

# INFORME FINAL

## ESTUDIO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL ARROYO ESCOBAR. PARTIDOS DE PILAR, ESCOBAR, MALVINAS ARGENTINAS Y JOSÉ C. PAZ

### INDICE

#### TOMO I

RESUMEN EJECUTIVO .....	1
Introduccion.....	4
Localización y caracterización general de la cuenca en estudio.....	7
1.    Recopilación y análisis de Antecedentes .....	14
1.1.    Recopilación de información básica .....	15
2.    Relevamiento Planialtimétrico de los cauces principales de la Cuenca del Arroyo Escobar .....	24
3.    Elaboración del Mapa Base Topográfico.....	45
4.    Modelación Hidrológica de la Cuenca .....	47
4.1.    Modelación hidrológica.....	47
4.2.    Descripción del modelo aplicado / HEC-HMS .....	60
4.3.    Cuencas, Subcuencas y Receptores .....	64
4.3.1.- Caracterización Hidrológica de las Cuencas y Subcuencas .....	66
4.3.2.- Tiempo de Concentración .....	69
4.4.    Simulación con el HEC-HMS.....	73
5.    Modelación Hidráulica de los cauces principales .....	83
5.1. <i>Descripción del modelo HEC- RAS</i> .....	84
5.2. <i>Introducción</i> .....	85
5.3. <i>Filosofía general del programa</i> .....	85
5.4. <i>Componentes de Análisis Hidráulico</i> .....	86
5.5. <i>Almacenamiento y Manejo de Datos</i> .....	88
5.6. <i>Gráficos e Informes</i> .....	88
5.7. <i>Generalidades</i> .....	88
5.8. <i>Descripción del Modelo</i> .....	89
5.9. <i>Datos básicos</i> .....	89
5.10. <i>Modelación Hidráulica de los cauces principales de la cuenca</i> .....	90
6.    Elaboración de Mapas de áreas anegadas .....	135

7.	Formulación de Planes de Acción.....	145
7.1.	Propuesta de Obras.....	145
7.2.	Cómputo y Presupuesto.....	151
7.3.	Plan de Manejo General de la Cuenca .....	155
7.3.1.	Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana.....	155
7.3.2.	Alturas Hidrométricas .....	155
7.3.3.	Aforos.....	156
7.3.4.	Ajuste de curvas H - Q.....	157
7.3.5.	Normas de aplicación .....	160
7.3.6.	Informe de Aforos.....	161
7.3.7.	Informe de Mantenimiento / Mediciones.....	161
7.3.8.	Plan de Contingencias.....	162
8.	Elaboración de un Sistema de Información Geográfica .....	164

## Índice de Figuras

Figura 1 - Localización de la zona del estudio.....	9
Figura 2 - Ubicación de la cuenca analizada.....	10
Figura 3 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo...33	
Figura 4 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo...36	
Figura 5. Esquema conceptual del modelo hidrológico HEC-HMS .....	61
Figura 6. Etapas de la modelación hidrológica con HEC-HMS .....	62
Figura 7. Esquema del Modelo Hidrológico.....	74
Figura 8 - Esquema General Cuenca - Modelo del HEC-RAS .....	91
Figura 9 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Zinny (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 6 A <sup>o</sup> Zinny).....	93
Figura 10 - Perfil Longitudinal A <sup>o</sup> Pinazo (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 5 A <sup>o</sup> Pinazo) .....	95
Figura 11 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> B1 (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 2 A <sup>o</sup> B1) .....	98
Figura 12 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Toro (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 3 A <sup>o</sup> Toro).....	100
Figura 13 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Burgueño (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 4 - A <sup>o</sup> Burgueño)...102	
Figura 14 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Escobar y Zanjón Villanueva (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 7 A <sup>o</sup> Escobar) .....	104
Figura 15 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Escobar y Zanjón Villanueva – Comparativo Escenarios R= 2 y 5 años .....	106
Figura 16 Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Escobar y Zanjón Villanueva – Comparativo Escenarios R= 5 y 10 años .....	107
Figura 17 - Perfil Longitudinal A <sup>a</sup> Escobar y Zanjón Villanueva – Comparativo Escenarios R= 50 y 100 años.....	108
Figura 18 - Perfil Longitudinal A <sup>o</sup> Toro Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría <b>Escobar PROCMA (puentes originales)</b> en el adjunto digital del modelo).....	112
Figura 19 - Perfil Longitudinal A <sup>o</sup> B1 Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS –	

Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes originales) en el adjunto digital del modelo). .....	113
Figura 20 - Perfil Longitudinal A° Burgueño Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes originales) en el adjunto digital del modelo). .....	114
Figura 21 - Perfil Longitudinal A° Pinazo Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes originales) en el adjunto digital del modelo). .....	115
Figura 22 - Perfil Longitudinal A° Escobar Zanjón Villanueva Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría <b>Escobar PROCMA (puentes originales)</b> en el adjunto digital del modelo). .....	116
Figura 23 - Perfil Longitudinal A° Toro - Eliminación Altos fondos + Ensanchamiento del cauce + Adecuación Alcantarillas (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo). .....	118
Figura 24 - Perfil Longitudinal A° B1 - Eliminación Altos fondos + Ensanchamiento del cauce + Adecuación Alcantarillas (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo). .....	119
Figura 25 - Perfil Longitudinal A° Zinny - Adecuación Alcantarillas (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo). .....	120
Figura 26 - Perfil Longitudinal A° Burgueño - Eliminación Altos fondos + Ensanchamiento del cauce + Adecuación Alcantarillas (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo). .....	121
Figura 27 - Perfil Longitudinal A° Pinazo - Eliminación Altos fondos + Ensanchamiento del cauce + Adecuación Alcantarillas (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo). .....	122
Figura 28 - Perfil Longitudinal A° Escobar y Zanjón Villanueva - Eliminación Altos fondos + Ensanchamiento del cauce + Adecuación Alcantarillas + Prolongación Terraplenes de protección de márgenes (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo). .....	123
Figura 29 - Perfil Longitudinal A° Toro – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 3 – A° Toro). .....	125
Figura 30 - Perfil Longitudinal A° B1 – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 2 – A° B1). .....	126
Figura 31 - Perfil Longitudinal A° Zinny – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 6 – A° Zinny). .....	127
Figura 32 - Perfil Longitudinal A° Burgueño A y B – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 4 – A° Burgueño). .....	128

Figura 33 - Perfil Longitudinal A° Burgueño C – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 4 – A° Burgueño).....	129
Figura 34 - Perfil Longitudinal A° Pinazo A – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 5 – A° Pinazo).....	130
Figura 35 - Perfil Longitudinal A° Pinazo D – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 5 – A° Pinazo).....	131
Figura 36 - Perfil Longitudinal A° Escobar y Zanjón Villanueva – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 7 – A° Escobar).....	132
Figura 37 - Manchas de Inundación. Ejemplo: Situación Actual y Situación Con Proyecto, para Recurrencia = 10 años. ....	143
Figura 38 - planimetría general de los partidos de la cuenca, homogeneizados en un único sistema de referencia pero provenientes de diversas fuentes .....	166
Figura 39 - compatibilización de curvas de nivel e hidrografía superficial para definición de límites de cuenca y subcuencas preliminar .....	167
Figura 40 - Compatibilización de planimetría del partido de escobar e identificación de barrios cerrados .....	168
Figura 41 – Capas: Límite de Cuenca y Sub-cuencas .....	170
Figura 42 – Capas: Curvas de Nivel.....	171
Figura 43 – Capas: Obras de Arte A Conservar y Modificar / Límites de Partidos .	172
Figura 44 – Capas: Tipología de Obras Propuestas .....	173
Figura 45 – Capas: Manchas de Inundación Recurrencias 10, 20, 50 y 100 años - Situación Actual.....	174
Figura 46 - Capas: Manchas de Inundación Recurrencias 10, 20, 50 y 100 años - Situación Actual + Proyecto Canal DIPSOH .....	175
Figura 47 - Capas: Manchas de Inundación Recurrencias 10, 20, 50 y 100 años - Situación con Proyecto Propuesto .....	176
Figura 48 – Capas: Puntos acotados del relevamiento topográfico .....	177
Figura 49 - Perfiles transversales del relevamiento.....	178

## Índice de Tablas

Tabla 1- Reuniones con funcionarios municipales .....	18
Tabla 2. Instituciones e información solicitada .....	22
Tabla 3 - Relevamiento Topográfico Cuenca A° Escobar – TOMO II Anexo Planos.	28
Tabla 4. Subcuencas.....	65
Tabla 5. Ramales .....	65
Tabla 6. Tiempo de concentración .....	71
Tabla 7 - Precipitaciones en mm para recurrencias de 2 a 100 años.....	72
Tabla 8 - Coeficientes para la ecuación de lluvias .....	73
Tabla 9. Caudales resultantes - Recurrencia 2años.....	76
Tabla 10. Caudales resultantes - Recurrencia 5años.....	77
Tabla 11. Caudales resultantes - Recurrencia 10años.....	78
Tabla 12. Caudales resultantes - Recurrencia 20años.....	79
Tabla 13. Caudales resultantes - Recurrencia 50años.....	80
Tabla 14. Caudales resultantes - Recurrencia 100 años.....	81

Tabla 15 - Superficies Áreas Anegadas - Situación Actual .....	136
Tabla 16 - Diferencias entre manchas de inundación. Escenario Actual.....	137
Tabla 17 - Superficies Áreas Anegadas - Situación Actual + Canal DIPSOH .....	137
Tabla 18 - Diferencias entre manchas de inundación. Escenario Actual + Canal DIPSOH.....	138
Tabla 19 - Diferencia de Superficies - Situación Actual Vs Situación Actual + Canal DIPSOH.....	139
Tabla 20 - Superficies Áreas Anegadas - Situación con Proyecto Propuesto .....	139
Tabla 21 - Diferencias entre manchas de inundación. Escenario de Proyecto Propuesto.....	140
Tabla 22 - Diferencia de Superficies - Situación Actual Vs Situación Con Proyecto Propuesto.....	141
Tabla 23 - Diferencia de Superficies - Situación Actual + Canal DIPSOH Vs Situación Con Proyecto Propuesto .....	141
Tabla 24 .....	149
Tabla 25 .....	150
Tabla 26 - Computo y monto de Obras sin honorarios .....	151
Tabla 26 - Cómputo de movimiento de suelos (excavación, terraplenado y transporte de excedente).....	152
Tabla 28 – Monto de ítem Movimiento de Suelos (Excavación, Terraplenado y Transporte).....	152
Tabla 29 – Monto de H° y A° para Obras de Arte.....	153
Tabla 30 – Monto de H° y A° para revestimiento de canales .....	154

### **Índice de Ilustraciones**

Ilustración 1 - Limite de cuenca sobre imagen satelital. ....	12
Ilustración 2 - Ubicación Puntos Fijos Red geoBA .....	31
Ilustración 3 – Imagen satelital. Preparación.....	49
Ilustración 4 - Definición del curso sobre imagen satelital .....	50
Ilustración 5 - Definición del curso sobre imagen satelital .....	50
Ilustración 6 - Procesamiento para definición del curso .....	51
Ilustración 7 - Procesamiento para definición del curso sobre imagen satelital.....	52
Ilustración 8 - Identificación de categorías de cursos .....	53
Ilustración 9 - Identificación de categorías de cursos.....	54
Ilustración 10 - Segmentación de red de corriente .....	55
Ilustración 11 - Conformación de malla de la red de corriente .....	56
Ilustración 12 - Relacionamiento de mallas con tramos origen .....	57
Ilustración 13 - Obtención de cuencas y subcuencas del Modelo digital del terreno.	58
Ilustración 14 - Cuenca y subcuencas definitivas.....	59

### **Índice de Fotos**

Foto 1 - Aspecto Punto Fijo de Proyecto.....	30
Foto 2 - Tareas de relevamiento topográfico.....	38
Foto 3 - Tareas de relevamiento topográfico.....	38
Foto 4 - Tareas de relevamiento topográfico.....	39
Foto 5 - Tareas de relevamiento topográfico.....	39
Foto 6 - Tareas de relevamiento topográfico.....	40
Foto 7 - Tareas de relevamiento topográfico.....	40

## **TOMO II – Anexo Planos**

Plano 1 – Plano de Ubicación General.

Plano 2 – Plano de Ubicación General sobre Cartas Topográficas IGM.

Plano 3 – Plano de Ubicación General sobre Mozaico Google Earth™

Plano 4 – Plano de Curvas de Nivel sobre Mozaico Google Earth™

Plano 5 – Plano de Reconocimiento General.

Plano 5a – Plano de Reconocimiento General. Identificación de obras de arte.

Plano 5a1 – 5a7 - Plano de Detalle de las Obras de Arte de Arroyos Burgueño, Escobar, Zanjón Villanueva, B1 y Toro.

Plano 5b – Plano de Reconocimiento General. Identificación de obras de arte.

Plano 5b1 – 5b4 - Plano de Detalle de las Obras de Arte de Arroyos Zinny y Pinazo.

Plano 6 – Plano de Cuencas y Ramales.

Plano 6a – Plano de Subcuencas - Asignación de Curvas CN.

Plano 6b – Plano de Subcuencas y Zonificación.

Plano 7 – Plano de Red de Mojones Fijos.

Plano 8 – 8a a 8m - Planimetría de Relevamiento y Perfiles Longitudinales.

## **TOMO III – Anexo Planos**

Plano 9 – 9a a 9x - Perfiles Transversales Situación Actual

## **TOMO IV – Anexo Planos**

Plano 10a a 10f – Mapas de Áreas Anegadas

Plano 11a a 11aj – Planos de Perfiles Transversales de Proyecto

## **TOMO V – Anexo Planos**

Plano 12a – 12y – Planos de Perfil Longitudinal y Planimetría de Proyecto

Plano 13a – 13c – Plano de Alcantarilla Tipo Propuesta

Plano 14a – 14b – Plano de Puente Viga Tipo Propuesto

Plano 15a – Plano de Sección Tipo Propuesta para Canal Zinny

Plano 15b – Plano de Sección Tipo Rectangular Propuesta para Canal Burgueño y Pinazo

## **TOMO VI – Anexos Generales**

Anexo 1a - Expediente Solicitud Información Escobar 150847

Anexo 1b - Expediente Solicitud Información JCPaz 145037

Anexo 1c - Expediente Solicitud Información M Argentinas Nota N° 356

Anexo 1d - Expediente Solicitud Información Pilar 8409

Anexo 2a - Nota Ing. Di Domenico por Lluvias de diseño

Anexo 2b - Nota Respuesta Di Domenico por Lluvia de diseño

Anexo 3a - Zonificación Ordenanza 448/79 José C Paz

Anexo 3b - Barrios, Salud y Educación José C Paz

Anexo 3c - Usos Legales del Suelo José C Paz

Anexo 3d - Usos Reales del Suelo José C Paz

Anexo 4a - Anterior Zonificación Escobar según Ordenanza N° 4729/09

Anexo 4b - Nueva Zonificación Escobar según Ordenanza N° 4812/10 Plan  
Ordenamiento Territorial del Partido de Escobar

Anexo 4c - Decreto Provincial N° 2.741/10 de Promulgación Ordenanza 4812/10  
Escobar

Anexo 5a - Estación Meteorológica SMN San Miguel

Anexo 5b - Informe GEA Lluvias Agosto 2012

Anexo 5c - SMN – Estimaciones Lluvias Satélite Agosto

Anexo 5d - SMN – Estimaciones Lluvias Satélite Julio

Anexo 6 - Curvas Nivel sector de Cuenca Matanza Riachuelo - Acumar

Anexo 7a - Usos Legales del Suelo Malvinas Argentinas

Anexo 7b - Código Urbano de Malvinas Argentinas. Texto Ordenado de las  
Ordenanzas 767/04 y 854/05. Aprobado por Resolución IMDUVI 55/06

Anexo 7c - Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Malvinas Argentinas.  
Texto Ordenado de la Ordenanza 766/04. Aprobado por Resolución IMDUVI 55/06.

Anexo 8a - Código de Zonificación. Ordenanza N° 10/85. Decreto Promulgación N°  
350/85. Municipalidad del Pilar. Dec Provincial Convalidación N° 8763/86.

Anexo 8b - Listado de barrios cerrados, clubes de campo, countries y urbanizaciones  
especiales de Municipalidad del Pilar.

Anexo 8c - Plano de la Cuenca del Río Luján. Municipalidad del Pilar.

Anexo 8d - Pilar en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA). Municipalidad del Pilar.

Anexo 8e - Plano del partido del Pilar. Límites, Localidades y Vías de Comunicación. Municipalidad del Pilar.

Anexo 8f - Plano de delimitación de barrios abiertos y urbanizaciones cerradas. Municipalidad del Pilar.

Anexo 8g - Código de Zonificación del partido. Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad del Pilar.

Anexo 8h - Plano de la red vial del partido. Municipalidad del Pilar.

Anexo 9a - Notas de pedido de autorización de acceso a barrios y urbanizaciones cerradas.

Anexo 10-Monografías Puntos Fijos

Anexo 11a-Red geoBA Dirección de Geodesia Pcia Buenos Aires

Anexo 11b-Transformación de Alturas TDAGeoBA SMAT y PO52

Anexo 12a- Imagen GDEM

Anexo 12b- Imagen Curvas ASTER

Anexo 12c- Imagen Curvas SRTM

Anexo 12d- Imagen SRTM

Anexo 13 - Tc y Curva CN Metodología TR 55 84-109-1-SM

Anexo 14 - Histogramas de Diseño e Hidrogramas de salida de modelación HEC HMS

Anexo 15 – Estimación del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

## **TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS**

### *Situación Actual - Sin Proyecto*

Anexo 1 – Geometría

Anexo 2 – Brazo B1

Anexo 3 – A° Toro

Anexo 4 – A° Burgueño

Anexo 5 – A° Pinazo

Anexo 6 – A° Zinny

Anexo 7 – A° Escobar

*Situación Actual con Proyecto de Canal en Zanjón Villanueva (Proyecto DIPSOH)*

Anexo 8 – A° Escobar – Proyecto de Canal Zanjón Villanueva (Saneamiento Hidráulico del A° Escobar – Tramo: Ruta Panamericana – Río Lujan)

## **TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS**

*Situación con Proyecto (Propuesta de Plan de Acción)*

Anexo 1 – Geometría

Anexo 2 – Brazo B1

Anexo 3 – A° Toro

Anexo 4 – A° Burgueño

Anexo 5 – A° Pinazo

Anexo 6 – A° Zinny

Anexo 7 – A° Escobar

Anexo 8 – Anexo – Sistema de Información Geográfica del Proyecto (SIG)

## RESUMEN EJECUTIVO

El “Estudio Integral de la Cuenca del A<sup>o</sup> Escobar. Partidos de Pilar, Escobar, Malvinas Argentinas y José C. Paz”, solicitado por el Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires a través de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (DiPSOH), desarrollado por la consultora PROCMA SRL y financiado por el Consejo Federal de Inversiones (CFI), queda conformado por una serie de obras destinadas a garantizar que no se produzcan desbordes del cauce del para eventos de lluvias asociados a los 10 años de recurrencia.

Para la elaboración del Plan de Obras, se realizaron reconocimientos de campo que incluyeron relevamientos topográficos de los cauces y obras de arte existentes, reuniones con funcionarios municipales y provinciales para recopilar estudios de antecedentes y datos de obras existentes, análisis de la zonificación, planeamiento y desarrollo de los partidos involucrados en la cuenca, lo que permitió, sumado a la implementación de modelos matemáticos de simulación hidrológica e hidráulica, desarrollar un diagnóstico del estado de situación actual de la cuenca desde el punto de vista de su funcionamiento hidráulico.

De esta manera, se determinaron los caudales y niveles de anegamientos sobre las márgenes de los cauces, asociados a las recurrencias de los eventos de precipitación analizados (2, 5, 10, 20, 50 y 100 años), que dieron forma a los distintos mapas de inundación para identificar aquellas áreas o sectores de mayor riesgo de anegamiento.

De la situación actual, se pudo apreciar que en la mayor parte de la cuenca (sobretudo sectores de cuenca media y baja), se presentan problemas de desbordes de consideración desde recurrencias bajas y medias (2, 5 y 10 años), principalmente por la escasa sección del cauce, pendientes variables y presencia de obras de arte de insuficiente capacidad de evacuación. A esto deben asociarse causas locales, como obstrucciones producto de enrejados, restos de residuos y poda sin control, y proliferación de altos fondos.

Sobre este escenario, y a efectos de cumplimentar los objetivos propuestos, se evaluaron distintos tipos de intervenciones modelando su funcionamiento con el modelo hidráulico, resultando del análisis una serie de obras a desarrollar, principalmente profundización y ensanche del cauce, modificación de secciones de obras de arte, terraplenado de márgenes, canalización rectangular y revestimiento de hormigón armado en tramos particulares, a efectos de lograr la meta requerida en el contrato.

El Plan incluye además la propuesta de desarrollo de una serie de medidas de tipo no estructural (plan de manejo de la cuenca que incluye implementación del sistema de monitoreo y alerta temprana, medición de alturas hidrométricas y aforo y, plan de contingencias).

Se incluyen en la propuesta, los planos de secciones transversales según proyecto, perfiles longitudinales y planimetría general de las obras, planos de alcantarillas y puentes viga tipo propuestos, planillas del cómputo  $H^0$  y  $A^0$ , de excavación, relleno para terraplenes y transporte sobrante, como así también el presupuesto general.

Las principales características del reconocimiento de la cuenca y del proyecto, se han consolidado en un Sistema de Información Geográfica bajo el sistema de referencia POSGAR 2007.

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCION

Tal lo expresado en los términos del contrato con el CFI, el alcance general del estudio consiste en poder desarrollar un diagnóstico de la situación actual de la cuenca del Arroyo Escobar, identificando para ello aquellos sectores de la misma que presentan problemáticas o complejas condiciones hidráulicas y, proponiendo aquel plan de acción considerado como el más adecuado, aguas arriba de la Ruta Nacional N° 9 (Panamericana), asociado a los resultados del análisis hidráulico desarrollado en el estudio. Asimismo, este alcance comprende la verificación del funcionamiento de las obras proyectadas por la DIPSOH en el estudio denominado “Saneamiento Hidráulico del Arroyo Escobar Tramo: Ruta Panamericana – Río Luján”.

Dentro de los objetivos del mismo pueden destacarse:

- Análisis y determinación del funcionamiento hidrológico e hidráulico de la cuenca del Arroyo Escobar, siendo la sección de cierre considerada para la misma, el cruce con el puente de la Ruta Nacional N° 9.
- Verificación del funcionamiento del arroyo y del Zanjón Villanueva, desde la Ruta Nacional N° 9 hasta la desembocadura en el Río Luján.
- Elaboración del mapa de las zonas con riesgo de inundaciones por desbordes del arroyo en el tramo estudiado, para las recurrencias en estudio.
- Elaboración del Plan de Acción con medidas estructurales y no estructurales para el mejoramiento del funcionamiento hidráulico de la cuenca, aguas arriba de la Ruta Nacional N° 9.
- Verificación de las obras proyectadas por la DIPSOH en el Zanjón Villanueva entre la Ruta Nacional N° 9 y el Río Luján.
- Configuración de un Sistema de Información Geográfica de la cuenca del Arroyo Escobar.

El presente informe corresponde a la etapa o Informe Final del estudio por lo que, los objetivos centrales son los planteados en los párrafos precedentes.

- En el presente estudio se ha realizado una recopilación de estudios antecedentes como de información referida a zonificación y usos del suelo de cada uno de los partidos que integran la cuenca del Arroyo Escobar.
- Por otra parte se ha efectuado el reconocimiento general de la cuenca, identificando aquellos sectores o tramos distintivos por sus características particulares, a través del relevamiento topográfico sobre el curso principal del Arroyo Escobar y sus principales afluentes (Arroyos Pinazo, Burgueño, B1, Toro y Zinny).
- A partir de la información antecedente, se procedió a efectuar la adecuación final de los límites de cuenca y sub-cuencas que se a su vez se utilizó como base para la modelación hidrológica general, cuyo resultado final fue la obtención de caudales de diseño para las recurrencias requeridas.
- De los caudales resultantes de la modelación hidrológica, se pasó a la modelación hidráulica de la cuenca para las distintas recurrencias requeridas, definiéndose los escenarios de funcionamiento actual y de verificación de la condición de funcionamiento del proyecto el canal en Zanjón Villanueva, diseñado por la DIPSOH.
- Del análisis de información resultante de los modelos se desarrollaron las manchas de inundación correspondientes a recurrencias más altas (10, 20, 50 y 100 años) para el estado actual de la cuenca (es decir sin proyecto); adicionalmente se analizó y obtuvo la mancha de inundación correspondiente a considerar el canal de descarga proyectado por la DIPSOH en el Zanjón Villanueva.
- Como consecuencia del análisis de la situación actual, y a los efectos de mitigar el alcance de las manchas de inundación resultantes o representativas de la situación actual (y sus consecuencias) se propusieron diversas acciones a lo largo de la cuenca, compuestas por obras limpieza y profundización del cauce, ensanchamiento del mismo, eliminación y/o modificación de obras de arte existentes, modificación de la sección transversal y revestimiento del cauce en tramos específicos.
- El plan de acción propuesto se modeló hidráulicamente y de ello se obtuvieron los nuevos mapas de áreas anegadas para la situación con proyecto y para las recurrencias citadas.

- Finalmente, se ha desarrollado la compatibilización del conjunto de información recopilada de diversas fuentes (y de la producida en el presente estudio), y se desarrolló completamente el Sistema de Información Geográfica de la Cuenca del Arroyo Escobar, con la incorporación de los resultados del presente estudio.

## **Localización y caracterización general de la cuenca en estudio**

La cuenca del Arroyo Escobar tiene una superficie aproximada de 296 Km<sup>2</sup> e involucra en toda su extensión, parte de los territorios de los partidos de Escobar, Malvinas Argentinas, Pilar, José C. Paz, General Rodríguez y Moreno.

Tanto el área como la forma de la cuenca ha sufrido, como consecuencia de la actividad antrópica, importantes modificaciones debido a los cambios de uso de suelo, la ejecución de vías de comunicación de importancia, la impermeabilización del suelo por el crecimiento de la urbanización, todas ellas con una consecuente modificación en el comportamiento hidrológico e hidráulico del sistema.

La intervención más significativa en los últimos años la ha constituido el desarrollo y expansión urbana, ya sea a través de aumento o densificación de viviendas, planes de viviendas del estado, urbanizaciones cerradas de distinto tipo y estilo (clubes de campo, countries, barrios privados, clubes de golf, etc.). Esta expansión ha llegado a ocupar la mayor parte de las tierras adyacentes a los cursos de aguas superficiales e incluso en los límites de la cuenca.

Como consecuencia de esta situación, se producen dos efectos ineludibles: por un lado el significativo incremento de la vulnerabilidad de esas nuevas urbanizaciones por su cercanía inmediata a los cursos de agua o a sus planicies de inundación con lo cual las situaciones de desborde de los cauces tienen consecuencias inmediatas y aún más graves relacionadas con la seguridad de las personas y sus viviendas; por otra parte este incremento de urbanizaciones, induce una modificación creciente en la relación lluvia-escorrentía, que complejiza el problema de las inundaciones.

Existen estudios desarrollados por la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas de la Provincia de Buenos Aires que fueron orientados a la definición de las obras de mejoramiento de la capacidad de conducción del tramo del Arroyo Escobar aguas abajo de la R.N.Nº 9 y que indican que las secciones actuales de los cauces presentan serios inconvenientes para conducir caudales asociados a eventos extraordinarios.

Estos estudios constituyen el antecedente más importante a utilizar en la elaboración del informe del Estudio Integral de la Cuenca.

El área de aporte hídrico general de la cuenca (295,75 km<sup>2</sup>), se divide en dos subcuencas subsidiarias de importancia: la subcuenca de los Arroyos Burgueño - Toro, con una superficie de 121,41 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce principal del orden de 21 km., y la subcuenca del Arroyo Pinazo, con una superficie de 125.56 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce principal de 24 km. En tanto la cuenca del Arroyo Escobar propiamente dicho alcanza los 48,78 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce principal del 13 km., hasta la desembocadura en el canal del Río Luján a través del zanjón Villanueva.

El inicio de los escurrimientos concentrados de la cuenca (cuenca alta) se ubica en los partidos de Moreno, Pilar y General Rodríguez, los cauces se orientan en dirección NNE pasando por José C. Paz, Pilar, Escobar y Malvinas Argentinas, para desembocar finalmente en el río Luján a través del Zanjón Villanueva, en la sección del Delta Bonaerense. La particularidad es que por la conformación geomorfológica, el sector de cuenca alta genera aportes hídricos desde el partido de Pilar, produciéndose sobre General Rodríguez y Moreno, descarga hacia la cuenca del Reconquista.

En las Figuras 1 y 2 siguientes, se presenta esquematizada la ubicación general de la cuenca y el detalle de la zona de estudio.

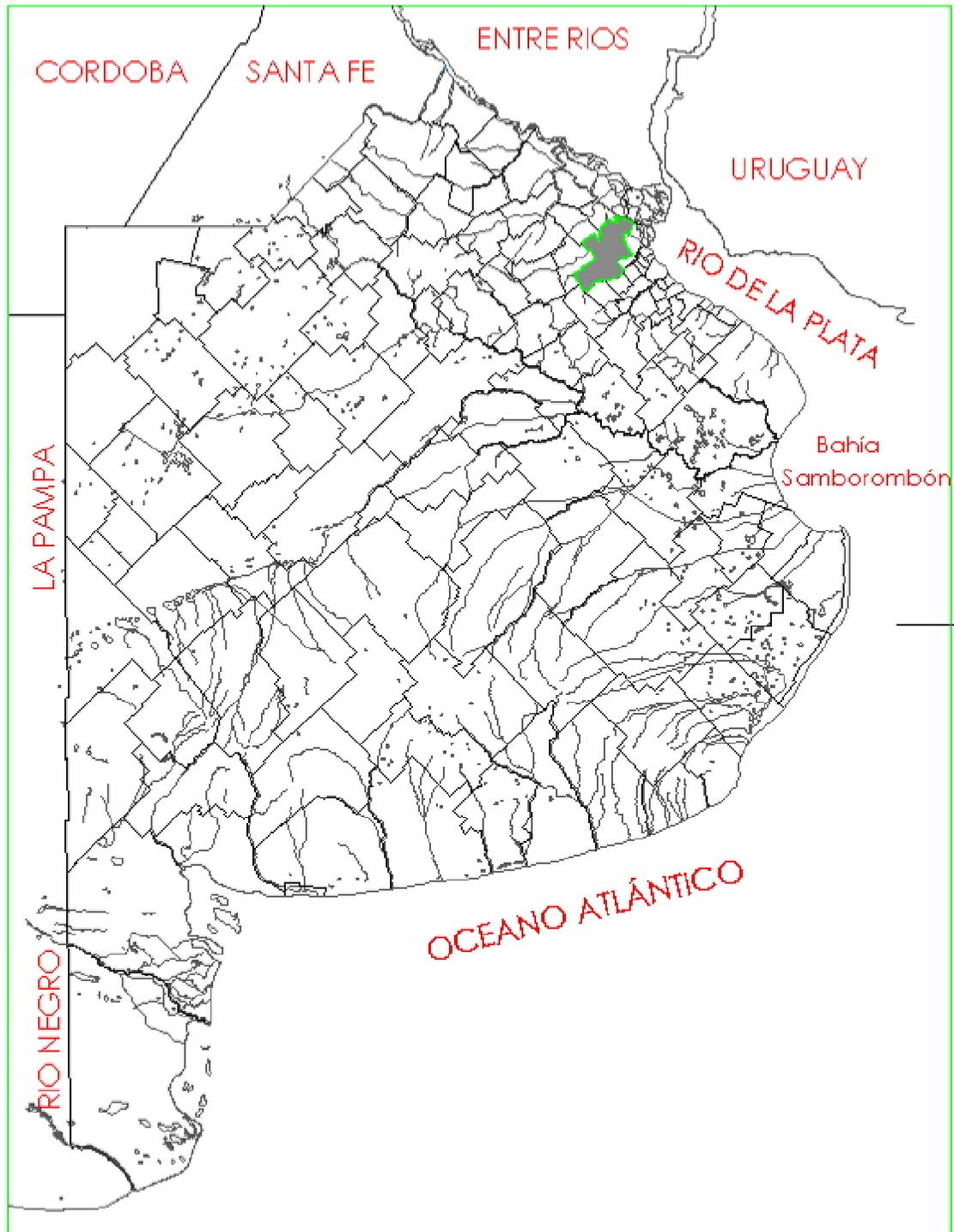


Figura 1 - Localización de la zona del estudio

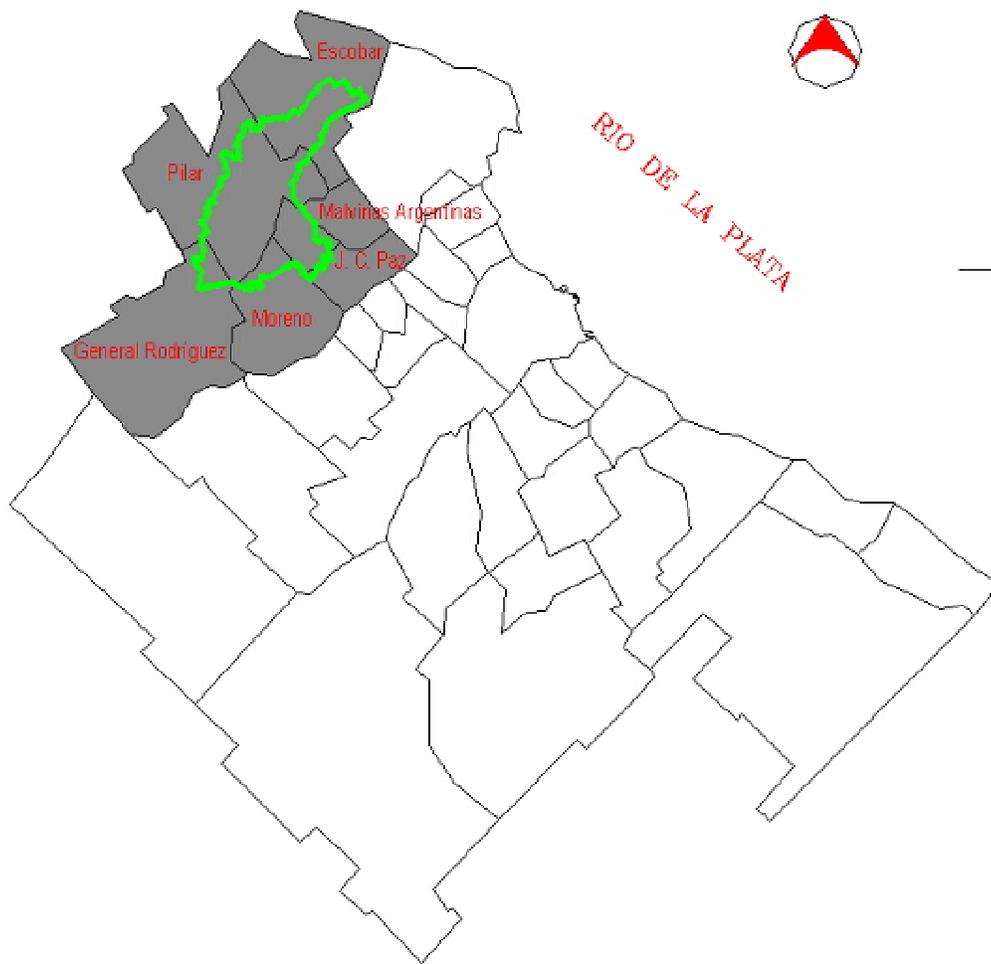


Figura 2 - Ubicación de la cuenca analizada

En el TOMO II - Anexo Planos, se adjuntan los Planos siguientes: **Plano 1 – Plano de Ubicación General**, en donde se muestra la ubicación general de la cuenca sobre planimetría de los partidos involucrados<sup>1</sup> en la cuenca con ubicación de los principales cursos superficiales y las principales vías de comunicación; **Plano 2 – Plano de Ubicación General sobre Cartas Topográficas IGM**, correspondientes a la región comprendida por ella y límites de partidos<sup>2</sup>; **Plano 3 – Plano de Ubicación General sobre Mosaico Google Earth<sup>TM3</sup>**, **Plano 4 – Plano de Curvas de Nivel sobre Mosaico Google Earth<sup>TM4</sup>**, con curvas de Nivel con límites de partidos, cursos superficiales y cuenca.

Como muestra del resultado final buscado para las escalas requeridas, se incluye a continuación una imagen satelital con los límites de la cuenca, y los principales cauces de los Arroyos Escobar, Pinazo, Zinny, Burgüño y Toro.

---

<sup>1</sup> Provista por las dependencias de los municipios consultados, las que se adjuntan en los anexos.

<sup>2</sup> Cartografía del IGN escala 1:50000 provista por la DIPSOH; cartografía escala 1:5000 y restituciones de la Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>3</sup> Elaboración propia PROCMA SRL para el presente estudio.

<sup>4</sup> Provisto por ACUMAR de su portal web.

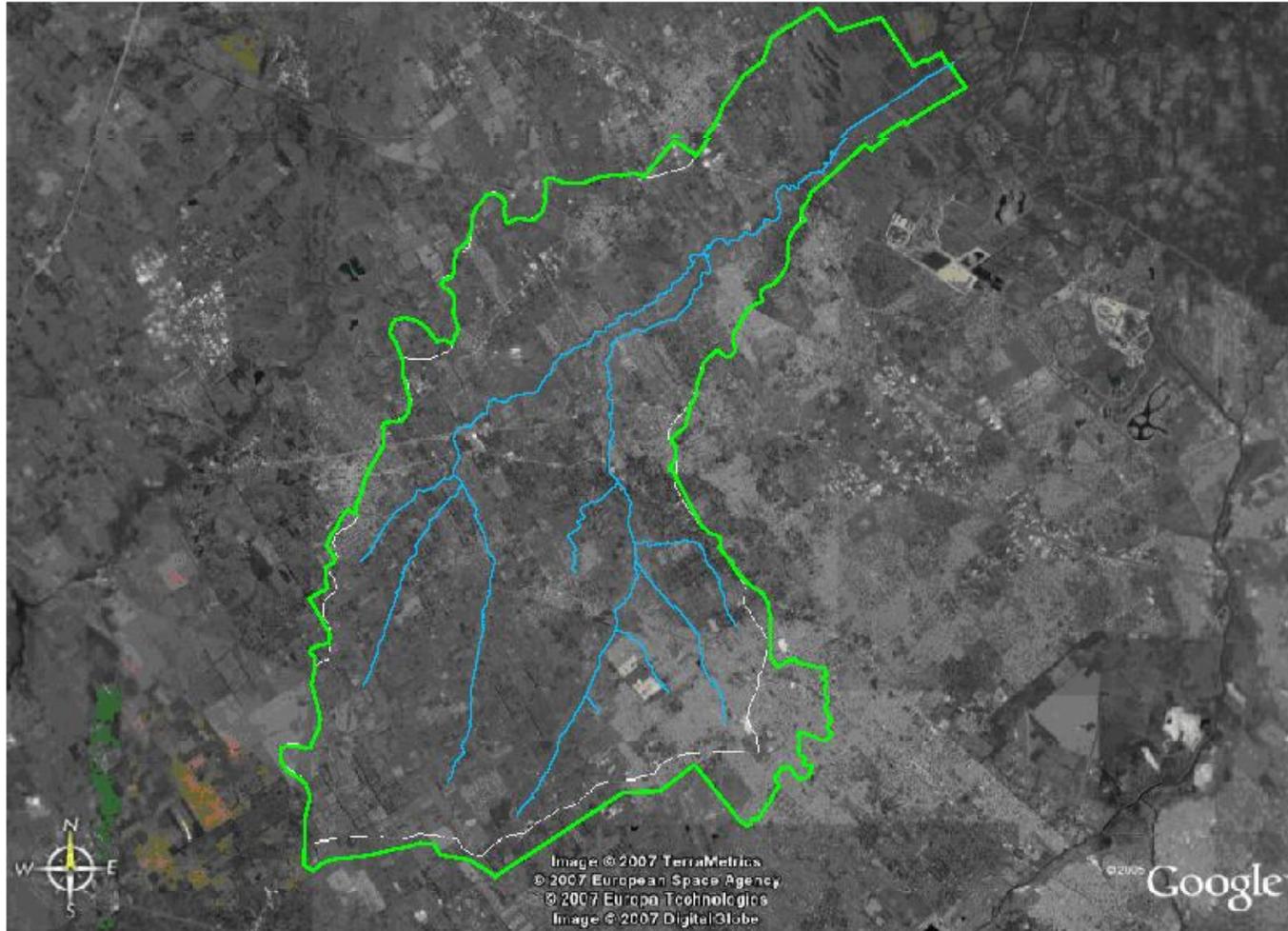


Ilustración 1 - Limite de cuenca sobre imagen satelital.

