	6499,4	2562,3	0,28
13048	Q 2	1157,9	-2,2	2,42	2,5	1,4E-04	1,28	1013	683	0,21
13048	Q 5	1493,0	-2,2	2,92	3,02	1,5E-04	1,42	1527	1459,1	0,22
13048	Q 20	2177,7	-2,2	3,8	3,9	1,3E-04	1,52	3273,6	2281,8	0,21
13048	Q 100	3382,1	-2,2	4,75	4,86	1,3E-04	1,69	6027,2	3355,4	0,22
13048	Q 500	5014,2	-2,2	5,52	5,64	1,4E-04	1,93	8829,6	3816,5	0,24
8354	Q 2	1157,9	-5,2	1,94	2	7,0E-05	1,06	1098,2	279,4	0,17
8354	Q 5	1493,0	-5,2	2,34	2,41	8,9E-05	1,24	1226,9	403,8	0,21
8354	Q 20	2177,7	-5,2	3,11	3,16	1,1E-04	1,02	2914,8	3983,5	0,26
8354	Q 100	3382,1	-5,2	3,98	4,01	1,0E-04	0,88	7419	5917,6	0,18
8354	Q 500	5014,2	-5,2	4,7	4,73	1,1E-04	0,87	11964,5	7553,5	0,16
3202	Q 2	1157,9	-3,2	1,38	1,46	1,1E-04	1,21	958,1	245,1	0,19
3202	Q 5	1493,0	-3,2	1,55	1,67	1,6E-04	1,49	1000,6	246,5	0,23
3202	Q 20	2177,7	-3,2	1,83	2,04	2,8E-04	2,04	1069,2	249,3	0,31
3202	Q 100	3382,1	-3,2	2,3	2,71	4,7E-04	2,83	1502,4	1362	0,41
3202	Q 500	5014,2	-3,2	2,77	3,41	6,9E-04	3,65	2607,2	3440,8	0,5
0	Q 2	1157,9	-6,03	1,31	1,31	1,0E-06	0,14	8351,4	7826,9	0,02
0	Q 5	1493,0	-6,03	1,46	1,46	1,0E-06	0,18	8526,8	7844,7	0,02
0	Q 20	2177,7	-6,03	1,69	1,69	2,0E-06	0,25	8796,1	7871,9	0,03
0	Q 100	3382,1	-6,03	2,12	2,13	4,0E-06	0,36	9298,9	7917	0,04
0	Q 500	5014,2	-6,03	2,5	2,51	8,0E-06	0,51	9743,6	7958,8	0,06

• Resultados de la corrida con niveles medios y Situación del año 1994

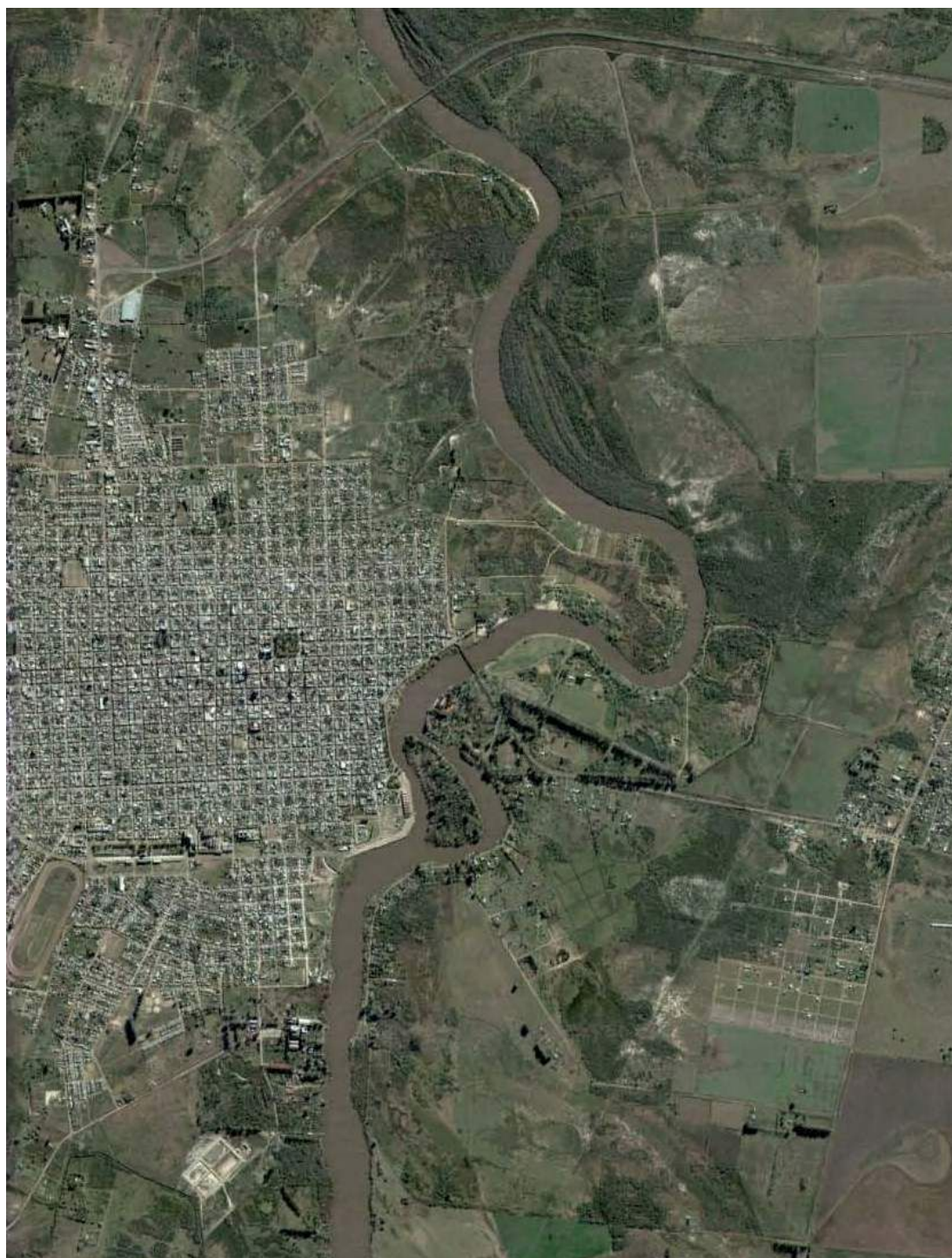
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
23664	Q 2	1157,9	-2,2	3,86	3,9	5E-05	1,03	2327,5	2060,8	0,14
23664	Q 5	1493,0	-2,2	4,53	4,58	5E-05	1,1	3154,7	2522,8	0,14
23664	Q 20	2177,7	-2,2	5,55	5,6	6E-05	1,26	4470,9	3113,1	0,15
23664	Q 100	3382,1	-2,2	6,76	6,83	6E-05	1,49	6191,1	3389,4	0,16
23664	Q 500	5014,2	-2,2	8,33	8,45	8E-05	1,9	8876,9	3749,8	0,19
23200	Q 2	1157,9	-4,2	3,76	3,85	8E-05	1,44	1276,3	1673,6	0,18
23200	Q 5	1493,0	-4,2	4,4	4,52	1E-04	1,64	1548,4	2204,7	0,2
23200	Q 20	2177,7	-4,2	5,36	5,53	1E-04	2,01	1967,8	2585,2	0,23
23200	Q 100	3382,1	-4,2	6,41	6,71	2E-04	2,69	2433,5	2922,8	0,28
23200	Q 500	5014,2	-4,2	7,7	8,14	2E-04	3,31	3077,5	3218	0,33
23143		Bridge								

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
23090	Q 2	1157,9	-4,2	3,75	3,83	9E-05	1,36	1319	1581,5	0,18
23090	Q 5	1493,0	-4,2	4,39	4,49	1E-04	1,52	1602,7	2027	0,19
23090	Q 20	2177,7	-4,2	5,34	5,49	1E-04	1,86	2023,9	2297,1	0,22
23090	Q 100	3382,1	-4,2	6,39	6,65	2E-04	2,48	2500,5	2661,9	0,27
23090	Q 500	5014,2	-4,2	7,61	7,99	2E-04	3,06	3121,2	3104,9	0,31
21251	Q 2	1157,9	-3,2	3,63	3,69	6E-05	1,12	1880,2	797,8	0,15
21251	Q 5	1493,0	-3,2	4,26	4,33	7E-05	1,27	2466,3	1216,7	0,16
21251	Q 20	2177,7	-3,2	5,21	5,3	8E-05	1,49	3870,4	1828	0,17
21251	Q 100	3382,1	-3,2	6,27	6,38	9E-05	1,76	5968,1	2340,6	0,19
21251	Q 500	5014,2	-3,2	7,54	7,65	9E-05	1,96	8854,7	3091,4	0,2
20556	Q 2	1157,9	-3,2	3,58	3,64	7E-05	1,22	1933,6	979,3	0,16
20556	Q 5	1493,0	-3,2	4,21	4,28	8E-05	1,35	2630,8	1426,4	0,17
20556	Q 20	2177,7	-3,2	5,16	5,25	9E-05	1,55	4279,1	2451,8	0,18
20556	Q 100	3382,1	-3,2	6,22	6,32	9E-05	1,76	6531	2818,4	0,2
20556	Q 500	5014,2	-3,2	7,49	7,59	9E-05	1,93	9495,3	3503	0,2
19144	Q 2	1157,9	-3,2	3,33	3,44	1E-04	1,64	1789,4	1832,6	0,23
19144	Q 5	1493,0	-3,2	3,99	4,09	1E-04	1,64	2839,5	2078	0,21
19144	Q 20	2177,7	-3,2	4,99	5,08	1E-04	1,66	4855,7	2590,5	0,2
19144	Q 100	3382,1	-3,2	6,07	6,16	1E-04	1,88	7242,8	3733,2	0,21
19144	Q 500	5014,2	-3,2	7,37	7,45	9E-05	1,94	10465	4219,7	0,2
17669	Q 2	1157,9	-3,2	3,17	3,28	1E-04	1,46	858,9	292,8	0,2
17669	Q 5	1493,0	-3,2	3,78	3,92	1E-04	1,68	1017,8	699,1	0,22
17669	Q 20	2177,7	-3,2	4,65	4,87	2E-04	2,11	1263,3	2281,9	0,26
17669	Q 100	3382,1	-3,2	5,54	5,93	3E-04	2,86	1514,2	2528	0,33
17669	Q 500	5014,2	-3,2	6,56	7,11	3E-04	3,48	3268,8	2949,3	0,37
17627		Bridge								
17570	Q 2	1157,9	-3,06	3,05	3,15	1E-04	1,39	871,1	219,2	0,2
17570	Q 5	1493,0	-3,06	3,64	3,77	1E-04	1,6	1041,8	736,5	0,21
17570	Q 20	2177,7	-3,06	4,5	4,7	2E-04	2	1332,4	2234,3	0,25
17570	Q 100	3382,1	-3,06	5,46	5,8	2E-04	2,66	1655	2540,3	0,31
17570	Q 500	5014,2	-3,06	6,34	6,87	3E-04	3,38	3044,4	3024,5	0,37
17189	Q 2	1157,9	-4,2	3,03	3,09	6E-05	1,15	1049,4	257,6	0,15
17189	Q 5	1493,0	-4,2	3,61	3,7	7E-05	1,33	1341,9	1973	0,17
17189	Q 20	2177,7	-4,2	4,49	4,62	9E-05	1,64	2066,7	2289,5	0,2
17189	Q 100	3382,1	-4,2	5,46	5,66	1E-04	2,1	2941,5	2574,3	0,23
17189	Q 500	5014,2	-4,2	6,35	6,66	2E-04	2,68	4583,1	3123,3	0,28
16749	Q 2	1157,9	-8,1	2,94	3	5E-05	1,11	1166,8	537,9	0,15
16749	Q 5	1493,0	-8,1	3,52	3,6	6E-05	1,28	1555,9	1528	0,17
16749	Q 20	2177,7	-8,1	4,43	4,54	8E-05	1,55	2262,5	1911	0,19