## **1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES**

## 1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

Como se entenderá este ítem persigue el múltiple objetivo de reconocer y caracterizar el área en estudio, de generar la información de base que permitirá componer el punto de partida junto con los estudios antecedentes recopilados, conformando el estado hidrológico e hidráulico de la zona.

La recopilación de antecedentes consistió en el relevamiento de la información disponible tanto en la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (DIPSOH) del Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires y en sus dependencias, como así también en los diferentes Municipios y delegaciones afectadas por la Cuenca del Arroyo Escobar y sus afluentes (Municipalidades de Escobar, Pilar, Moreno, José C. Paz y Malvinas Argentinas), referida a datos de las obras existentes construidas y su comportamiento, a eventos registrados de lluvias y caudales de los distintos arroyos (aforos, lecturas de escalas, fotografías, etc.) y de toda otra información o referencia aplicable a los objetivos del trabajo propuesto.

La información técnica conseguida e identificada ha servido de sustento y soporte tanto para la comprensión y diagnóstico de la situación actual de la cuenca, como para el desarrollo de todas las acciones posteriores previstas en el proyecto.

El resultado de esta etapa fue un ordenamiento y sistematización de los antecedentes, de las fuentes de información y de los datos objetivos que se dispusieron para describir el comportamiento hidrológico de la cuenca en eventos de distintas recurrencias que comprenden tanto a los de baja recurrencia como a los extraordinarios, tales los ocurridos en los últimos años. De esta manera se ha efectuado el cruce y verificación de información de diversas fuentes, para el desarrollo de cada uno de los ítems del plan de tareas.

En el caso particular de los principales cursos en estudio (Arroyo Escobar, Pinazo, Zinny, Burgueño, B1 y Toro), durante las primeras recorridas por la cuenca y visitas a Municipios, se ha procedido a corroborar “in situ” y mediante entrevistas con distintos funcionarios municipales de todos los partidos involucrados, algunos de los

datos recopilados (ubicación, zonificación y usos del suelo, catastro, ejecución de nuevas obras o culminación de las licitadas, estado de mantenimiento de alguna de las obras de arte existentes, estaciones de aforos, etc.).

Se destaca que la búsqueda/recopilación de información ha concluido a finales del mes de noviembre, ya que en función de los datos identificados, los municipios han demorado en disponer de ellos por cuestiones atinentes a los propios tiempos y procedimientos administrativos de los distintos municipios consultados.

### **1.1. Recopilación de información básica**

Para obtener toda aquella información y estudios antecedentes de relevancia se han desarrollado diversas acciones en paralelo, a saber:

- a) Solicitudes de información mediante notas dirigidas a los intendentes municipales;
- b) Solicitud de Información a la DIPSOH referidas a las lluvias de diseño a utilizar para la cuenca;
- c) Inicio de Expedientes en cada Municipio;
- d) Búsqueda de estudios antecedentes en la zona de influencia;
- e) Búsqueda de estudios similares realizados en otras regiones pero con características similares;
- f) Recopilación de planchetas del IGN, imágenes satelitales, datos de topografía radar y curvas de nivel de diversas fuentes;
- g) Visitas a funcionarios de los partidos que integran la cuenca.
- h) Búsqueda en páginas web de información referida a la cuenca.

Las campañas de recolección de datos comenzaron del 17 al 20 de julio con la visita inicial a cada uno de los municipios integrantes de la cuenca. En estas, se iniciaron los respectivos expedientes de solicitud de información general (incorporados en el Tomo II de los Anexos) y se puso en conocimiento de los distintos funcionarios a los que se tuvo llegada, acerca de las características del estudio iniciado por PROCMA SRL, a través del financiamiento del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y el apoyo del beneficiario (Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires a través de la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas (DIPSOH)). Básicamente la información solicitada estaba referida a datos y planos catastrales, zonificación, planeamiento y desarrollo urbano, obras ejecutadas/en ejecución relacionadas directamente con el curso del Arroyo Escobar o sus afluentes.

Para profundizar el vínculo con los municipios y recabar parte de la información solicitada en la primera campaña, se efectuó una segunda campaña entre los días 14 y 17 de agosto del año 2012. En dicha oportunidad se desarrollaron entrevistas con otros funcionarios de reparticiones afines al proyecto y en algunos casos se reiteraron reuniones con funcionarios que atendieron al equipo de trabajo en la primera oportunidad.

Las campañas de visitas a las dependencias municipales prosiguieron entre los días 11 a 14 y del 18 al 21 de septiembre de 2012. En esas oportunidades se realizaron entrevistas con otros funcionarios de reparticiones afines al proyecto con información más detallada o precisa y en algunos casos se reiteraron reuniones con funcionarios que atendieron al equipo de trabajo en la primera oportunidad.

Luego de estos contactos directos se continuó con un vínculo telefónico y a través de correos electrónicos para el intercambio directo de información.

A continuación se enuncian los funcionarios y agentes municipales con los cuales se han mantenido las reuniones (en ambas campañas) y luego comunicaciones telefónicas e intercambio por correo electrónico con relación a los pedidos de información para el estudio:

<b>Municipio</b>	<b>Funcionario / Agente</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dependencia</b>
Escobar	M.M.O. Héctor Fabián Bustos	Secretario	Secretaria de Obras y Servicios Públicos
	Sr. Marcos Mazzucco	Subsecretario de Infraestructura y Servicios Públicos	Secretaria de Obras y Servicios Públicos
	Ing. Florencia Lalli	Directora General	Dirección General de Obras Particulares y Planeamiento
Pilar	Arq. Vicente Basile	Director	Dirección de Planeamiento Catastro Gestión y Desarrollo Urbano
	Arq. Natalia Vitale	Asistente	Dirección de Planeamiento
	Ignacio Rodríguez Aranzasti	Director	Dirección de Informática y Comunicaciones
	David Otero	Asistente	Dirección de Informática y Comunicaciones
	Daniel Álvarez	Director	Secretaria de Obras y Servicios Públicos
	Gabriel	Asistente	Secretaria de Obras y Servicios Públicos
José C. Paz	Dante Primiterra	Secretario	Secretaria de Obras y Servicios Públicos
	Patricia	Asistente	Secretaria de Gobierno
	Hugo Gilio	Secretario	Secretaria de Proyectos Especiales
	Arq. Guillermo Mirada	Subsecretario	Secretaria de Proyectos Especiales
	Ing. Juan Carlos Fitte	Responsable de Obras	Secretaria de Proyectos Especiales

	Arq. Fenoy	Dirección de Obras Particulares	Secretaria de Obras y Servicios Públicos
Malvinas Argentinas	Sr. Roberto Lucero	Director General de Obras Públicas	Ofrecen información de proyectos hidráulicos en el partido
	Ing. Romero	Director de Obras Públicas	

Tabla 1- Reuniones con funcionarios municipales

Por otra parte los números de expediente iniciados en cada municipio son los siguientes:

- 1) Municipio de Pilar: Expediente N° 8409/2012.
- 2) Municipio de Escobar: Expediente N° 150847.
- 3) Municipio de Malvinas Argentinas: Nota N° 356 del 19 de julio.
- 4) Municipio de José C. Paz: Expediente N° 145037.

Como resultado de estos métodos de búsqueda de información y de los relevamientos realizados en las localidades que comprenden el área de influencia del proyecto (cuenca hídrica) siguiendo los objetivos del estudio, se enumeran en el Tabla 2 siguiente, los distintos datos obtenidos indicándose los organismos y tipo de información en cada caso.

Organismo	Información Solicitada
DIPSOH Dirección de Saneamiento y Obras Hidráulicas-La Plata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios antecedentes sobre la cuenca: Saneamiento Hidráulico del Arroyo Escobar - Tramo: Ruta Panamericana - Río Luján - Año 2007.</li> <li>• Datos topográficos de nivelaciones de estudios antecedentes</li> <li>• Información sobre precipitaciones de diseño para la zona</li> <li>• Datos ambientales, climatológicos y geomorfológicos</li> </ul>
Director Técnico de la Dirección de Saneamiento y Obras Hidráulicas-La Plata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de ecuación de lluvias/ precipitaciones a aplicar en el área de proyecto (cuenca hídrica del Arroyo Escobar), ante discrepancia de estudios antecedentes en tal sentido.</li> </ul>

<p>Municipalidad de Belén de Escobar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planimetría general del partido de Escobar.</li> <li>• Catastro del partido con límite de partido, localidades, delegaciones municipales, barrios, circunscripción, sección, parcelas, nomenclaturas.</li> <li>• Anterior Zonificación Escobar según Ordenanza N° 4729/09</li> <li>• Nueva Zonificación Escobar según Ordenanza N° 4812/10 Plan Ordenamiento Territorial del Partido de Escobar</li> <li>• Decreto Provincial N° 2.741/10 de Promulgación Ordenanza 4812/10 Escobar</li> <li>• Información sobre infraestructura disponible por zonas (servicios de redes de aguas, cloacas, gas, electricidad, pavimentos, caminos).</li> <li>• Barrios cerrados en funcionamiento (habilitados).</li> <li>• Barrios cerrados en trámite de habilitación.</li> <li>• Mapa escolar del partido (EGB, Medias, jardines, privados).</li> <li>• Mapa de salud del partido.</li> <li>• Mapa de radios censales del partido.</li> <li>• Mapa de puntos fijos en el partido (de la red geodésica provincial).</li> <li>• Mapa de plazas, espacios verdes y áreas de reserva ambiental en el partido.</li> <li>• Mapa de red hidrográfica del partido.</li> </ul>
<p>Municipalidad de Pilar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de Zonificación del Partido - Ordenanza 10/85.</li> <li>• Decreto Promulgación N° 350/85. Municipalidad del Pilar. Dec Provincial Convalidación N° 8763/86.</li> <li>• Listado de Urbanizaciones y Barrios Cerrados con Nomenclatura catastral.</li> <li>• Listado de barrios cerrados, clubes de campo, countries y urbanizaciones especiales de Municipalidad del Pilar.</li> <li>• Plano de la Cuenca del Río Luján. Municipalidad del Pilar.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilar en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA). Municipalidad del Pilar.</li> <li>• Plano del partido del Pilar. Límites, Localidades y Vías de Comunicación. Municipalidad del Pilar.</li> <li>• Plano de delimitación de barrios abiertos y urbanizaciones cerradas. Municipalidad del Pilar.</li> <li>• Código de Zonificación del partido. Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad del Pilar.</li> <li>• Plano de la red vial del partido. Municipalidad del Pilar.</li> </ul>
Municipalidad de José C. Paz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planimetría general del partido con nombres de calles.</li> <li>• Plano de zonificación del partido, con límites de circunscripciones, secciones y partido. Ord. 488-79</li> <li>• Plano del partido, con localidades y barrios.</li> <li>• Plano del partido con establecimientos educativos y de salud.</li> <li>• Proyecto de Limpieza del Arroyo Pinazo Tramo RN N°8 –Avenida Saavedra Lamas. Julio 2008. Secretaria Ejecutora de Proyectos Nacionales y Provinciales, Dirección de Ingeniería. Municipalidad de José C. Paz</li> <li>• Plano de Usos Legales del Suelo</li> <li>• Plano de Usos Reales del Suelo</li> </ul>
Municipalidad de Malvinas Argentinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras hidráulicas sobre cursos superficiales del partido.</li> <li>• Ley 8912 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo Provincial.</li> <li>• Código Urbano de Malvinas Argentinas (CUMA). Texto Ordenado de Ordenanzas 767/04 y 854/05. Resolución IMDUVI 55/06.</li> <li>• Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Malvinas Argentinas 2005-2015. Texto Ordenado Ord N° 766/04. Aprobado por Resolución IMDUVI 55/06.</li> <li>• Plan Particularizado Nueva Ciudad Malvinas Argentinas. Texto Ordenado Decreto Municipal 576/08.</li> <li>• Sistema de Información Geográfica (SIG) en la web.</li> </ul>

<p>Servicio Meteorológico Nacional (SMN)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estación Meteorológica San Miguel Datos diarios pluviométricos de la Estación Meteorológica Julio-Agosto 2012.</li> <li>• Estimaciones de precipitaciones diarias Julio-Agosto de 2012.</li> </ul>
<p>DIPSOH Dirección de Saneamiento y Obras Hidráulicas-Ministerio de Infraestructura -La Plata</p>	<p>Para el desarrollo del presente estudio se tuvieron en cuenta antecedentes y estudios efectuados en base a cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1: 50.000 que a continuación se pasan a enumerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3560-06-3 Campana Sur</li> <li>▪ 3560-06-4 Gobernador Arias</li> <li>▪ 3560-12-1 Pilar</li> <li>▪ 3560-12-2 San Fernando</li> <li>▪ 3560-12-3 Moreno</li> <li>▪ 3560-12-4 Campo de Mayo</li> </ul> <p>Además se contó con el apoyo de cartografía a escala 1:5.000 perteneciente a la Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires que se enuncian a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3560-12-1-III-A Belén de Escobar</li> <li>▪ 3560-12-1-III-B Belén de Escobar Este</li> <li>▪ 3560-12-1-III-C Matheu</li> <li>▪ 3560-12-1-III-D Parque Los Nogales</li> <li>▪ 3560-12-1-IV-B Parada Maquinista Francisco Savio</li> </ul> <p>Se recopilaron también las restituciones de la Dirección de Geodesia de la Provincia de Bs.As., en escala 1:5000 identificadas como: José C. Paz, Pilar, Moreno.</p>
<p>ACUMAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curvas de nivel, web de la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo.</li> </ul>
<p>Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía Radar a través del Modelo Digital de Elevación Global Obtenido por el Sensor Aster de Japón. Denominación oficial: ASTER Global Digital Elevation Model V001 (ASTGTM) (Aster GDEM se encuentra en formato Raster y su resolución es de 30 metros por pixel).</li> </ul>
<p>Instituto Nacional del Agua (INA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico del Funcionamiento Hidrológico-Hidráulico de la Cuenca del Río Luján – Provincia de Buenos Aires, Argentina. Delimitación de las Zonas Bajo Riesgo Hídrico. Informe LHA 284-01-2007</li> </ul>
<p>Instituto Nacional de Ciencia y Tecnologías Hídricas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio Piloto de Precipitaciones Intensas en la</li> </ul>

(INCYTH)	República Argentina. Lic. María Cristina Moyano y Lazaro Medina. INCYTH, 1975
----------	-------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2. Instituciones e información solicitada

En el TOMO VI – Anexos Generales, se adjuntan las notas presentadas al momento de la realización de las campañas de recolección de información del presente estudio y los encabezados de los respectivos expedientes.

Asimismo, se adjunta el contenido de información antecedente registrada y recopilada en el presente estudio.

## **2. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LOS CAUCES PRINCIPALES DE LA CUENCA DEL ARROYO ESCOBAR**

## **2. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LOS CAUCES PRINCIPALES DE LA CUENCA DEL ARROYO ESCOBAR**

### **2.1. Planificación del relevamiento altimétrico.**

A los efectos de poder desarrollar los trabajos topográficos de campo se desarrollaron diversas campañas de reconocimiento, en algunos casos coincidentes con las campañas de recopilación de información y en otros, independientes.

El detalle de las campañas ha sido el siguiente:

Comisión 1 – 17 al 20 de Julio 2012

Comisión 2 – 17 al 20 de Julio 2012

Comisión 3 – 14 al 17 de Agosto 2012

Comisión 4 – 14 al 17 de Agosto 2012

Comisión 5 – 11 al 14 Septiembre2012

Comisión 6 – 11 al 14 Septiembre2012

Comisión 7 – 18 al 21 Septiembre2012

Comisión 8 – 25 al 28 Septiembre2012

Comisión 9 – 2 al 5 Octubre2012

Comisión 10 - 2 al 5 Octubre2012

Comisión 11 - 17al19 Octubre2012

Comisión 12 - 17al19 Octubre2012

Comisión 13 – 24 al 26 Octubre2012

Comisión 14- 7 al 9 Noviembre2012

Comisión 15 – 20 al 22 Noviembre2012

En cuanto a su distribución geográfica puede decirse que las primeras tres comisiones se desarrollaron sobre la cuenca baja, en los partidos de Escobar y en menor medida Malvinas Argentinas. De las cuatro a la nueve se realizaron sobre la cuenca media, recorriéndose sectores de Pilar, Escobar y José C. Paz, mientras que las últimas (Comisión 10 a 15) se efectuaron en la cuenca alta sobre los partidos de Pilar y José C. Paz, en el límite con los de General Rodríguez y Moreno.

A lo largo de todas las campañas se han identificado las principales características de cada sector de la cuenca, evidenciándose principalmente sobre el

territorio de los partidos de Escobar y Pilar, la numerosa presencia de urbanizaciones cerradas, barrios privados, countries, clubes de campo y de golf, con incidencia directa sobre el curso del arroyo, dado que en su mayoría estas urbanizaciones intervienen sobre el propio cauce, a través de modificaciones en su sección, interposición de pasarelas peatonales y/o para vehículos pequeños (carros de golf, cuatriciclos), enrejados, alcantarillados, puentes e incluso con la ubicación de compuertas, que intervienen en distinta medida sobre la dinámica de escurrimiento. En concurrencia con estas condiciones conviven el entorno rural o semi-rural y el urbano de periferia que presenta serias condiciones en cuanto a seguridad.

Cabe destacar que la cuenca presenta sectores bastante heterogéneos, con marcada presencia de urbanizaciones cerradas en convivencia directa con asentamientos y/o viviendas precarias y sectores rurales o semirurales, a lo largo de los cuáles los cursos principales evidencian distintas características y condiciones del cauce y su valle de inundación.

En este sentido se ha apreciado que: en la cuenca alta el Arroyo B1, presenta sus nacientes con secciones mayormente prístinas y rodeado de urbanización abierta de media a alta densidad poblacional y desemboca al Arroyo Burgueño B rodeado de barrios cerrados y clubes de campo y con secciones ya intervenidas y/o rectificadas. Por su parte, el arroyo Burgueño A, surge del aporte de sectores netamente rurales, casi sin intervención del cauce, y presenta cerca de su punto de confluencia con el Arroyo B1 y Arroyo Toro, una fuerte intervención por la presencia de obras de arte y rectificaciones efectuadas en su paso por los clubes de golf, de campo y barrios cerrados presentes en las inmediaciones. En tanto el Arroyo Toro presenta en su recorrido una transición urbana peri-urbana entre el entorno rural de su cuenca alta y los barrios cerrados de su cuenca baja. Prosiguiendo la descripción aguas abajo, el Arroyo Burgueño C, muestra una clara mayoría de urbanizaciones cerradas (en sus distintas tipologías) dentro de su entorno inmediato, con un menor porcentaje de áreas abiertas o rurales rodeando las mencionadas urbanizaciones. Surge asimismo que el cauce de dicho arroyo se encuentra intervenido tanto en la conformación de sus taludes y/o fondo o solera, como en la existencia de obras de arte de diversa índole y materiales debidas a las necesidades

de las numerosas urbanizaciones cerradas y vías de comunicación existentes por dicha zona.

La otra sub-cuenca principal, la del Arroyo Pinazo, se caracteriza por presentar en su cuenca alta, un entorno rural con algunos emprendimientos productivos, en las proximidades de la RP N° 25; en el sector de su cuenca media, tres de sus principales afluentes: Canal de Panamá, Arroyo Zinny y Arroyo Beláustegui se encuentran dentro de un entorno urbano; en el primero la preponderancia es de viviendas de clase media baja y planes de vivienda, en tanto los restantes presentan en sus nacientes las mismas características que el anterior pero en su sector medio y cercano a la descarga en el Arroyo Pinazo, el entorno se destaca por presencia de sectores abiertos de casas quintas y algunos barrios cerrados o emprendimientos de esas características. Otro afluente de menor categoría, el Arroyo Pilar, tiene sus nacientes en el ejido urbano pero se desarrolla mayormente dentro de superficies de countries. El curso principal del Arroyo Pinazo en el sector medio comprendido entre los afluentes citados y el cruce con la Ex Ruta 8, transcurre entre espacios abiertos y barrios cerrados hasta las proximidades de la citada ruta, a partir de la cual su trayectoria atraviesa una zona urbana de bajos recursos. Esta situación se da hasta el cruce con la RN 8 Ramal Pilar a partir de la cual el arroyo se ve rodeado de emprendimientos y urbanizaciones cerradas de importancia. A partir de las vías del FCGBM cambia la configuración a sectores de bajos recursos y algunos barrios planificados de viviendas pero principalmente se encuentra en la zona del Barrio La Quema, que presenta serios problemas de inseguridad.

El curso del Arroyo Escobar propiamente dicho nace de la confluencia entre los Arroyos Pinazo y Burgueño, en un sector de la cuenca en que preponderantemente se destacan espacios abiertos o rurales, con incipientes urbanizaciones cerradas y clubes de campo, countries o barrios cerrados consolidados como de los más importantes de la cuenca. Luego del cruce con la RN 9 – Ramal Escobar, el arroyo está rodeado de barrios cerrados de gran envergadura y sectores abiertos de casas quintas, características que persisten ya en la sección del denominado Zanjón Villanueva, principalmente sobre la margen izquierda, dado

que sobre la derecha se destacan aéreas rurales anegables hasta la descarga en el canal del Río Luján.

Por otra parte, en el reconocimiento inicial se relevaron las obras de arte existentes sobre los cauces de los principales arroyos, resumiéndose toda la información en el **TOMO II – Anexo Planos**, con los planos: **Plano N° 5 – Plano de Reconocimiento General**, en el cuál se identifica cada obra de arte, con su correspondiente coordenada; **Plano N° 5a y 5b – Plano de Reconocimiento General**. Identificación de obras de arte, en el que se muestran las características de cada obra de arte (puente, alcantarilla, pasarela, etc.), la condición de funcionamiento al momento del relevamiento a través de fotografías y la progresiva en la que se encuentran. Por otra parte los **Planos N° 5a1 a 5a7** muestran la esquematización de las secciones transversales de las obras de arte presentes en los cursos Burgueño, Brazo 1, Toro, Escobar y Zanjón Villanueva, mientras que los **Planos N° 5b1 a 5b4** muestra lo mismo para los cursos Pinazo y Zinny (Nota: el Plano 05 incluye el punto de desembocadura, el que inicia la numeración de las referencias, pero se identificaron 82 obras de arte en la cuenca).

A modo de resumen y para dimensionar adecuadamente el alcance del relevamiento topográfico de campo efectuado, se presenta la siguiente tabla (N°3) en la que se especifican los kilómetros recorridos, cantidad de perfiles transversales relevados y obras de arte identificadas, por cada arroyo perteneciente a la cuenca.

<b>Arroyo</b>	<b>Longitud (Metros)</b>	<b>Perfiles Transversales</b>	<b>Obras de Arte</b>	<b>TOMO / Planos</b>
Arroyo B1	4647,44	23	5	TOMO II - Planos 5, 5a y 8f. TOMO III - Plano 9a
Arroyo Burgueño A	8088,00	42	6	TOMO II - Planos 5, 5a, 8e y 8f. TOMO III - Planos 9e y 9f.

<b>Arroyo</b>	<b>Longitud (Metros)</b>	<b>Perfiles Transversales</b>	<b>Obras de Arte</b>	<b>TOMO / Planos</b>
Arroyo Burgueño B	470,20	3	--	TOMO II - Planos 5, 5a y 8e. TOMO III - Plano 9f.
Arroyo Burgueño C	13510,70	101	21	TOMO II - Planos 5, 5a, 8c y 8d. TOMO III - Planos 9f, 9g, 9h, 9i, 9j, y 9k.
Arroyo Toro	10841,01	75	7	TOMO II - Planos 5, 5a, 8g y 8h. TOMO III - Plano 9b, 9c y 9d.
Arroyo Pinazo A	9911,46	76	7	TOMO II - Planos 5, 5a, 8k y 8l. TOMO III - Planos 9m, 9n y 9ñ.
Arroyo Pinazo D	13669,30	110	11	TOMO II - Planos 5, 5a, 8i y 8j. TOMO III - Planos 9o, 9p, 9q, 9r y 9s.
Arroyo Zinny	6325,45	43	17	TOMO II - Planos 5, 5a y 8m. TOMO III – Plano 9l.
Arroyo Escobar + Zanjón Villanueva	12763,05	101	8	TOMO II - Planos 5, 5a, 8a y 8b. TOMO III – Planos 9t, 9u, 9v, 9w y 9x.
<b>TOTALES</b>	<b>80226,61</b>	<b>574</b>	<b>82</b>	

Tabla 3 - Relevamiento Topográfico Cuenca A° Escobar – TOMO II Anexo Planos

Como ya se mencionó, se ha resumido toda la información gráfica de alcantarillas, perfiles transversales y longitudinales, en el TOMO II – Anexo Planos.

Dentro de dicho TOMO II, en el **Plano Nº 5 – Plano de Reconocimiento General**, se identifica cada obra de arte, con su correspondiente coordenada; El **Plano Nº 5a – Plano de Reconocimiento General**, muestra las características de cada obra de arte, condición de funcionamiento al momento del relevamiento a través de fotografías y la progresiva en la que se encuentran de aquellas ubicadas sobre los Arroyos Escobar, Burgueño, Brazo B1 y Toro. En tanto el **Plano Nº 5b – Plano de Reconocimiento General**, hace lo propio pero con las obras de arte situadas sobre los cursos de los arroyos Pinazo y Zinny.

Por último, los **Planos Nº 5a1 a 5a7** muestran la esquematización de las secciones transversales de las obras de arte presentes en los cursos Burgueño, Brazo 1, Toro, Escobar y Zanjón Villanueva, mientras que los **Planos Nº 5b1 a 5b4**, muestran esto mismo para los cursos Pinazo y Zinny.

### **Metodología de trabajo de campo**

El relevamiento se georreferenció al marco de referencia POSGAR 07 (Posiciones Geodésicas Argentinas de 2007), en coordenadas planas GAUSS KRUGGER y plano de nivelación con cotas IGM (Instituto Geográfico Militar).

La red GPS POSGAR está compuesta por una serie de puntos distanciados no más de 200 km entre sí, cuyas coordenadas están geodésicamente referenciadas al elipsoide internacional denominado WGS84 (World Geodetic System 1984). Es en este sistema de coordenadas elipsoidales en las cuales siempre trabaja el GPS.

Para disponer de buena precisión en toda medición GPS es fundamental efectuar previamente el traslado de las coordenadas POSGAR a un punto del proyecto. De esta manera uno asegura mediciones ajustadas y correctas.

El equipo base se posiciona en una estación de la red POSGAR 07 antes descripta. Se elige como punto POSGAR 07 al punto geográficamente más cercano al lugar de emplazamiento del nuevo proyecto (o hecho a relevar). En general, un usuario de GPS puede encontrar un punto POSGAR 07 dentro de un radio de aproximadamente 100 km. Este punto tiene coordenadas geodésicas conocidas: su latitud, longitud y altitud están dadas por el I.G.M. (al igual que su monografía).

En un lugar accesible, se coloca un tetón metálico que funciona como mojón para materializar el traslado de las coordenadas (Punto Fijo de proyecto). Una vez materializado el punto, se posiciona el receptor móvil sobre él. Se comienza con el proceso de traslado de coordenadas, al coleccionar datos los dos receptores en simultáneo durante el tiempo prudente para el mismo y se obtienen de esta manera las coordenadas del punto de referencia en el sistema WGS 84.



Foto 1 - Aspecto Punto Fijo de Proyecto

Previo a las tareas de relevamiento general, una comisión fue colocando los mojones previstos, intervisibles y separados a una distancia menor a 5000 metros, identificados con una chapa de aluminio gravada con su número. Esta red de mojones constituye el sistema de referencia del proyecto, quedando como red del futuro replanteo de obra. La misma se muestra en el ***Plano N° 7 – Plano de Red de Mojones Fijos.***

Como proyección plana se usa, generalmente, la proyección Gauss Krüger. De este modo, el relevamiento tuvo un punto con coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altitud), y sus correspondientes coordenadas planas (norte, este), además de su cota sobre el nivel del mar (geoide).

El punto fijo o mojón, sirve además de apoyo para cualquier medición topográfica convencional posterior, ya sea con estación total, nivel y/o teodolito. Su ubicación se determinó teniendo en cuenta la accesibilidad, la maniobrabilidad de los equipos, la seguridad de los topógrafos, ingenieros, ayudantes y toda otra persona afectada a la medición. Se consideró además que el punto debería estar lo más resguardado posible contra posibles choques, golpes y roturas.

La red de mojones nombrada anteriormente se midió en su totalidad con GPS, realizando el transporte de cota desde un punto altimétrico perteneciente al Instituto Geográfico Militar (I.G.M.). Las estacas utilizadas para los sucesivos cambios de estación se midieron en su totalidad con GPS para ir ajustando los desvíos propios de la Estación Total.

La red de puntos fijos se referenció altimétricamente a los puntos fijos IGM pertenecientes a la red geoBA, existentes en la zona: el SMAT y el PO52. La descripción de los mismos se incluye en los planos de relevamiento, siendo su identificación y coordenadas:

COORDENADAS GEODESICAS (Red GEOBA - POSGAR '07)				Cota IGN (m.)
Punto	LATITUD [ $\phi_{07}$ ]	LONGITUD [ $\lambda_{07}$ ]	H. Elip. [ $h_{07}$ ]	
P052	34 ° 54 ' 59,3019 " S	58 ° 50 ' 9,0240 " W	45,608	28.95
SMAT	34 ° 25 ' 12,6096 " S	58 ° 50 ' 15,0596 " W	27,581	11.12

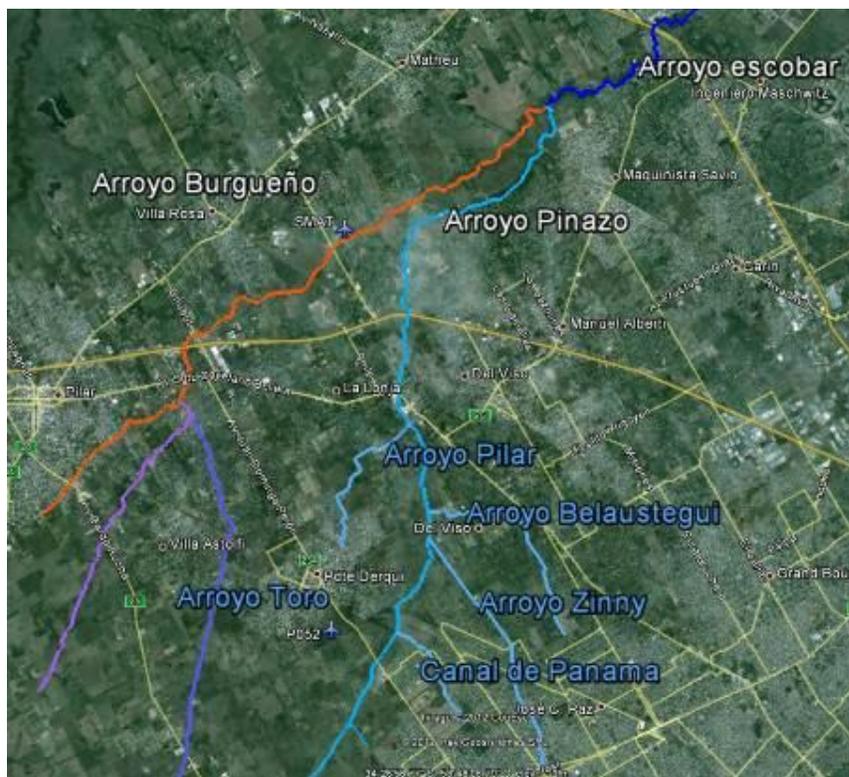


Ilustración 2 - Ubicación Puntos Fijos Red geoBA

El relevamiento con GPS se efectuó con equipos doble frecuencia RTK, donde se colocó la base en un punto fijo de coordenadas conocidas y los vectores no superaron los cinco (5) kilómetros.

Para el cálculo de las cotas ortométricas con GPS se realizó una calibración local GPS (ajuste vertical), con el software Trimble Geomatics Office, donde se hizo una comparación de las cotas obtenidas en la nivelación geométrica con las obtenidas posteriormente al ajuste. Dichas comparaciones no superarán los dos (2) centímetros.

## **2.2. Desarrollo de las tareas.**

Dada la extensión de la cuenca y los kilómetros a recorrer para el levantamiento topográfico de todos los perfiles transversales y obras de arte existentes, se ha definido segmentar las tareas de campo por etapas, abarcando las subcuencas de los principales arroyos de la cuenca general.

En este sentido, en una primera etapa se resolvió avanzar en el relevamiento del cauce del Arroyo Pinazo, y del Arroyo Escobar para posteriormente en una segunda etapa trabajar sobre la cuenca de los Arroyos Burgueño y Toro al oeste de la cuenca.

Se comenzó con el relevamiento de las obras de arte existentes en los cauces (puentes y alcantarillas) y todo otro elemento que tenga influencia en el comportamiento hidráulico del sistema (**ver Planos 5, 5a, 5b, 5a1 a 5a7, 5b1 a 5b4**).

Como ya se mencionó, los primeros trabajos de campo iniciaron del 17 al 20 de julio y consistieron en el reconocimiento de las principales características de dicho sector de la cuenca, con identificación de usos del suelo, condiciones socioeconómicas de la población circundante, características de accesos a obras de arte existentes sobre el cruce de los cursos y las vías de comunicación (puentes carreteros, ferroviarios, alcantarillas, de distintos tipo, materiales y sección), la identificación de éstas como así también de las características del suelo para el levantamiento de los perfiles transversales según la planificación previa.

Las zonas a relevar, se pudieron reconocer u apreciar inicialmente por análisis de cartografía, imágenes satelitales y navegadores, tal como se muestra en las imágenes ubicadas a continuación, haciéndose extensiva la metodología a todo el resto de la cuenca.



Figura 3 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo

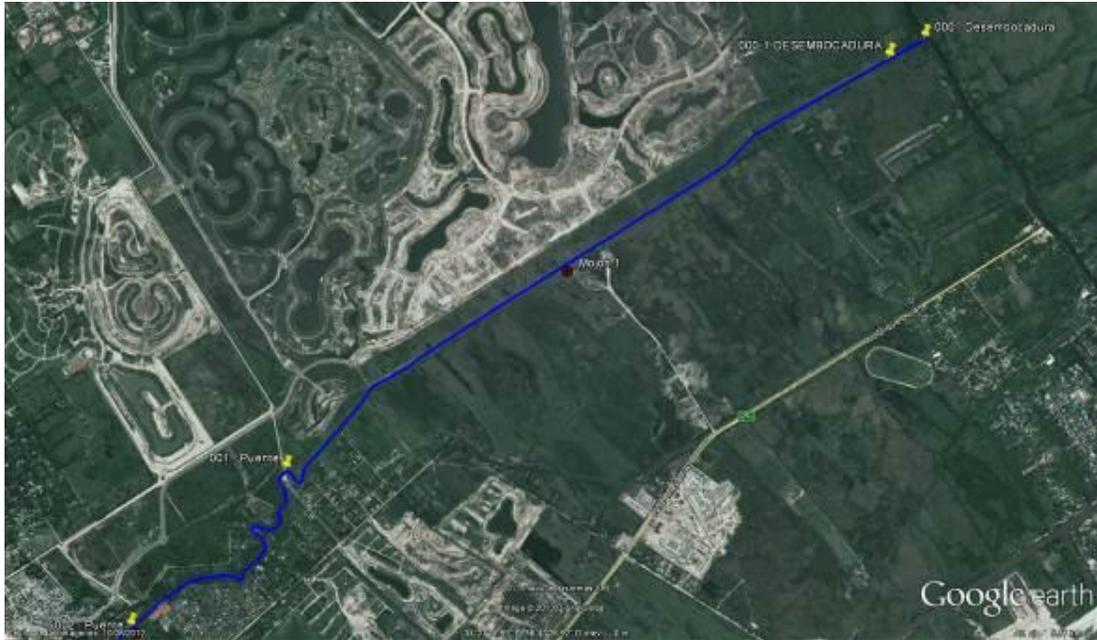


Imagen 1 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo

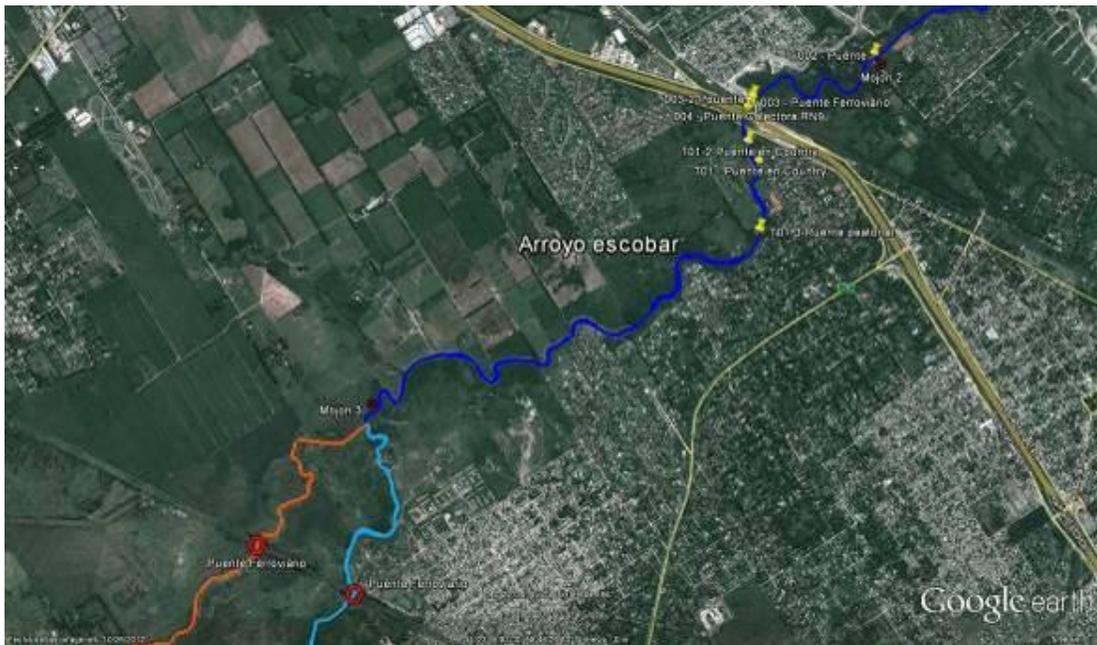


Imagen 2 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo





Figura 4 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo

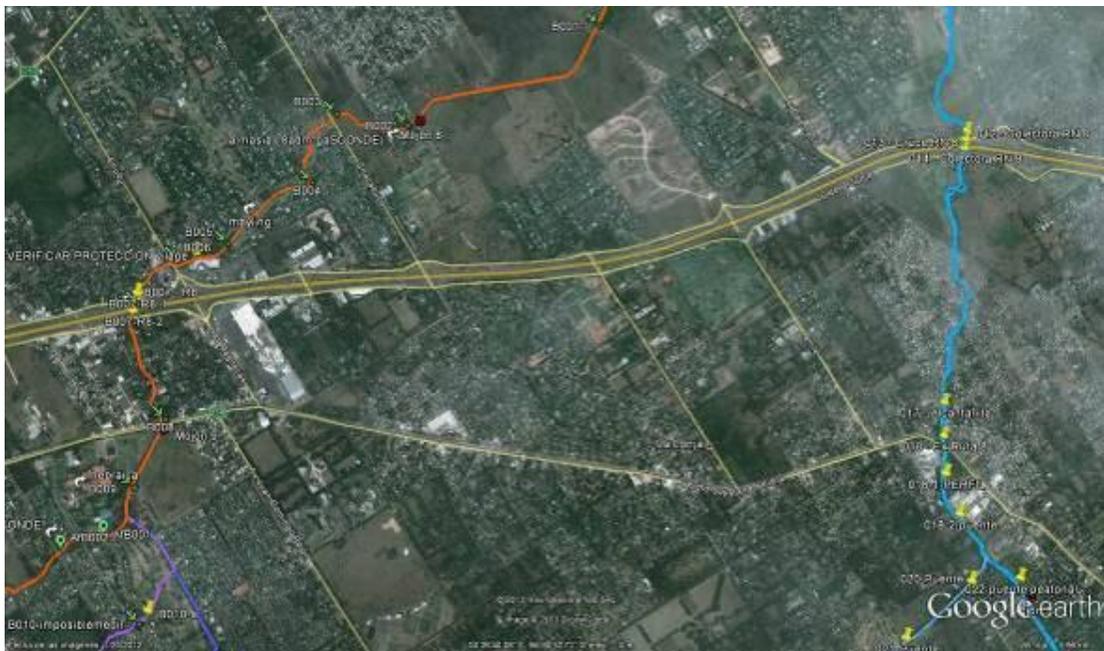


Imagen 4 - Puntos de relevamiento pre identificados en reconocimiento de campo

El relevamiento inicial sirvió para sacar varias conclusiones que marcaron el desarrollo de las tareas de campo: en principio que gran parte del área de la cuenca baja se encuentra integrado por countries o barrios cerrados (habilitados o en desarrollo), que otra porción importante del territorio presenta condiciones de marginalidad o precariedad singulares y amplios sectores de la cuenca baja presentan alto riesgo de anegabilidad por su conformación topográfica inicial y por

las modificaciones antrópicas efectuadas en los últimos años (léase movimientos significativos de suelos para desarrollo de urbanizaciones, desarrollo de rutas o vías férreas). Asimismo la cuenca media presenta características mixtas en cuanto a ocupación: grandes espacios abiertos o semi-rurales, importantes barrios cerrados, planes de viviendas, urbanización caracterizada por ser de clase media/baja. Sobre la cuenca alta predomina el uso rural con algunos sectores productivos o instalaciones industriales o de servicios.

Otra cuestión importante es que la cuenca se encuentra surcada por importantes vías de comunicación como lo son las RN9 (Ramal Escobar), RN8 (Ramal Pilar), ExRN8, RP25, RP26, RP 234 y las vías del Ferrocarril Bartolomé Mitre, General Manuel Belgrano, General San Martín. A pesar de lo anterior la accesibilidad a los cauces de los cursos principales se ve dificultada sistemáticamente por la existencia de cercos perimetrales y vallados de barrios cerrados, sin respetar las distancias de restricción correspondiente a los cursos de agua superficial establecidas por la Ley N° 6253 y su Decretos Reglamentario N° 11368/61 y las disposiciones/resoluciones de la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas.

Todos estos han sido condicionantes (principalmente para la dinámica de la propia cuenca), para el adecuado desarrollo de las tareas de campo realizadas para cumplir los objetivos del estudio, por un lado por la accesibilidad a los puntos de relevamiento y por el otro por cuestiones de seguridad del personal y equipamiento afectados a las tareas de campo.

Por otra parte principalmente en la cuenca del Arroyo Pinazo, predomina la población de bajos recursos y las condiciones de precariedad y marginalidad.

Las tareas se desarrollaron luego de otorgados los permisos y las habilitaciones intervinientes, como así también de los listados de teléfonos de contacto de las municipalidades y autoridades de la zona.

La recorrida inicial sirvió para la puesta a punto de la metodología de medición y localización de los Puntos Fijos, tarea fundamental que se concluyó normalmente en dicha campaña.

Las imágenes siguientes ilustran el trabajo de levantamiento de algunos de los perfiles transversales y de las obras de arte existentes:



Foto 2 - Tareas de relevamiento topográfico.



Foto 3 - Tareas de relevamiento topográfico.



Foto 4 - Tareas de relevamiento topográfico.



Foto 5 - Tareas de relevamiento topográfico.



Foto 6 - Tareas de relevamiento topográfico.



Foto 7 - Tareas de relevamiento topográfico.

Complementando el relevamiento topográfico de perfiles descripto en el punto anterior, se ha procedido a relevar las obras de arte existentes en la cuenca del Arroyo Escobar. El detalle de cada una se encuentra en los planos topográficos que figuran en el **TOMO II – Anexo Planos** del presente informe, siendo ellos los siguientes: **Plano Nº 5 – Plano de Reconocimiento General**, en el cuál se identifica cada obra de arte, con su correspondiente coordenada; **Plano Nº 5a y 5b – Plano de Reconocimiento General**. Identificación de obras de arte, en el que se muestran las características de cada obra de arte (puente, alcantarilla, pasarela, etc.), la condición de funcionamiento al momento del relevamiento a través de fotografías y la progresiva en la que se encuentran. Por otra parte los **Planos Nº 5a1 a 5a7** muestran la esquematización de las secciones transversales de las obras de arte presentes en los cursos Burgueño, B1, Toro, Escobar y Zanjón Villanueva, mientras que los **Planos Nº 5b1 a 5b4** muestran lo mismo para los cursos Pinazo y Zinny.

El mismo TOMO II contiene la Planimetría de Relevamiento que se muestra en el **Plano Nº 8 – Planimetría de Relevamiento (Planos del 8a al 8m)**; en ellos se aprecian los perfiles longitudinales de cada uno de los cursos existentes en la cuenca (Arroyo B1, Arroyo Burgueño, Arroyo Toro, Arroyo Zinny, Arroyo Pinazo, Arroyo Escobar y Zanjón Villanueva), las características y progresivas de cada obra de arte.

En estos mismos planos (**Plano Nº 8 – Planimetría de Relevamiento - Planos 8a al 8m**) se muestran en la planimetría, además de los perfiles longitudinales de cada uno de los cursos existentes en la cuenca, las coordenadas x,y de la poligonal de apoyo constituida por las estacas de madera dura instaladas en correspondencia con cada perfil transversal.

Finalmente las secciones transversales correspondientes a cada tramo de los distintos cursos existentes en la cuenca, se han plansmado en el **Plano Nº 9 – Perfiles Transversales (Planos 9a a 9x)**, disponible en el mencionado tomo del informe.

Es importante destacar que los trabajos han sufrido importantes problemas y demoras, inicialmente por intensas precipitaciones ocurridas no sólo sobre la cuenca

bajo estudio, sino sobre aquellas ubicadas al norte de la provincia de Buenos Aires (registrándose niveles acumulados superiores incluso a los niveles históricos registrados por el SMN), luego por las dificultades y demoras en el acceso a los numerosos countries existentes sobre las márgenes de los cursos principales que conforman el arroyo, para efectuar las mediciones sobre obras de arte y perfiles dentro de sus superficies, gestiones que han llevado, por country y en promedio, entre 5 a 7 días desde la formalización del pedido a la administración, obtención del permiso de acceso y el acuerdo sobre el día y horario para ejecución de las tareas (que en algunos casos demandó tener que ir dos o tres veces a cada country).

También llamó la atención al equipo de trabajo, las dificultades de acceso a las bases de puentes en calles públicas, dado que en muchos casos se encuentran alambrados completamente en correspondencia con límites de barrios cerrados o countries.

Por otra parte, en algunos sectores de la cuenca alta y media, son marcadas y notorias las condiciones de inseguridad, presentándose situaciones riesgosas, tanto para la integridad del personal como del equipamiento utilizado en la medición. Vale mencionar como ejemplo que en sectores de la cuenca alta, en proximidades de la RP 25 en el Arroyo Burgueño, se han dejado las estacas correspondientes y al volver sobre la zona para proseguir con el relevamiento, las mismas ya no se encontraban; sobre la ex RN8, se ha tenido que reiterar el relevamiento sobre algunos puentes y alcantarillas del Arroyo Pinazo dado que algunos vecinos de asentamientos cercanos han increpado al equipo de trabajo teniendo que retirarse para regresar en otro día y horario. En las proximidades de la confluencia de los arroyos Burqueño y Pinazo, cerca del Barrio La Quema, no ha sido posible acceder a dos puentes ferroviarios dado que ni la misma policía local (habiéndose contactado dos comisarías a tal fin) ha querido acompañar a nuestro equipo, por otra parte el responsable de la Operadora de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales de Maquinista Savio, ubicada cerca de allí, sugirió buscar otro lugar de medición por el nivel de inseguridad de la zona, y el agente de policía asignado a cuidar instalaciones de un barrio en construcción<sup>5</sup> (Plan de viviendas) nos indicó que si

---

<sup>5</sup> Ubicado sobre la calle El ceibo, entre las calles El Jilguero y La Golondrina

dejábamos la camioneta en las inmediaciones, al regresar no la encontraríamos y que nuestro equipo de gente corría peligro al ir caminando a los puentes. En el mismo sentido el personal de seguridad de los countries limitantes con dicha zona<sup>6</sup>, se encuentra fuertemente armado, los cercos perimetrales cuentan con alambrado de púas, sensores láser de presencia, movimiento y electrificación permanente y no han permitido a nuestro personal acceder por allí a la zona en cuestión, por no responsabilizarse de lo que pueda suceder.

Esta situación ha afectado seriamente los plazos para el desarrollo de la tarea específica de Relevamiento Planialtimétrico de Cauces Principales de la Cuenca del Arroyo Escobar, y por consiguiente las tareas posteriores, de todas maneras los resultados del relevamiento topográfico, se han presentado oportunamente en el Informe Parcial y se adjuntan completos en el presente informe.

---

<sup>6</sup> Countries Campo Chico, Highland Park y Palmers Cottage.

### **3. ELABORACIÓN DEL MAPA BASE TOPOGRAFICO**

### 3. ELABORACIÓN DEL MAPA BASE TOPOGRÁFICO

El Plano Base Topográfico resultó del compendio de la totalidad de la información de distintas fuentes puestas bajo el mismo sistema de referencia planimetría que es el sistema Posgar2007 en tanto que la altimetría se ha referido al cero del IGN.

El mapa base topográfico está compuesto por:

- las cartas topográficas del IGN de la zona
- información de curvas de nivel de estudios antecedentes e imágenes satelitales en mosaico de la zona
- planimetría unificada de antecedentes y bases recopiladas
- información de topografía radar

Cabe aclarar que esta información se ha volcado en los distintos planos dentro del TOMO II – Anexo Planos. Asimismo se elaboró un listado de todos los puntos acotados con sus respectivas coordenadas para su adecuada referenciación. Posteriormente sobre este sistema se agregaron las cotas surgidas de la modelación hidráulica y con ello se elaboraron los mapas de inundaciones asociados a distintas recurrencias y escenarios.

De esta forma el plano base topográfico<sup>7</sup>, resultó del compendio de informaciones de distintas fuentes puestas bajo el mismo sistema de referencia, tal como lo exigen los términos de referencia del contrato. Este mapa base topográfico, se ha podido integrar asimismo al SIG implementado en el presente estudio y que forma parte del informe final.

---

<sup>7</sup> En realidad se trata de un conjunto de planos, para permitir interpretar la totalidad de la información unificada.

## **4. MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA**

## 4. MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA

### 4.1. Modelación hidrológica

Como resultado del reconocimiento del sistema y de la información antecedente recopilada del área se dispuso de las características climáticas para la aplicación del modelo hidrológico-matemático.

El estudio hidrológico realizado se aplicó sobre las cuencas planteadas, con la finalidad de identificar la incidencia de los hidrogramas de crecida en los distintos puntos de control señalados.

La modelación hidrológica se implementó en el modelo hidrológico HEC – HMS, versión 3.5 (US. Army Corps of Engineers), efectuándose modelaciones para eventos de tormentas de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años de recurrencia.

Las tareas consistieron en delimitar los límites de la cuenca y subcuencas, definiendo las secciones de control a lo largo del cauce, de acuerdo a las necesidades del estudio a fin de permitir una adecuada caracterización del sistema hídrico. El análisis se inicio a partir de la cuenca y sub-cuencas del estudio antecedente de la DIPSOH, y a partir de esa base se desarrollaron varias tareas de verificación y/o adecuación de sus parámetros, principalmente como resultado de los datos de relevamiento de campo, referencias de obras sobre distintos sectores de la cuenca, y evaluación de resultados de modelos digitales del terreno mediante topografía radar.

La caracterización de cada área hidrológica está centrada en dos aspectos, a saber:

a) la condición hidrológica actual y la proyección de urbanización prevista en la zonificación urbana y el ordenamiento territorial de cada partido a través del coeficiente CN, y

b) el reconocimiento de las condiciones de escurrimiento de los cauces colectores obtenidos del relevamiento topográfico realizado en el marco de este proyecto. Esto permitirá una mayor discretización de las áreas componentes de las cuencas.

Para el análisis del trazado final de la cuenca y subcuencas, se utilizó el módulo denominado CRWR-PrePRO, desarrollado por el Department of Civil Engineering – Texas A&M University, herramienta que trabaja en el entorno del ArcView GIS.

Para su aplicación se necesita contar con un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), por lo que se usó la imagen satelital ASTER GDEM ASTGTM2\_S35W059, que abarca entre los 34° y 35° de latitud sur y los 58° y 59° de longitud oeste, obtenida de la página web <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp>

ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model) es un proyecto desarrollado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), que han diseñado un nuevo mapa topográfico, creado a partir de 1,3 millones de imágenes estéreo recogidas por el radiómetro japonés llamado ASTER, las cuales están disponibles sin cargo a través de descargas electrónicas. Este radiómetro es uno de los cinco instrumentos de observación de la Tierra que viajan a bordo del satélite americano TERRA, lanzado en diciembre del 1999.

Las imágenes ASTER GDEM se encuentran en formato GeoTIFF con coordenadas geográficas lat/long, con resolución espacial de 30 metros y georreferenciadas al geoide WGS84/EGM96. Las mismas se adjuntan en el TOMO VI – Anexos Generales, Anexos 12a a 12d.

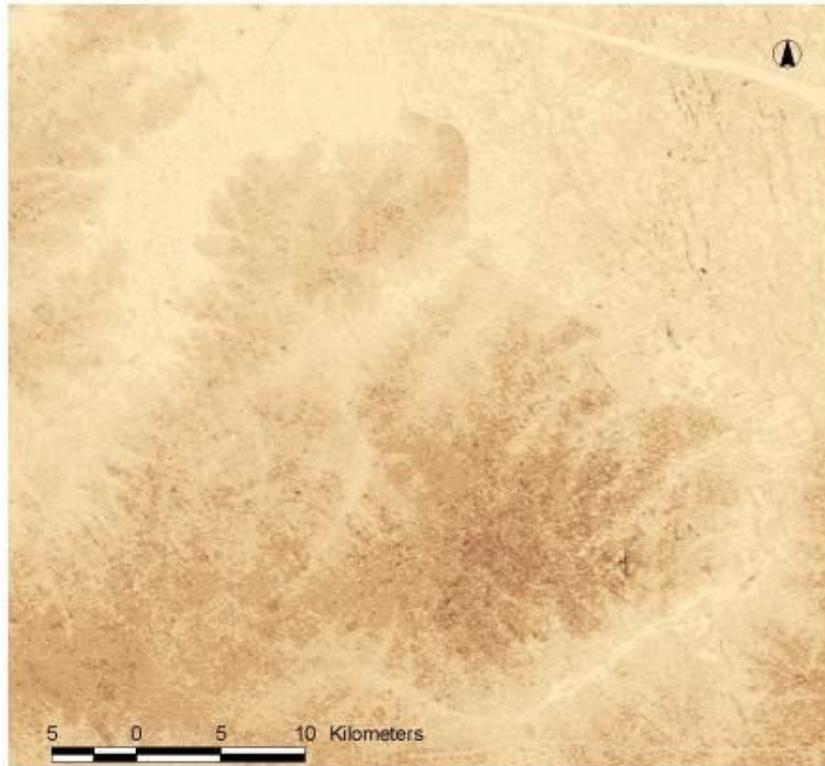


Ilustración 3 – Imagen satelital. Preparación

La primera parte del trabajo consistió en la preparación de la imagen satelital para adecuarla a las necesidades del estudio y corregir posibles errores de captura.

Dado que se contó con un trazado ajustado del arroyo, del cual se debe asegurar que se trate de una red continua y sin vacíos, se procedió a “quemarlo” en la imagen, aumentando en una cantidad arbitraria la cota de las celdas de la misma que no coinciden con el arroyo. De esta forma nos aseguramos de que los cursos de cada uno de los arroyos de la cuenca delineados en el DEM coinciden exactamente con los relevados en campo. Obviamente, que resulta una superficie artificial del terreno, pero esto no afecta la correlación de los resultados, siendo su único objetivo que el arroyo quede bien definido en la imagen.

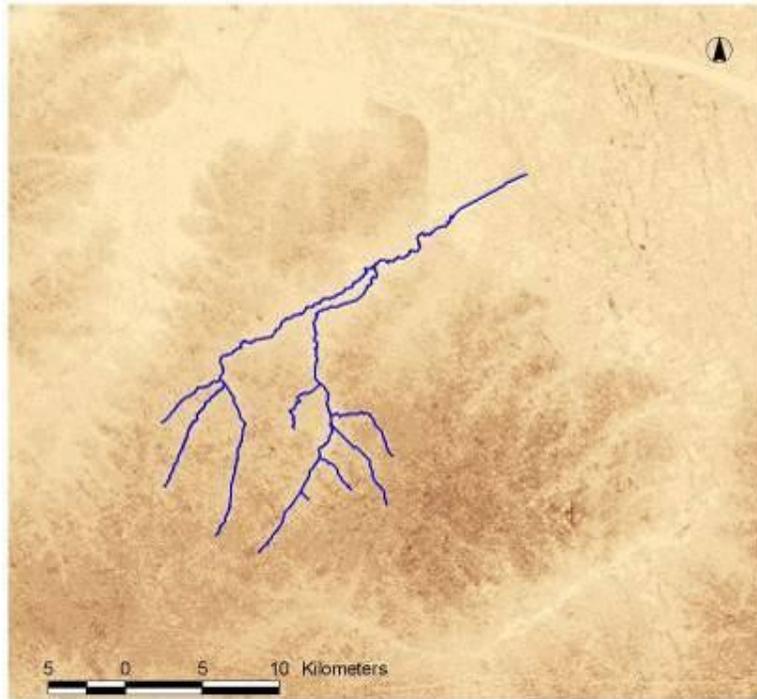


Ilustración 4 - Definición del curso sobre imagen satelital

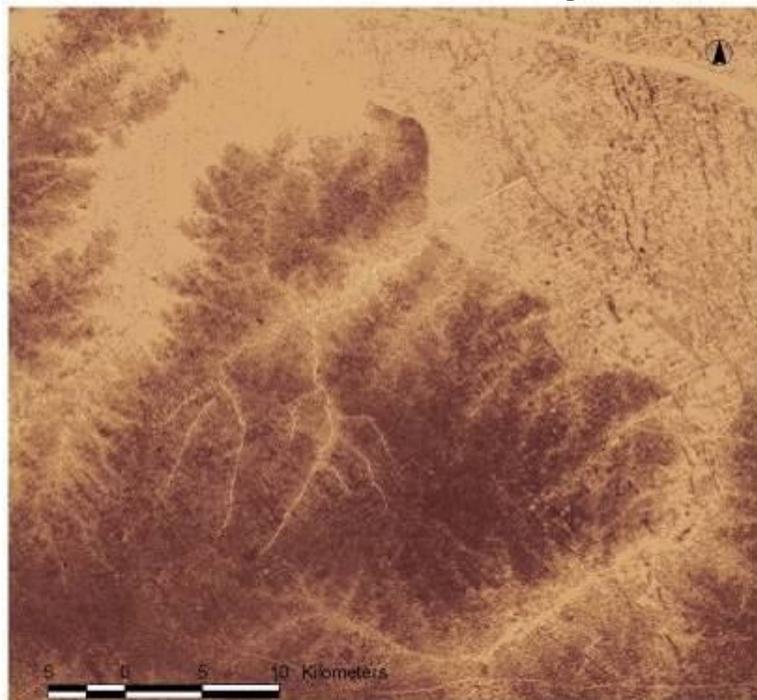


Ilustración 5 - Definición del curso sobre imagen satelital

La imagen satelital puede presentar errores de captura, produciéndose pozos que hay que llenar para que no se produzcan errores en la determinación de la dirección de la corriente. Cabe aclarar y remarcar que no se trata de las depresiones

propias del terreno, que no debemos remover del DEM y tienen un tratamiento diferente, sino de pozos artificiales que debemos rellenar. Para ello se aumenta la cota de estas celdas hasta que alcance la de las celdas circundantes.

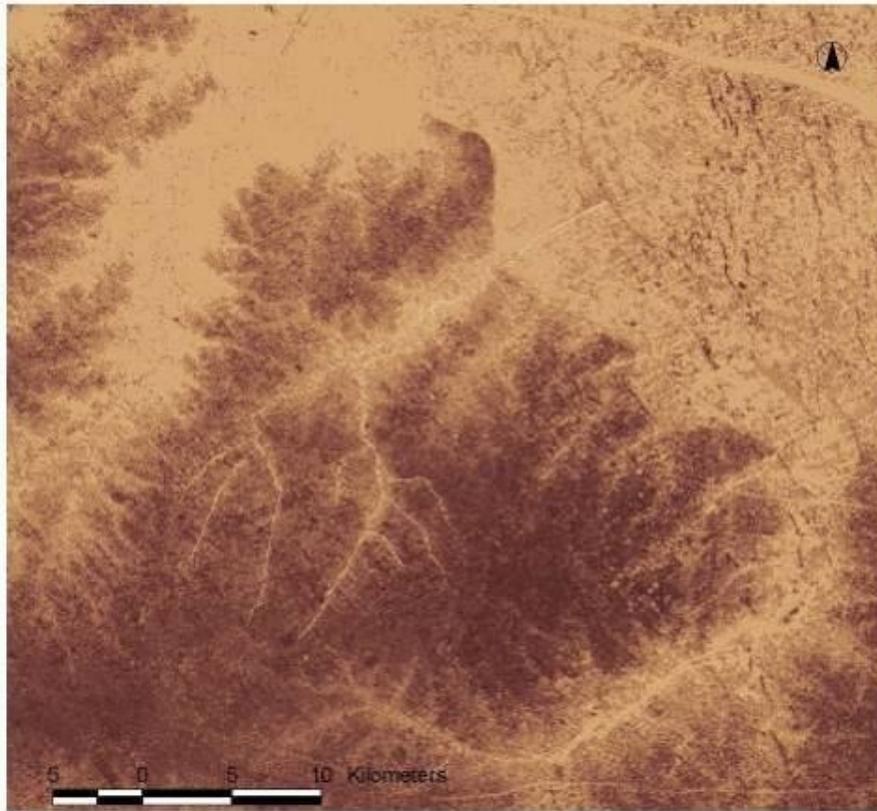


Ilustración 6 - Procesamiento para definición del curso

Una vez corregido el DEM se calcula la malla de direcciones del flujo, en la que a cada celda se le asigna la dirección de la pendiente con la máxima tasa de cambio respecto a las celdas vecinas.

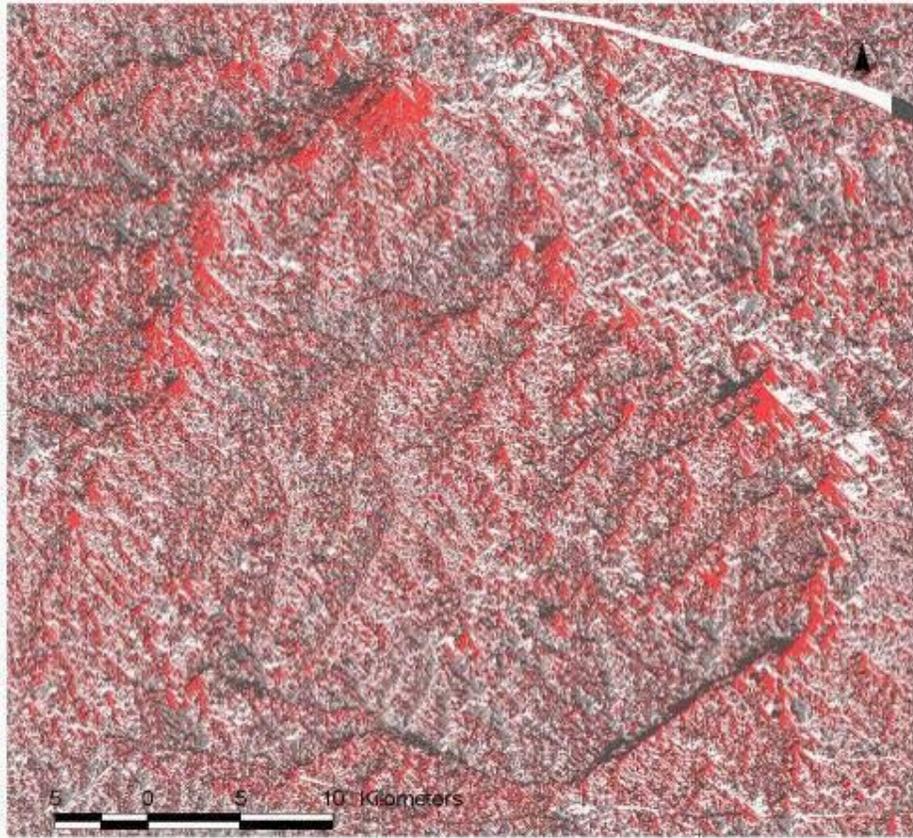


Ilustración 7 - Procesamiento para definición del curso sobre imagen satelital

Luego se calculó la malla de acumulación de flujo, que a cada celda le asigna el número de celdas aguas arriba de la misma. Si seguimos el trazado de una corriente en particular hacia aguas abajo, podemos ver como aumenta el valor de acumulación de flujo a medida que aumenta el área de drenaje. Si nos centramos en un cruce, veremos como el valor en la unión es la suma de las acumulaciones de flujo de sus afluentes aguas arriba. En la figura, cuanto más oscuro es el color de la celda, mayor cantidad de celdas que drenan en ella.

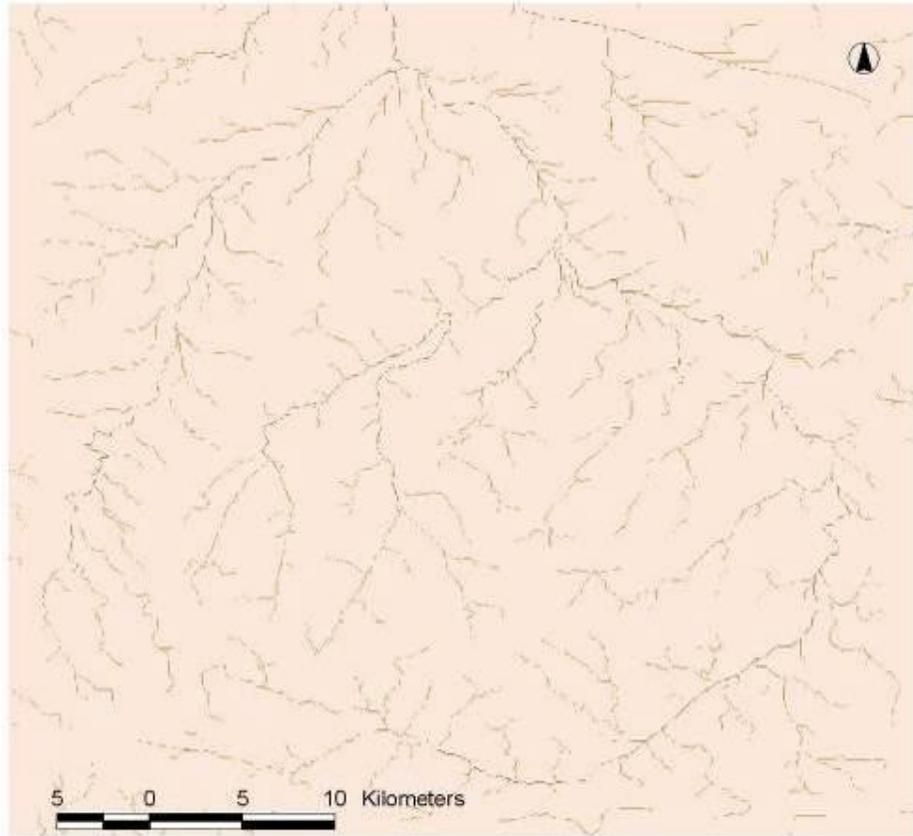


Ilustración 8 - Identificación de categorías de cursos

Como no se quiere obtener cada pequeña subcuenca delineada a partir de cada pequeño curso, imponemos un valor umbral que defina un valor mínimo de acumulación de flujo. Asignamos el valor "1" a las celdas que tengan un valor de acumulación de flujo mayor que este umbral y "NO DATA" a las que no lo superen, quedando definida la red de flujo. Puede ocurrir que el valor definido como umbral deje fuera de consideración algunos pequeños cursos que nos interesa evaluar, lo que no representa un problema ya que pueden ser agregados a la malla, con lo que las celdas que los forman tomarán también el valor "1". Esto asimismo se ajustó con los datos de campo, las curvas de nivel y con la información antecedente de las cuencas y subcuencas.

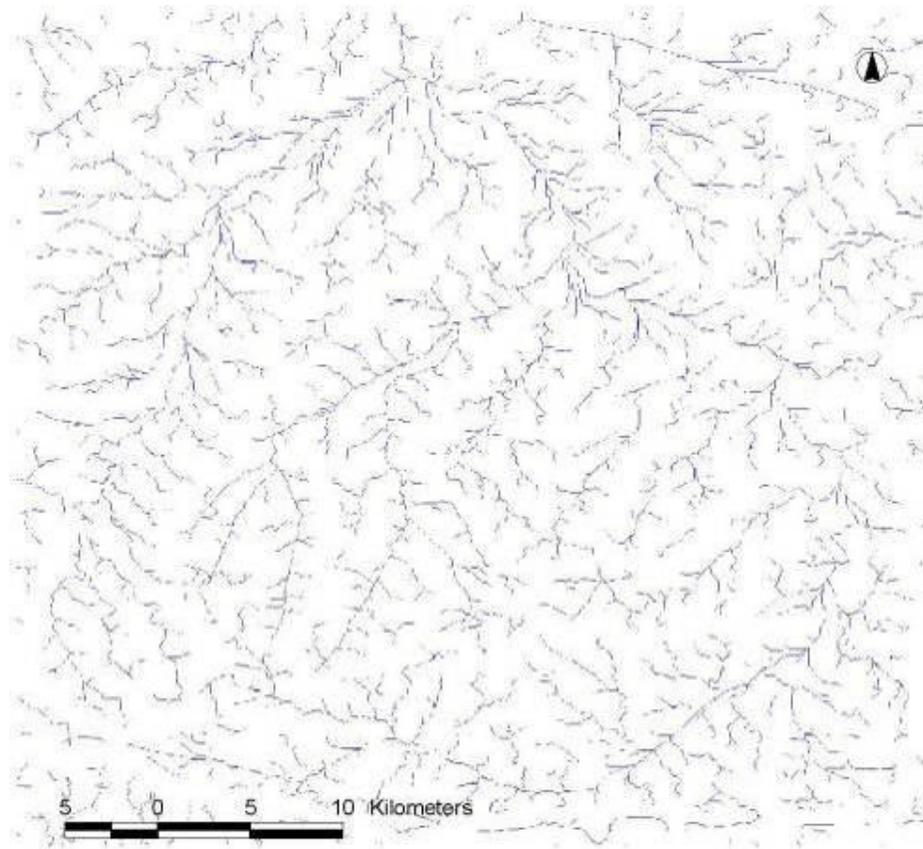


Ilustración 9 - Identificación de categorías de cursos

El paso siguiente consistió en segmentar la red de corriente de forma tal de poder identificar cada tramo por su código y color.

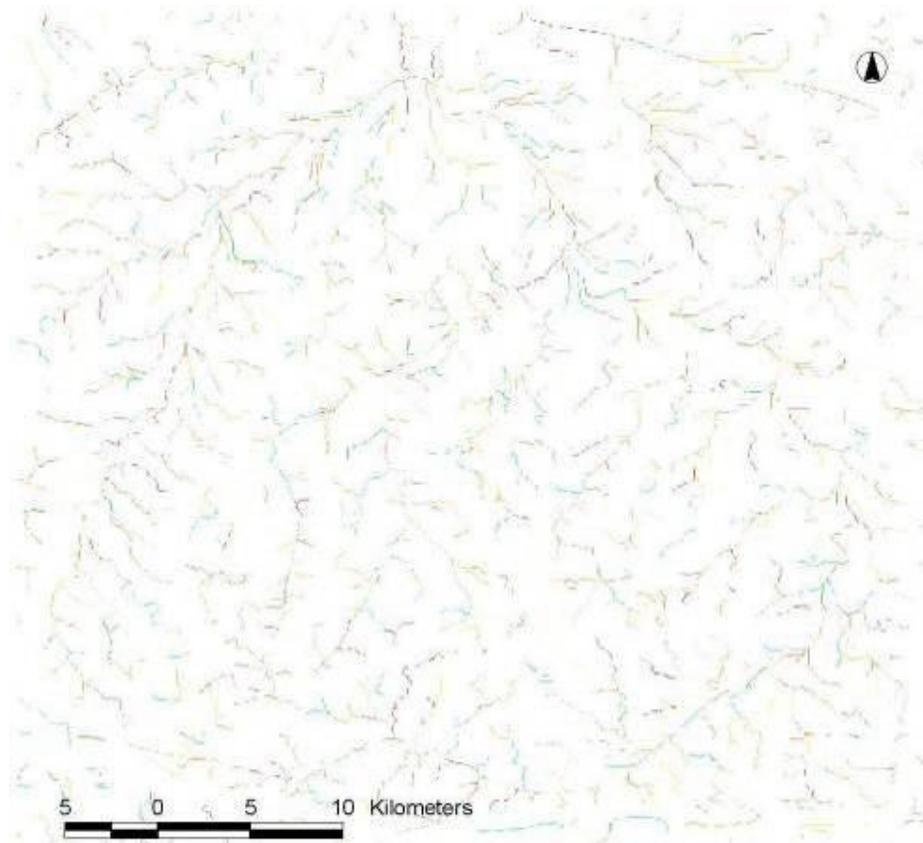


Ilustración 10 - Segmentación de red de corriente

La celda que en cada segmento tiene el mayor valor de flujo acumulado es considerada una “salida”. Todas las celdas aguas arriba de esta “celda de salida” fluyen hacia ella. Tomando a todas ellas, se construye una malla formada por un conjunto disperso de celdas individuales, donde cada una es la última celda aguas abajo del tramo considerado.

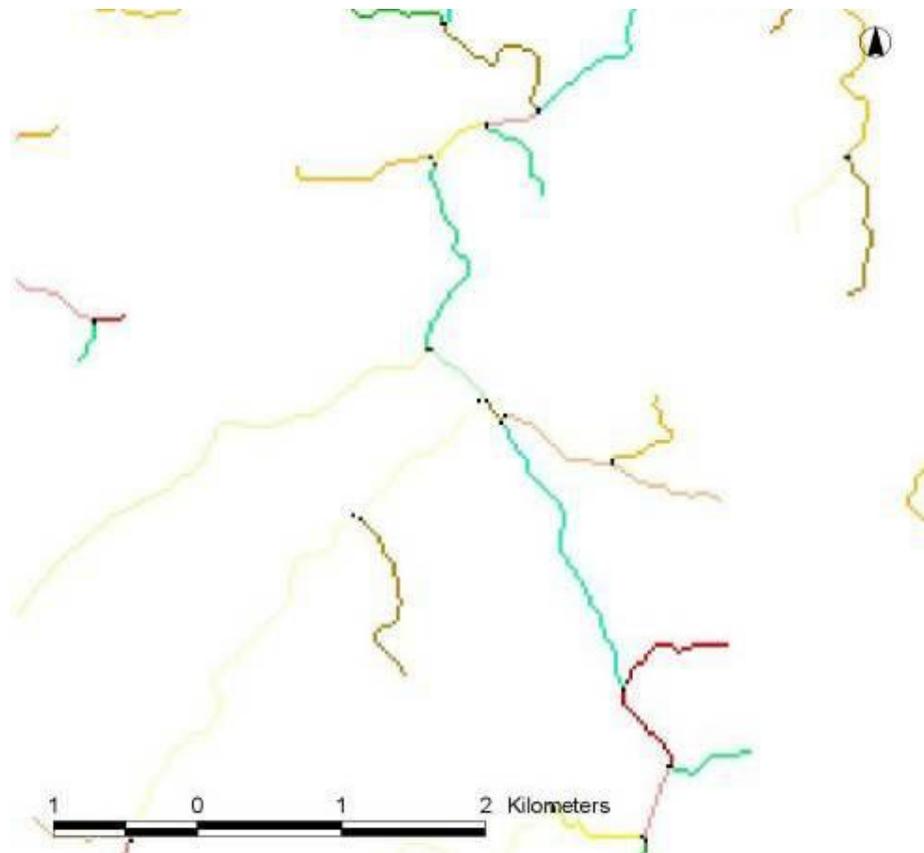


Ilustración 11 - Conformación de malla de la red de corriente

Una vez cumplidos todos estos pasos, ya se cuenta con la información necesaria para delinear las cuencas a partir del modelo digital del terreno. Basándose en la malla de direcciones de flujo y en las “salidas” definidas en el paso anterior, el sistema definirá las subcuencas que se corresponden con los segmentos definidos anteriormente, como el conjunto de celdas que drenan hacia cada una de las celdas de “salida”.



Ilustración 12 - Relacionamiento de mallas con tramos origen

El sistema genera una codificación que permite relacionar cada subcuenca con el tramo que le dio origen. Entrega además datos como el área y el perímetro de cada subcuenca generada.

Todo el procesamiento se realiza en formato raster, pero el mismo sistema permite vectorizar tanto el trazado del arroyo como los límites de las subcuencas, sin perder la codificación que los relaciona ni la información generada.

Como resultado de todo el procesamiento se han generado las subcuencas para cada pequeño tramo definido y si interesa su delineación sólo para los brazos principales, se las combina mediante una función provista, generándose una nueva codificación para relacionarlas. Esto se observa en la imagen siguiente:

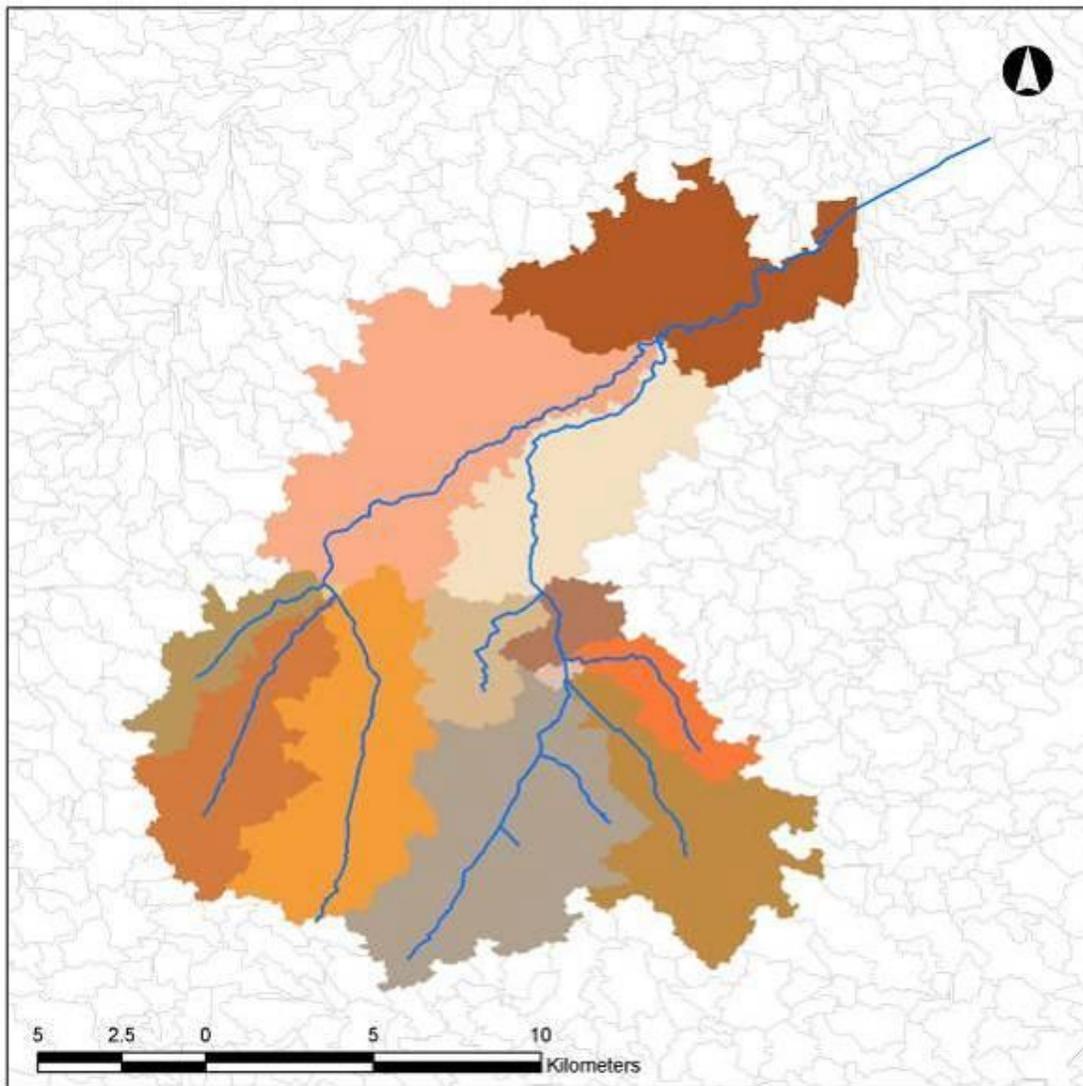


Ilustración 13 - Obtención de cuencas y subcuencas del Modelo digital del terreno

Como se ha mencionado, este resultado ha sido obtenido a partir del Modelo Digital de Elevaciones (DEM), desarrollado a partir de la imagen satelital ASTER GDEM ASTGTM2\_S35W059.

El paso siguiente fue contrastar este modelo de subcuencas, con el definido en el estudio antecedente, con los datos del relevamiento topográfico, con las curvas de nivel del terreno y las obras viales o de infraestructura existentes en cada sector de la cuenca.