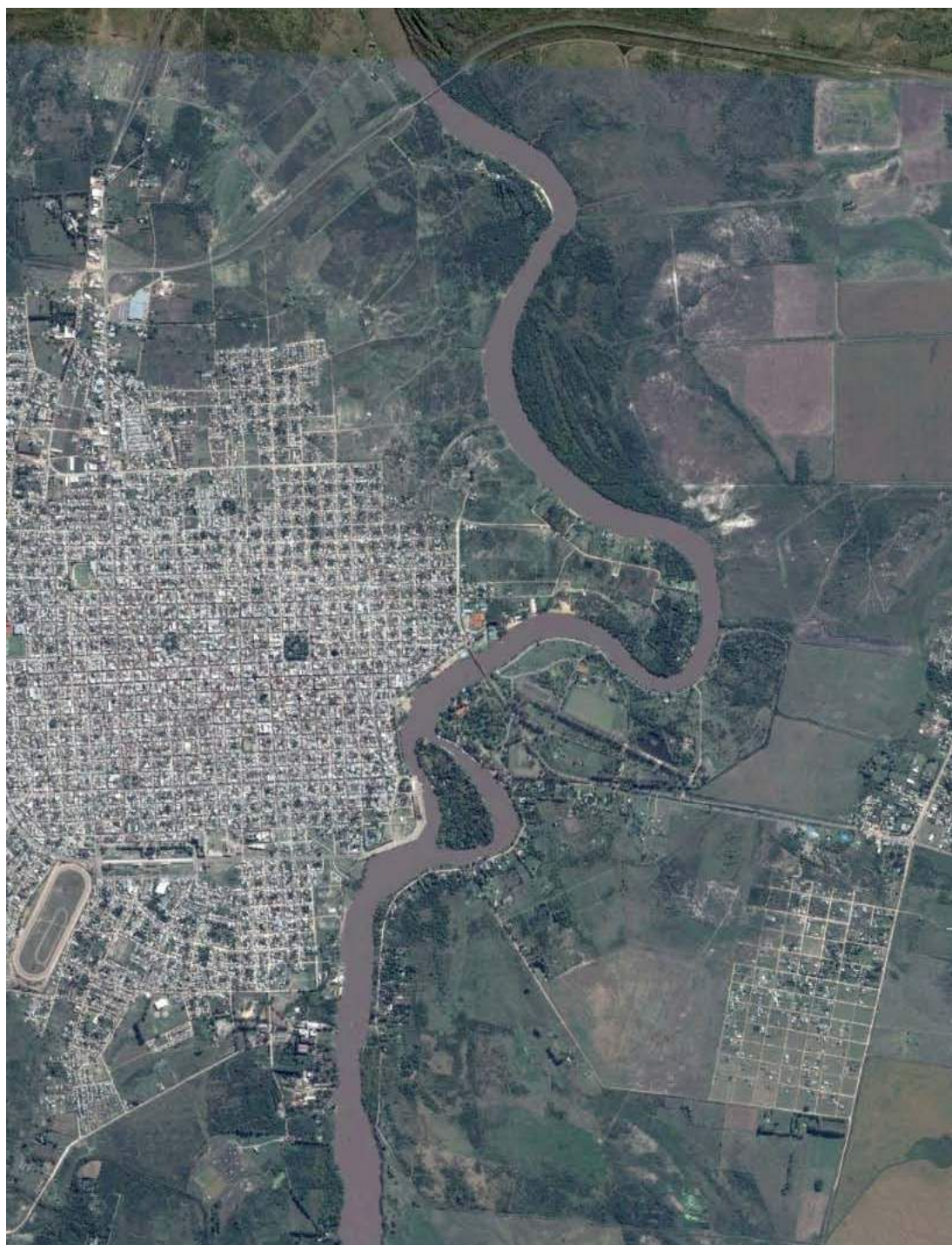
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
16749	Q 100	3382,1	-8,1	5,43	5,58	1E-04	1,89	3224,4	2946,5	0,29
16749	Q 500	5014,2	-8,1	6,28	6,51	2E-04	2,28	4779,3	3172,9	0,32
16077	Q 2	1157,9	-3,96	2,86	2,92	7E-05	1,12	1040,2	218	0,16
16077	Q 5	1493,0	-3,96	3,42	3,5	8E-05	1,29	1334,7	999,9	0,18
16077	Q 20	2177,7	-3,96	4,31	4,42	1E-04	1,53	2549	1958,3	0,19
16077	Q 100	3382,1	-3,96	5,27	5,42	1E-04	1,85	4386,2	2639,5	0,22
16077	Q 500	5014,2	-3,96	6,13	6,31	1E-04	2,21	6233,3	2931,4	0,25
15592	Q 2	1157,9	-4,2	2,78	2,88	1E-04	1,38	860,2	214,6	0,21
15592	Q 5	1493,0	-4,2	3,32	3,45	1E-04	1,58	1155,8	843,9	0,23
15592	Q 20	2177,7	-4,2	4,2	4,35	2E-04	1,83	2178,9	1527,5	0,24
15592	Q 100	3382,1	-4,2	5,13	5,34	2E-04	2,21	3644,2	2077,9	0,27
15592	Q 500	5014,2	-4,2	5,93	6,21	2E-04	2,67	5170,6	2222,4	0,31
14948	Q 2	1157,9	-3,2	2,52	2,75	3E-04	2,14	552,3	163,9	0,34
14948	Q 5	1493,0	-3,2	3	3,3	4E-04	2,45	765,4	733,1	0,36
14948	Q 20	2177,7	-3,2	3,84	4,2	4E-04	2,79	1568,4	1189	0,38
14948	Q 100	3382,1	-3,2	4,78	5,17	4E-04	3,14	3173	2258,8	0,4
14948	Q 500	5014,2	-3,2	5,57	5,99	4E-04	3,52	5023,3	2540,1	0,42
13048	Q 2	1157,9	-2,2	2,42	2,5	1E-04	1,28	1013	683	0,21
13048	Q 5	1493,0	-2,2	2,92	3,02	1E-04	1,42	1527	1459,1	0,22
13048	Q 20	2177,7	-2,2	3,8	3,9	1E-04	1,52	3273,6	2281,8	0,21
13048	Q 100	3382,1	-2,2	4,75	4,86	1E-04	1,69	6027,2	3355,4	0,22
13048	Q 500	5014,2	-2,2	5,52	5,64	1E-04	1,93	8829,6	3816,5	0,24
8354	Q 2	1157,9	-5,2	1,94	2	7E-05	1,06	1098,2	279,4	0,17
8354	Q 5	1493,0	-5,2	2,34	2,41	9E-05	1,24	1226,9	403,8	0,21
8354	Q 20	2177,7	-5,2	3,11	3,16	1E-04	1,02	2914,8	3983,5	0,26
8354	Q 100	3382,1	-5,2	3,98	4,01	1E-04	0,88	7419	5917,6	0,18
8354	Q 500	5014,2	-5,2	4,7	4,73	1E-04	0,87	11964	7553,5	0,16
3202	Q 2	1157,9	-3,2	1,38	1,46	1E-04	1,21	958,1	245,1	0,19
3202	Q 5	1493,0	-3,2	1,55	1,67	2E-04	1,49	1000,6	246,5	0,23
3202	Q 20	2177,7	-3,2	1,83	2,04	3E-04	2,04	1069,2	249,3	0,31
3202	Q 100	3382,1	-3,2	2,3	2,71	5E-04	2,83	1502,4	1362	0,41
3202	Q 500	5014,2	-3,2	2,77	3,41	7E-04	3,65	2607,2	3440,8	0,5
0	Q 2	1157,9	-6,03	1,31	1,31	1E-06	0,14	8351,4	7826,9	0,02
0	Q 5	1493,0	-6,03	1,46	1,46	1E-06	0,18	8526,8	7844,7	0,02
0	Q 20	2177,7	-6,03	1,69	1,69	2E-06	0,25	8796,1	7871,9	0,03
0	Q 100	3382,1	-6,03	2,12	2,13	4E-06	0,36	9298,9	7917	0,04
0	Q 500	5014,2	-6,03	2,5	2,51	8E-06	0,51	9743,6	7958,8	0,06