El resultado final de este proceso (desarrollado sobre la misma base SIG), se obtuvieron las cuencas y subcuencas definitivas sobre las que se desarrollará el

estudio hidrológico e hidráulico, las que se muestran esquemáticamente en la imagen siguiente:

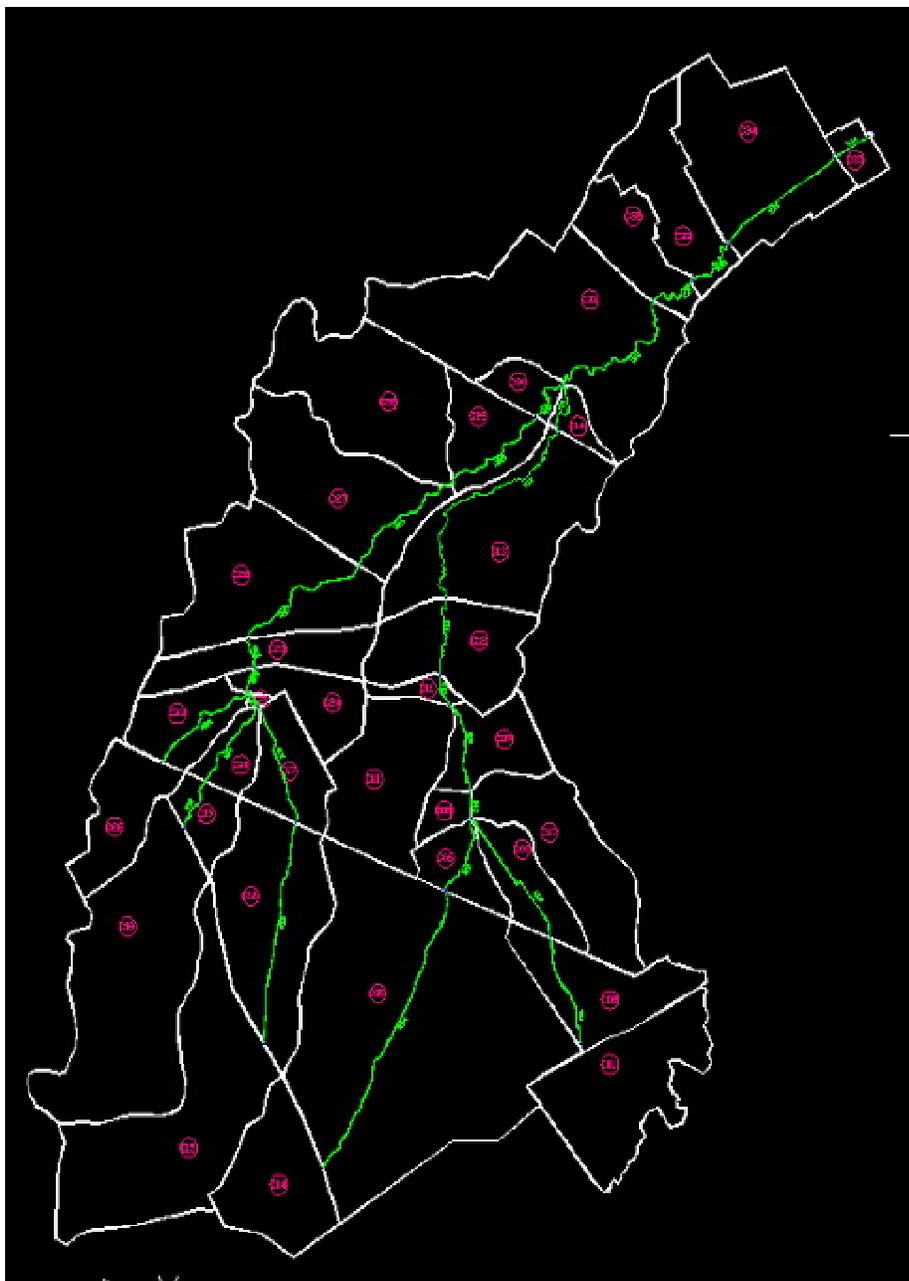


Ilustración 14 - Cuenca y subcuencas definitivas

Sobre estas cuencas se definirán los parámetros necesarios para la ejecución del modelo.

A partir de estos análisis y de la determinación de las características de las cuencas, se modelará la situación actual a efectos de verificar el funcionamiento de la cuenca, determinando la recurrencia para la cual el cauce del cuerpo principal y sus afluentes son desbordados.

Como resultado de este proceso se dispondrá de los hidrogramas de crecidas para cada uno de los tramos de los arroyos a utilizar en la modelación hidráulica del mismo.

#### **4.2. Descripción del modelo aplicado / HEC-HMS**

En virtud de las características del sistema y de la calidad y cantidad de información disponible, se seleccionó el Modelo de Simulación HEC-HMS, uno de los modelos de simulación de eventos más ampliamente utilizado en el Mundo, y es de muy conocida aplicación para la simulación de la respuesta de cuencas hídricas a las precipitaciones.

Las siglas HEC significan Hydrologic Engineering Center (Centro de Ingeniería Hidrológica), el Centro de investigación del U. S. Army Corps of Engineers, localizado en Davis, California, donde fue desarrollado.

El modelo trabaja básicamente sobre tres tipos de datos a saber:

- Las características de las cuencas de aporte.
- Las características del curso.
- Y las características de la lluvia de diseño.

Es decir, que para realizar la modelación es necesaria la obtención de dichos datos.

El modelo HEC - HMS está diseñado para simular la escorrentía superficial que resulta de una precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema de componentes interconectados. Cada componente modela un aspecto del proceso de lluvia - escorrentía dentro de una sub-cuenca o sub-área; los componentes incluyen la escorrentía superficial de la sub-cuenca, el tránsito en canales y los embalses; cada uno de los componentes se representa por un conjunto de parámetros que especifica las características particulares del

componente y las relaciones matemáticas que describen sus procesos físicos. Los resultados finales del proceso de modelación son los hidrogramas de caudal en lugares predeterminados de la cuenca.

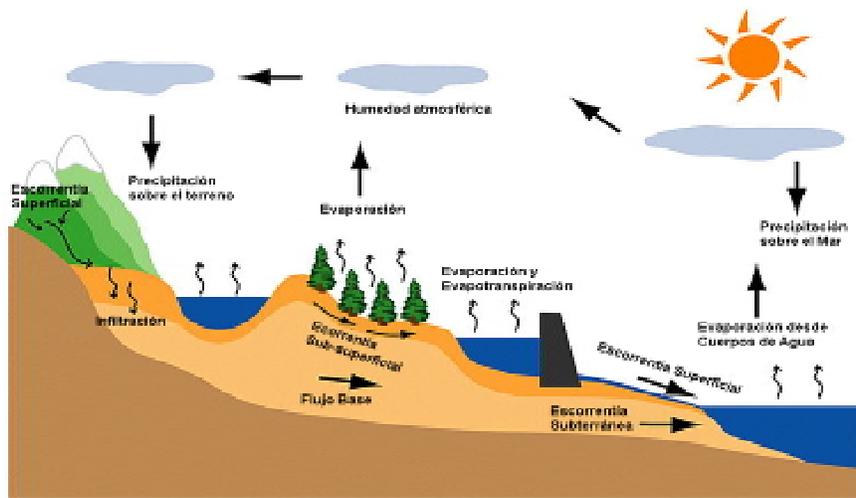


Figura 5. Esquema conceptual del modelo hidrológico HEC-HMS

Los hidrogramas obtenidos por el programa se usan directamente para el análisis del funcionamiento del sistema y el dimensionamiento de los elementos hidráulicos de conducción.

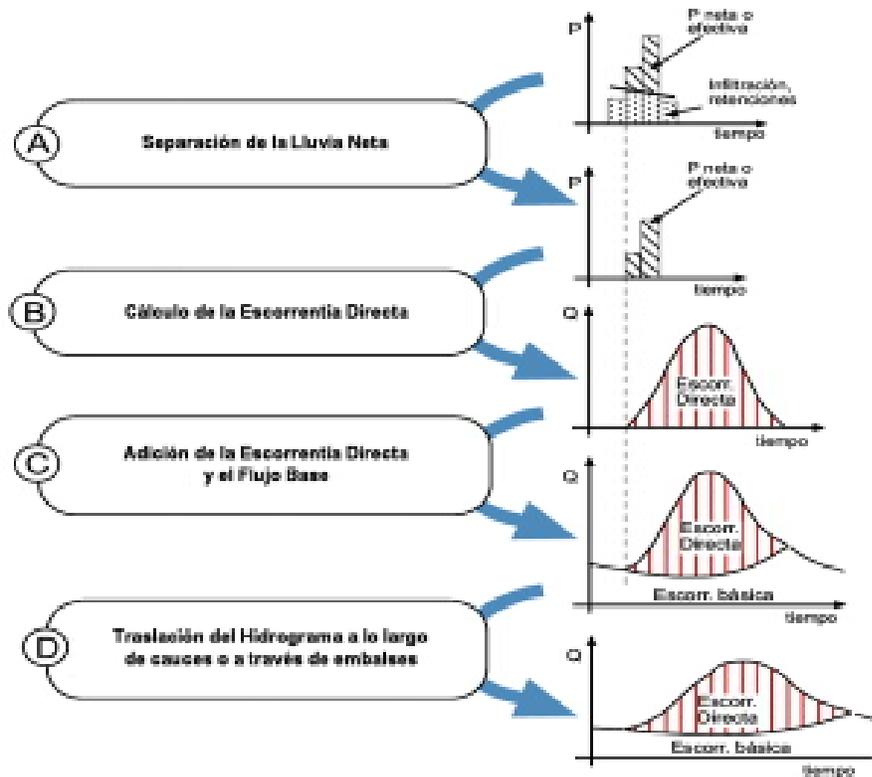


Figura 6. Etapas de la modelación hidrológica con HEC-HMS

#### 4.2.2. Componentes del Modelo.

##### a) Componente de Escorrentía Superficial.

Una sub-área se utiliza para representar el movimiento del agua sobre la superficie del terreno hacia los cauces de ríos y arroyos.

El exceso de lluvia se calcula restando, a la precipitación, la infiltración y las pérdidas por detención, con base en una función de infiltración que debe seleccionarse de varias opciones incluyendo el número de Curva del SCS. Se supone que tanto la precipitación como la infiltración están uniformemente distribuidas en toda el área de la sub-cuenca. El exceso de lluvia resultante se aplica al hidrograma unitario para encontrar el hidrograma de escorrentía a la salida de cada sub-área.

Las opciones del hidrograma unitario incluyen: hidrograma de Clark, el hidrograma unitario de Snyder e hidrograma adimensional del SCS.

Utilizándose el modelo de Clark, que considera que en el proceso de transformación del exceso de precipitación sobre una cuenca en hidrograma de escorrentía superficial en el punto de desagüe.

b) Componente de Tránsito de Caudales.

Se utiliza para representar el movimiento de ondas de crecientes en un canal.

La entrada de este componente es el hidrograma de aguas arriba que resulta de las contribuciones individuales o combinadas de las escorrentías de las sub-áreas, el tránsito de caudales o las derivaciones. Este hidrograma se transita aguas abajo utilizando las características del canal.

Las técnicas disponibles para transitar el hidrograma de escorrentía incluyen al Método de Muskingum Cunge, el Tránsito del Embalse Nivelado y el Método de la Onda Cinemática, habiéndose aplicado en este estudio el primero de los citados en el presente párrafo.

c) Operación.

Las tareas básicas consistieron en delimitar las cuencas y subcuencas, definiendo las secciones de control a lo largo del cauce, de acuerdo a las necesidades del estudio y de conformidad con el comitente.

A partir de esto y de la determinación de las características de las cuencas, se cargaron los datos en el software. Se modelaron las condiciones de lluvias asociadas a las recurrencias de interés definidas en el estudio<sup>8</sup>. Como resultado de este proceso se dispuso de los hidrogramas de crecidas para diferentes secciones del canal a proyectar, a utilizar en la modelación hidráulica del mismo.

---

<sup>8</sup> Utilizándose los datos de lluvias indicados por la DIPSOH, adjuntándose en el TOMO VI – Anexos Generales, las comunicaciones oficiales a tal efecto.

Una de las causas por las cuáles se han optado estos métodos es que se disponía de información antecedente (estudio de la DIPSOH) la que sumada a la obtenida en el relevamiento de campo (longitudes de ramales, características de su cobertura, obstrucciones, secciones transversales, perfiles longitudinales, obras de arte existentes, etc.), permitió discretizar con detalle cada ramal y subcuenca.

#### **4.3. Cuencas, Subcuencas y Receptores**

El área en estudio, se dividió en subcuencas definidas por los tramos de cálculo adoptados, y según lo explicado precedentemente en el punto 4.1 para la definición de cada subcuenca.

El área a estudiar se muestra en detalle en el Plano N° 06 - Cuencas y Ramales, en el que se indican los parámetros de cada una de ellas. Dicho plano se ubica en el TOMO II – Anexo Planos.

Los detalles de las características de las subcuencas se presentan a continuación:

<b>CARACTERÍSTICAS SUBCUENCAS</b>					
<b>Cuenca</b>	<b>Área [Has]</b>	<b>i [m/m]</b>	<b>Tc [min]</b>	<b>CN</b>	<b>Referencia</b>
C01	1059	0.0010	534.38	81.8	Urbanización/Zonas Residenciales
C02	683	0.0018	358.66	81.8	Urbanización/Zonas Residenciales
C03	414	0.0014	438.08	77.0	Urbanización/Zonas Residenciales
C04	775	0.0020	283.03	69.3	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C05	4040	0.0013	629.05	75.7	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C06	301	0.0032	276.40	70.2	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C07	912	0.0021	612.32	80.8	Urbanización/Zonas Residenciales
C08	124	0.0046	131.00	69.6	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C09	433	0.0028	348.66	71.1	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C10	955	0.0018	535.68	75.3	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C11	99	0.0049	171.85	72.0	Zonas Residenciales
C12	803	0.0033	261.01	76.3	Urbanización/Zonas Residenciales
C13	1425	0.0019	688.04	71.7	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C14	117	0.0047	177.02	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C15	1887	0.0013	744.05	69.6	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C16	1249	0.0012	593.85	73.8	Áreas Abiertas/Urbanización
C17	455	0.0008	387.08	71.4	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C18	2024	0.0018	528.30	69.0	Áreas Abiertas
C19	259	0.0052	141.54	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C20	227	0.0027	200.81	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C21	17	0.0027	128.22	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C22	522	0.0053	164.24	75.4	Áreas Abiertas/Urbanización
C23	430	0.0010	500.12	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C24	408	0.0015	470.03	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C25	505	0.0015	382.19	70.8	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales

CARACTERÍSTICAS SUBUENCAS					
Cuenca	Área [Has]	i [m/m]	Tc [min]	CN	Referencia
C26	1446	0.0019	630.99	71.1	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C27	1211	0.0019	505.89	70.8	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C28	1257	0.0022	349.67	70.8	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C29	466	0.0036	272.53	69.0	Áreas Abiertas
C30	194	0.0041	174.22	69.0	Áreas Abiertas
C31	2172	0.0026	711.33	70.8	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C32	493	0.0040	267.79	70.2	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C33	717	0.0041	313.60	70.5	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C34	1356	0.0010	507.37	70.8	Áreas Abiertas/Zonas Residenciales
C35	140	0.0010	189.51	69.0	Áreas Abiertas

Tabla 4. Subcuencas

Los detalles de las características de los ramales de cálculo se presentan a continuación:

CARACTERÍSTICAS DE LOS RAMALES					
RAMAL	Long. [m.]	i (m/m)	n Mannig	DIM APROX.	TIPO
R01	2765	0.0010	0.013	B=5.00m.	Canal Revestido
R02	3626	0.0014	0.013/0.050	B=6.00m.	Canal Revestido/ Canal Tierra
R04	7622	0.0013	0.050	B=6.00m.	Canal Tierra
R05	2146	0.0013	0.050	B=5.00m.	Canal Tierra
R06	647	0.0031	0.050	B=5.00m.	Canal Tierra
R08	2307	0.0028	0.050	B=4.00m.	Canal Tierra
R10	812	0.0003	0.050	B=18.00m.	Canal Tierra
R11	2190	0.0033	0.050	B=8.00m.	Canal Tierra
R12	6584	0.0019	0.050	B=8.00m.	Canal Tierra
R13	1656	0.0047	0.050	B=7.00m.	Canal Tierra
R15	5487	0.0012	0.050	B=3.00m.	Canal Tierra
R16	3073	0.0008	0.050	B=3.00m.	Canal Tierra
R18	1418	0.0052	0.050	B=7.00m.	Canal Tierra
R19	2411	0.0027	0.050	B=7.00m.	Canal Tierra
R20	473	0.0027	0.050	B=12.00m.	Canal Tierra
R22	3117	0.0010	0.050	B=3.00m.	Canal Tierra
R23	634	0.0009	0.050	B=12.00m.	Canal Tierra
R24	771	0.0013	0.050	B=5.00m.	Canal Tierra
R25	3969	0.0009	0.050	B=9.00m.	Canal Tierra
R26	3415	0.0012	0.050	B=8.00m.	Canal Tierra
R28	3184	0.0036	0.050	B=6.00m.	Canal Tierra
R29	1481	0.0041	0.050	B=6.00m.	Canal Tierra
R30	4615	0.0026	0.050	B=11.00m.	Canal Tierra
R31	1569	0.0001	0.050	B=12.00m.	Canal Tierra
R32	1920	0.0002	0.050	B=15.00m.	Canal Tierra
R33	3487	0.0001	0.050	B=18.00m.	Canal Tierra
R34	1173	0.0003	0.050	B=18.00m.	Canal Tierra

Tabla 5. Ramales

En referencia a los valores adoptados para el coeficiente de rugosidad de Manning (n), además de la experiencia propia del equipo de trabajo, se han considerado tomando de referencia los valores e imágenes (tipo y aspecto de los cursos y sus secciones transversales) del Manual de Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, Ph. D - McGraw-Hill, 1994. Del citado texto, se han considerado los valores de referencia de la Tabla 5-6 – Valores del coeficiente de rugosidad n (Pág. 108-111) y el punto 5-10 Ilustraciones de canales con diferentes rugosidades (Pág. 112 a 121).

En tal sentido se agrega al TOMO VI – Anexos Generales, como Anexo 15 – Estimación del coeficiente de rugosidad n de Manning, el análisis efectuado con la inclusión de imágenes con valores de referencia comparadas con las fotografías del relevamiento de campo de cada sector y algunos cálculos complementarios de los valores medios del coeficiente.

#### **4.3.1.- Caracterización Hidrológica de las Cuencas y Subcuencas**

Se utilizó el método propuesto por el Soil Conservation Service (SCS) en el año 1972. Este método permite calcular la relación entre la precipitación total y la escorrentía a partir de considerar válida una proporción entre dos cantidades reales y dos cantidades potenciales:

$$R_c / S = P_e / (P - R_a)$$

Donde:

R<sub>c</sub> es la retención real continua

S es la retención potencial máxima

P<sub>e</sub> es el exceso de precipitación (escurrimiento superficial)

P es la precipitación total

R<sub>a</sub> es la retención inicial

Por otra parte, por continuidad

$$P = P_e + R_a + R_c$$

En base a mediciones sobre cuencas experimentales se estableció que:

$$R_a = 0.2 S$$

Luego

$$Pe = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S)$$

La relación entre  $Pe$  y  $P$  se estandarizó en forma empírica definiéndose una serie de curvas numeradas adimensionales denominadas Curvas CN, vinculadas al tipo y uso del suelo y al estado de humedad antecedente de la cuenca.

Para el caso de las subcuencas en estudio se calcularon  $CN_{Ponderado}$  utilizando los siguientes valores de CN:

Grupo de Hidrológico de Suelos B (suelos poco profundos, depositados por viento, marga arenosa).

Humedad Antecedente: II

CN = 85, (áreas residenciales con porcentaje de impermeabilidad de 65%).

CN = 75, (áreas residenciales con porcentaje de impermeabilidad de 30%).

CN = 69, (áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. en óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 50% al 75%).

Los valores de Curvas CN se obtuvieron de "TR-55 Urban Hydrology for Small Watersheds", USDA, Table 2-2a. Pág. 2-5.

La asignación de los valores de las curvas CN correspondientes a cada sub-cuenca se han definido en base a los usos del suelo existentes y efectuando un promedio entre los valores 85, 75 y 69, en función de las superficies ocupadas por cada uso dentro de cada sub-cuenca.

En base a la zonificación existente en cada partido y del análisis de imágenes satelitales se asignaron superficies de cada uso representativo dentro de cada sub-cuenca y a partir de allí se efectuó el cálculo indicado en el párrafo anterior. En la siguiente imagen satelital se muestran los límites de subcuencas y las superficies de los usos identificados en ellas. A partir de esta superposición y considerando la zonificación de cada partido, se ajustaron las superficies cuyo resultado final se

muestra en el Plano N° 6a - Plano de Subcuencas – Asignación de Curvas CN, ubicado en el TOMO II - Anexo Planos. En él, se muestran los límites de subcuencas, superpuestos con las superficies correspondientes a las áreas representadas por cada valor de curva CN asignada. Por otra parte contiene una tabla en la que se resume el cálculo efectuado para obtener el CNPONDERADO para cada subcuenca.

Asimismo y complementariamente, también en el TOMO II – Anexo Planos, se ubica el Plano N° 6b – Plano de Sub-cuencas y Zonificación, en el que se pueden apreciar, dispuestos sobre el mosaico de planos de zonificación de cada partido de la cuenca, los límites de cada sub-cuenca.

Los valores de CNPONDERADO, fueron definidos luego de efectuados los análisis sobre las variables que requiere el método Soil Conservation Service (SCS del año 1972) y el TR-55 Urban Hydrology for Samall Watersheds, USDA, Table 2-2<sup>a</sup> (Páginas 2-5), método cuyo resumen se ha adjuntado en el TOMO VI - Anexos Generales.

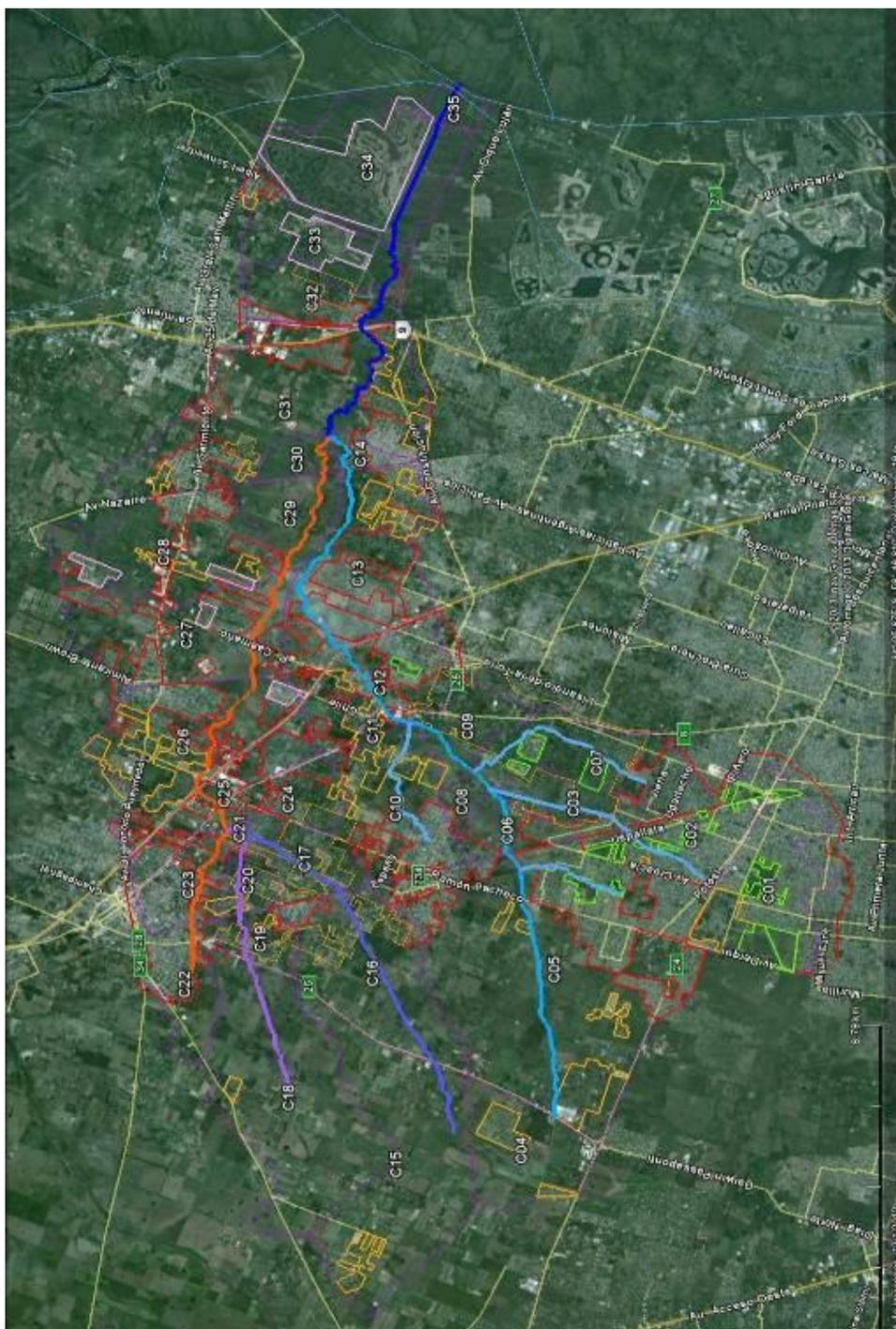


Imagen 5 – Análisis de superficies y usos para asignación de número de curva CN

#### 4.3.2.- Tiempo de Concentración

Para la definición del tiempo de concentración se ha adoptado la metodología recomendada en TR-55 Urban Hydrology for Small Watersheds”, USDA del año 1986.

Tiempos de Concentración de las Subcuencas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cuenca	Flujo Laminar			Flujo Concentrado Poco Profundo				Tc	
	L1	S1	T1	L2	S2	V	T2		
C01	90	0.0010	80.3	4170	0.0010	0.15	454.1	534.4	
C02	90	0.0010	80.3	4270	0.0018	0.26	278.4	358.7	
C03	90	0.0200	24.2	4486	0.0014	0.18	413.9	438.1	
C04	90	0.0004	111.6	2209	0.0020	0.21	171.4	283.0	
C05	90	0.0029	52.5	5946	0.0013	0.17	576.5	629.1	
C06	90	0.0010	80.3	3231	0.0032	0.27	196.1	276.4	
C07	90	0.0010	80.3	7101	0.0021	0.22	532.0	612.3	
C08	90	0.0034	49.5	1614	0.0046	0.33	81.5	131.0	
C09	90	0.0010	80.3	4148	0.0028	0.26	268.4	348.7	
C10	90	0.0041	45.6	6062	0.0018	0.21	490.0	535.7	
C11	90	0.0010	80.3	1870	0.0049	0.34	91.6	171.8	
C12	90	0.0010	80.3	3020	0.0033	0.28	180.7	261.0	
C13	90	0.0020	61.0	7923	0.0019	0.21	627.0	688.0	
C14	90	0.0025	56.0	2404	0.0047	0.33	121.0	177.0	
C15	90	0.0011	77.1	6898	0.0013	0.17	666.9	744.0	
C16	90	0.0030	51.9	5509	0.0012	0.17	542.0	593.9	
C17	90	0.0067	37.6	2953	0.0008	0.14	349.5	387.1	
C18	90	0.0011	76.6	5562	0.0018	0.21	451.7	528.3	
C19	90	0.0035	48.6	1938	0.0052	0.35	92.9	141.5	
C20	90	0.0039	46.6	2323	0.0027	0.25	154.2	200.8	
C21	90	0.0010	80.3	729	0.0027	0.25	47.9	128.2	
C22	90	0.0006	96.5	1427	0.0053	0.35	67.8	164.2	
C23	90	0.0010	80.3	3903	0.0010	0.15	419.8	500.1	
C24	90	0.0010	80.3	4310	0.0015	0.18	389.7	470.0	
C25	90	0.0010	80.3	3430	0.0015	0.19	301.9	382.2	
C26	90	0.0010	80.3	6883	0.0019	0.21	550.7	631.0	
C27	90	0.0056	40.4	5902	0.0019	0.21	465.5	505.9	
C28	90	0.0028	53.2	4018	0.0022	0.23	296.5	349.7	
C29	90	0.0029	52.3	3854	0.0036	0.29	220.2	272.5	
C30	90	0.0050	42.2	2449	0.0041	0.31	132.0	174.2	
C31	90	0.0012	74.2	9431	0.0026	0.25	637.2	711.3	
C32	90	0.0021	59.8	3797	0.0040	0.30	208.0	267.8	
C33	90	0.0012	74.8	4424	0.0041	0.31	238.8	313.6	
C34	90	0.0010	80.3	3922	0.0010	0.15	427.1	507.4	
C35	90	0.0010	80.3	1003	0.0010	0.15	109.2	189.5	

El Cálculo del Tc se ha basado en los procedimientos indicados en el TR-55 (1986) del USDA

**Descripción de las Columnas**

- 1 Denominación de la Cuenca
- 2 L1 = Longitud del escurrimiento sin concentrar, máximo 90 m. [m]
- 3 S1 = Pendiente media del escurrimiento sin concentrar [m/m]
- 4 T1 = Tiempo de viaje =  $5.5416 (nL1)0.8 / (P20.5 S10.4)$  [min]
- 5 L2 = Longitud del escurrimiento concentrado por cunetas [m]
- 6 S2 = Pendiente media del escurrimiento concentrado por cunetas (mínimo 0.001) [m/m]  
V = Velocidad del escurrimiento concentrado en zanjas y cunetas de pasto =  $4.84 S20.5$  [m/s]
- 7 [m/s]  
V = Velocidad del escurrimiento concentrado en cunetas con cordón =  $6.10 S20.5$  [m/s]

- 8  $T_2 = \text{Tiempo de viaje} = L^2 / (60 V)$  [min]  
9  $T_c = \text{Tiempo de Concentración de la cuenca} = T_1 + T_2$  [min]

**Variables adoptadas para el Cálculo**

- $n = \text{Rugosidad de Manning esc. no concentrado} = 0.15$  (Tabla 3-1: Short Grass Prairie)  
 $P_2 = \text{Precipitación 24 horas de 2 años} = 77 \text{ mm.}$

Tabla 6. Tiempo de concentración

A este respecto y en respuesta a una observación planteada por la DIPSOH, en principio es importante aclarar que, por la metodología empleada en el cálculo del tiempo de concentración (TR-55 "Urban Hydrology for Small Watersheds" USDA 1986) se han efectuado los cálculos con el  $T_c$  (tiempo de concentración). Se ha adjuntado en el TOMO VI Anexos Generales, Anexo 13, el Chapter 3 - Time of Concentration and Travel Time del Technical Release 55, Urban Hydrology for Small Watersheds, conteniendo la descripción del método.

Un importante parámetro considerado en el análisis y determinación del tiempo de concentración fue el coeficiente de almacenamiento, utilizándose en el presente estudio una expresión empírica de uso habitual en la práctica:

$$R = T_c \cdot \lambda / (1 - \lambda)$$

Donde:

$T_c$ : tiempo de concentración, en horas

$R$ : coeficiente de almacenamiento, en horas

$\lambda$ : parámetro cuyo valor se sitúa en un rango de variación comprendido entre 0,1 y 0,9, correspondiendo este último valor a zonas con poca pendiente y con uso agrícola.

Para el presente estudio, sobre la base de antecedentes y en función de las características de la cuenca, se ha considerado un  $\lambda = 0,5$  con lo cual el coeficiente de almacenamiento es igual al tiempo de concentración.

La metodología utilizada, difiere de la de uso habitual en la repartición, pero si se efectúa una comparación del promedio de velocidades resultantes del presente estudio, con el antecedente del DIPSOH, se puede apreciar que están en el mismo rango, a pesar de presentar este trabajo velocidades mayores en algunos sectores o ramales de la cuenca.

Es importante en este punto destacar, que los valores obtenidos por PROCMA SRL se corresponden con la Situación Actual de la cuenca.

### Precipitaciones

Los datos de las lluvias empleadas para la modelación<sup>9</sup>, se obtuvieron del estudio elaborado por el IARH-CFI para La Conferencia "Las Inundaciones en el área Metropolitana De Buenos Aires" - Análisis Estadístico De Las Precipitaciones Intensas (mm) -ESTACION: Observatorio en Villa Ortúzar - Ciudad de Buenos Aires - PERIODO: 1919-1988.

En la tabla siguiente se representan los valores en mm para recurrencias de 2, 5, 10, 20, 50, y 100 años y duraciones que van desde 5 minutos hasta 24 horas, mediante ajuste con una Ley de Distribución de GUMBEL:

Lluvia de diseño - Escobar						
Duración	Recurrencia: 2 años Precip. Acum. [mm.]	Recurrencia: 5 años Precip. Acum. [mm.]	Recurrencia: 10 años Precip. Acum. [mm.]	Recurrencia: 20 años Precip. Acum. [mm.]	Recurrencia: 50 años Precip. Acum. [mm.]	Recurrencia: 100 años Precip. Acum. [mm.]
5 min.	4.5	6.0	6.9	7.8	9.0	9.8
15 min.	13.7	18.1	20.9	23.6	27.2	29.8
1 hora	34.1	46.0	53.8	61.4	71.1	78.4
2 horas	42.7	57.4	67.1	76.5	88.6	97.6
3 horas	51.2	68.8	80.4	91.6	106.0	116.8
6 horas	62.1	83.1	97.0	110.3	127.6	140.6
12 horas	73.7	103.1	122.7	141.4	165.6	183.8
24 horas	78.7	114.6	138.4	161.2	190.7	212.8

Tabla 7 - Precipitaciones en mm para recurrencias de 2 a 100 años

La ecuación de Intensidad (I) (mm/h), en función de la duración de la tormenta (d) (horas) tienen la forma:

$$I = a * (d)^{(b)}$$

Resultando los coeficientes a incorporar a la misma para las distintas recurrencias, las que se detallan a continuación:

<sup>9</sup> La utilización de estos datos de lluvias responde a la indicación de la DIPSOH, adjuntándose en el TOMO VI – Anexos Generales, como Anexos 2a y 2b las comunicaciones referidas a la requisitoria de nuestra firma y la correspondiente contestación de la repartición. Estos datos fueron los utilizados por la DIPSOH en el Proyecto "Saneamiento Hidráulico del Arroyo Escobar – Tramo Ruta Panamericana – Río Luján – 2007.

Recurrencia (Años)	a	b
2	33	-0,6
5	42,31	-0,625
10	47,894	-0,611
50	54,25	-0,615

Tabla 8 - Coeficientes para la ecuación de lluvias

Se han incorporado en el TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14, los Hietogramas de Diseño e Hidrogramas del Modelo HEC-HMS para cada sub-cuenca y recurrencia analizada.

#### **4.4. Simulación con el HEC-HMS**

Para la obtención de los caudales de diseño de las obras hidráulicas se ha procedido a la utilización del modelo matemático HEC-HMS.

Se ha definido una red de ramales en correspondencia con los tramos de canales. Esta red incorpora las características hidrológicas de las cuencas (área, CN, tiempo de concentración), las características geométricas de los ramales (longitud, sección y pendiente) y las características de las precipitaciones.

El esquema de modelación se presenta a continuación:

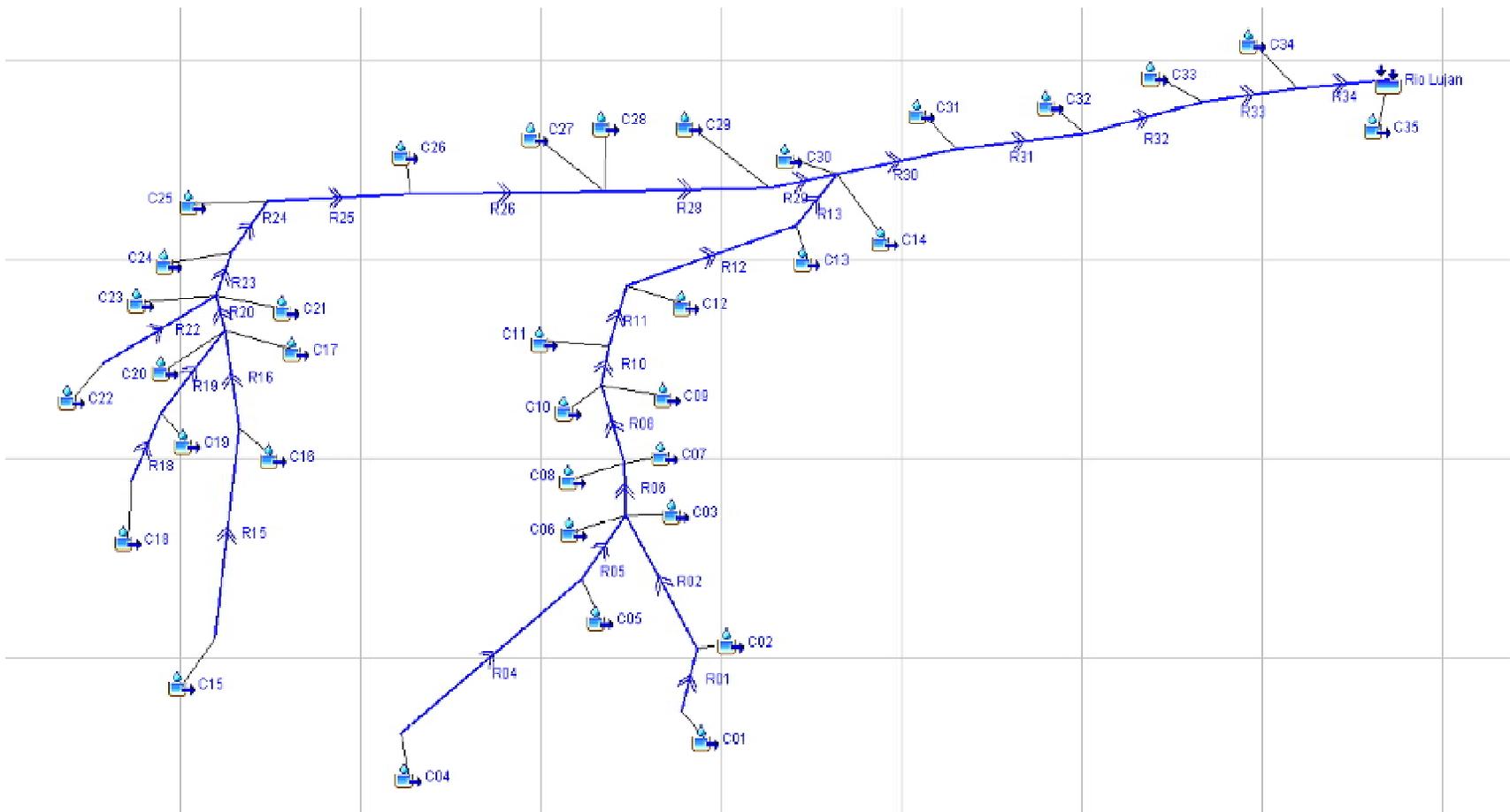


Figura 7. Esquema del Modelo Hidrológico

De la operación del modelo se obtuvieron los valores calculados para las subcuencas y ramales que se presentan a continuación:

RESULTADOS HEC-HMS - RECURRENCIA 2AÑOS					
Hydrologic Element	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Peak Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Time of Peak	Volume (mm)	Hidrograma HEC-HMS (TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14)
C01	10.59	5.5	01dic2012, 22:00	30.65	Subbasin "C01" Results for Run "R2años" , Página 1.
C02	6.83	4.8	01dic2012, 19:15	30.65	Subbasin "C02" Results for Run "R2años" , Página 1.
C03	4.14	1.9	01dic2012, 20:45	23.65	Subbasin "C03" Results for Run "R2años" , Página 2.
C04	7.75	2.9	01dic2012, 18:45	14.6	Subbasin "C04" Results for Run "R2años" , Página 2.
C05	40.4	13	02dic2012, 00:00	21.95	Subbasin "C05" Results for Run "R2años" , Página 3.
C06	3.01	1.2	01dic2012, 18:30	15.53	Subbasin "C06" Results for Run "R2años" , Página 3.
C07	9.12	4	01dic2012, 23:30	29.1	Subbasin "C07" Results for Run "R2años" , Página 4.
C08	1.24	0.7	01dic2012, 16:00	14.9	Subbasin "C08" Results for Run "R2años" , Página 4.
C09	4.33	1.6	01dic2012, 19:45	16.5	Subbasin "C09" Results for Run "R2años" , Página 5.
C10	9.55	3.4	01dic2012, 22:30	21.44	Subbasin "C10" Results for Run "R2años" , Página 5.
C11	0.99	0.6	01dic2012, 16:30	17.49	Subbasin "C11" Results for Run "R2años" , Página 6.
C12	8.03	5	01dic2012, 18:00	22.72	Subbasin "C12" Results for Run "R2años" , Página 6.
C13	14.25	3.3	02dic2012, 01:00	17.16	Subbasin "C13" Results for Run "R2años" , Página 7.
C14	1.17	0.6	01dic2012, 16:45	15.85	Subbasin "C14" Results for Run "R2años" , Página 7.
C15	18.87	3.6	02dic2012, 02:00	14.9	Subbasin "C15" Results for Run "R2años" , Página 8.
C16	12.49	3.8	01dic2012, 23:30	19.59	Subbasin "C16" Results for Run "R2años" , Página 8.
C17	4.55	1.6	01dic2012, 20:15	16.82	Subbasin "C17" Results for Run "R2años" , Página 9.
C18	20.24	4.8	01dic2012, 22:45	14.29	Subbasin "C18" Results for Run "R2años" , Página 9.
C19	2.59	1.6	01dic2012, 16:15	15.85	Subbasin "C19" Results for Run "R2años" , Página 10.
C20	2.27	1.1	01dic2012, 17:15	15.85	Subbasin "C20" Results for Run "R2años" , Página 10.
C21	0.17	0.1	01dic2012, 16:00	15.85	Subbasin "C21" Results for Run "R2años" , Página 11.
C22	5.22	4.2	01dic2012, 16:15	21.56	Subbasin "C22" Results for Run "R2años" , Página 11.
C23	4.3	1.2	01dic2012, 22:15	15.85	Subbasin "C23" Results for Run "R2años" , Página 12.
C24	4.08	1.2	01dic2012, 21:45	15.85	Subbasin "C24" Results for Run "R2años" , Página 12.
C25	5.05	1.7	01dic2012, 20:15	16.17	Subbasin "C25" Results for Run "R2años" , Página 13.
C26	14.46	3.5	02dic2012, 00:15	16.5	Subbasin "C26" Results for Run "R2años" , Página 13.
C27	12.11	3.4	01dic2012, 22:15	16.17	Subbasin "C27" Results for Run "R2años" , Página 14.
C28	12.57	4.5	01dic2012, 19:45	16.17	Subbasin "C28" Results for Run "R2años" , Página 14.
C29	4.66	1.7	01dic2012, 18:45	14.29	Subbasin "C29" Results for Run "R2años" , Página 15.
C30	1.94	0.9	01dic2012, 16:45	14.29	Subbasin "C30" Results for Run "R2años" , Página 15.
C31	21.72	4.7	02dic2012, 01:30	16.17	Subbasin "C31" Results for Run "R2años" , Página 16.
C32	4.93	2	01dic2012, 18:30	15.53	Subbasin "C32" Results for Run "R2años" , Página 16.
C33	7.17	2.7	01dic2012, 19:15	15.85	Subbasin "C33" Results for Run "R2años" , Página 17.
C34	13.56	3.8	01dic2012, 22:15	16.17	Subbasin "C34" Results for Run "R2años" , Página 17.
C35	1.4	0.6	01dic2012, 17:00	14.29	Subbasin "C35" Results for Run "R2años" , Página 18.
R01	10.59	5.5	01dic2012, 22:30	30.65	
R02	17.42	9.6	01dic2012, 21:45	30.65	
R04	7.75	2.8	01dic2012, 21:45	14.55	
R05	48.15	15.6	02dic2012, 00:00	20.75	
R06	72.72	27.1	01dic2012, 23:15	23.07	
R08	83.08	31.3	01dic2012, 23:30	23.61	
R10	96.96	35.6	01dic2012, 23:45	23.04	
R11	97.95	35.8	02dic2012, 00:00	22.98	
R12	105.98	38.4	02dic2012, 00:45	22.96	
R13	120.23	41.7	02dic2012, 01:00	22.27	
R15	18.87	3.6	02dic2012, 04:00	14.9	
R16	31.36	6.8	02dic2012, 03:30	16.75	
R18	20.24	4.8	01dic2012, 23:00	14.29	
R19	22.83	5.3	01dic2012, 23:00	14.47	
R20	61.01	12.9	02dic2012, 01:00	15.87	
R22	5.22	4	01dic2012, 17:45	21.46	
R23	70.7	15.4	02dic2012, 00:00	16.28	
R24	74.78	16.5	02dic2012, 00:00	16.25	
R25	79.83	17.9	02dic2012, 00:45	16.23	
R26	94.29	21.3	02dic2012, 01:15	16.26	
R28	118.97	27.5	02dic2012, 00:45	16.24	
R29	123.63	28.4	02dic2012, 00:45	16.17	
R30	246.97	70.5	02dic2012, 01:30	19.12	
R31	268.69	70.2	02dic2012, 01:45	18.62	
R32	273.62	68.2	02dic2012, 02:30	18.47	
R33	280.79	60.1	02dic2012, 03:45	17.84	
R34	294.35	62.5	02dic2012, 04:00	17.74	
Rio Lujan	295.75	62.6	02dic2012, 04:00	17.72	

Tabla 9. Caudales resultantes - Recurrencia 2años

RESULTADOS HEC-HMS - RECURRENCIA 5AÑOS					
Hydrologic Element	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Peak Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Time of Peak	Volume (mm)	Hidrograma HEC-HMS (TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14)
C01	10.59	9.9	01dic2012, 22:00	57.37	Subbasin "C01" Results for Run "R5años", Página 1.
C02	6.83	8.5	01dic2012, 19:15	57.37	Subbasin "C02" Results for Run "R5años", Página 1.
C03	4.14	3.7	01dic2012, 20:45	47.7	Subbasin "C03" Results for Run "R5años", Página 2.
C04	7.75	6.4	01dic2012, 18:30	34.06	Subbasin "C04" Results for Run "R5años", Página 2.
C05	40.4	26.3	01dic2012, 23:45	45.24	Subbasin "C05" Results for Run "R5años", Página 3.
C06	3.01	2.7	01dic2012, 18:15	35.54	Subbasin "C06" Results for Run "R5años", Página 3.
C07	9.12	7.4	01dic2012, 23:15	55.27	Subbasin "C07" Results for Run "R5años", Página 4.
C08	1.24	1.7	01dic2012, 15:30	34.55	Subbasin "C08" Results for Run "R5años", Página 4.
C09	4.33	3.5	01dic2012, 19:30	37.05	Subbasin "C09" Results for Run "R5años", Página 5.
C10	9.55	6.9	01dic2012, 22:15	44.5	Subbasin "C10" Results for Run "R5años", Página 5.
C11	0.99	1.3	01dic2012, 16:15	38.59	Subbasin "C11" Results for Run "R5años", Página 6.
C12	8.03	9.9	01dic2012, 17:45	46.37	Subbasin "C12" Results for Run "R5años", Página 6.
C13	14.25	7.3	02dic2012, 01:00	38.08	Subbasin "C13" Results for Run "R5años", Página 7.
C14	1.17	1.4	01dic2012, 16:30	36.04	Subbasin "C14" Results for Run "R5años", Página 7.
C15	18.87	8.2	02dic2012, 02:00	34.55	Subbasin "C15" Results for Run "R5años", Página 8.
C16	12.49	7.8	01dic2012, 23:15	41.76	Subbasin "C16" Results for Run "R5años", Página 8.
C17	4.55	3.4	01dic2012, 20:00	37.56	Subbasin "C17" Results for Run "R5años", Página 9.
C18	20.24	11	01dic2012, 22:30	33.57	Subbasin "C18" Results for Run "R5años", Página 9.
C19	2.59	3.5	01dic2012, 15:45	36.04	Subbasin "C19" Results for Run "R5años", Página 10.
C20	2.27	2.5	01dic2012, 16:45	36.04	Subbasin "C20" Results for Run "R5años", Página 10.
C21	0.17	0.2	01dic2012, 15:30	36.04	Subbasin "C21" Results for Run "R5años", Página 11.
C22	5.22	8.3	01dic2012, 16:00	44.68	Subbasin "C22" Results for Run "R5años", Página 11.
C23	4.3	2.6	01dic2012, 22:00	36.04	Subbasin "C23" Results for Run "R5años", Página 12.
C24	4.08	2.6	01dic2012, 21:30	36.04	Subbasin "C24" Results for Run "R5años", Página 12.
C25	5.05	3.7	01dic2012, 20:00	36.55	Subbasin "C25" Results for Run "R5años", Página 13.
C26	14.46	7.6	02dic2012, 00:00	37.05	Subbasin "C26" Results for Run "R5años", Página 13.
C27	12.11	7.4	01dic2012, 22:00	36.55	Subbasin "C27" Results for Run "R5años", Página 14.
C28	12.57	9.9	01dic2012, 19:30	36.55	Subbasin "C28" Results for Run "R5años", Página 14.
C29	4.66	3.9	01dic2012, 18:15	33.57	Subbasin "C29" Results for Run "R5años", Página 15.
C30	1.94	2.1	01dic2012, 16:30	33.57	Subbasin "C30" Results for Run "R5años", Página 15.
C31	21.72	10.3	02dic2012, 01:15	36.55	Subbasin "C31" Results for Run "R5años", Página 16.
C32	4.93	4.5	01dic2012, 18:00	35.54	Subbasin "C32" Results for Run "R5años", Página 16.
C33	7.17	5.9	01dic2012, 19:00	36.04	Subbasin "C33" Results for Run "R5años", Página 17.
C34	13.56	8.3	01dic2012, 22:00	36.55	Subbasin "C34" Results for Run "R5años", Página 17.
C35	1.4	1.5	01dic2012, 16:45	33.57	Subbasin "C35" Results for Run "R5años", Página 18.
R01	10.59	9.9	01dic2012, 22:15	57.37	
R02	17.42	17.4	01dic2012, 21:45	57.37	
R04	7.75	6.4	01dic2012, 21:00	33.96	
R05	48.15	31.8	01dic2012, 23:45	43.42	
R06	72.72	53.5	01dic2012, 23:00	46.68	
R08	83.08	61.3	01dic2012, 23:15	47.44	
R10	96.96	70.4	01dic2012, 23:15	46.61	
R11	97.95	70.8	01dic2012, 23:30	46.53	
R12	105.98	76.4	02dic2012, 00:00	46.5	
R13	120.23	83.6	02dic2012, 00:15	45.5	
R15	18.87	8.2	02dic2012, 03:30	34.53	
R16	31.36	15.1	02dic2012, 03:00	37.39	
R18	20.24	11	01dic2012, 22:45	33.57	
R19	22.83	12.1	01dic2012, 22:45	33.85	
R20	61.01	29.3	02dic2012, 00:30	36.03	
R22	5.22	8	01dic2012, 17:15	44.52	
R23	70.7	34.8	01dic2012, 23:30	36.65	
R24	74.78	37.2	01dic2012, 23:30	36.61	
R25	79.83	40.3	02dic2012, 00:00	36.56	
R26	94.29	47.9	02dic2012, 00:45	36.62	
R28	118.97	62.1	02dic2012, 00:15	36.6	
R29	123.63	64.5	02dic2012, 00:15	36.49	
R30	246.97	149.1	02dic2012, 00:45	40.85	
R31	268.69	151	02dic2012, 01:00	40.06	
R32	273.62	147.9	02dic2012, 01:30	39.8	
R33	280.79	134.5	02dic2012, 02:15	38.69	
R34	294.35	140.4	02dic2012, 02:30	38.53	
Rio Lujan	295.75	140.8	02dic2012, 02:30	38.5	

Tabla 10. Caudales resultantes - Recurrencia 5años

RESULTADOS HEC-HMS - RECURRENCIA 10AÑOS					
Hydrologic Element	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Peak Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Time of Peak	Volume (mm)	Hidrograma HEC-HMS (TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14)
C01	10.59	13	01dic2012, 22:00	76.46	Subbasin "C01" Results for Run "R10años", Página 1.
C02	6.83	11.1	01dic2012, 19:00	76.46	Subbasin "C02" Results for Run "R10años", Página 1.
C03	4.14	5	01dic2012, 20:30	65.44	Subbasin "C03" Results for Run "R10años", Página 2.
C04	7.75	9.2	01dic2012, 18:15	49.28	Subbasin "C04" Results for Run "R10años", Página 2.
C05	40.4	35.9	01dic2012, 23:45	62.58	Subbasin "C05" Results for Run "R10años", Página 3.
C06	3.01	3.8	01dic2012, 18:00	51.07	Subbasin "C06" Results for Run "R10años", Página 3.
C07	9.12	9.8	01dic2012, 23:15	74.1	Subbasin "C07" Results for Run "R10años", Página 4.
C08	1.24	2.4	01dic2012, 15:30	49.87	Subbasin "C08" Results for Run "R10años", Página 4.
C09	4.33	4.9	01dic2012, 19:15	52.89	Subbasin "C09" Results for Run "R10años", Página 5.
C10	9.55	9.4	01dic2012, 22:15	61.71	Subbasin "C10" Results for Run "R10años", Página 5.
C11	0.99	1.8	01dic2012, 16:15	54.73	Subbasin "C11" Results for Run "R10años", Página 6.
C12	8.03	13.4	01dic2012, 17:30	63.89	Subbasin "C12" Results for Run "R10años", Página 6.
C13	14.25	10.2	02dic2012, 00:45	54.12	Subbasin "C13" Results for Run "R10años", Página 7.
C14	1.17	2	01dic2012, 16:15	51.68	Subbasin "C14" Results for Run "R10años", Página 7.
C15	18.87	11.7	02dic2012, 01:45	49.87	Subbasin "C15" Results for Run "R10años", Página 8.
C16	12.49	10.8	01dic2012, 23:15	58.5	Subbasin "C16" Results for Run "R10años", Página 8.
C17	4.55	4.8	01dic2012, 20:00	53.5	Subbasin "C17" Results for Run "R10años", Página 9.
C18	20.24	15.7	01dic2012, 22:30	48.69	Subbasin "C18" Results for Run "R10años", Página 9.
C19	2.59	5	01dic2012, 15:45	51.68	Subbasin "C19" Results for Run "R10años", Página 10.
C20	2.27	3.5	01dic2012, 16:45	51.68	Subbasin "C20" Results for Run "R10años", Página 10.
C21	0.17	0.4	01dic2012, 15:30	51.68	Subbasin "C21" Results for Run "R10años", Página 11.
C22	5.22	11.4	01dic2012, 16:00	61.93	Subbasin "C22" Results for Run "R10años", Página 11.
C23	4.3	3.7	01dic2012, 21:45	51.68	Subbasin "C23" Results for Run "R10años", Página 12.
C24	4.08	3.7	01dic2012, 21:15	51.68	Subbasin "C24" Results for Run "R10años", Página 12.
C25	5.05	5.3	01dic2012, 20:00	52.28	Subbasin "C25" Results for Run "R10años", Página 13.
C26	14.46	10.8	02dic2012, 00:00	52.89	Subbasin "C26" Results for Run "R10años", Página 13.
C27	12.11	10.5	01dic2012, 22:00	52.28	Subbasin "C27" Results for Run "R10años", Página 14.
C28	12.57	13.9	01dic2012, 19:15	52.28	Subbasin "C28" Results for Run "R10años", Página 14.
C29	4.66	5.6	01dic2012, 18:00	48.69	Subbasin "C29" Results for Run "R10años", Página 15.
C30	1.94	3.1	01dic2012, 16:15	48.69	Subbasin "C30" Results for Run "R10años", Página 15.
C31	21.72	14.6	02dic2012, 01:15	52.28	Subbasin "C31" Results for Run "R10años", Página 16.
C32	4.93	6.3	01dic2012, 18:00	51.07	Subbasin "C32" Results for Run "R10años", Página 16.
C33	7.17	8.4	01dic2012, 18:45	51.68	Subbasin "C33" Results for Run "R10años", Página 17.
C34	13.56	11.7	01dic2012, 22:00	52.28	Subbasin "C34" Results for Run "R10años", Página 17.
C35	1.4	2.1	01dic2012, 16:30	48.69	Subbasin "C35" Results for Run "R10años", Página 18.
R01	10.59	13	01dic2012, 22:15	76.46	
R02	17.42	22.8	01dic2012, 21:30	76.47	
R04	7.75	9.1	01dic2012, 20:30	49.15	
R05	48.15	43.6	01dic2012, 23:45	60.41	
R06	72.72	72.4	01dic2012, 22:45	64.15	
R08	83.08	82.8	01dic2012, 23:00	65.03	
R10	96.96	95.4	01dic2012, 23:15	64.06	
R11	97.95	96.1	01dic2012, 23:15	63.97	
R12	105.98	103.9	01dic2012, 23:45	63.94	
R13	120.23	113.9	02dic2012, 00:00	62.78	
R15	18.87	11.7	02dic2012, 03:15	49.85	
R16	31.36	21.3	02dic2012, 03:00	53.26	
R18	20.24	15.7	01dic2012, 22:30	48.69	
R19	22.83	17.4	01dic2012, 22:30	49.03	
R20	61.01	41.8	02dic2012, 00:15	51.64	
R22	5.22	11	01dic2012, 17:00	61.74	
R23	70.7	49.5	01dic2012, 23:15	52.38	
R24	74.78	52.9	01dic2012, 23:15	52.33	
R25	79.83	57.3	01dic2012, 23:45	52.27	
R26	94.29	68	02dic2012, 00:30	52.34	
R28	118.97	88.4	02dic2012, 00:00	52.33	
R29	123.63	91.8	02dic2012, 00:00	52.19	
R30	246.97	207.2	02dic2012, 00:30	57.31	
R31	268.69	211.4	02dic2012, 00:45	56.35	
R32	273.62	207.8	02dic2012, 01:15	56.03	
R33	280.79	191.5	02dic2012, 01:45	54.63	
R34	294.35	200.2	02dic2012, 02:00	54.43	
Río Lujan	295.75	200.8	02dic2012, 02:00	54.41	

Tabla 11. Caudales resultantes - Recurrencia 10años

RESULTADOS HEC-HMS - RECURRENCIA 20AÑOS					
Hydrologic Element	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Peak Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Time of Peak	Volume (mm)	Hidrograma HEC-HMS (TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14)
C01	10.59	16.1	01dic2012, 22:00	95.35	Subbasin "C01" Results for Run "R20años", Página 1.
C02	6.83	13.7	01dic2012, 19:00	95.35	Subbasin "C02" Results for Run "R20años", Página 1.
C03	4.14	6.3	01dic2012, 20:30	83.25	Subbasin "C03" Results for Run "R20años", Página 2.
C04	7.75	12.1	01dic2012, 18:00	65.01	Subbasin "C04" Results for Run "R20años", Página 2.
C05	40.4	45.6	01dic2012, 23:45	80.07	Subbasin "C05" Results for Run "R20años", Página 3.
C06	3.01	4.9	01dic2012, 18:00	67.07	Subbasin "C06" Results for Run "R20años", Página 3.
C07	9.12	12.2	01dic2012, 23:15	92.78	Subbasin "C07" Results for Run "R20años", Página 4.
C08	1.24	3.2	01dic2012, 15:30	65.7	Subbasin "C08" Results for Run "R20años", Página 4.
C09	4.33	6.3	01dic2012, 19:15	69.14	Subbasin "C09" Results for Run "R20años", Página 5.
C10	9.55	12	01dic2012, 22:15	79.09	Subbasin "C10" Results for Run "R20años", Página 5.
C11	0.99	2.4	01dic2012, 16:00	71.24	Subbasin "C11" Results for Run "R20años", Página 6.
C12	8.03	16.9	01dic2012, 17:30	81.53	Subbasin "C12" Results for Run "R20años", Página 6.
C13	14.25	13.2	02dic2012, 00:45	70.54	Subbasin "C13" Results for Run "R20años", Página 7.
C14	1.17	2.6	01dic2012, 16:15	67.76	Subbasin "C14" Results for Run "R20años", Página 7.
C15	18.87	15.4	02dic2012, 01:45	65.7	Subbasin "C15" Results for Run "R20años", Página 8.
C16	12.49	13.8	01dic2012, 23:15	75.49	Subbasin "C16" Results for Run "R20años", Página 8.
C17	4.55	6.3	01dic2012, 19:45	69.84	Subbasin "C17" Results for Run "R20años", Página 9.
C18	20.24	20.7	01dic2012, 22:15	64.33	Subbasin "C18" Results for Run "R20años", Página 9.
C19	2.59	6.6	01dic2012, 15:30	67.76	Subbasin "C19" Results for Run "R20años", Página 10.
C20	2.27	4.6	01dic2012, 16:30	67.76	Subbasin "C20" Results for Run "R20años", Página 10.
C21	0.17	0.5	01dic2012, 15:30	67.76	Subbasin "C21" Results for Run "R20años", Página 11.
C22	5.22	14.3	01dic2012, 16:00	79.34	Subbasin "C22" Results for Run "R20años", Página 11.
C23	4.3	4.8	01dic2012, 21:45	67.76	Subbasin "C23" Results for Run "R20años", Página 12.
C24	4.08	4.8	01dic2012, 21:15	67.76	Subbasin "C24" Results for Run "R20años", Página 12.
C25	5.05	6.9	01dic2012, 19:45	68.45	Subbasin "C25" Results for Run "R20años", Página 13.
C26	14.46	14	02dic2012, 00:00	69.14	Subbasin "C26" Results for Run "R20años", Página 13.
C27	12.11	13.6	01dic2012, 21:45	68.45	Subbasin "C27" Results for Run "R20años", Página 14.
C28	12.57	18.1	01dic2012, 19:15	68.45	Subbasin "C28" Results for Run "R20años", Página 14.
C29	4.66	7.3	01dic2012, 18:00	64.33	Subbasin "C29" Results for Run "R20años", Página 15.
C30	1.94	4.1	01dic2012, 16:15	64.33	Subbasin "C30" Results for Run "R20años", Página 15.
C31	21.72	19.1	02dic2012, 01:15	68.45	Subbasin "C31" Results for Run "R20años", Página 16.
C32	4.93	8.2	01dic2012, 17:45	67.07	Subbasin "C32" Results for Run "R20años", Página 16.
C33	7.17	10.9	01dic2012, 18:30	67.76	Subbasin "C33" Results for Run "R20años", Página 17.
C34	13.56	15.2	01dic2012, 22:00	68.45	Subbasin "C34" Results for Run "R20años", Página 17.
C35	1.4	2.8	01dic2012, 16:30	64.33	Subbasin "C35" Results for Run "R20años", Página 18.
R01	10.59	16.1	01dic2012, 22:15	95.35	
R02	17.42	28.1	01dic2012, 21:30	95.35	
R04	7.75	11.9	01dic2012, 20:15	64.84	
R05	48.15	55.5	01dic2012, 23:30	77.6	
R06	72.72	91.5	01dic2012, 22:45	81.74	
R08	83.08	104.5	01dic2012, 23:00	82.71	
R10	96.96	120.6	01dic2012, 23:00	81.63	
R11	97.95	121.5	01dic2012, 23:15	81.52	
R12	105.98	131.5	01dic2012, 23:30	81.5	
R13	120.23	144.4	02dic2012, 00:00	80.2	
R15	18.87	15.3	02dic2012, 03:15	65.67	
R16	31.36	27.7	02dic2012, 02:45	69.54	
R18	20.24	20.7	01dic2012, 22:30	64.33	
R19	22.83	22.9	01dic2012, 22:30	64.72	
R20	61.01	54.7	02dic2012, 00:15	67.69	
R22	5.22	13.8	01dic2012, 17:00	79.13	
R23	70.7	64.7	01dic2012, 23:15	68.53	
R24	74.78	69.2	01dic2012, 23:15	68.48	
R25	79.83	75	01dic2012, 23:45	68.41	
R26	94.29	88.8	02dic2012, 00:15	68.49	
R28	118.97	115.6	01dic2012, 23:45	68.48	
R29	123.63	120.2	01dic2012, 23:45	68.33	
R30	246.97	266.8	02dic2012, 00:15	74.07	
R31	268.69	273.4	02dic2012, 00:30	72.97	
R32	273.62	269.3	02dic2012, 01:00	72.58	
R33	280.79	250.4	02dic2012, 01:30	70.92	
R34	294.35	261.9	02dic2012, 01:30	70.69	
Rio Lujan	295.75	262.8	02dic2012, 01:30	70.66	

Tabla 12. Caudales resultantes - Recurrencia 20años

RESULTADOS HEC-HMS - RECURRENCIA 50AÑOS					
Hydrologic Element	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Peak Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Time of Peak	Volume (mm)	Hidrograma HEC-HMS (TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14)
C01	10.59	20	01dic2012, 22:00	119.73	Subbasin "C01" Results for Run "R50años", Página 1.
C02	6.83	17	01dic2012, 19:00	119.73	Subbasin "C02" Results for Run "R50años", Página 1.
C03	4.14	8	01dic2012, 20:30	106.5	Subbasin "C03" Results for Run "R50años", Página 2.
C04	7.75	15.9	01dic2012, 18:00	86.03	Subbasin "C04" Results for Run "R50años", Página 2.
C05	40.4	58.3	01dic2012, 23:30	102.98	Subbasin "C05" Results for Run "R50años", Página 3.
C06	3.01	6.4	01dic2012, 17:45	88.37	Subbasin "C06" Results for Run "R50años", Página 3.
C07	9.12	15.3	01dic2012, 23:15	116.94	Subbasin "C07" Results for Run "R50años", Página 4.
C08	1.24	4.2	01dic2012, 15:15	86.81	Subbasin "C08" Results for Run "R50años", Página 4.
C09	4.33	8.2	01dic2012, 19:00	90.73	Subbasin "C09" Results for Run "R50años", Página 5.
C10	9.55	15.3	01dic2012, 22:00	101.9	Subbasin "C10" Results for Run "R50años", Página 5.
C11	0.99	3.1	01dic2012, 16:00	93.1	Subbasin "C11" Results for Run "R50años", Página 6.
C12	8.03	21.4	01dic2012, 17:30	104.6	Subbasin "C12" Results for Run "R50años", Página 6.
C13	14.25	17.2	02dic2012, 00:45	92.31	Subbasin "C13" Results for Run "R50años", Página 7.
C14	1.17	3.4	01dic2012, 16:00	89.16	Subbasin "C14" Results for Run "R50años", Página 7.
C15	18.87	20.2	02dic2012, 01:45	86.81	Subbasin "C15" Results for Run "R50años", Página 8.
C16	12.49	17.9	01dic2012, 23:00	97.88	Subbasin "C16" Results for Run "R50años", Página 8.
C17	4.55	8.2	01dic2012, 19:45	91.52	Subbasin "C17" Results for Run "R50años", Página 9.
C18	20.24	27.3	01dic2012, 22:15	85.25	Subbasin "C18" Results for Run "R50años", Página 9.
C19	2.59	8.6	01dic2012, 15:30	89.16	Subbasin "C19" Results for Run "R50años", Página 10.
C20	2.27	6	01dic2012, 16:30	89.16	Subbasin "C20" Results for Run "R50años", Página 10.
C21	0.17	0.6	01dic2012, 15:15	89.16	Subbasin "C21" Results for Run "R50años", Página 11.
C22	5.22	18.3	01dic2012, 15:45	102.17	Subbasin "C22" Results for Run "R50años", Página 11.
C23	4.3	6.3	01dic2012, 21:45	89.16	Subbasin "C23" Results for Run "R50años", Página 12.
C24	4.08	6.2	01dic2012, 21:15	89.16	Subbasin "C24" Results for Run "R50años", Página 12.
C25	5.05	9	01dic2012, 19:45	89.94	Subbasin "C25" Results for Run "R50años", Página 13.
C26	14.46	18.3	01dic2012, 23:45	90.73	Subbasin "C26" Results for Run "R50años", Página 13.
C27	12.11	17.8	01dic2012, 21:45	89.94	Subbasin "C27" Results for Run "R50años", Página 14.
C28	12.57	23.6	01dic2012, 19:15	89.94	Subbasin "C28" Results for Run "R50años", Página 14.
C29	4.66	9.7	01dic2012, 17:45	85.25	Subbasin "C29" Results for Run "R50años", Página 15.
C30	1.94	5.4	01dic2012, 16:00	85.25	Subbasin "C30" Results for Run "R50años", Página 15.
C31	21.72	25	02dic2012, 01:00	89.94	Subbasin "C31" Results for Run "R50años", Página 16.
C32	4.93	10.8	01dic2012, 17:45	88.37	Subbasin "C32" Results for Run "R50años", Página 16.
C33	7.17	14.3	01dic2012, 18:30	89.16	Subbasin "C33" Results for Run "R50años", Página 17.
C34	13.56	19.9	01dic2012, 21:45	89.94	Subbasin "C34" Results for Run "R50años", Página 17.
C35	1.4	3.7	01dic2012, 16:15	85.25	Subbasin "C35" Results for Run "R50años", Página 18.
R01	10.59	20	01dic2012, 22:15	119.72	
R02	17.42	34.9	01dic2012, 21:30	119.73	
R04	7.75	15.6	01dic2012, 20:00	85.83	
R05	48.15	71.2	01dic2012, 23:30	100.2	
R06	72.72	116.4	01dic2012, 22:30	104.74	
R08	83.08	132.6	01dic2012, 23:00	105.81	
R10	96.96	153.6	01dic2012, 23:00	104.61	
R11	97.95	154.7	01dic2012, 23:00	104.49	
R12	105.98	167.7	01dic2012, 23:30	104.47	
R13	120.23	184.4	01dic2012, 23:45	103.03	
R15	18.87	20.2	02dic2012, 03:00	86.77	
R16	31.36	36.3	02dic2012, 02:30	91.14	
R18	20.24	27.3	01dic2012, 22:30	85.25	
R19	22.83	30.2	01dic2012, 22:15	85.69	
R20	61.01	71.9	02dic2012, 00:00	89.06	
R22	5.22	17.7	01dic2012, 16:45	101.91	
R23	70.7	84.9	01dic2012, 23:00	90	
R24	74.78	90.9	01dic2012, 23:00	89.95	
R25	79.83	98.4	01dic2012, 23:30	89.87	
R26	94.29	116.5	02dic2012, 00:00	89.96	
R28	118.97	151.8	01dic2012, 23:30	89.96	
R29	123.63	157.9	01dic2012, 23:30	89.78	
R30	246.97	345.2	02dic2012, 00:00	96.19	
R31	268.69	355.2	02dic2012, 00:15	94.92	
R32	273.62	350.6	02dic2012, 00:30	94.46	
R33	280.79	328.8	02dic2012, 01:00	92.49	
R34	294.35	344.2	02dic2012, 01:15	92.24	
Rio Lujan	295.75	345.4	02dic2012, 01:15	92.2	

Tabla 13. Caudales resultantes - Recurrencia 50años

RESULTADOS HEC-HMS - RECURRENCIA 100AÑOS					
Hydrologic Element	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Peak Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Time of Peak	Volume (mm)	Hidrograma HEC-HMS (TOMO VI - Anexos Generales, Anexo 14)
C01	10.59	23.02	01dic2012, 21:45	138.52	Subbasin "C01" Results for Run "R100años", Página 1.
C02	6.83	19.5	01dic2012, 19:00	138.52	Subbasin "C02" Results for Run "R100años", Página 1.
C03	4.14	9.29	01dic2012, 20:30	124.57	Subbasin "C03" Results for Run "R100años", Página 2.
C04	7.75	18.87	01dic2012, 18:00	102.64	Subbasin "C04" Results for Run "R100años", Página 2.
C05	40.4	68.14	01dic2012, 23:30	120.83	Subbasin "C05" Results for Run "R100años", Página 3.
C06	3.01	7.64	01dic2012, 17:45	105.18	Subbasin "C06" Results for Run "R100años", Página 3.
C07	9.12	17.59	01dic2012, 23:15	135.6	Subbasin "C07" Results for Run "R100años", Página 4.
C08	1.24	4.96	01dic2012, 15:15	103.49	Subbasin "C08" Results for Run "R100años", Página 4.
C09	4.33	9.71	01dic2012, 19:00	107.72	Subbasin "C09" Results for Run "R100años", Página 5.
C10	9.55	17.9	01dic2012, 22:00	119.68	Subbasin "C10" Results for Run "R100años", Página 5.
C11	0.99	3.6	01dic2012, 16:00	110.27	Subbasin "C11" Results for Run "R100años", Página 6.
C12	8.03	24.89	01dic2012, 17:30	122.56	Subbasin "C12" Results for Run "R100años", Página 6.
C13	14.25	20.35	02dic2012, 00:45	109.42	Subbasin "C13" Results for Run "R100años", Página 7.
C14	1.17	4	01dic2012, 16:00	106.02	Subbasin "C14" Results for Run "R100años", Página 7.
C15	18.87	24.05	02dic2012, 01:30	103.49	Subbasin "C15" Results for Run "R100años", Página 8.
C16	12.49	20.95	01dic2012, 23:00	115.39	Subbasin "C16" Results for Run "R100años", Página 8.
C17	4.55	9.62	01dic2012, 19:45	108.57	Subbasin "C17" Results for Run "R100años", Página 9.
C18	20.24	32.44	01dic2012, 22:15	101.8	Subbasin "C18" Results for Run "R100años", Página 9.
C19	2.59	10.17	01dic2012, 15:30	106.02	Subbasin "C19" Results for Run "R100años", Página 10.
C20	2.27	7.15	01dic2012, 16:30	106.02	Subbasin "C20" Results for Run "R100años", Página 10.
C21	0.17	0.71	01dic2012, 15:15	106.02	Subbasin "C21" Results for Run "R100años", Página 11.
C22	5.22	21.32	01dic2012, 15:45	119.97	Subbasin "C22" Results for Run "R100años", Página 11.
C23	4.3	7.46	01dic2012, 21:45	106.02	Subbasin "C23" Results for Run "R100años", Página 12.
C24	4.08	7.39	01dic2012, 21:15	106.02	Subbasin "C24" Results for Run "R100años", Página 12.
C25	5.05	10.59	01dic2012, 19:45	106.87	Subbasin "C25" Results for Run "R100años", Página 13.
C26	14.46	21.65	01dic2012, 23:45	107.72	Subbasin "C26" Results for Run "R100años", Página 13.
C27	12.11	21.04	01dic2012, 21:45	106.87	Subbasin "C27" Results for Run "R100años", Página 14.
C28	12.57	27.9	01dic2012, 19:00	106.87	Subbasin "C28" Results for Run "R100años", Página 14.
C29	4.66	11.53	01dic2012, 17:45	101.8	Subbasin "C29" Results for Run "R100años", Página 15.
C30	1.94	6.41	01dic2012, 16:00	101.8	Subbasin "C30" Results for Run "R100años", Página 15.
C31	21.72	29.56	02dic2012, 01:00	106.87	Subbasin "C31" Results for Run "R100años", Página 16.
C32	4.93	12.78	01dic2012, 17:45	105.18	Subbasin "C32" Results for Run "R100años", Página 16.
C33	7.17	16.92	01dic2012, 18:30	106.02	Subbasin "C33" Results for Run "R100años", Página 17.
C34	13.56	23.5	01dic2012, 21:45	106.87	Subbasin "C34" Results for Run "R100años", Página 17.
C35	1.4	4.38	01dic2012, 16:15	101.8	Subbasin "C35" Results for Run "R100años", Página 18.
R01	10.59	23	01dic2012, 22:00	138.51	
R02	17.42	40.18	01dic2012, 21:15	138.51	
R04	7.75	18.56	01dic2012, 19:45	102.42	
R05	48.15	83.26	01dic2012, 23:30	117.85	
R06	72.72	135.55	01dic2012, 22:30	122.66	
R08	83.08	154.34	01dic2012, 22:45	123.79	
R10	96.96	178.98	01dic2012, 22:45	122.51	
R11	97.95	180.28	01dic2012, 23:00	122.38	
R12	105.98	195.53	01dic2012, 23:15	122.37	
R13	120.23	215.23	01dic2012, 23:30	120.83	
R15	18.87	23.95	02dic2012, 03:00	103.44	
R16	31.36	42.9	02dic2012, 02:30	108.14	
R18	20.24	32.42	01dic2012, 22:15	101.8	
R19	22.83	35.88	01dic2012, 22:15	102.28	
R20	61.01	85.37	01dic2012, 23:45	105.9	
R22	5.22	20.54	01dic2012, 16:45	119.72	
R23	70.7	100.78	01dic2012, 23:00	106.91	
R24	74.78	107.84	01dic2012, 23:00	106.86	
R25	79.83	116.79	01dic2012, 23:15	106.77	
R26	94.29	138.15	02dic2012, 00:00	106.87	
R28	118.97	180.02	01dic2012, 23:30	106.87	
R29	123.63	187.37	01dic2012, 23:15	106.68	
R30	246.97	406.1	01dic2012, 23:45	113.52	
R31	268.69	418.83	02dic2012, 00:00	112.14	
R32	273.62	414.13	02dic2012, 00:30	111.63	
R33	280.79	390.57	02dic2012, 00:45	109.46	
R34	294.35	408.99	02dic2012, 01:00	109.18	
Rio Lujan	295.75	410.39	02dic2012, 01:00	109.15	

Tabla 14. Caudales resultantes - Recurrencia 100 años

## **5. MODELACIÓN HIDRAULICA DE LOS CAUCES PRINCIPALES**

## 5. MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LOS CAUCES PRINCIPALES

Esta tarea de modelación, se ha desarrollado a partir de culminadas las tareas previas correspondientes, las que han permitido formalizar el esquema de modelación general de la cuenca, tanto desde los aspectos geométricos como hidrológicos. Se esbozan aquí los principales lineamientos de la modelación hidráulica.

Para la descripción de los procesos hidráulicos se implementó un modelo matemático (tipo Hec-RAS) de uso libre, el cual ha sido desarrollado por el Hidrología Engineering Center para la modelación de flujos unidimensionales para una red de canales naturales y/o artificiales.

Cabe destacar que los modelos tipo HEC-RAS requieren una detallada información geométrica de la zona a modelar, y en base a las condiciones de borde impuestas (por ejemplo el caudal y el tirante aguas abajo) permiten obtener la variación espacial de los niveles de la superficie libre. Asimismo, el modelo admite a incorporación de singularidades como puentes, alcantarillas, vanos, vertederos, etc., con las cuales podrá caracterizar la red de escurrimiento de la cuenca.

La implementación del modelo estuvo centrada en la información topográfica, y de las obras de arte existentes en la cuenca, como así también en los valores de caudales asociados a eventos de precipitación de diversas recurrencias.

Por otra parte, la condición de tirante en el extremo aguas abajo del modelo ha requerido la determinación de los niveles en el cauce del Río Luján, para determinar si existe o no influencia por las mareas del Río de la Plata. En consecuencia se realizó una recopilación de información antecedente de estos niveles y su relación con los eventos de precipitación a fin de establecer las condiciones de borde del modelo hidráulico. Uno de los estudios analizados fue el realizado por el Instituto Nacional del Agua denominado “Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján – provincia de Buenos Aires. Delimitación de las zonas bajo riesgo hídrico informe LHA 284-01-2007 - informe final, Junio de 2007.”

Para el análisis efectuado en esta instancia, se ha adoptado como condición de borde de la descarga del Arroyo Escobar y Zanjón Villanueva (Progresiva 0), con el nivel de agua del Canal del Río Luján en 1m respecto de la cota IGM. Los niveles de agua en dicha sección no se ven afectados por los efectos de remanso del río de la Plata, ya que son amortiguados, según los antecedentes analizados<sup>10</sup>, considerándose entonces para el análisis, dicho nivel en el Río Luján para la descarga del Arroyo Escobar y Zanjón Villanueva.

### **5.1. Descripción del modelo HEC- RAS.**

Las simulaciones hidráulicas representan una manera de análisis de la interrelación entre la topografía del cauce de un curso, los volúmenes de agua y sedimentos transportados, así como la manera en que influyen sobre el nivel de agua las obstrucciones u obras hidráulicas que se presenten en su cauce. Por lo expuesto constituyen una herramienta muy útil para entender estos temas y dar resoluciones a problemas planteados en el manejo de cauces naturales.

Para el manejo de estas simulaciones debemos tener conocimiento de ciertos parámetros geométricos y características hidráulicas, hidrológicas, fluviales y geomorfológicas de la zona en estudio: caudales, requerimientos hídricos, traza del canal, revestimientos, volúmenes de agua, topografía, sedimentos transportados, obstrucciones, velocidades, vegetación.

En virtud de las características del sistema, de la calidad y cantidad de información disponible, se seleccionó el Modelo de Simulación HEC-RAS. Sus siglas significan Hidrologic Engineering Center - River Analysis System (Centro de

---

<sup>10</sup> INFORME FINAL “DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN – PROVINCIA DE BUENOS AIRES – ARGENTINA - DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS BAJO RIESGO HÍDRICO”. Instituto Nacional del Agua, Laboratorio Hidráulica Aplicada INA LHA 284-01-2007 - Junio de 2007.

Ingeniería Hidrológica - Sistema de Análisis de Ríos), y ha sido desarrollado en el Centro de Investigación del U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California, EEUU.

### ***5.2. Introducción***

El sistema de modelación HEC-RAS, está diseñado para realizar cálculos hidráulicos para flujo unidimensional en redes de ríos o canales.