Anexo 13: Imágenes satelitales del área urbana

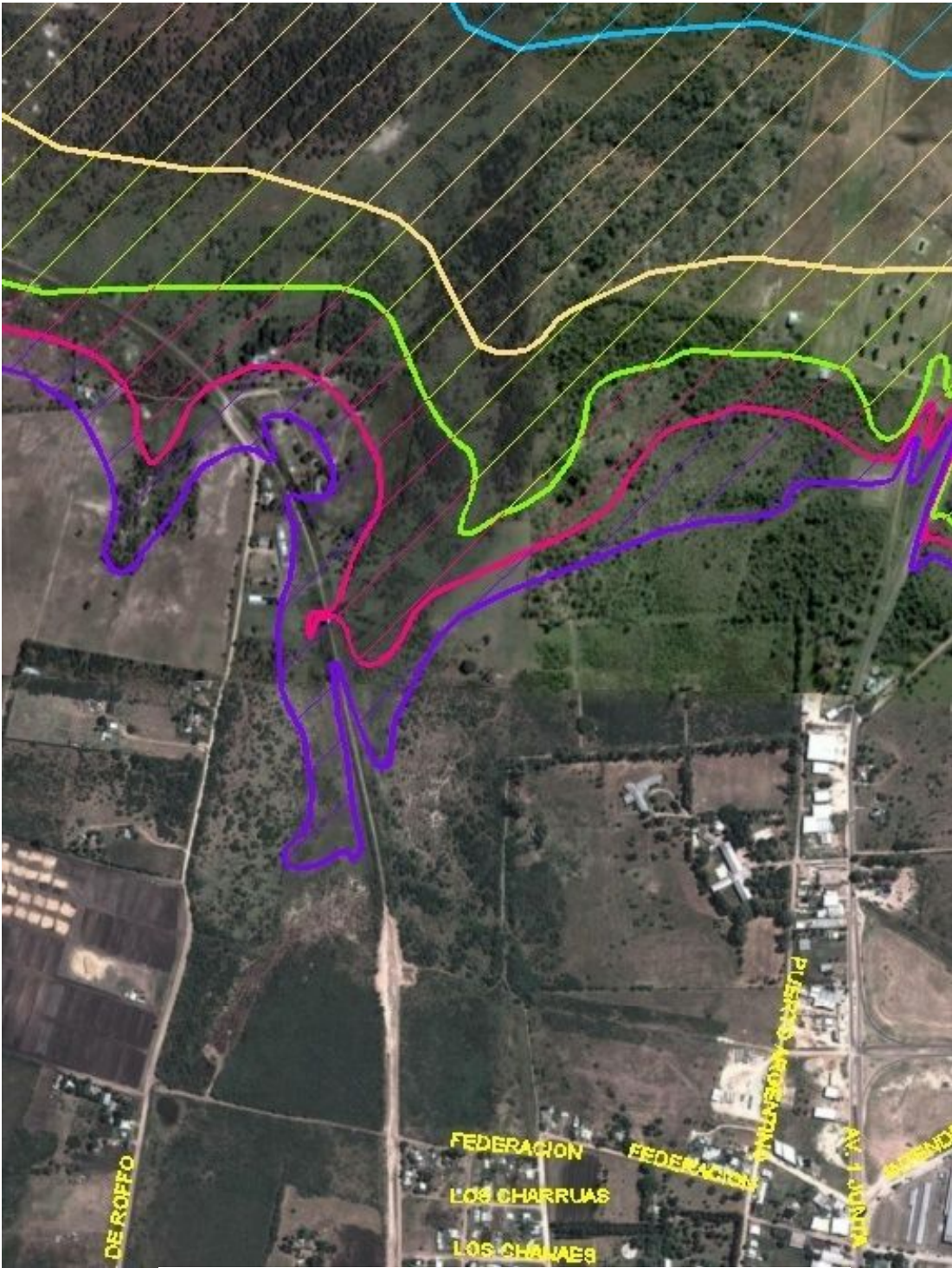
- Imagen satelital 12 de junio de 2004




- Imagen satelital 3 de noviembre de 2014

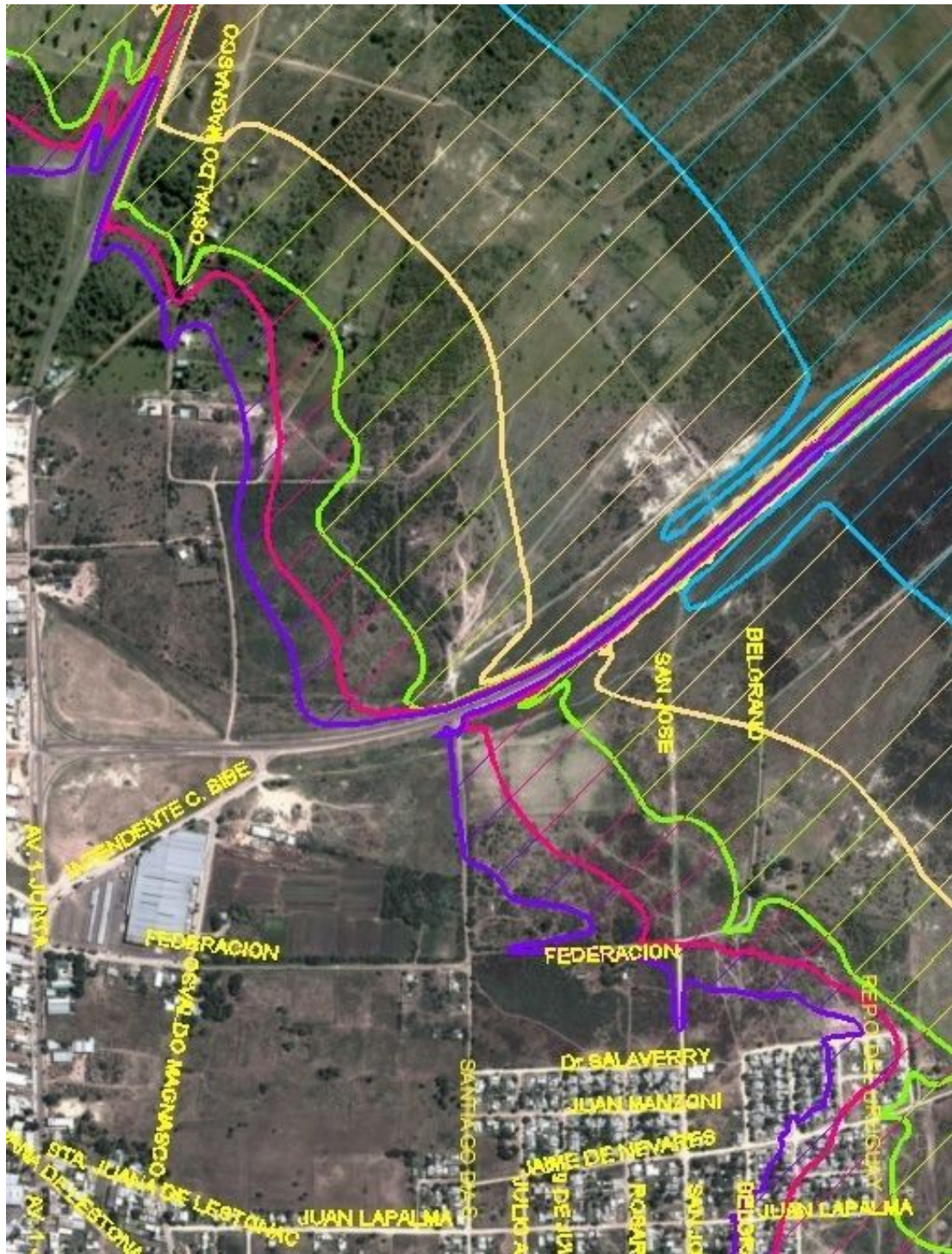


Anexo 14: Mapas de riesgo hídrico



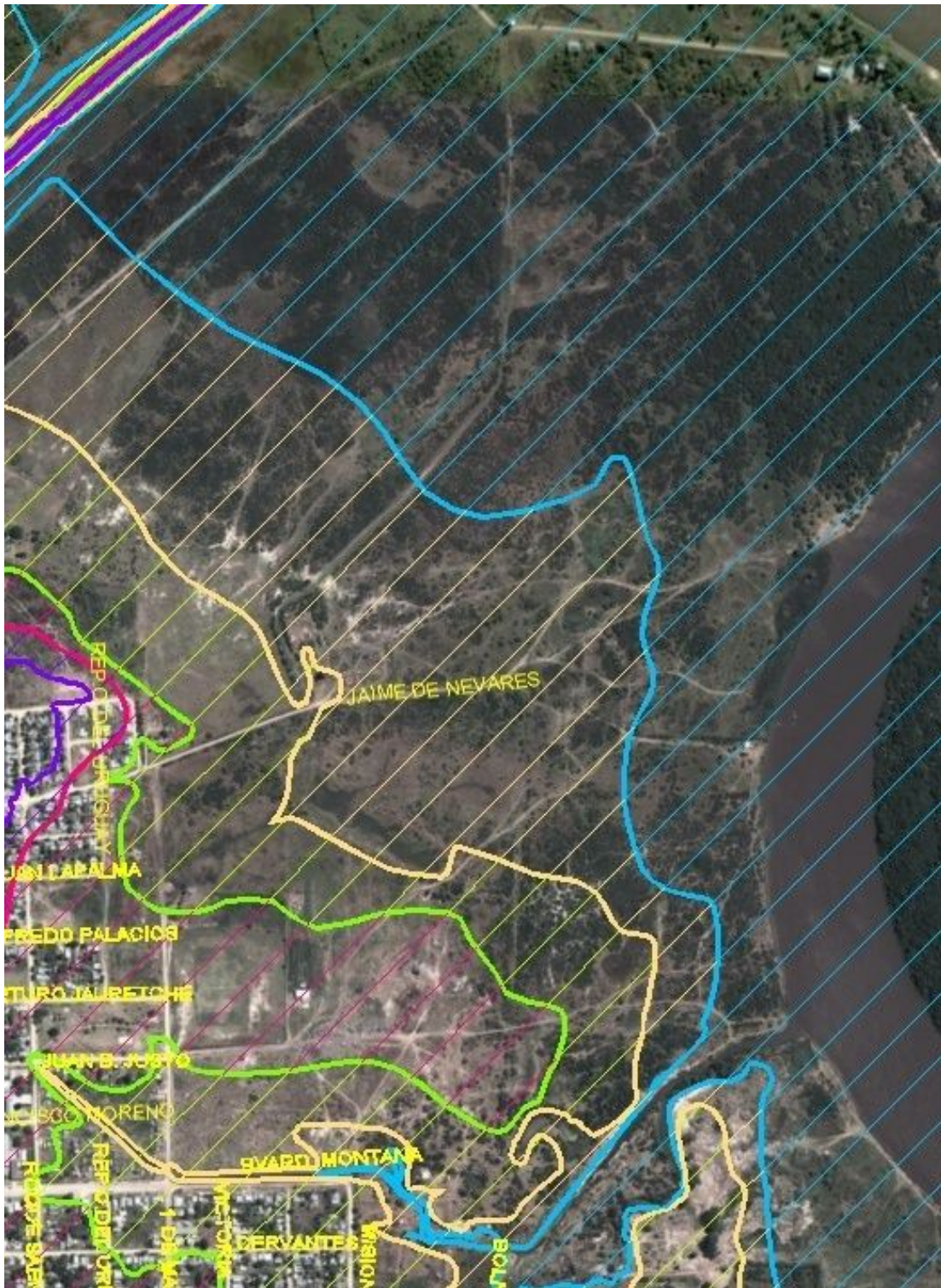
REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T ≤ 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T ≤ 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T ≤ 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T ≤ 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T ≤ 500 años



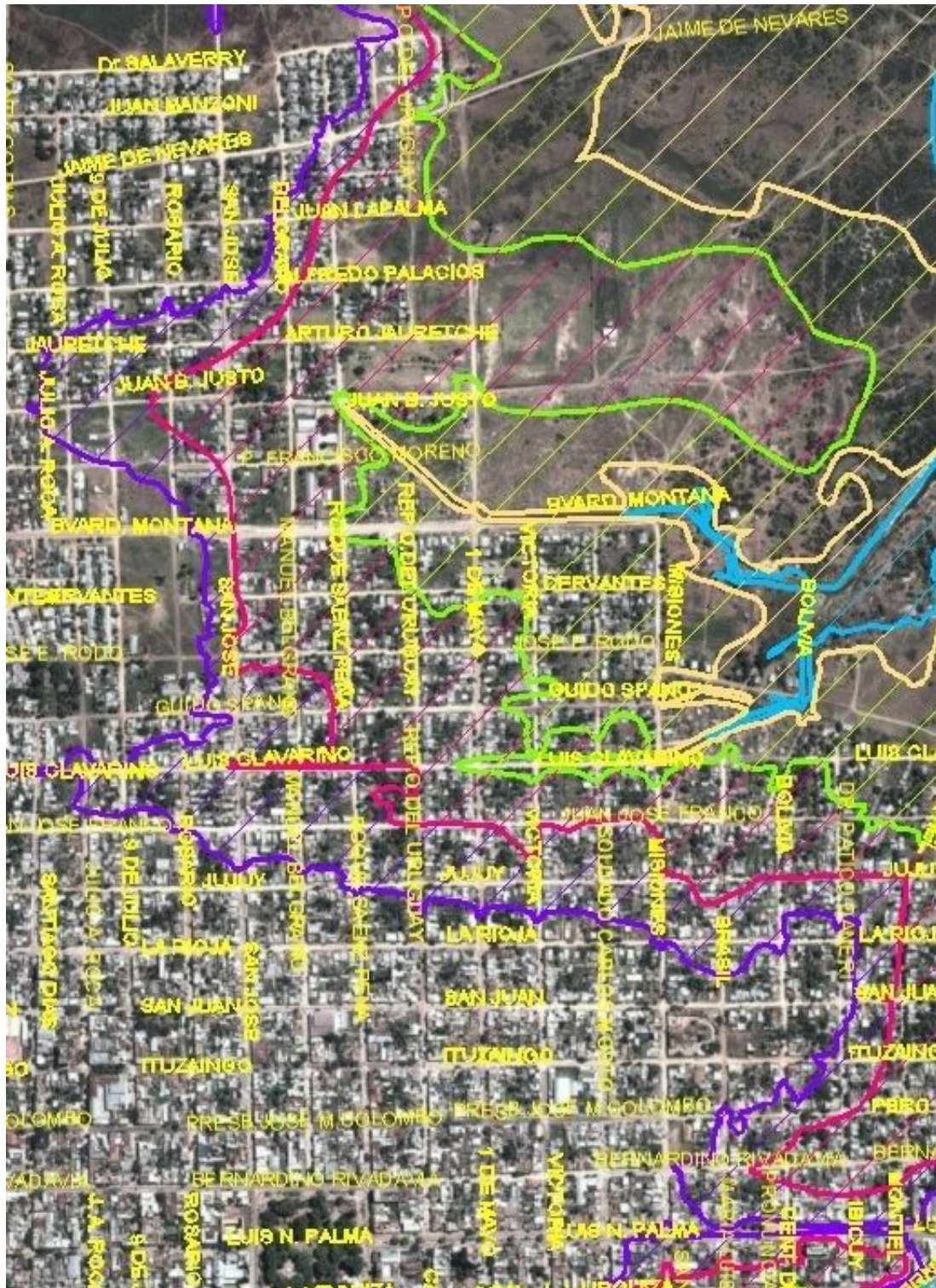
REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T < 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T < 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T < 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T < 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T < 500 años