El modelo, permite realizar cálculos para flujo en régimen permanente e impermanente. A su vez permite efectuar algunos cálculos básicos relacionados con el transporte de sedimentos en cauces, característica que se encuentra en desarrollo para ser incorporada con rutinas de cálculo más sofisticadas en versiones futuras.

### ***5.3. Filosofía general del programa***

HEC-RAS es un sistema integrado de software, diseñado para el análisis hidráulico en una dimensión: 1) cálculo de perfiles superficiales para flujo permanente; 2) Simulación de flujo impermanente; 3) Cálculo de transporte de sedimentos en cauces con lecho móvil. Una particularidad importante es que las componentes emplean en común los datos geométricos, la representación de los mismos, y las rutinas de cálculo de los parámetros hidráulicos. Además de las tres componentes de análisis hidráulico, el sistema contiene varias características para el diseño hidráulico que pueden ser invocadas una vez que se ha calculado el perfil superficial básico, permitiendo calcular perfiles superficiales para flujo permanente e impermanente.

El modelo es un paquete integrado de análisis hidráulico, programa en que el usuario actúa recíprocamente con el sistema a través del uso de una interface gráfica, cuya resolución permite un fácil diseño mediante el uso accesible del software sin disminución de eficiencia. La interfaz presenta las siguientes funciones: Manejo de Archivos, Ingreso y Edición de Datos, Análisis Hidráulico, Tabulación y Presentación Gráfica de Datos de Entrada y Resultados y Facilidades para producir Informes. El sistema es capaz de realizar cálculos de los flujos de la superficie del agua, cálculos de flujo uniforme, e incluirá flujo variado, transporte de sedimento, etc.

En la terminología HEC-RAS, un proyecto es un juego de archivos de datos asociados con un sistema de un río en particular. El modelador puede realizar cualquiera o varios tipos de análisis como parte del proyecto. Los archivos de datos para un proyecto se categorizan como sigue: datos de plata, geométricos, de flujo uniforme, de flujo variado, de sedimentos y los datos de diseño hidráulico. Cada plan representa una simulación específica de datos geométricos y datos de flujo, pero una vez introducido los datos básicos en el HEC-RAS, el proyectista puede formular los nuevos planes de manera simple y luego de efectuar las modelaciones para varios proyectos podrá comparar resultados simultáneamente de manera tabular y gráfica.

#### ***5.4. Componentes de Análisis Hidráulico***

Perfiles para Flujo Permanente. Esta componente del sistema se emplea para el cálculo de perfiles superficiales para flujo permanente gradualmente variado. El sistema puede manejar redes de canales a sección llena, un sistema ramificado, o un tramo individual de río. La componente de flujo permanente puede modelar perfiles de flujo subcrítico, supercrítico y mixto.

El procedimiento de cálculo se basa en la solución de la ecuación de la energía en una dimensión. Las pérdidas de energía se evalúan a través de una relación de fricción o resistencia al escurrimiento (ecuación de Manning) y el uso de coeficientes de contracción/expansión (coeficientes que multiplican al cambio de la altura de velocidad). En situaciones donde el perfil de la superficie del agua es rápidamente variado, se emplea la ecuación de cantidad de movimiento. Estas situaciones incluyen los cálculos para flujo mixto (ejemplo: resalto hidráulico), hidráulica de puentes, y la evaluación de los perfiles superficiales en la confluencia de ríos.

En los cálculos se puede considerar el efecto de diferentes obstrucciones como puentes, alcantarillas, azudes y estructuras en las planicies de inundación. También es posible aplicar este sistema en el manejo de planicies de inundación, en la realización de estudios para seguros de inundación y en la evaluación de daños. También permite analizar el cambio del perfil superficial debido a modificaciones en el cauce y en la recepción del escurrimiento.

Las características especiales de la componente del flujo permanente incluyen: Análisis de Planes Múltiples; Cálculo de Perfiles Múltiples; Análisis con Múltiples puentes/alcantarillas; y Optimización de flujo dividido en bifurcaciones.

Simulación en Flujo No Permanente. Esta componente del modelo HEC-RAS es capaz de simular un flujo no permanente en una dimensión a través de una red de canales a sección llena. La ecuación para dar solución para este tipo de flujo fue adaptada del modelo UNET (Barkau, 1992; HEC, 1997). Inicialmente, esta componente fue desarrollada para cálculos en régimen de flujo sub-crítico, aunque actualmente el modelo puede trabajar con un régimen de flujo mixto (sub-crítico, supercrítico, resalto hidráulico y caídas hidráulicas) para la realización de los diferentes cálculos del módulo.

Los cálculos hidráulicos para la sección transversal, puentes, alcantarillas y otras estructuras que se encuentran involucradas en la componente de flujo impermanente se encuentran incorporados a dicho módulo.

Transporte de Sedimentos/Cálculo de la Socavación. En esta componente se simula el transporte de sedimentos y la socavación de cauces en una dimensión.

El transporte potencial de sedimentos se calcula a partir de una fracción del tamaño del sedimento del cauce, y de este modo se posibilita la simulación de una clase de sedimento y de su acorazamiento. Otras versiones incluirán la capacidad de modelar redes de corrientes, dragado de canales, varias desembocaduras, alternativas de diques, espigones y estrechamientos, y el empleo de diferentes ecuaciones para el cálculo del transporte de sedimentos.

El modelo se diseña para simular la tendencia a largo plazo de la socavación y deposición en el lecho de un canal como posible consecuencia del cambio en la frecuencia y duración del caudal, o de la geometría del mismo. Este sistema puede ser empleado para evaluar la deposición de sedimentos en un embalse, para diseñar la disminución del ancho de un canal para mantener la profundidad de navegación necesaria, predecir la influencia del dragado en la tasa de deposición, estimar la

socavación máxima durante una crecida, y evaluar la sedimentación en canales estables.

### **5.5. Almacenamiento y Manejo de Datos**

El almacenamiento de datos se realiza a través del uso de archivos "planos" o "flat" (ASCII y binarios), así como del modelo HEC-DSS. Los datos ingresados se almacenan en los archivos bajo diferentes categorías: datos de proyecto, diseño, geometría, flujo permanente, no permanente y transporte de sedimentos. Los datos de salida se almacenan en archivos binarios separados. Los datos pueden transferirse dentro de HEC-RAS y a otros programas mediante el uso del HEC-DSS.

El manejo de los datos se realiza a través de una interfaz. El usuario debe ingresar un nombre único de archivo para el proyecto en ejecución. Una vez ingresado, todos los otros archivos se crean automáticamente y sus nombres son impuestos por la interfaz de acuerdo a las necesidades. Se tienen las opciones de renombrar, mover y borrar archivos o proyectos.

### **5.6. Gráficos e Informes**

Los gráficos incluyen esquemas en el plano X-Y de los sistemas de ríos, secciones transversales, perfiles, curvas de gasto, hidrogramas y muchas otras variables hidráulicas. Permite graficar en tres dimensiones múltiples secciones transversales. Presenta salidas en forma tabular. El usuario dispone de tablas predefinidas o la posibilidad de crear una propia. Tanto las salidas en forma gráfica como en tablas pueden desplegarse en pantalla, imprimirse o plotearse, o transferirse a través del portapapeles a otro software (procesadores de texto u hojas de cálculo, por ejemplo).

### **5.7. Generalidades**

El modelo empleado fue el HEC-RAS, el cual ha sido desarrollado por el Hydrologic Engineering Center para la modelación de flujos unidimensionales permanentes o no para una red de canales naturales y/o artificiales.

En la evaluación que se desarrolló han sido consideradas distintas condiciones geométricas, para la condición natural del arroyo y de las obras a construir a fin de evaluar el efecto de éstas ante el caudal de diseño.

### **5.8. Descripción del Modelo.**

El modelo HEC-RAS ha sido desarrollado por el Hydrologic Engineering Center para la modelación de flujos unidimensionales en régimen permanente o impermanente para una red de cursos naturales o canales artificiales.

### **5.9. Datos básicos.**

El principal objetivo del HEC-RAS es calcular elevaciones en la superficie de agua en todos los puntos de interés donde se posean valores de flujo.

Los datos requeridos se dividen en las siguientes categorías:

#### 5.9.1. Datos geométricos:

Consiste en establecer las conectividades del sistema, datos de secciones transversales, longitudes entre secciones, coeficientes de pérdida de energía (fricción, expansión y contracción) y estructuras hidráulicas (puentes, alcantarillas)

#### 5.9.2. Geometría de las secciones transversales:

Se especifica en términos de elevación de los puntos elegidos de la sección transversal y la distancia medida entre estos puntos (datos x-y) ubicados de izquierda a derecha mirando hacia aguas abajo.

Es conveniente extender la sección transversal a través de la llanura de inundación y ubicarla perpendicularmente a las líneas de flujo, tratando en lo posible de representar la geometría del arroyo y su valle de inundación. En el presente caso los perfiles fueron extendidos con cotas del terreno natural en el sector de las

planicies a fin de proveer una buena representación de los sectores anegables en eventos extraordinarios.

Asimismo se pueden establecer estaciones denominadas izquierda y derecha con su correspondiente elevación en donde el agua no puede sobrepasar hacia la izquierda de la sección izquierda y/o hacia la derecha de la estación derecha.

#### 5.9.3. Distancia entre secciones transversales.

La distancia medida entre secciones transversales se establece considerando las longitudes entre la sección en estudio y la inmediata aguas abajo, tanto para los márgenes derecha e izquierda como para el cauce principal.

#### 5.9.4. Coeficiente de pérdidas de energía.

Se pueden utilizar varios tipos de pérdidas para evaluar pérdidas de energía:

- a) “n” de Manning o su rugosidad equivalente “ k “ para pérdidas friccionales.
- b) Coeficientes de contracción y expansión para evaluar pérdidas en transiciones.

### **5.10. *Modelación Hidráulica de los cauces principales de la cuenca***

Para el estudio del comportamiento hidráulico de la cuenca se ha implementado una modelación matemática unidimensional del sistema, teniendo en cuenta la necesidad de modelar todas las tipologías de obras de arte existentes sobre el mismo, tales como puentes, alcantarillas, pasarelas peatonales, compuertas, y todo otro tipo de obstrucciones, etc.

A tal efecto se ha conformado el siguiente esquema de análisis y modelación de la cuenca, a partir de la definición de las subcuencas y ramales adoptados en el punto 4 – Modelación Hidrológica de la Cuenca, las condiciones de flujo en cada una de ellas, sus respectivos caudales y condición geométrica.

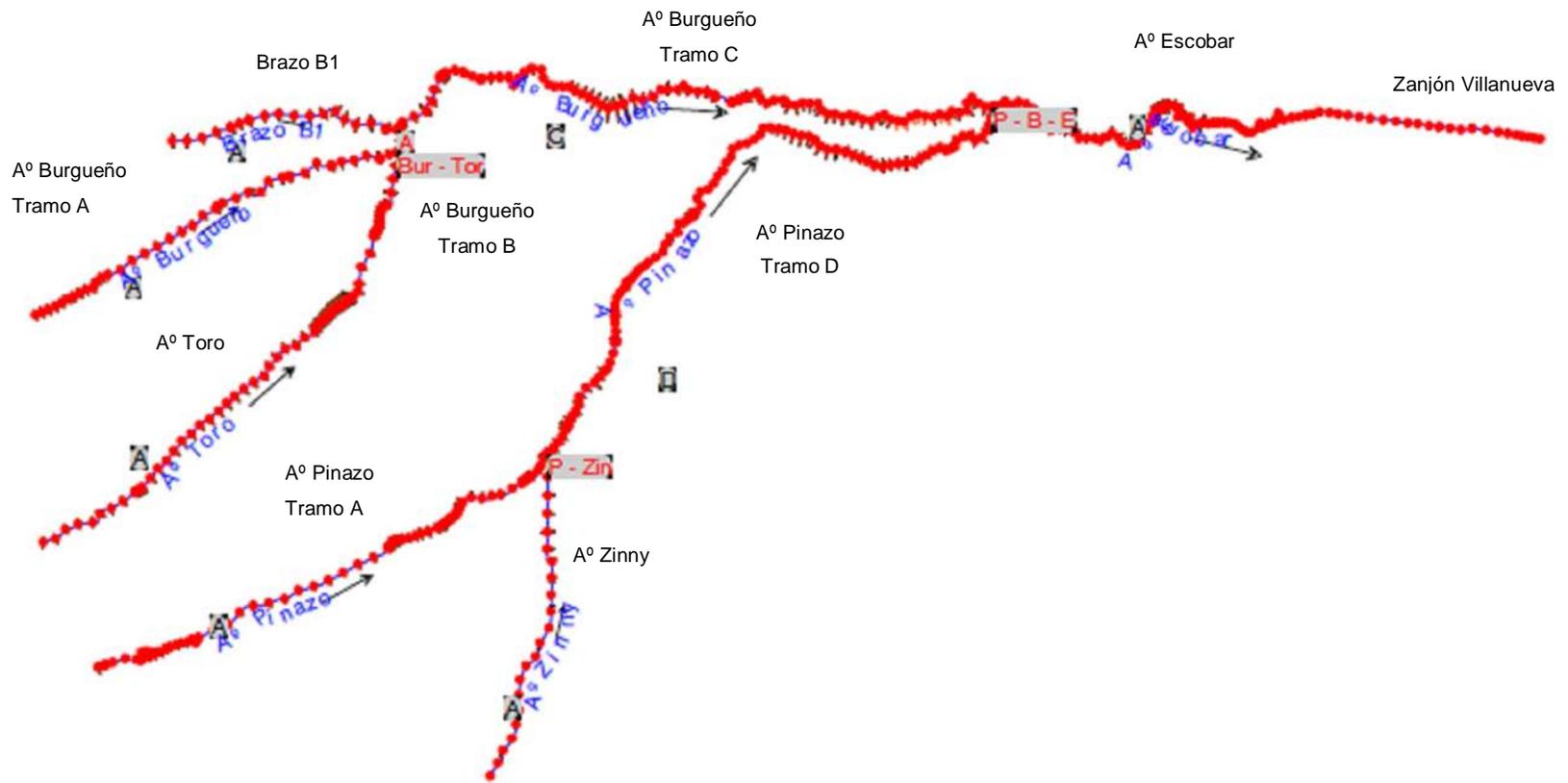


Figura 8 - Esquema General Cuenca - Modelo del HEC-RAS

Como resultado de la operación del modelo se dispone de los niveles de pelo libre de las aguas en los perfiles longitudinales y transversales de los cauces de los Arroyos Pinazo, Zinny, B1 (denominación para un afluente del Burgueño), Burgueño, Toro y Escobar, para cada una de las condiciones de crecida analizadas (respondiendo a recurrencias de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años respectivamente).

Esta simulación hidráulica de la cuenca, ha permitido evaluar distintos escenarios de funcionamiento de la misma, habiéndose analizado en el presente estudio, los siguientes: a) Situación Actual de la cuenca; b) Situación de la cuenca con Proyecto DIPSOH Zanjón Villanueva, y c) Situación futura de la cuenca con Propuesta de Planes de Acción.

La primera de las situaciones está representada por las características geométricas actuales de los principales cauces de los arroyos Pinazo, Zinny, el denominado B1 (Afluente del A° Burgueño), Burgueño, Toro, Escobar y el Zanjón Villanueva, a los que se han agregado las obras de arte existentes en ellos actualmente.

En tanto, el segundo escenario corresponde a la situación a) planteada, adicionándole la geometría de proyecto del canal en el Zanjón Villanueva elaborado por la DIPSOH en el año 2007, a los efectos de evaluar su capacidad de evacuación.

Finalmente, y en base a los resultados de los escenarios iniciales (a y b), se plantearon diversas obras necesarias a los largo de los cursos de la cuenca, a los efectos de minimizar las inundaciones asociadas a recurrencias superiores, con la premisa de evitar desbordes del cauce para eventos asociados a la recurrencia de 10 años.

En consecuencia, inicialmente se han efectuado las corridas del modelo para dichos escenarios, sobre las cuáles las principales consideraciones se expresan a continuación:

**a) ESCENARIO ACTUAL. Situación Actual de la cuenca.**

i. A° ZINNY

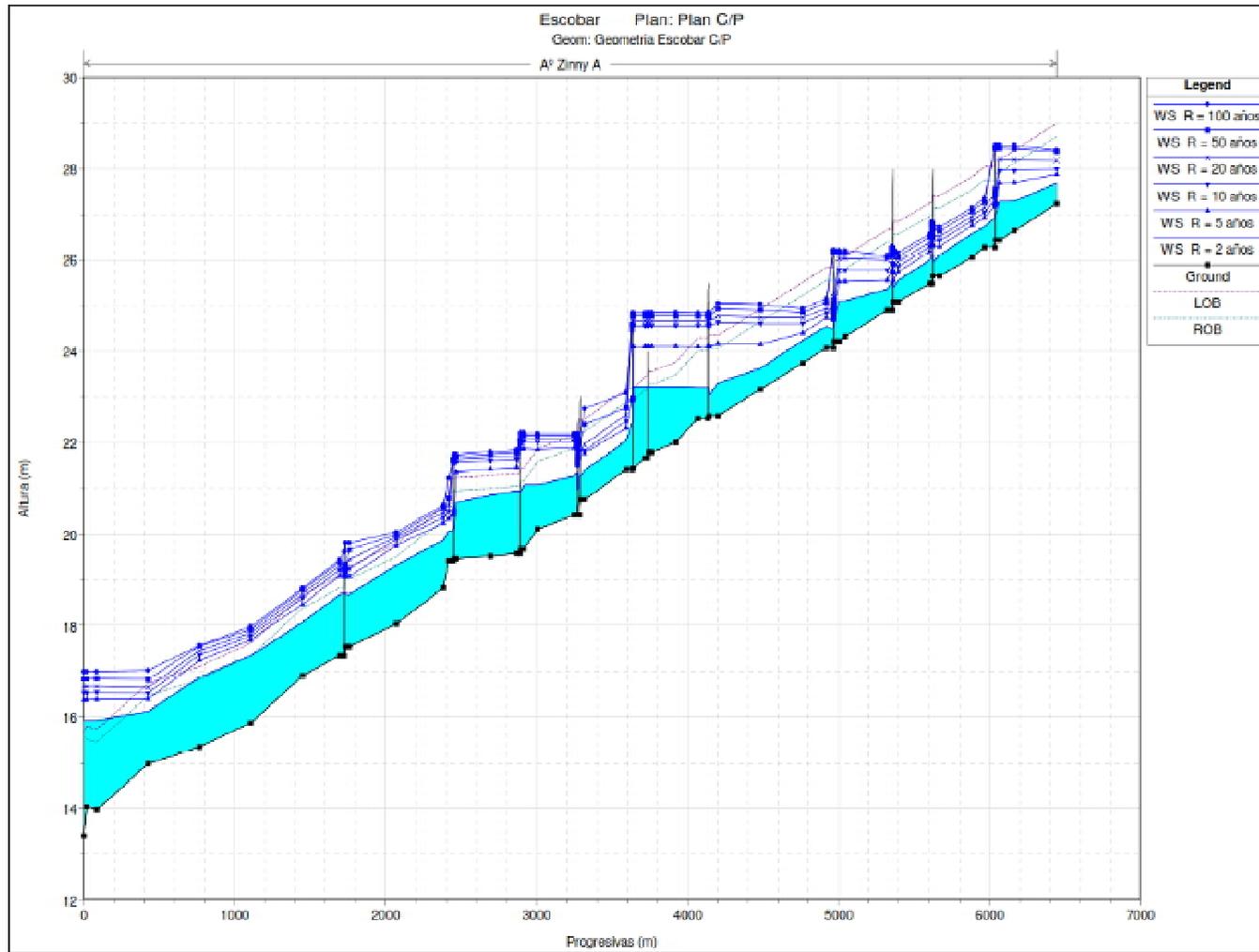


Figura 9 - Perfil Longitudinal A° Zinny (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 6 A° Zinny)

Este curso superficial se caracteriza por estar canalizado en su totalidad, presentando una sección trapecial. Presenta dos tramos diferenciados específicamente en el revestimiento de dicho canal. El primer tramo, (Prog. 32757,8 a Prog. 27780,07) presenta revestimiento de H°A° en una longitud aproximada de 5100 metros con una pendiente media de 0,002.

El segundo tramo, (entre Prog. 27780,07 a Prog. 26432,35) presenta una longitud aproximada de 1350 metros con una pendiente media de 0,003 y es de tierra.

Como resultado de las corridas del modelo se ha podido apreciar que para caudales asociados a recurrencias de 2 años, este curso no presenta problemas de desbordes o inundaciones, con excepción del sector de desembocadura en el A° Pinazo con algunos pequeños desbordes de las margenes. En tanto a partir de recurrencias de 5 años se apreciaron problemas de anegamientos y desbordes en el curso medio del arroyo, principalmente por ahogamiento de las obras de arte existentes en dicho sector (Obras de arte e Progresivas 32051,4; 30620 y 30598). Asimismo se producirán algunos inconvenientes en el comportamiento hidráulico en concordancia con la desembocadura en el A° Pinazo.

Para recurrencias mayores a los 10 años, las obras de arte son las principales causantes de desbordes e incrementos del nivel del pelo de agua, siendo la sección general del curso apta para caudales asociados a recurrencias de 20, 50 y 100 años. Para estas recurrencias iguales y/o superiores a los 10 años, los principales problemas de capacidad de evacuación se plantean en las alcantarillas ubicadas en la cabecera de la subcuenca: las ubicadas en progresivas 32673,8; 32446,8; 32239,8; 32051,4 y 31951,6. Sobre el curso medio del canal, aquellas que sufren anegamientos y generan la elevación del pelo de agua son las correspondientes a las progresivas 30620, 30598 y 30564,2.

## ii. A° PINAZO



En este caso, ha podido apreciarse que desde sus nacientes este arroyo presenta una clara deficiencia en su capacidad de conducción como de las obras de arte existentes en dicho sector, aún para recurrencias menores (2 y 5 años). En dicho tramo (Progresivas 36343,81 a 35407,5) se hace evidente la falta de una sección transversal homogénea del cauce y por otra parte se ha podido visualizar lo insuficiente de las alcantarillas existentes en dicho tramo. Se aprecian desbordes desde la naciente misma del curso, que como se ha mencionado se reduce prácticamente a una zanja lateral de camino.

Desde dicho sector hasta la Prog. 29981,05 se hace notoria la falta de un cauce claramente conformado, siendo la zona de bajos anegables con alteraciones topográficas (antrópicas) que producirían desbordes en todo el sector, ya desde recurrencias de 2, 5 y 10 años.

Hacia aguas abajo (entre las alcantarillas de progresivas 30004.05, 29120; 28607.07 y 27075.37), se aprecian desbordes de las márgenes desde bajas recurrencias (2 años) debido a desbordes permanentes en toda la sección hasta la misma desembocadura en el A° Escobar. Las obras de arte presentan problemas de anegamientos a partir de recurrencias de 10 años.

El segundo tramo del arroyo (denominado a los fines del estudio Pinazo D, y que inicia en Progresiva 26432.35), continúa con problemas de desbordes de las márgenes a bajas recurrencias. El sector comprendido entre esta progresiva y la alcantarilla sobre Ex RN 8 (Progresiva 22644.46), atraviesa un sector rural, terminando en cercanías de dicha ruta con algunos establecimientos muy cercanos al curso y sector urbano con mayor densidad poblacional y de bajos recursos. La alcantarilla mencionada presenta problemas de capacidad desde recurrencias de 5 años.

Desde este tramo del arroyo y hasta la desembocadura en el A° Escobar, se continúan los problemas de desbordes de márgenes para bajas recurrencias. Estos problemas son de origen variable, pero innegablemente asociados a deficiencia en la capacidad de conducción del cauce (sección y tirante insuficiente), lo que induce una falta de capacidad de las obras de arte existentes actualmente en el curso

(alcantarillas, puentes y pasarelas peatonales y/o vehiculares), incluso las ubicadas sobre la RN 8 (Ramal Pilar), como así también las modificaciones topográficas introducidas por los alteos para ruta, vías férreas y las generadas por los movimientos de suelos de las numerosas urbanizaciones cerradas existentes en el tramo. Asimismo se suman factores o intervenciones menores como enrejados, mallados, falta de mantenimiento del cauce, etc.

Ya para R=> 5 años, la totalidad del curso presenta desbordes hacia ambas márgenes principalmente en la zona cercana a la desembocadura con el A° Escobar, en el tramo comprendido entre las RN8 (Ramal Pilar) y RN9 (Ramal Escobar)

b. A° B1

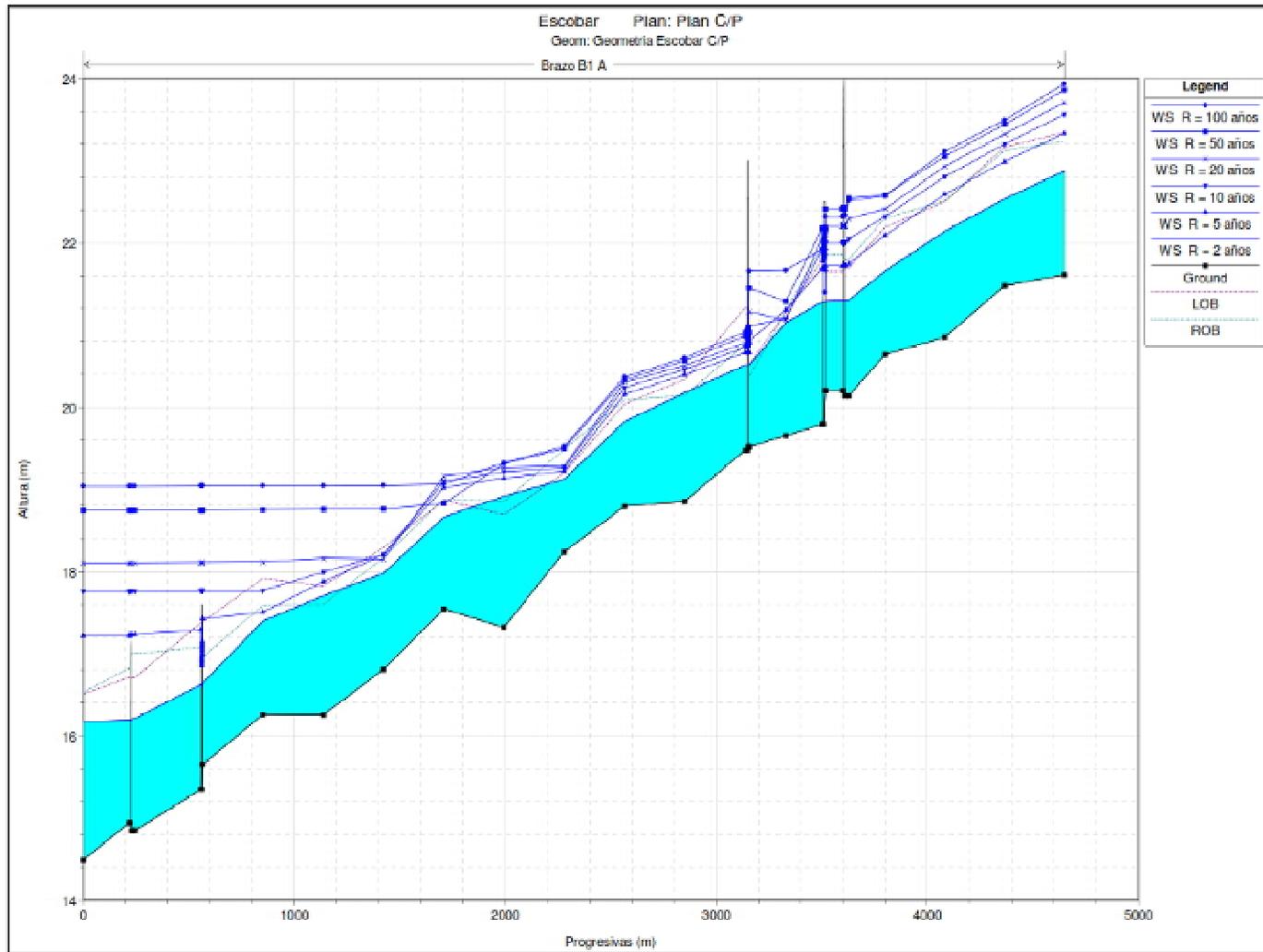


Figura 11 - Perfil Longitudinal A<sup>a</sup> B1 (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 2 A<sup>o</sup> B1)

Este arroyo, identificado así por su falta de denominación, presenta una longitud de 4650 mts con una pendiente media de 0,002. El mismo es de tierra y de la observación del perfil longitudinal modelado, puede decirse que para R=2 años no se presentan problemas en todo el curso respecto a desbordes de márgenes. Sólo en el sector comprendido en el entorno de las Progresivas 28552.28 (margen izquierda) y 27410.5 (margen derecha) se aprecian pequeños desbordes del cauce.

A partir de R=5 se visualizan desbordes del cauce a partir de la Progresiva 29123,5 y problemas con las dimensiones de las alcantarillas de Progresiva 26835,46 (se evidencia la curva de remanso que eleva el pelo de agua aguas arriba) hasta su desembocadura en el A° Burgueño. Para recurrencias iguales o superiores a 10 años, se aprecian problemas hidráulicos generales tanto por capacidad del cauce, como por las obstrucciones/alteraciones presentes y la acotada capacidad de las obras de arte existentes.

#### c. A° TORO

Para R=2 años, en las nacientes o cuenca alta -desde la Progresiva 37584,06 a la 35401,32 (alcantarilla)-, se presentan desbordes en ambas márgenes del cauce principal. Desde allí no hay problemas hasta la Progresiva 31652,224, a partir de donde se generan problemas de conducción del curso y deficiencias en la alcantarilla de Progresiva 29798,54 (se aprecia la curva de remanso aguas arriba). De dicha obra de arte hacia aguas abajo, se evidencian algunos desbordes sobre margen derecha.

Analizando recurrencias desde 10 años o superiores, la totalidad del curso presenta inconvenientes de desbordes, complementarios y asociados a la falta de capacidad de evacuación de las obras de arte existentes, las que generan un remanso o directamente se ven superadas.

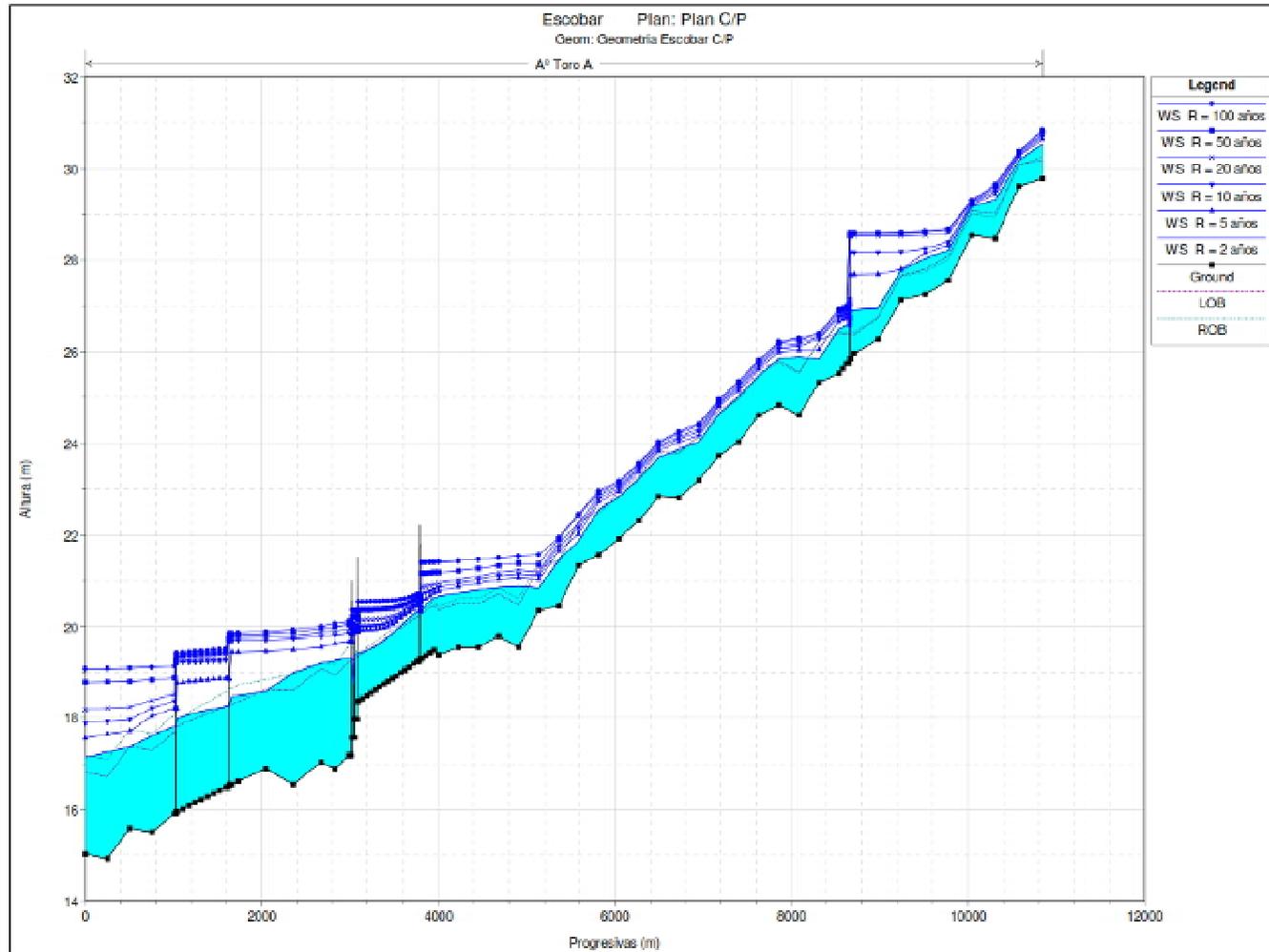


Figura 12 - Perfil Longitudinal Aº Toro (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 3 Aº Toro)

#### d. A° BURGUEÑO

Este arroyo, como resultado de la modelación para  $R=2$ , arrojó la necesidad de ampliar su capacidad de conducción, en el tramo comprendido entre la progresiva 34831,95 y la alcantarilla de la Progresiva 30598,7.

Para dicha recurrencia, el perfil general del modelo permite apreciar desbordes del cauce en la sección comprendida entre Prog. 21852,8 y Progr. 19170,7. Asimismo se puede ver que las obras de arte existentes en Progr. 18277,69 y 17411,2 no pueden evacuar los caudales asociados a esta recurrencia, aunque el remanso no alcanza a generar desbordes aguas arriba. A partir de Progr. 17771,8 los desbordes de márgenes son evidentes y de importancia hasta la misma desembocadura en el A° Escobar, generándose anegamientos en las superficies de countries y barrios cerrados ubicados y áreas rurales en el sector.

Como es de esperar, para recurrencias mayores (5 años y superiores), los problemas de anegamientos y desbordes son de gran importancia en la totalidad del curso. A su vez se evidencian problemas en la capacidad de las obras de arte, alcanzando a rebasar las estructuras de las mismas a lo largo de todo el curso. Incluso en los sectores de cruce de rutas (Ex RN 8 y RN 8 Ramal Pilar), los puentes presentan problemas, pero principalmente asociados a la escasa sección del curso, presencia de altos fondos y/o escaso mantenimiento y limpieza.

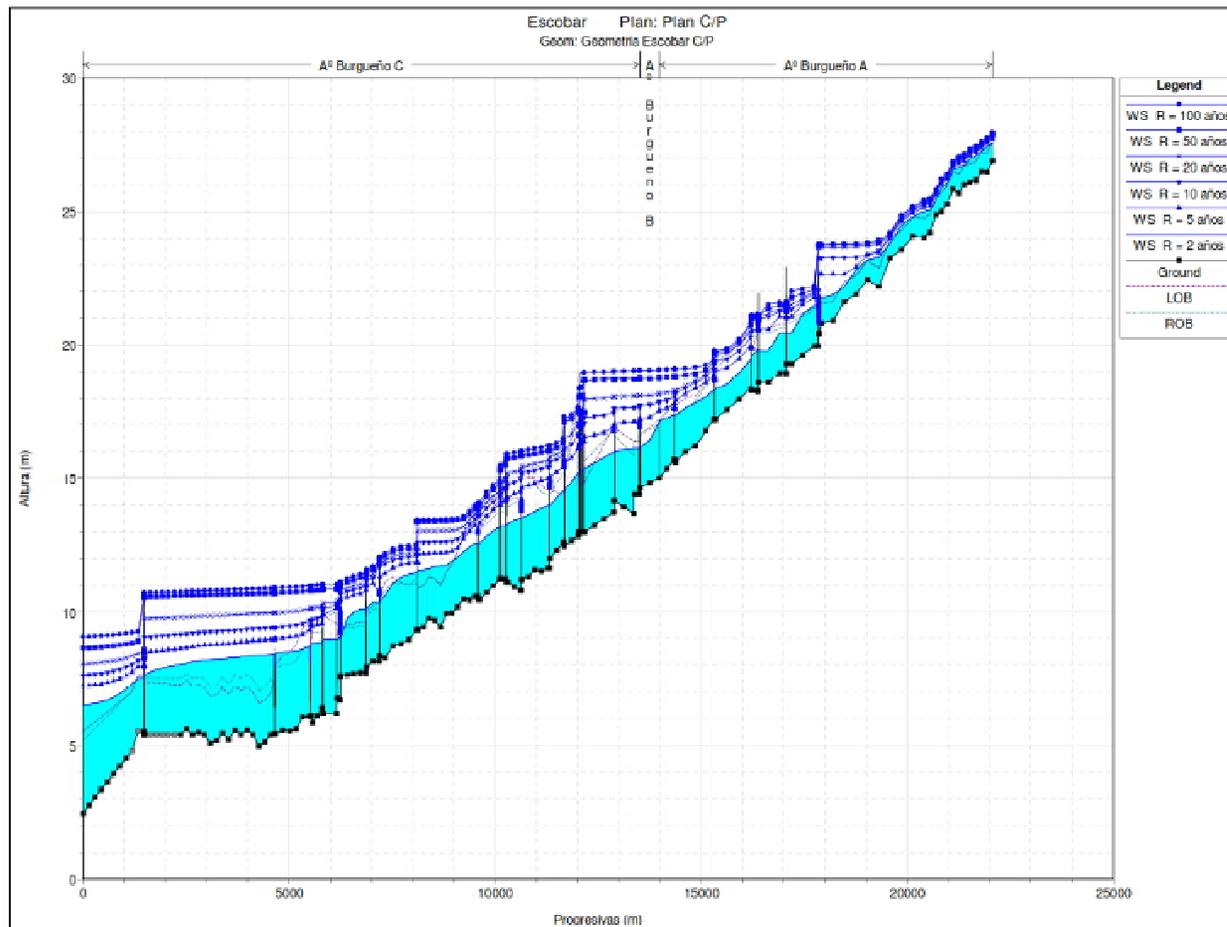


Figura 13 - Perfil Longitudinal Aº Burgueño (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 4 - Aº Burgueño)

e. A° ESCOBAR y ZANJÓN VILLANUEVA

Este arroyo, nace de la confluencia de los A° Pinazo y Burgueño (Progresiva 12763.05) y como tal, hereda la problemática de aquellos, para evacuar caudales asociados a distintas recurrencias. Para una R=2 años, este curso presenta problemas de conducción de su cauce principal, pero sin comprometer el funcionamiento ni las estructuras de las principales obras de arte existentes sobre RN9 – Ramal Escobar, en tanto las de menor porte se verán superadas por el caudal asociado a dicha recurrencia. Los desbordes de márgenes se producen desde su nacimiento hasta la desembocadura del zanjón Villanueva en el Canal del Río Luján.

Desde recurrencias de 5 años en adelante el problema de desbordes del curso se incrementa de tal manera que puede llegar a comprometer el comportamiento de las principales obras de arte ubicadas sobre el cruce con la RN9 – Ramal Escobar (puentes sobre colectoras de dicha ruta, puente de las vías del ferrocarril). Por otra parte aquellas obras de arte de menor categoría o envergadura, como así también los emprendimientos situados en dicho sector, directamente son sobrepasados hecho indicativo de la dimensión del problema en este sector de la cuenca.

Es importante destacar que los puentes ubicados sobre la RN9 no verificarían para las recurrencias exigidas, pero se ha observado en campo que los problemas están asociados con la escasa sección del curso, la preponderancia de altos fondos y la falta de mantenimiento de secciones de escurrimiento. Estos factores asimismo se deben asociar a la existencia de obstrucciones de residuos, restos de escombros, restos de vegetación y troncos, etc., que por arrastre o deposición se apreciaron en dicha sección del curso.

Las corridas del modelo para recurrencias mayores como 50 y 100 años evidencian la falta de sección del curso para evacuar los niveles de caudales asociados, alcanzándose sobrepasos de más de 2 metros de altura del pelo de agua respecto de las márgenes del arroyo, poniendo en un alto riesgo a la población e instalaciones (barrios y urbanizaciones) existentes y/o en ejecución. Por otra parte debe destacarse la proximidad al curso, sin respetarse los límites de restricciones vigentes.

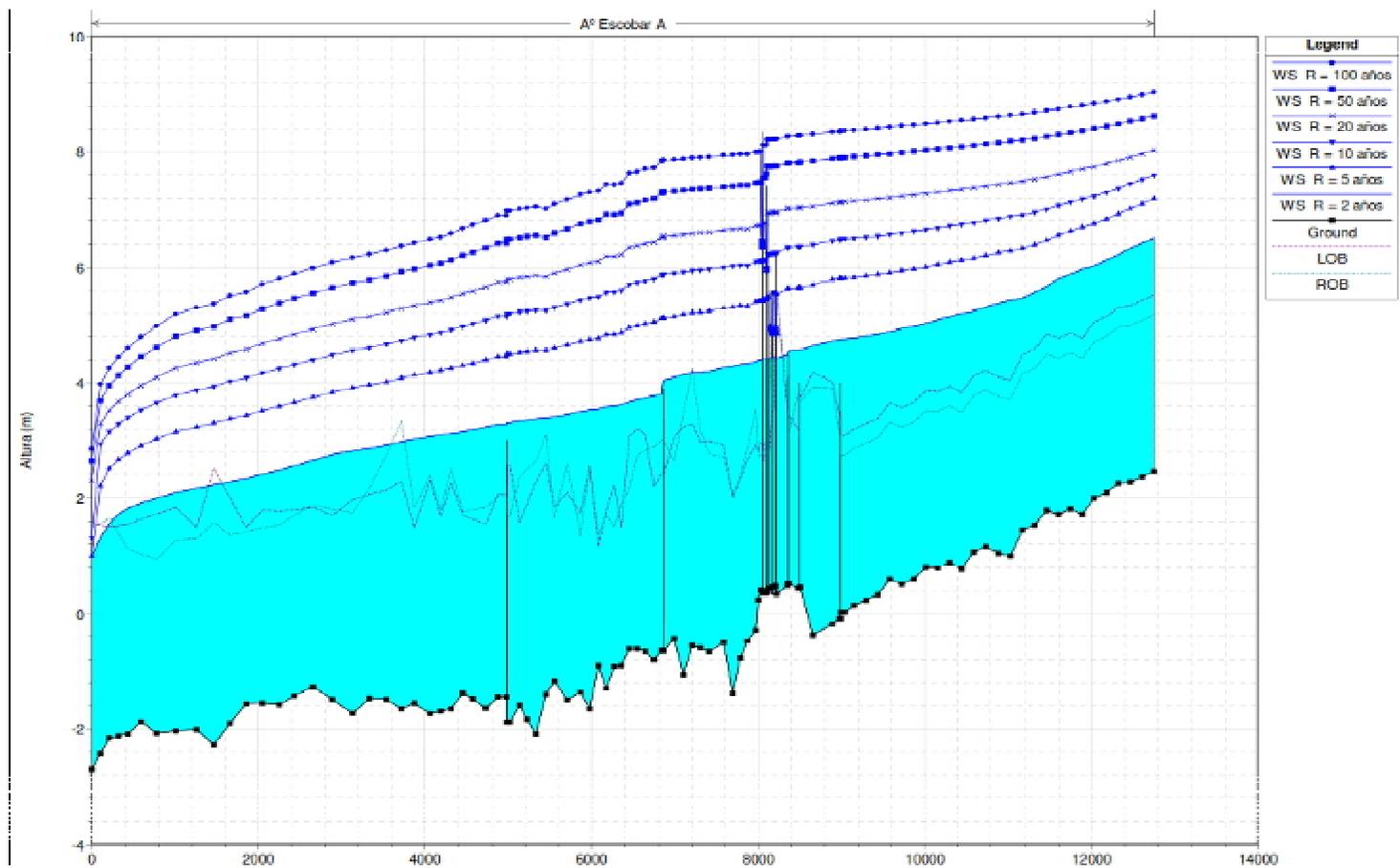


Figura 14 - Perfil Longitudinal Aº Escobar y Zanjón Villanueva (Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Sin Proyecto - Anexo 7 Aº Escobar)

***b) Escenario de Verificación. Situación Actual de la Cuenca con Proyecto de Canal Trapecial del Zanjón Villanueva elaborado por la DIPSOH en el año 2007.***

Este escenario se ha materializado incorporando a la situación actual de la cuenca, la geometría del proyecto diseñado por la DIPSOH para el Zanjón Villanueva, consistente en un canal de tierra trapecial de 36 metros de ancho de fondo, taludes 1H:1V, y un tirante estimado de 4 metros de profundidad, configurado en dos tramos de distinta pendiente (0,00019 y 0,000306) desde aproximadamente unos 60 metros aguas debajo de los puentes carreteros en el cruce con la RN9 – Ramal Escobar, hasta la desembocadura en el canal del Río Luján (Progresiva 0).

De su materialización (incorporación de su geometría al modelo de la cuenca) y la correspondiente modelación, surge en primera instancia, que la incorporación del canal de la geometría descrita, evidencia una notable mejora en la capacidad de evacuación aguas abajo, puesto que incluso tormentas asociadas a recurrencias de 10 años pueden ser evacuadas por dicho canal sin registrarse desbordes del mismo. Esta verificación se ha realizado para la hipótesis de funcionamiento sin revestimiento, tal lo previsto para la etapa inicial de funcionamiento por parte de la DIPSOH, y para una condición de borde de la descarga (Progresiva 0) tomada con el nivel de agua del Canal del Río Luján en 1m respecto de la cota IGM. Esta obra en particular y por si sola no mejora la condición de escurrimiento aguas arriba, sector en donde se seguirán produciendo desbordes y anegamiento de las áreas ribereñas al curso de los arroyos Pinazo, Burgueño y Escobar.

A continuación se muestra el perfil longitudinal del Arroyo Escobar y Zanjón Villanueva, para pares de recurrencias comparando ambos escenarios descritos. La salida se efectuó de a pares para permitir visualizar ambas condiciones.

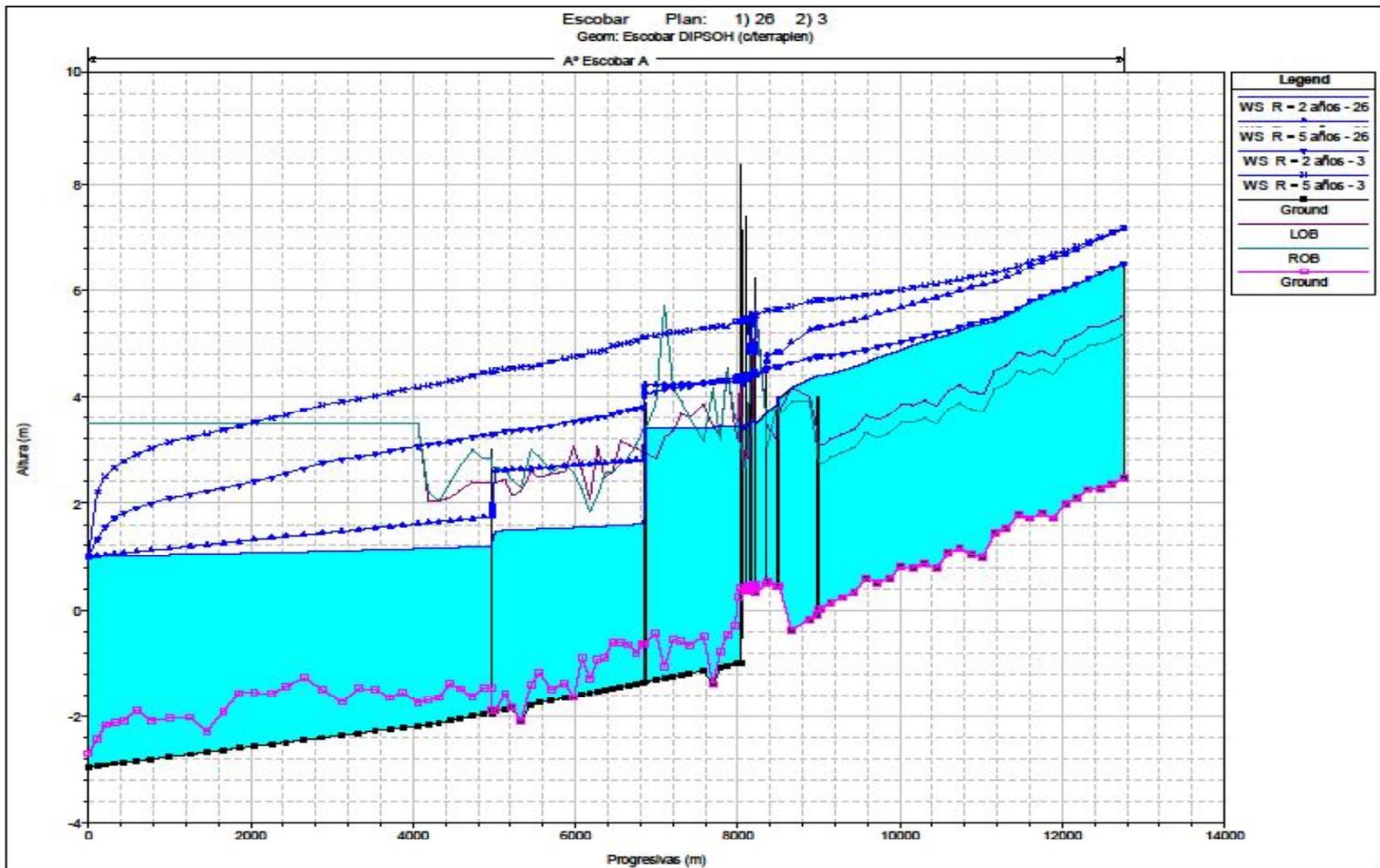


Figura 15 - Perfil Longitudinal A° Escobar y Zanjón Villanueva – Comparativo Escenarios R= 2 y 5 años  
(Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Con Proyecto de Canal en Zanjón Villanueva (Proyecto DPSOH) - Anexo 8 A° Escobar – Proyecto de Canal Zanjón Villanueva (Saneamiento Hidráulico del A° Escobar – Tramo: Ruta Panamericana – Río Lujan))

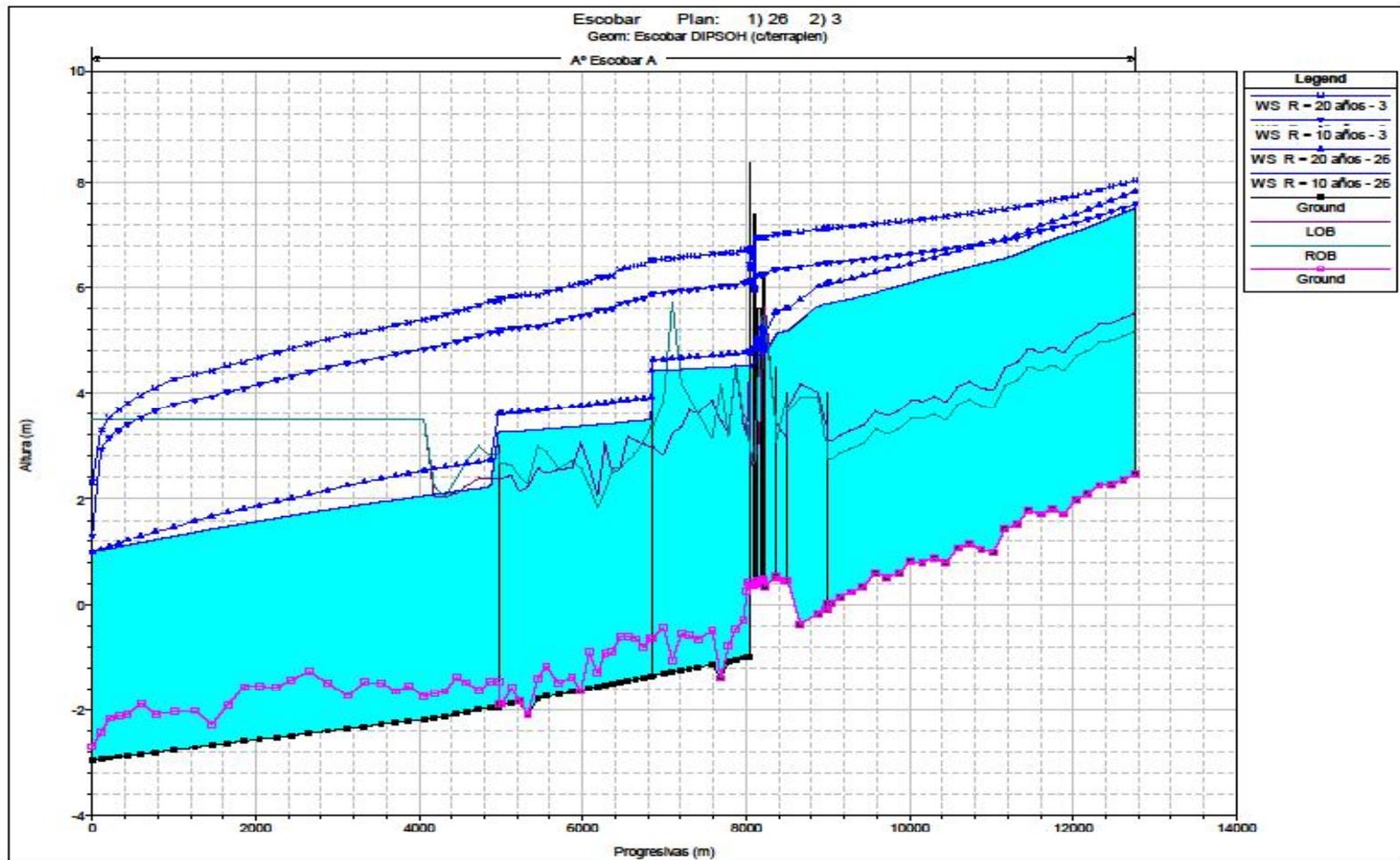


Figura 16 Perfil Longitudinal A° Escobar y Zanjón Villanueva – Comparativo Escenarios R= 5 y 10 años  
(Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Con Proyecto de Canal en Zanjón Villanueva (Proyecto DPSOH) - Anexo 8 A° Escobar – Proyecto de Canal Zanjón Villanueva (Saneamiento Hidráulico del A° Escobar – Tramo: Ruta Panamericana – Río Lujan))

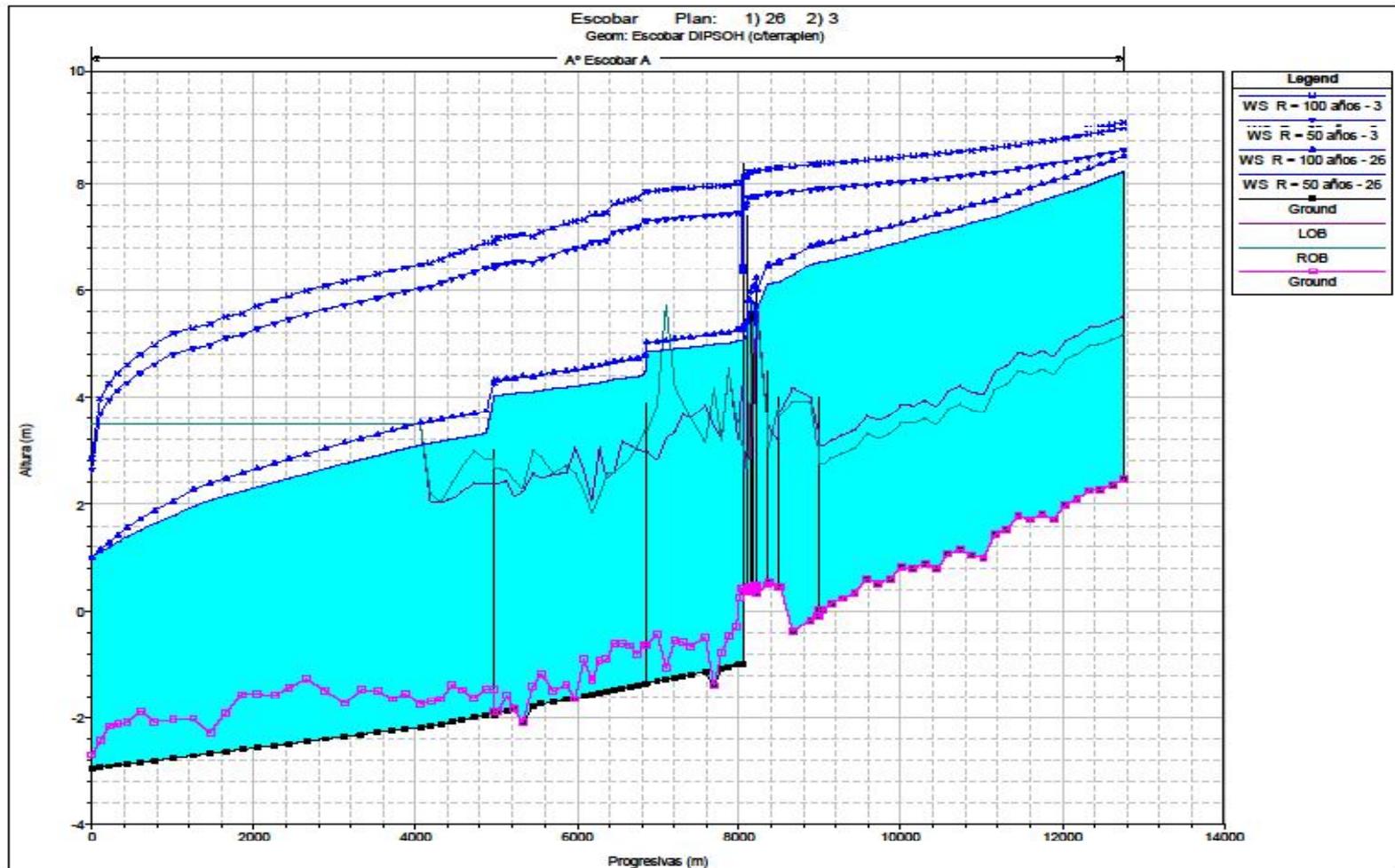


Figura 17 - Perfil Longitudinal A° Escobar y Zanjón Villanueva – Comparativo Escenarios R= 50 y 100 años  
(Ref.: TOMO VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC-RAS, Situación Actual Con Proyecto de Canal en Zanjón Villanueva (Proyecto DIPSOH) - Anexo 8 A° Escobar – Proyecto de Canal Zanjón Villanueva (Saneamiento Hidráulico del A° Escobar – Tramo: Ruta Panamericana – Río Lujan))

La totalidad de las corridas de modelación para los escenarios planteados, con la geometría general de la cuenca, los perfiles longitudinales y transversales correspondientes a cada curso y, las salidas de cálculo se presentan en los Anexos dentro del Tomo VII – Anexos Modelación Hidráulica – HEC RAS.

También se adjuntan las salidas de cálculo del modelo, comparando ambas geometrías analizadas en la sección correspondiente al Arroyo Escobar y Zanjón Villanueva, a los efectos de facilitar la interpretación de los resultados.

***c) Escenario de Situación Futura de la Cuenca con Propuesta de Obras.***

A partir del análisis de los escenarios descritos precedentemente y del comportamiento de la cuenca para distintas recurrencias, se han ido delineando las distintas obras que otorguen al sistema la suficiente capacidad de escurrimiento y evacuación, para recibir los aportes de la cuenca sin generar efectos de importancia sobre la zona urbana ribereña o sectores aledaños a los cauces, comprendiendo el análisis: la capacidad de los propios cauces, puentes y/o alcantarillas y otras obras menores existentes. Este análisis del comportamiento hidráulico de las obras propuestas, se describe en el presente punto.

Como resultado del análisis de diversas variables y condiciones de funcionamiento del sistema (precipitaciones y caudales asociados a distintas recurrencias, condiciones topográficas, la hidrodinámica de los cursos superficiales/canales y estudio del funcionamiento de la cuenca para distintas recurrencias), se han analizado una serie de obras destinadas a mejorar las condiciones de escurrimiento del arroyo y en condiciones de aliviar los excedentes pluviales que se desarrollen en la cuenca, los cuales utilizan como vía de desagüe tanto a los afluentes como al propio cauce del arroyo Escobar y zonas aledañas de su llanura de inundación.

En esta instancia, considerando que ya se contaba con el modelo implementado de la cuenca y las distintas condiciones particulares obtenidas de los relevamientos topográficos de campo, se procedió a analizar a través del modelo HEC-RAS, la sensibilidad del nivel de pelo de agua, en el perfil longitudinal y

secciones transversales de cada sector del cauce, ante la distinta tipología y geometría de obras estudiadas.

Como se ha mencionado previamente, a partir de la condición del escenario de situación actual, más la consideración de la geometría del canal de evacuación proyectado por la DIPSOH para el Arroyo Escobar en el Zanjón Villanueva, se han ido planteando las demás acciones / obras sobre la totalidad de la cuenca.

Dada la extensión de la cuenca y de cada uno de los ramales que la componen (cauces de los arroyos B1, Burgueño, Toro, Pinazo, Zinny, Escobar y Zanjón Villanueva), se comenzó efectuando un análisis global de su comportamiento, atendiendo en primera instancia los problemas evidenciados en muchos sectores para la situación actual, por la propia condición de la sección de escurrimiento. Es así que se planteó la limpieza y eliminación de altos fondos en los cauces de los cursos que componen la cuenca, sin ensanchamiento del cauce y sin modificación alguna de obras de arte u otras obstrucciones existentes.

De esta manera se ha tratado de uniformizar pendientes longitudinales a los efectos de obtener perfiles de velocidades compatibles con las condiciones de canales y taludes existentes. Se hace la salvedad para el Arroyo Zinny dado que el mismo se encuentra canalizado y revestido en H°A°, con sección trapecial, y no se ha propuesto modificar su sección ni pendientes actuales.

A los efectos de ver la respuesta del modelo a esta acción se efectuaron las corridas, obteniéndose que en la mayoría de los cursos se evidencia una mejora en la condición de escurrimiento, con una mejor condición del perfil superficial de agua, aunque esta no alcanza a solucionar los problemas de ahogamiento de las obras de arte existentes sobre los cursos, ni evitar los desbordes de las márgenes en grandes longitudes de los cauces analizados.

El siguiente paso en el análisis, fue evaluar el ensanchamiento del cauce (ancho de fondo) a secciones transversales trapeciales bastante más amplias que las actuales y sin modificación alguna de obras de arte o de otras obstrucciones existentes en la actualidad. En este caso se apreció el mejoramiento considerable en

la dinámica de los perfiles de la vena líquida, permaneciendo los inconvenientes puntuales de ahogamiento en las alcantarillas y/o puentes existentes, con marcados remansos que elevan la vena líquida y generan desbordes, por falta de capacidad de evacuación.

Las siguientes Figuras (Nº 18 a 22), muestran los perfiles Longitudinales de corridas del modelo para los A° Toro, B1, Burgueño, Pinazo, Escobar, con la condición geométrica de eliminación de altos fondos y ensanchamiento del cauce. Estas condiciones de borde del modelo (escenario de situación inicial en el proceso de análisis/modelación), se han configurado en la denominada geometría **Escobar PROCMA (puentes originales)** que se encuentra grabada en el adjunto digital del HEC - RAS.

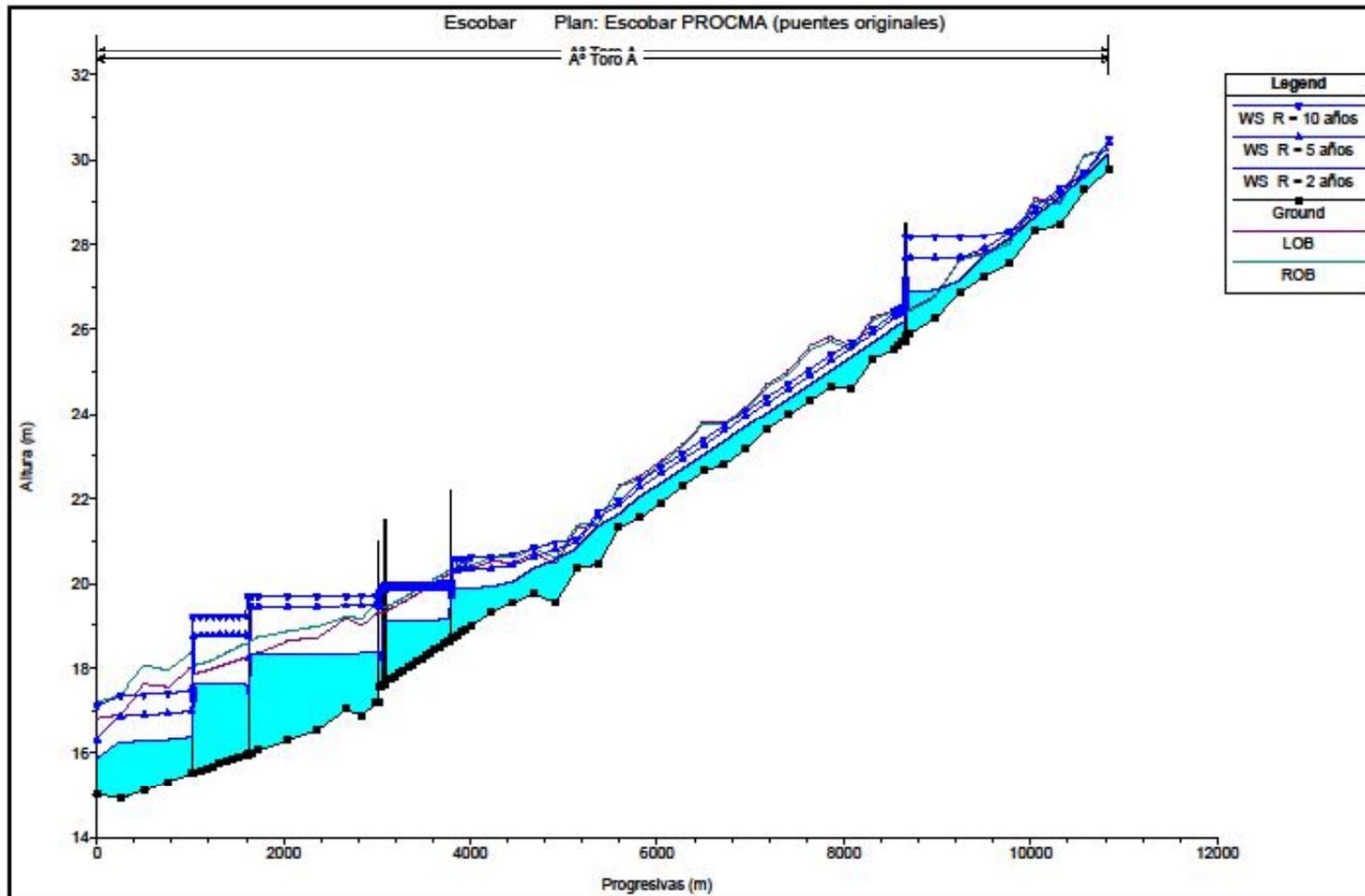


Figura 18 - Perfil Longitudinal A° Toro Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría **Escobar PROCMA (puentes originales)** en el adjunto digital del modelo).

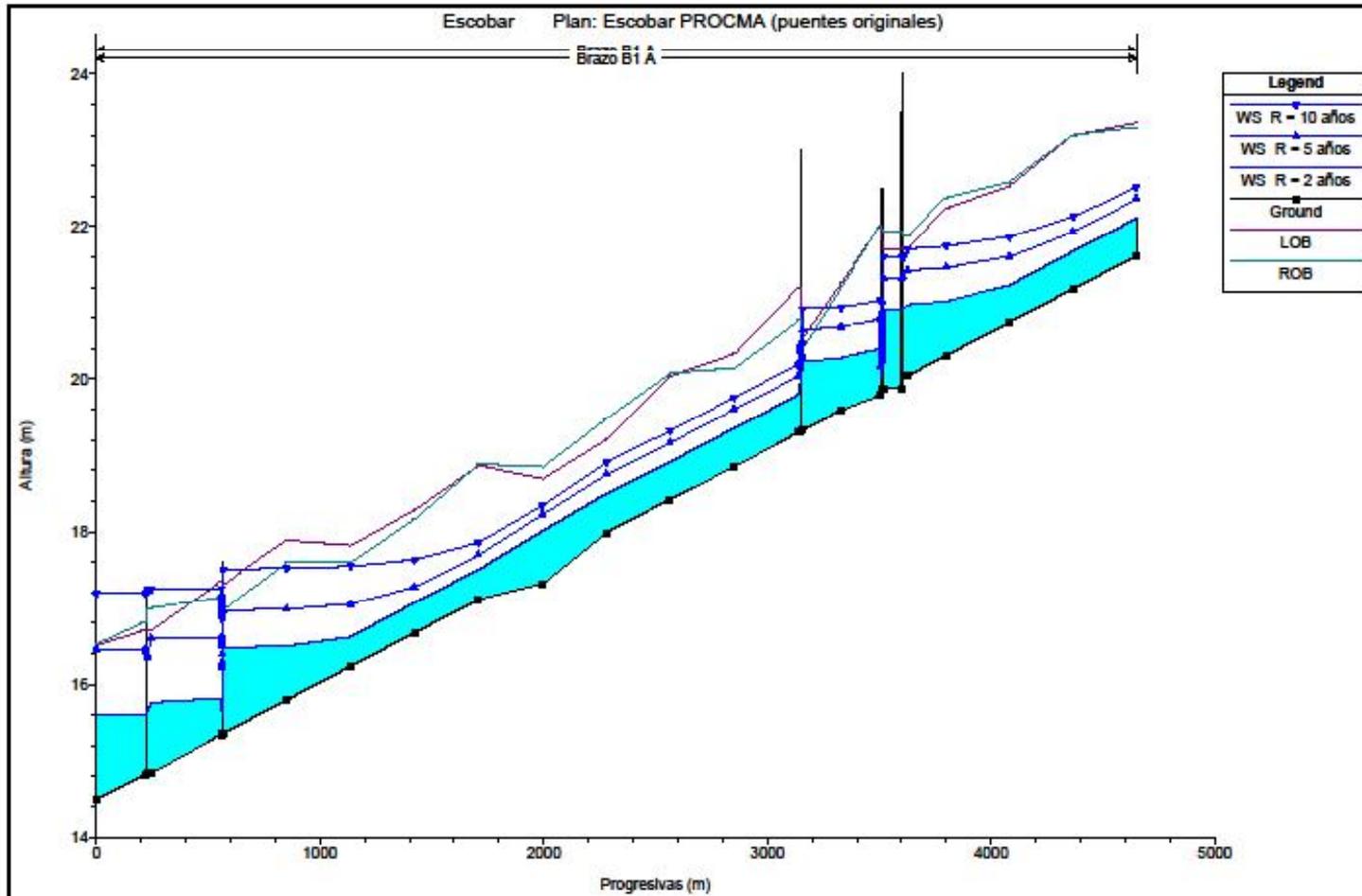


Figura 19 - Perfil Longitudinal A° B1 Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes originales) en el adjunto digital del modelo).

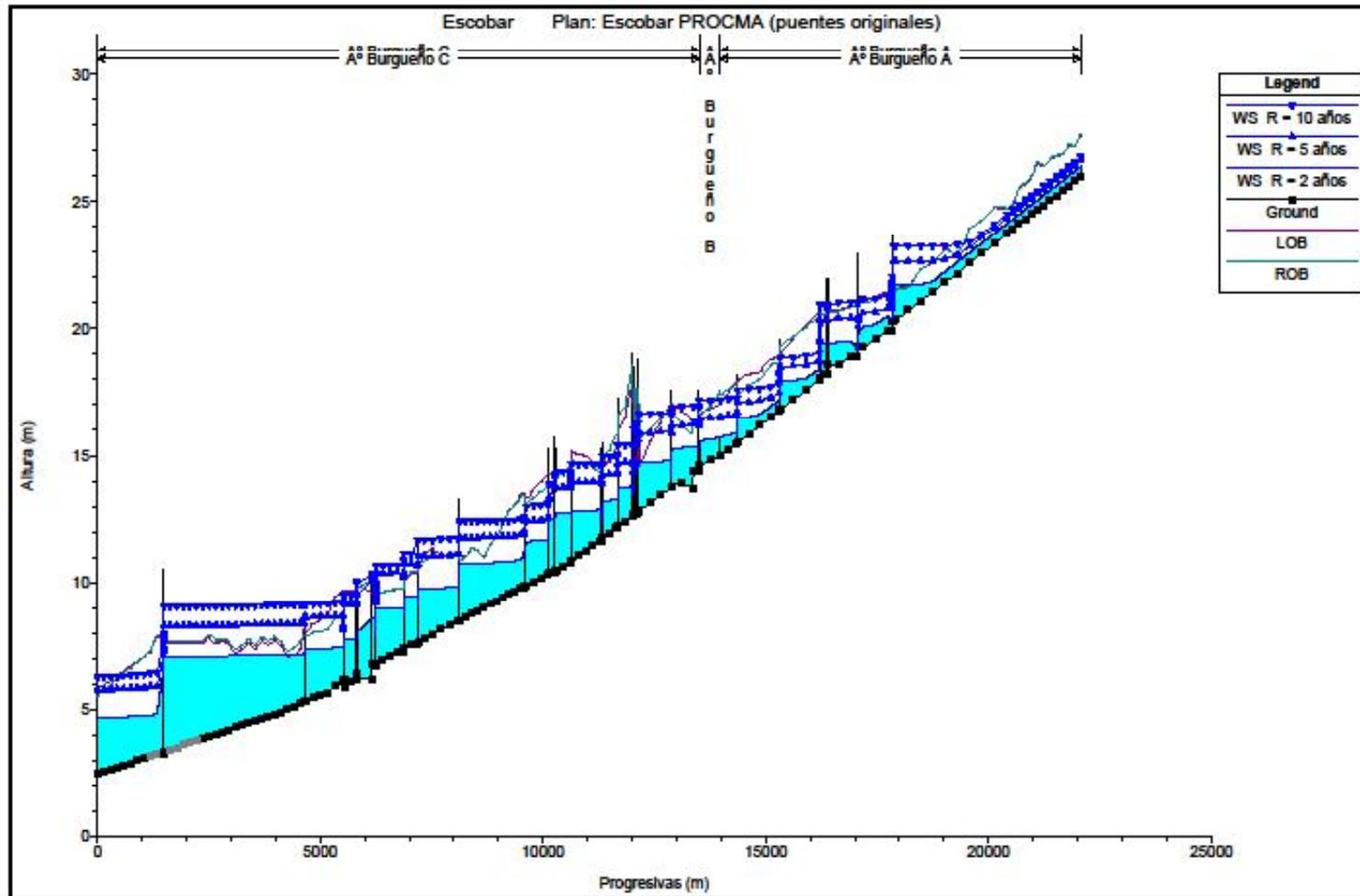


Figura 20 - Perfil Longitudinal A° Burgueño Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes originales) en el adjunto digital del modelo).

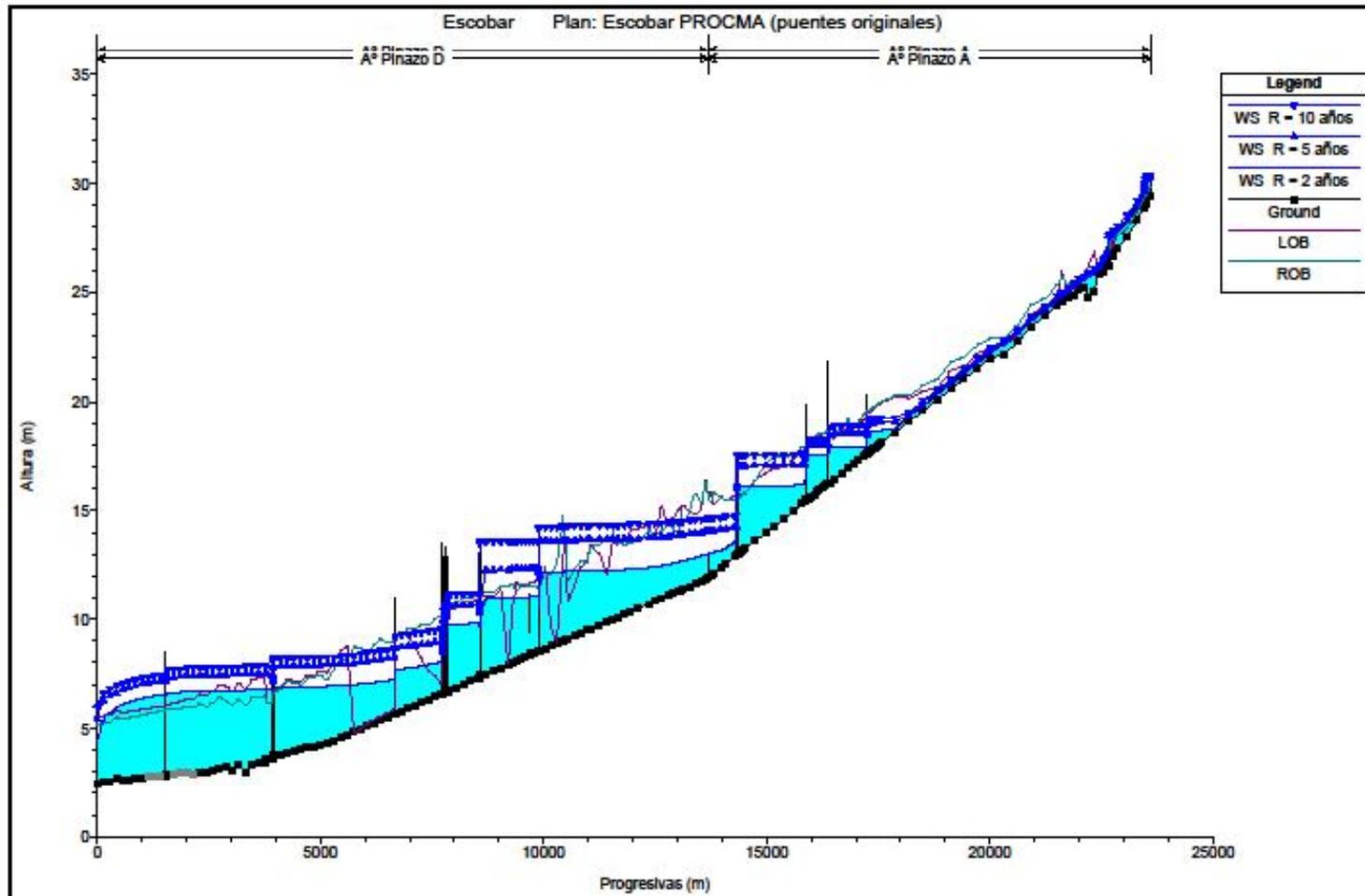


Figura 21 - Perfil Longitudinal A° Pinazo Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes originales) en el adjunto digital del modelo).