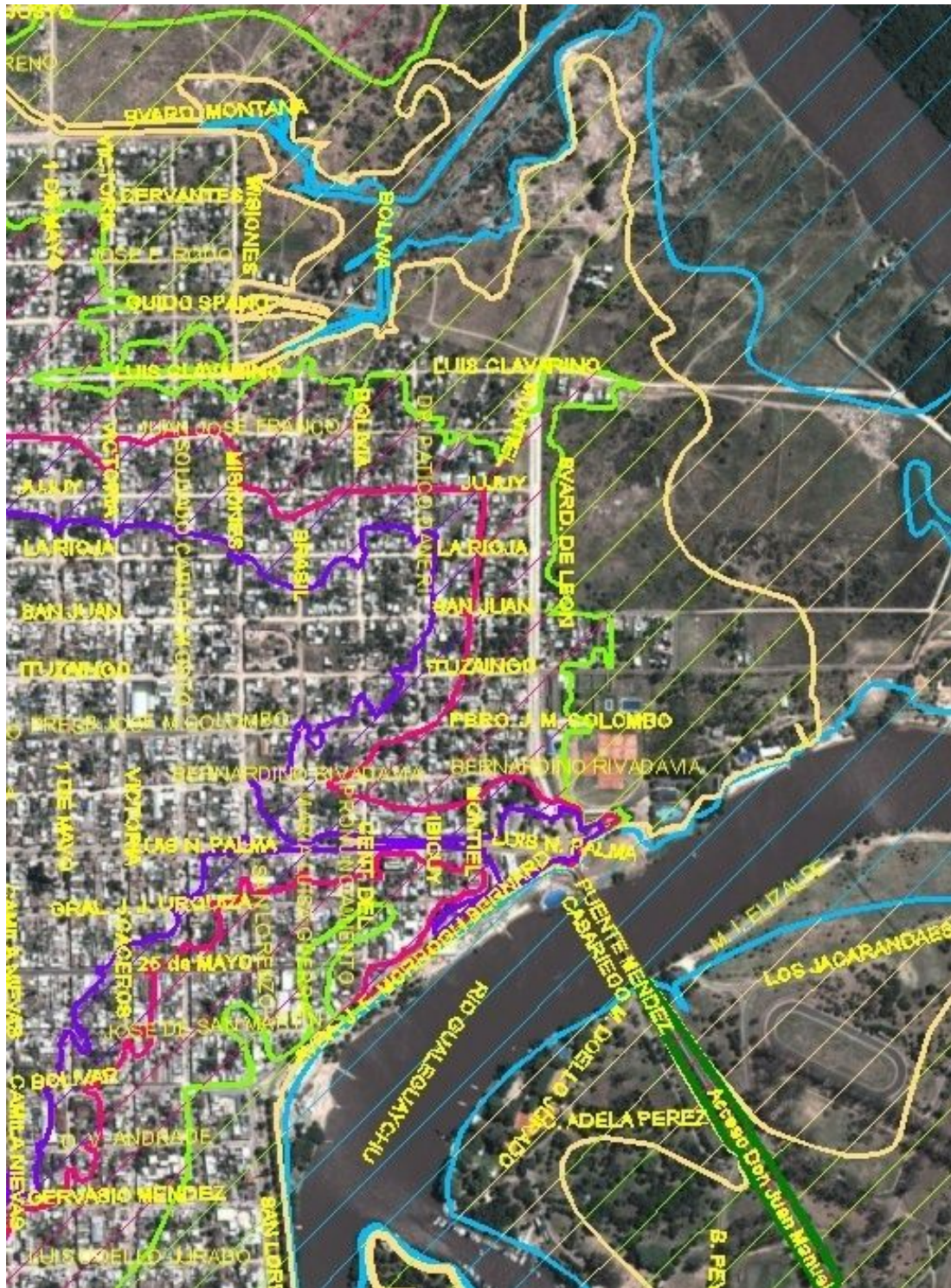
REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T \leq 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T \leq 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T \leq 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T \leq 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T \leq 500 años



REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T ≤ 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T ≤ 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T ≤ 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T ≤ 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T ≤ 500 años



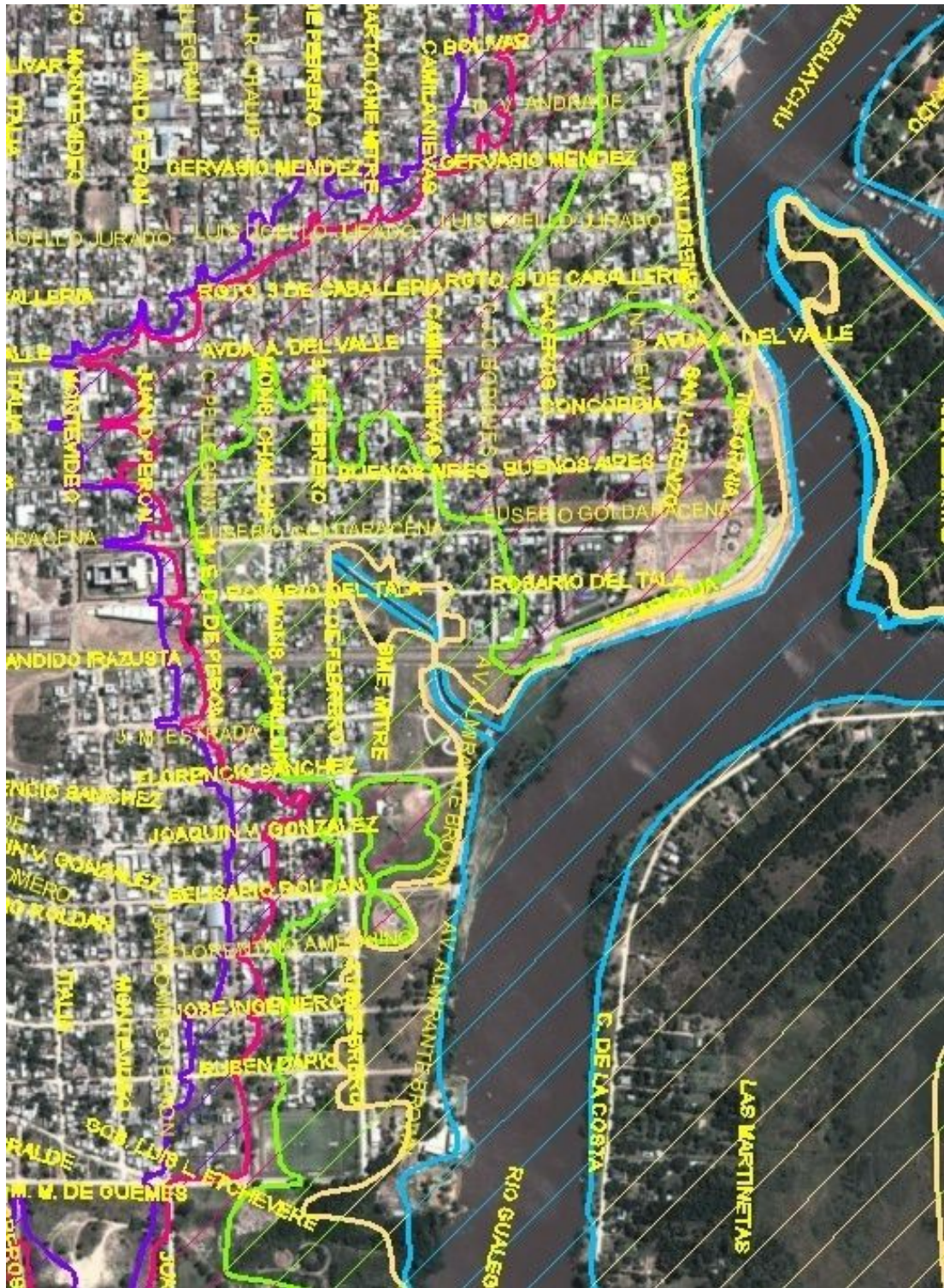
REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T ≤ 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T ≤ 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T ≤ 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T ≤ 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T ≤ 500 años



REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T ≤ 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T ≤ 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T ≤ 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T ≤ 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T ≤ 500 años



REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T < 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T < 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T < 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T < 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T < 500 años



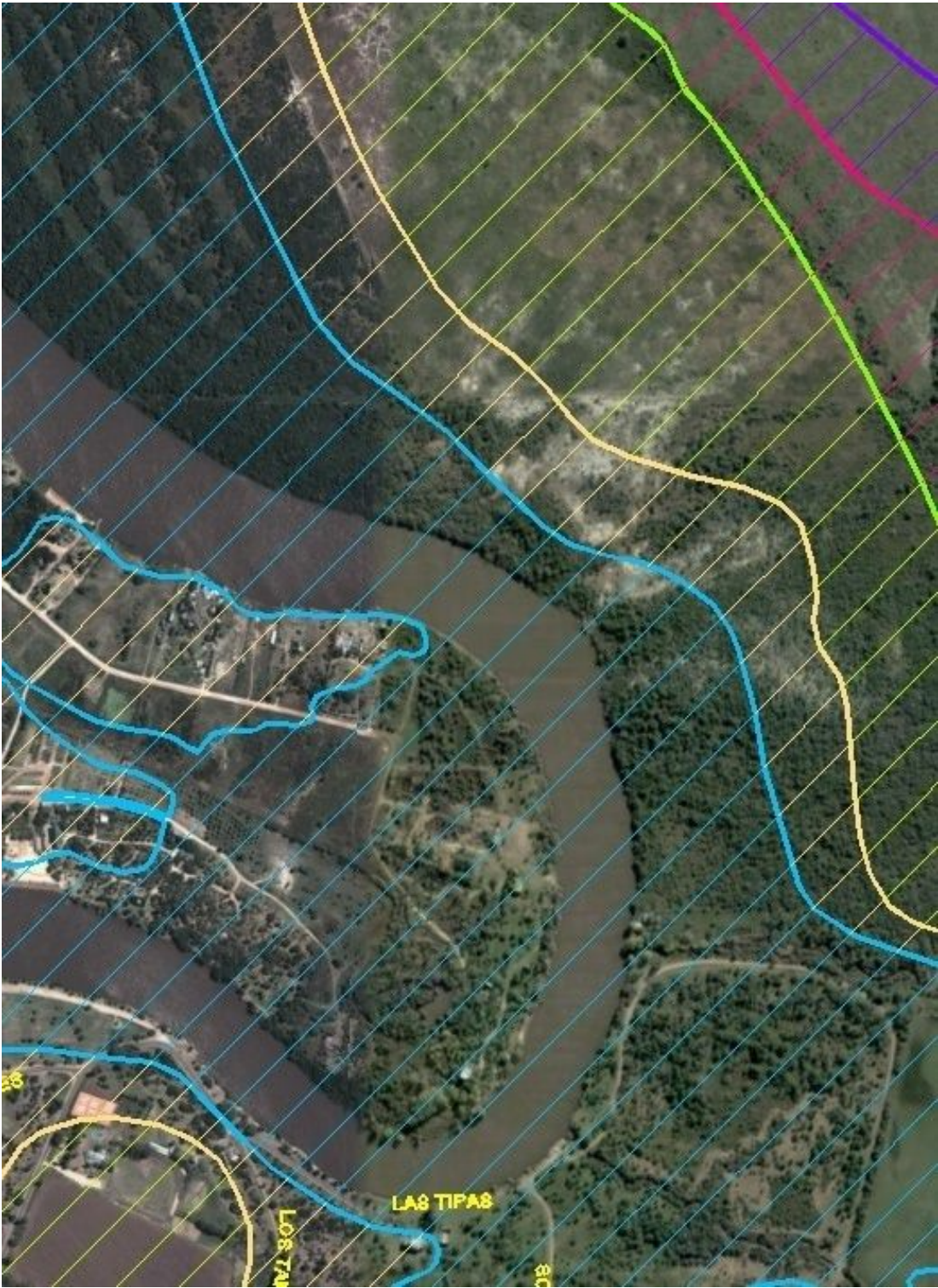
REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T ≤ 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T ≤ 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T ≤ 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T ≤ 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T ≤ 500 años












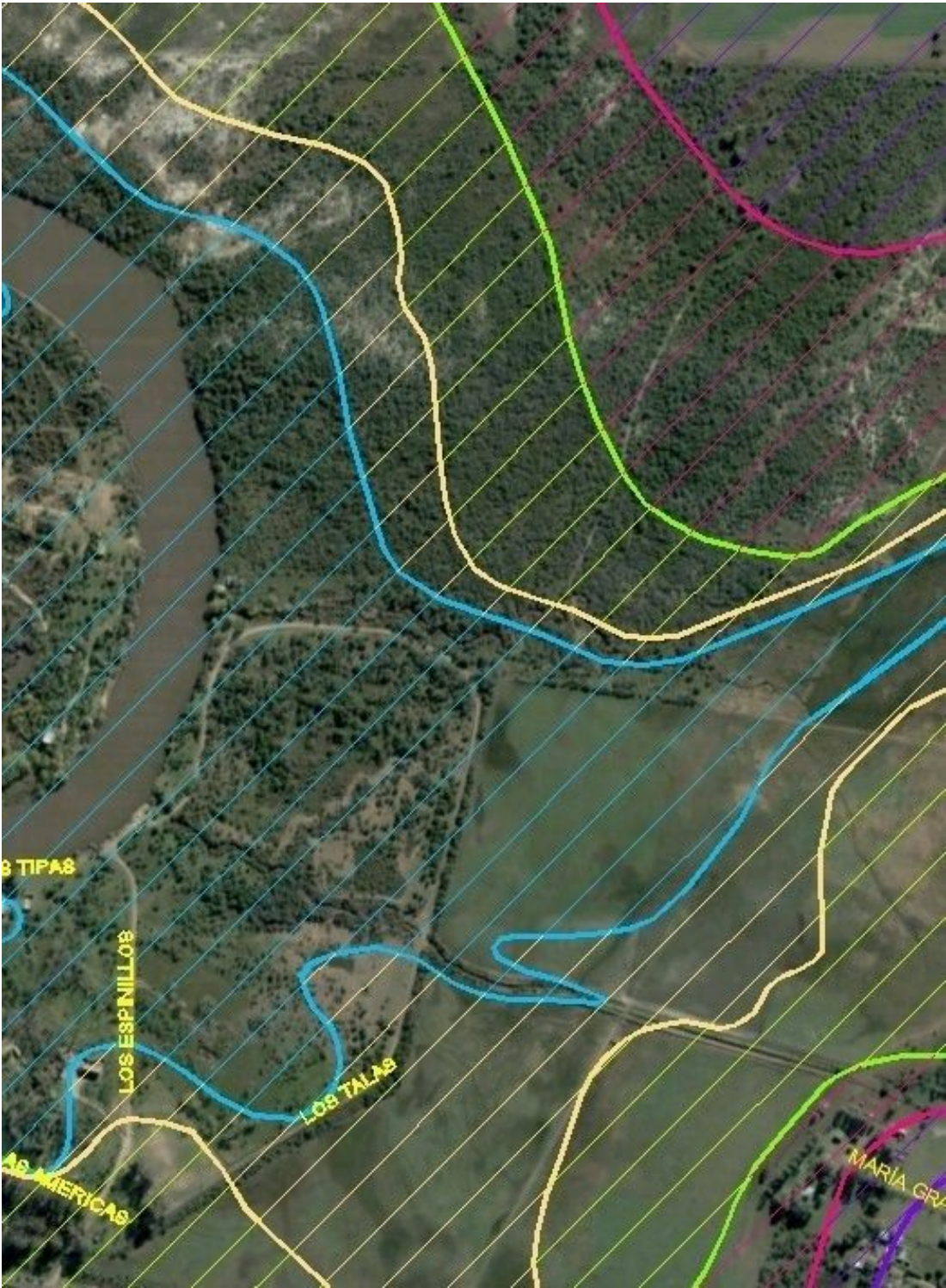
REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T < 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T < 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T < 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T < 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T < 500 años



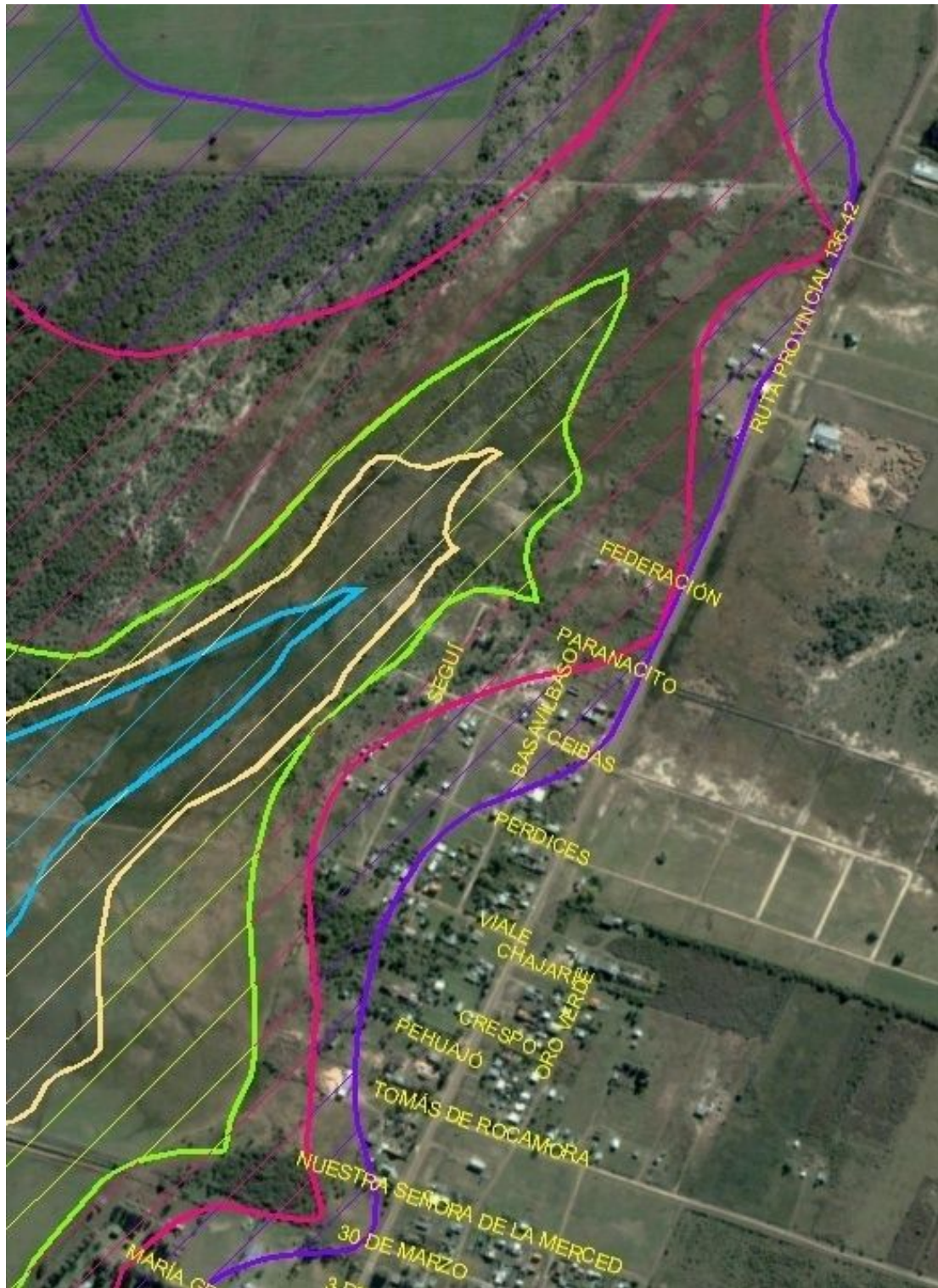
REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T ≤ 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T ≤ 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T ≤ 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T ≤ 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T ≤ 500 años



REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T ≤ 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T ≤ 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T ≤ 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T ≤ 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T ≤ 500 años



REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T ≤ 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T ≤ 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T ≤ 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T ≤ 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T ≤ 500 años








REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T < 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T < 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T < 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T < 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T < 500 años













REFERENCIAS

	Crecida T = 2 años		Zona de riesgo T < 2 años
	Crecida T = 5 años		Zona de riesgo T < 5 años
	Crecida T = 20 años		Zona de riesgo T < 20 años
	Crecida T = 100 años		Zona de riesgo T < 100 años
	Crecida T = 500 años		Zona de riesgo T < 500 años




REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T ≤ 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T ≤ 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T ≤ 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T ≤ 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T ≤ 500 años



REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T ≤ 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T ≤ 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T ≤ 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T ≤ 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T ≤ 500 años



REFERENCIAS

 Crecida T = 2 años	 Zona de riesgo T < 2 años
 Crecida T = 5 años	 Zona de riesgo T < 5 años
 Crecida T = 20 años	 Zona de riesgo T < 20 años
 Crecida T = 100 años	 Zona de riesgo T < 100 años
 Crecida T = 500 años	 Zona de riesgo T < 500 años

Anexo 15: Edificios en zonas inundables