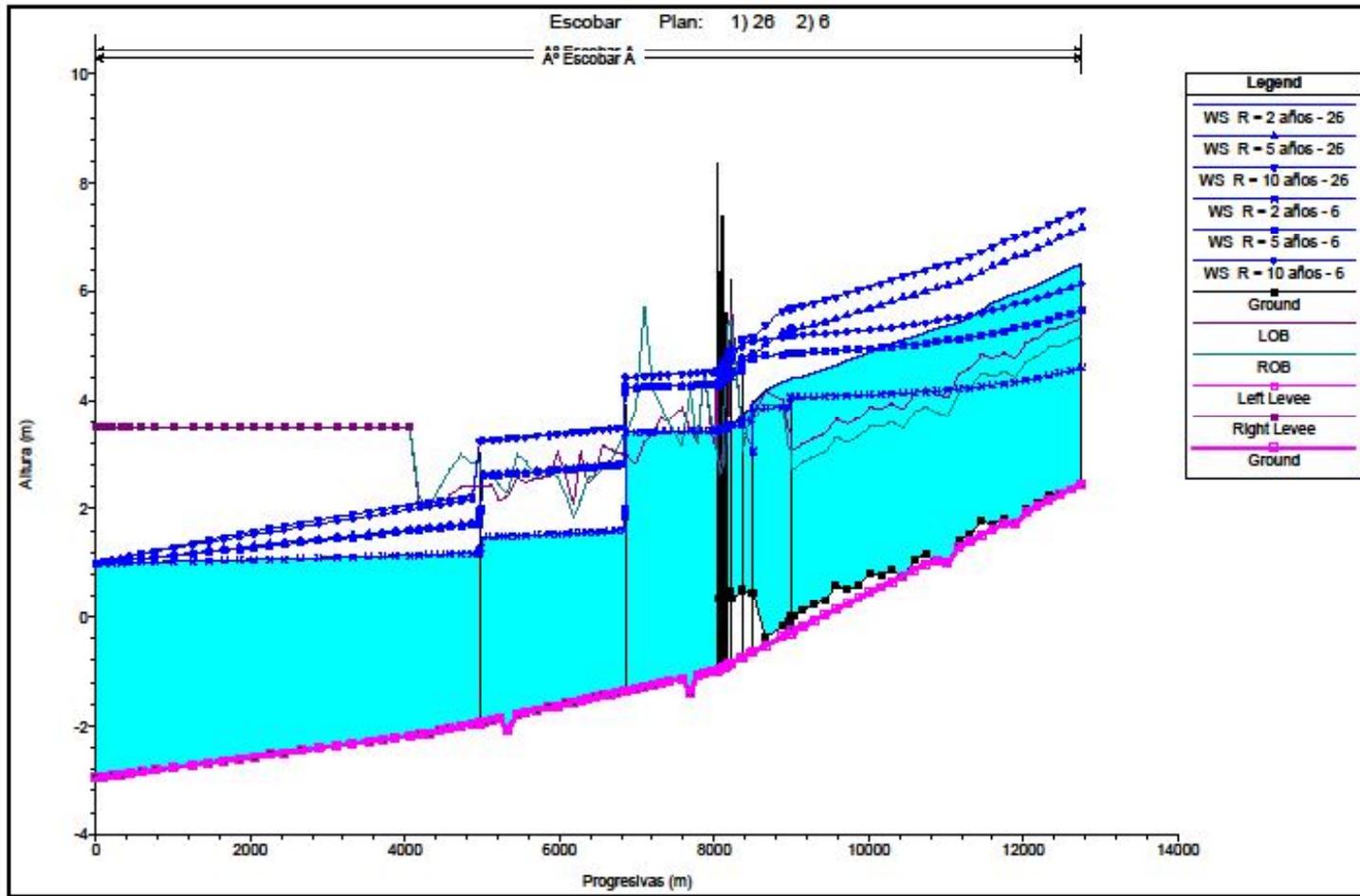


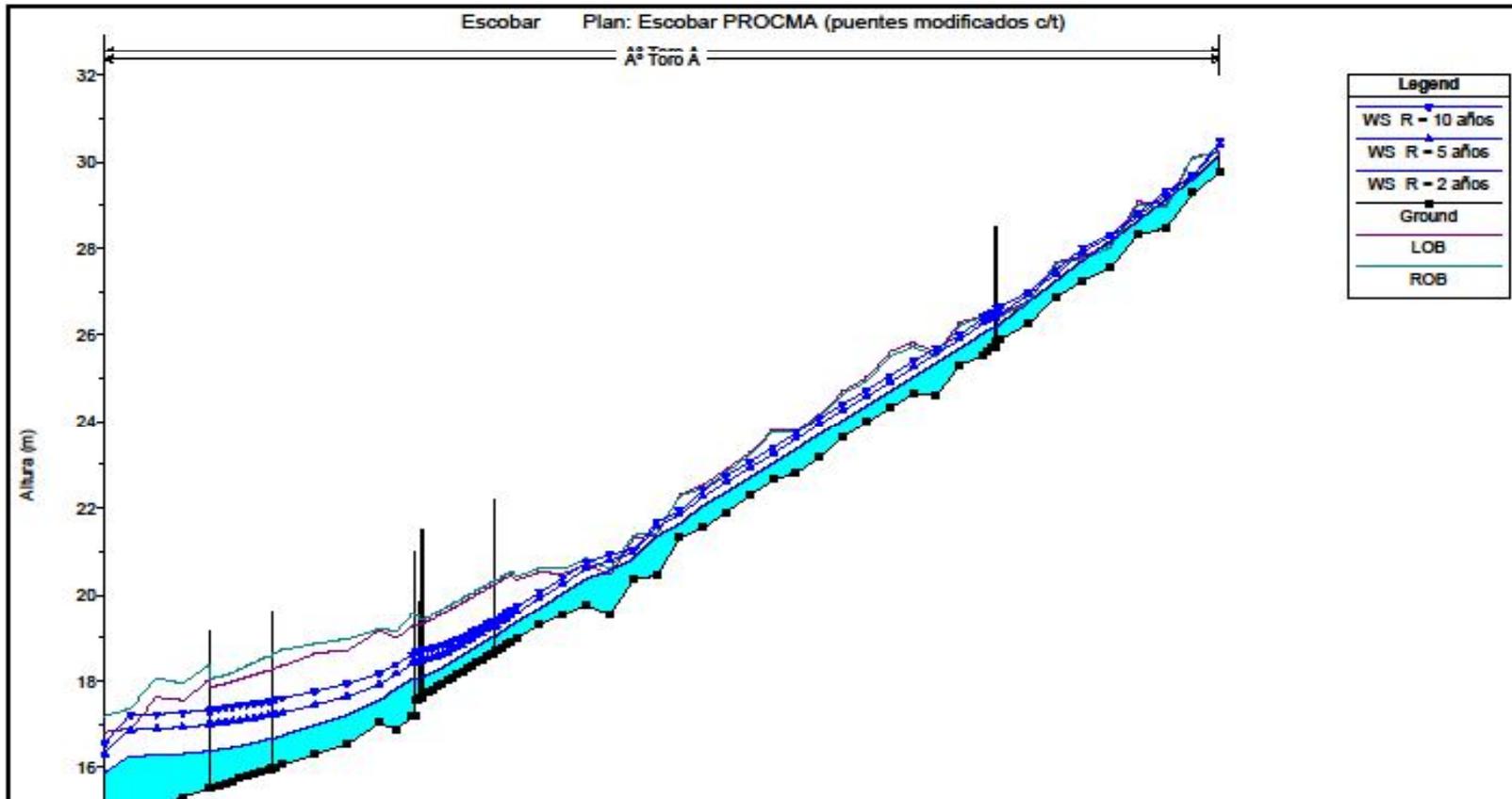
Figura 22 - Perfil Longitudinal A° Escobar Zanjón Villanueva Eliminación altos fondos y Ensanchamiento del cauce (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría **Escobar PROCMA (puentes originales)** en el adjunto digital del modelo).

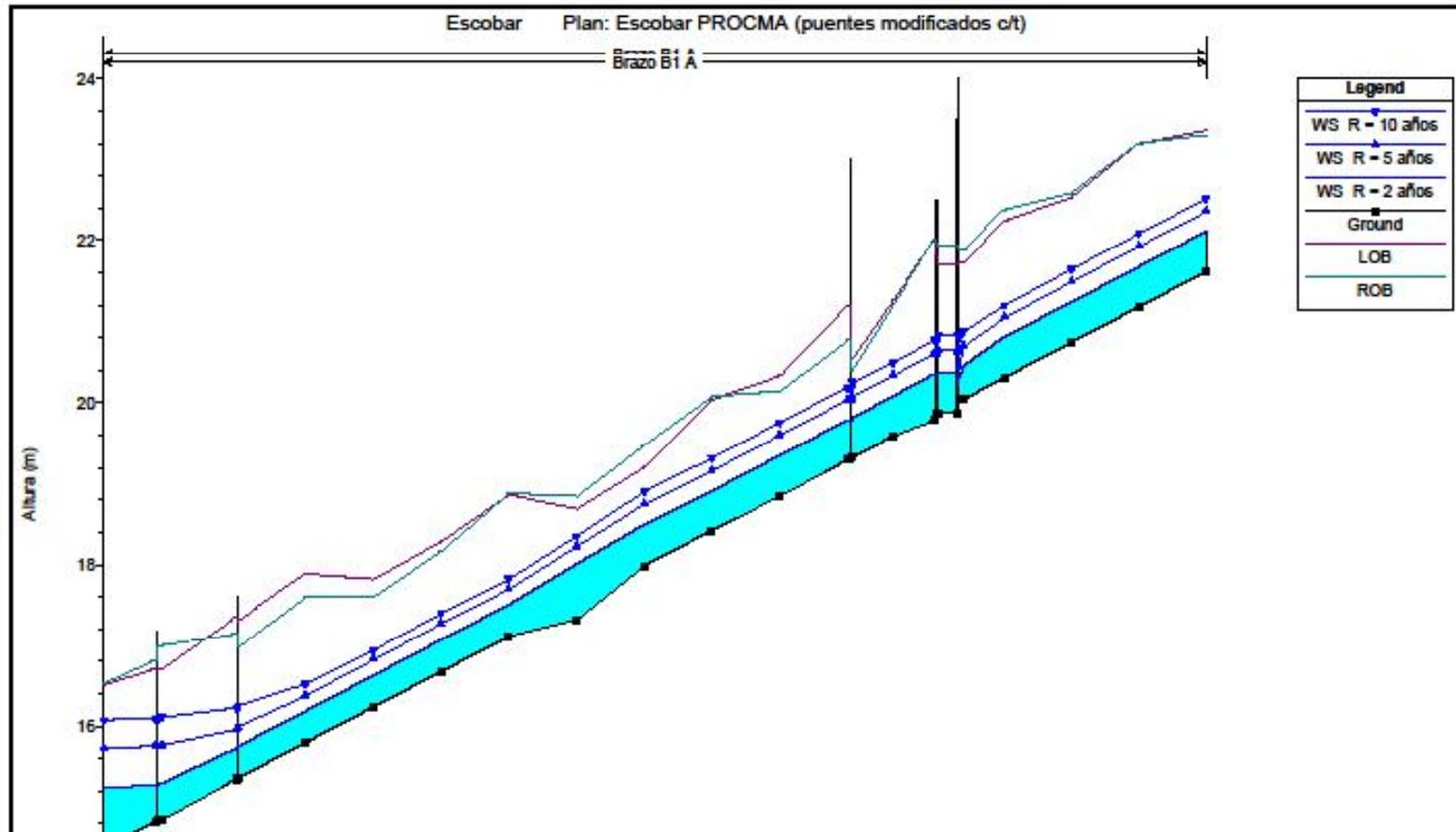
Las acciones de eliminación de altos fondos y ensanchamiento del cauce con conformación de una sección transversal trapecial, generaron una buena respuesta en cuanto al funcionamiento general de la dinámica hídrica de la cuenca, por lo tanto se prosiguió en la propuesta apuntando a resolver aquellos problemas de ahogamiento/rebase de las obras de arte existentes, es decir, con el objeto de eliminar problemas puntuales o en sectores localizados que impedían el adecuado escurrimiento de las aguas por los cauces de los arroyos. Es así que se propusieron cambios en las secciones transversales de aquellas alcantarillas o puentes que presentaban los mayores problemas de capacidad, la eliminación de algunas alcantarillas menores, y limitándose las modificaciones en el caso de cruces con autopistas o rutas nacionales a mejorar la condición de la sección transversal de los cursos, en correspondencias con ellas. A su vez se propuso la prolongación del terraplén diseñado por la DIPSOH en el zanjón Villanueva, hasta la Ruta Panamericana (RN9 - Ramal Escobar) debido a que por los niveles del pelo de agua en dicho sector, el modelo evidenciaba desbordes de importancia. Esta prolongación del terraplén va de las progresivas 4006 a la 8004 de dicho curso.

La respuesta a estas acciones ha sido importante en cuanto al descenso de la vena líquida y a la limitación de los desbordes de las márgenes como consecuencia de ahogamiento de obras de arte. En las siguientes salidas de los perfiles longitudinales de cada curso se puede apreciar lo mencionado, evidenciándose la mejoría en la condición de escurrimiento general.

Si bien las imágenes siguientes, se corresponden para eventos asociados a recurrencias de 2, 5 y 10 años, este último conjunto de obras ha generado una mejora sustancial en la respuesta del modelo ante eventos asociados a recurrencias mayores (20, 50 y 100 años).

Las siguientes Figuras (Nº 23 a 28), muestran los perfiles Longitudinales de corridas del modelo para los A° Toro, B1, Burgueño, Pinazo, Escobar, con la condición geométrica de eliminación de altos fondos, ensanchamiento del cauce y adecuación de alcantarillas. Estas condiciones de borde del modelo (escenario de situación intermedio en el proceso de análisis/modelación del plan de acción), se han configurado en la denominada geometría **Escobar PROCMA (puentes modificados c/t)** que se encuentra grabada en el adjunto digital del HEC - RAS.





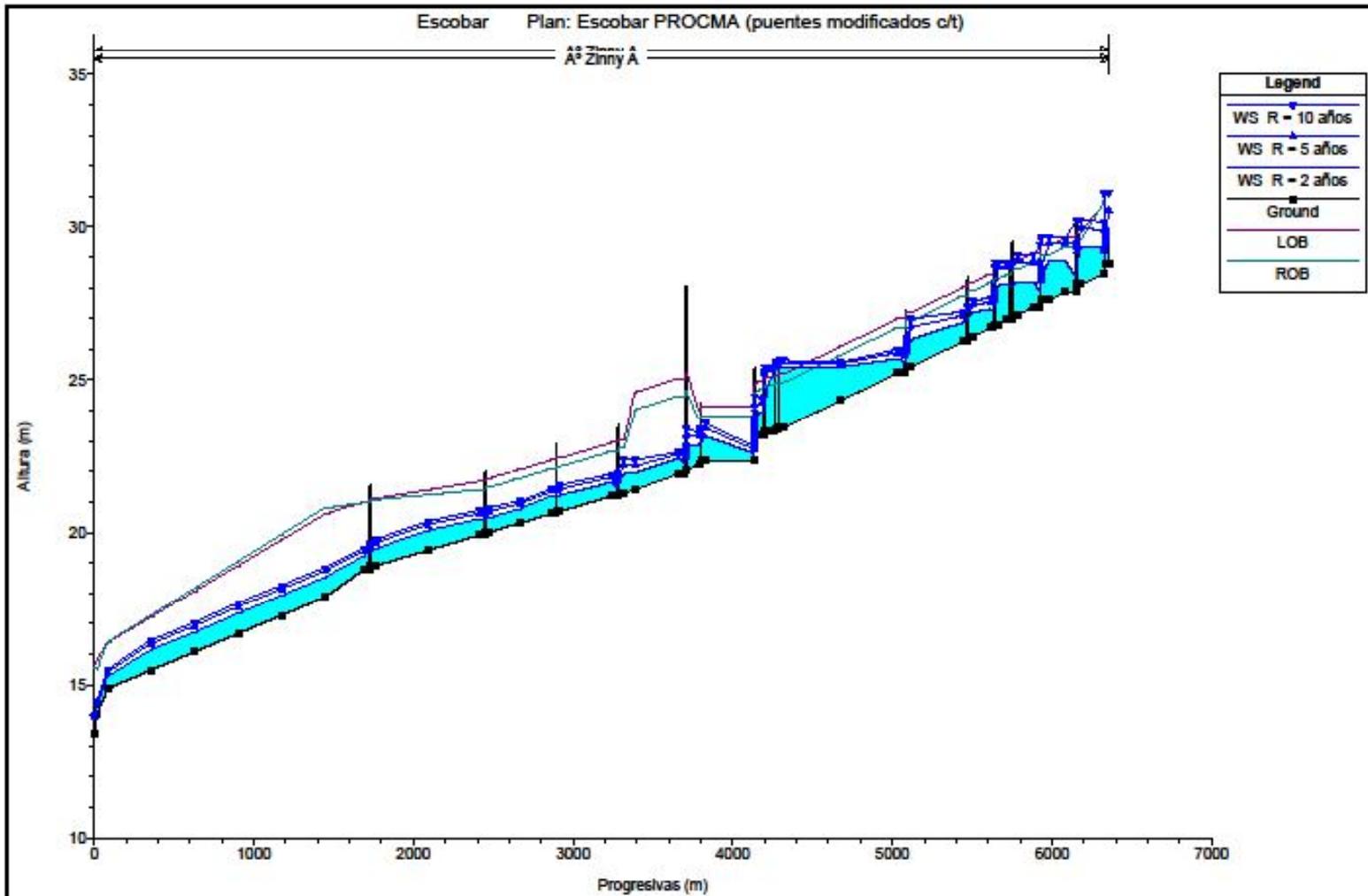
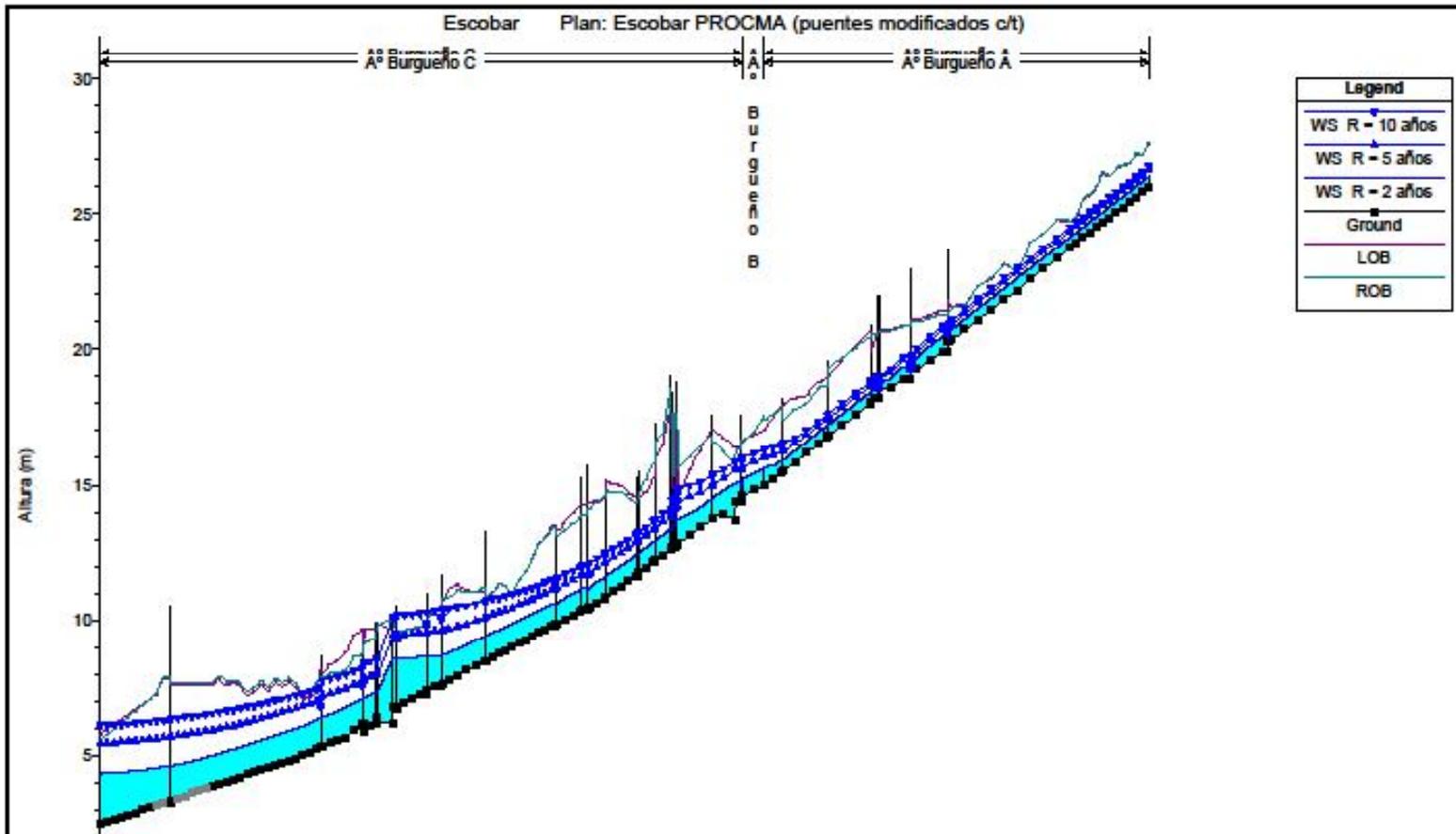
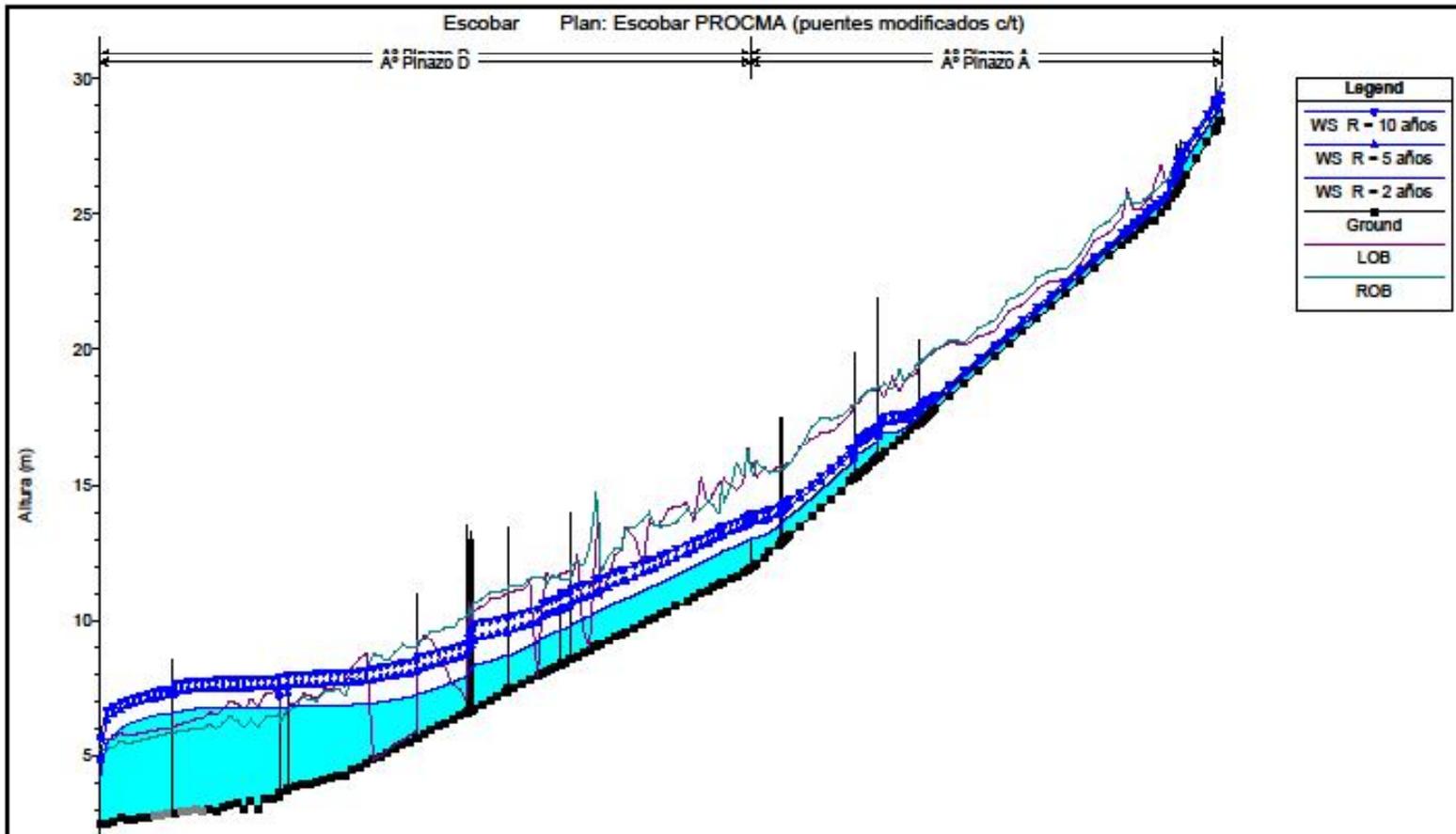


Figura 25 - Perfil Longitudinal Aº Zinny - Adecuación Alcantarillas (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo).





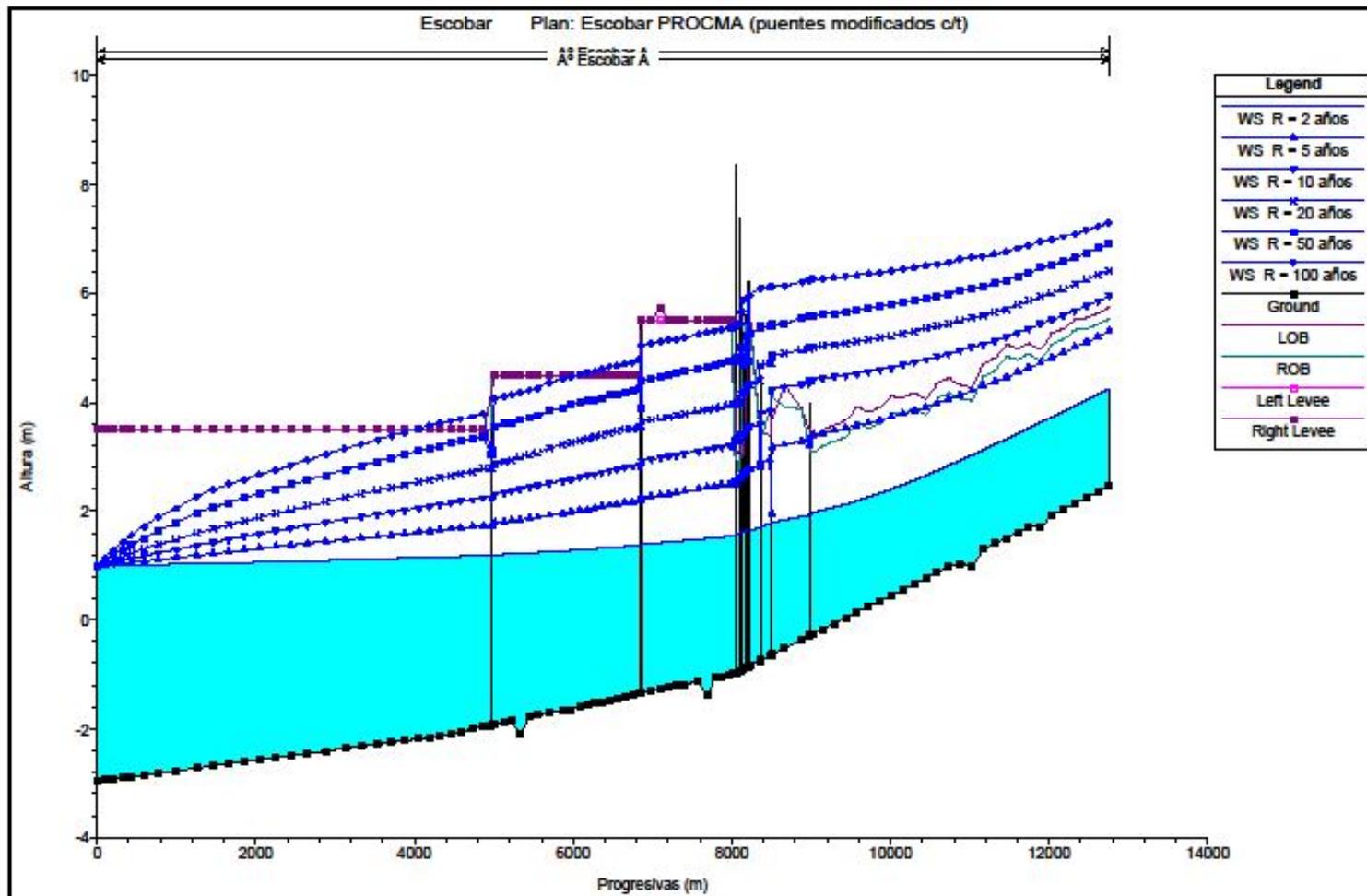


Figura 28 - Perfil Longitudinal A° Escobar y Zanjón Villanueva - Eliminación Altos fondos + Ensanchamiento del cauce + Adecuación Alcantarillas + Prolongación Terraplenes de protección de márgenes (Ref.: TOMO VIII – Anexo HMS – RAS y SIG Proyecto, HEC-RAS, RAS – Escobar Proyecto: Geometría Escobar PROCMA (puentes modificados c/t) en el adjunto digital del modelo).

Finalmente se analizó en las corridas de modelación, el alteo o protección de las márgenes (terraplenes) en sectores puntuales de los cursos que así lo requerían por presentar desbordes de las márgenes, como así también el planteo de la canalización rectangular revestida de H°A° en aquellos tramos en que por la presencia de instalaciones y/o viviendas muy cercanas al curso, no se permitía el desarrollo completo de una sección trapecial ni de los terraplenes de protección de las márgenes. Complementariamente a esto se planteó el revestimiento del último tramo del canal trapecial correspondiente al Arroyo Zinny, en correspondencia con su desembocadura con el Arroyo Pinazo.

Este último conjunto de obras completa las medidas estructurales propuestas dentro del plan de acción resultante del estudio integral de la cuenca, cuya descripción completa, incluyendo el cómputo y presupuesto, se encuentra en la tarea 7 del presente informe y se complementa con los planos de planimetría, perfiles longitudinales y transversales, y de las obras de arte tipo propuestas.

Las siguientes Figuras (N° 29 a 36), muestran los perfiles Longitudinales de corridas del modelo para los A° Toro, B1, Zinny, Burgueño (tramos de análisis A, B y C), Pinazo (tramos de análisis A y D) y Escobar, con la condición geométrica de: eliminación de altos fondos, ensanchamiento del cauce (en secciones trapeciales), adecuación y eliminación de alcantarillas, protección de márgenes, canalizaciones rectangulares y revestimiento de cauces. Estas condiciones de borde del modelo, que hacen a la propuesta final del conjunto de obras del Plan de Acción (escenario de situación final en el proceso de análisis/modelación), se han configurado en la denominada geometría **Escobar PROCMA FINAL** que se encuentra grabada en el adjunto digital del HEC – RAS, y a su vez adjunta en el **TOMO VIII Anexos Modelación Hidráulica HEC – RAS Situación con Proyecto (Propuesta de Plan de Acción)**.

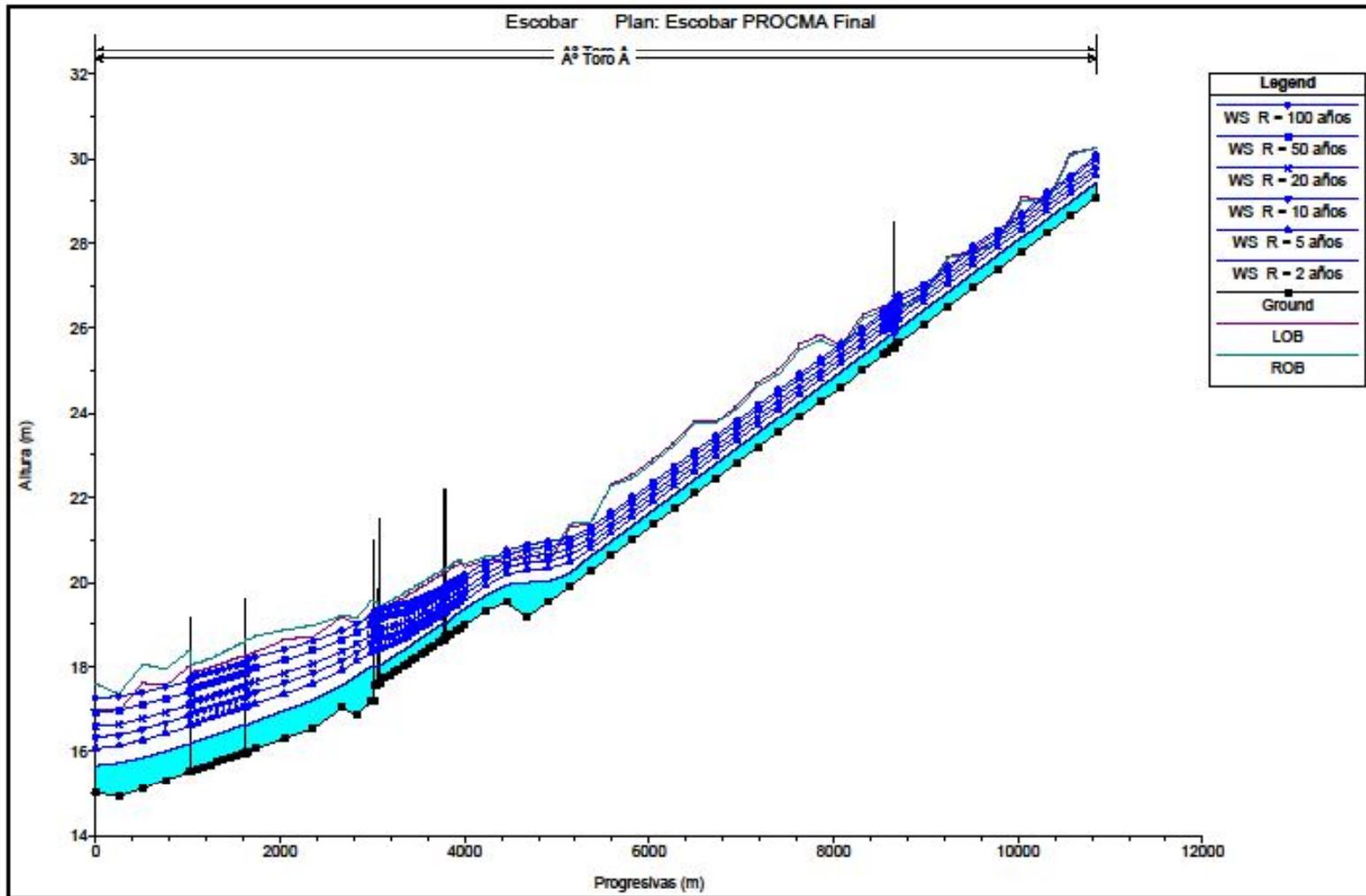


Figura 29 - Perfil Longitudinal A° Toro – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 3 – A° Toro).

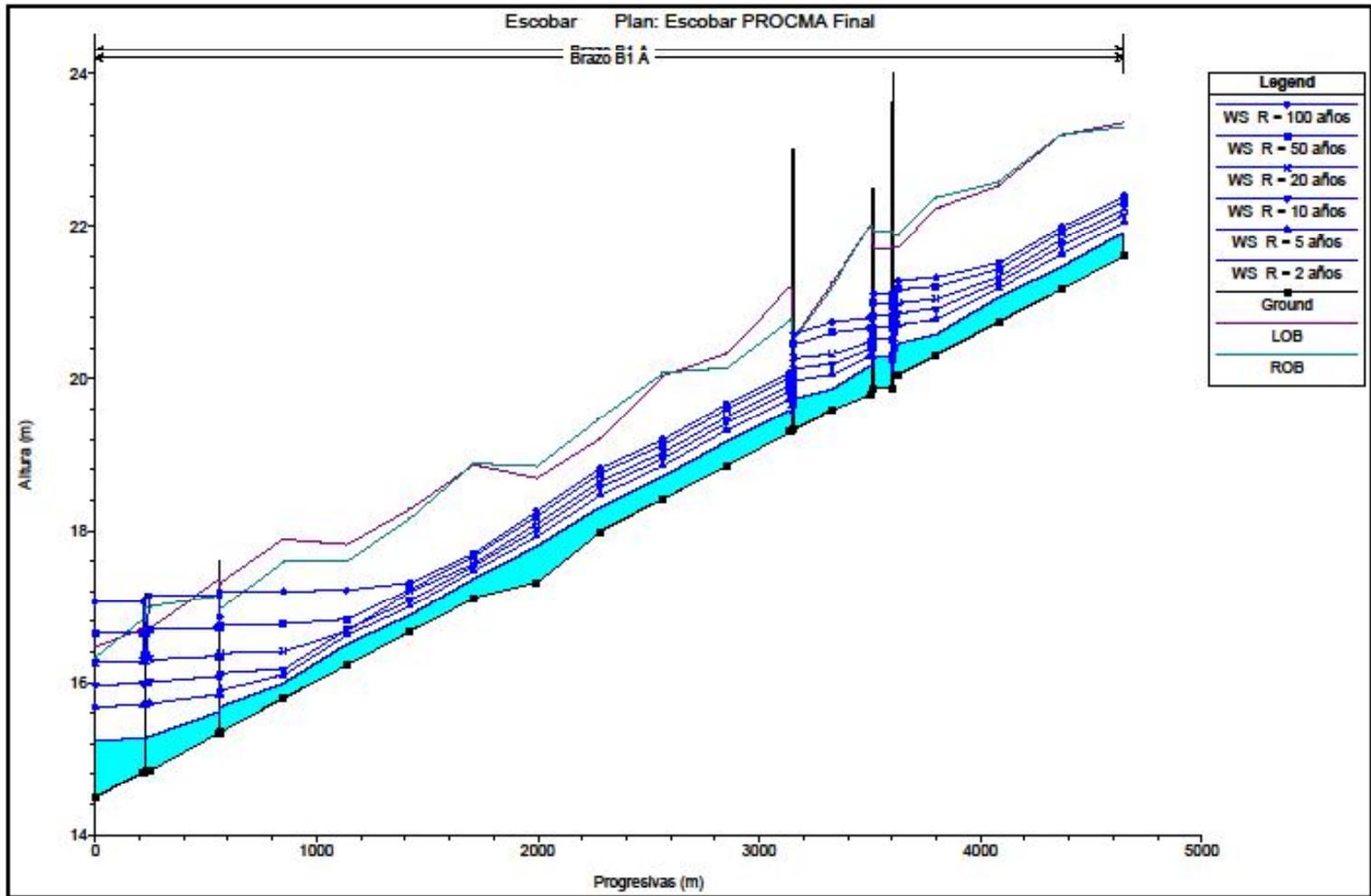


Figura 30 - Perfil Longitudinal A° B1 – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 2 – A° B1).

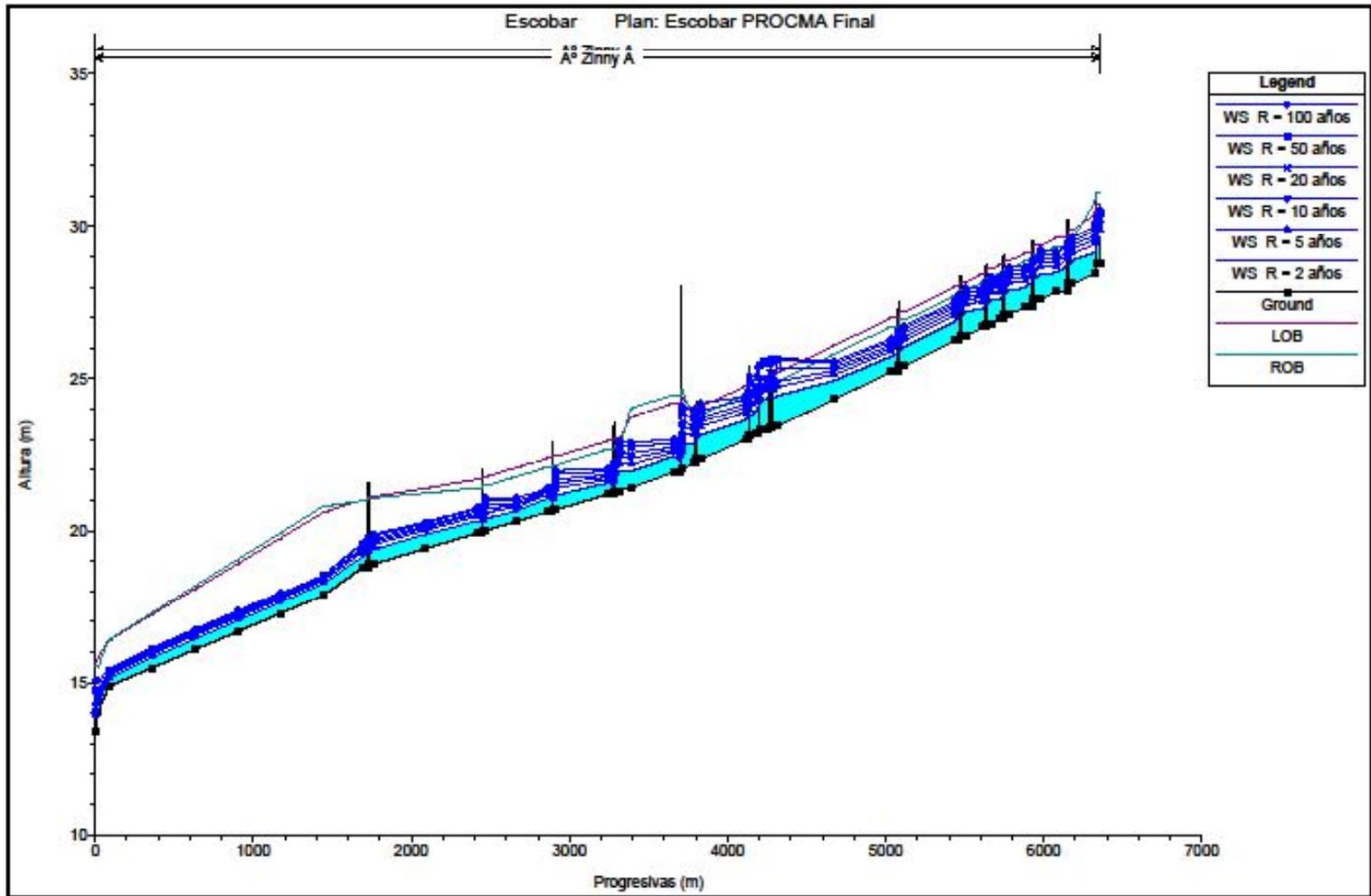


Figura 31 - Perfil Longitudinal A° Zinny – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 6 – A° Zinny).

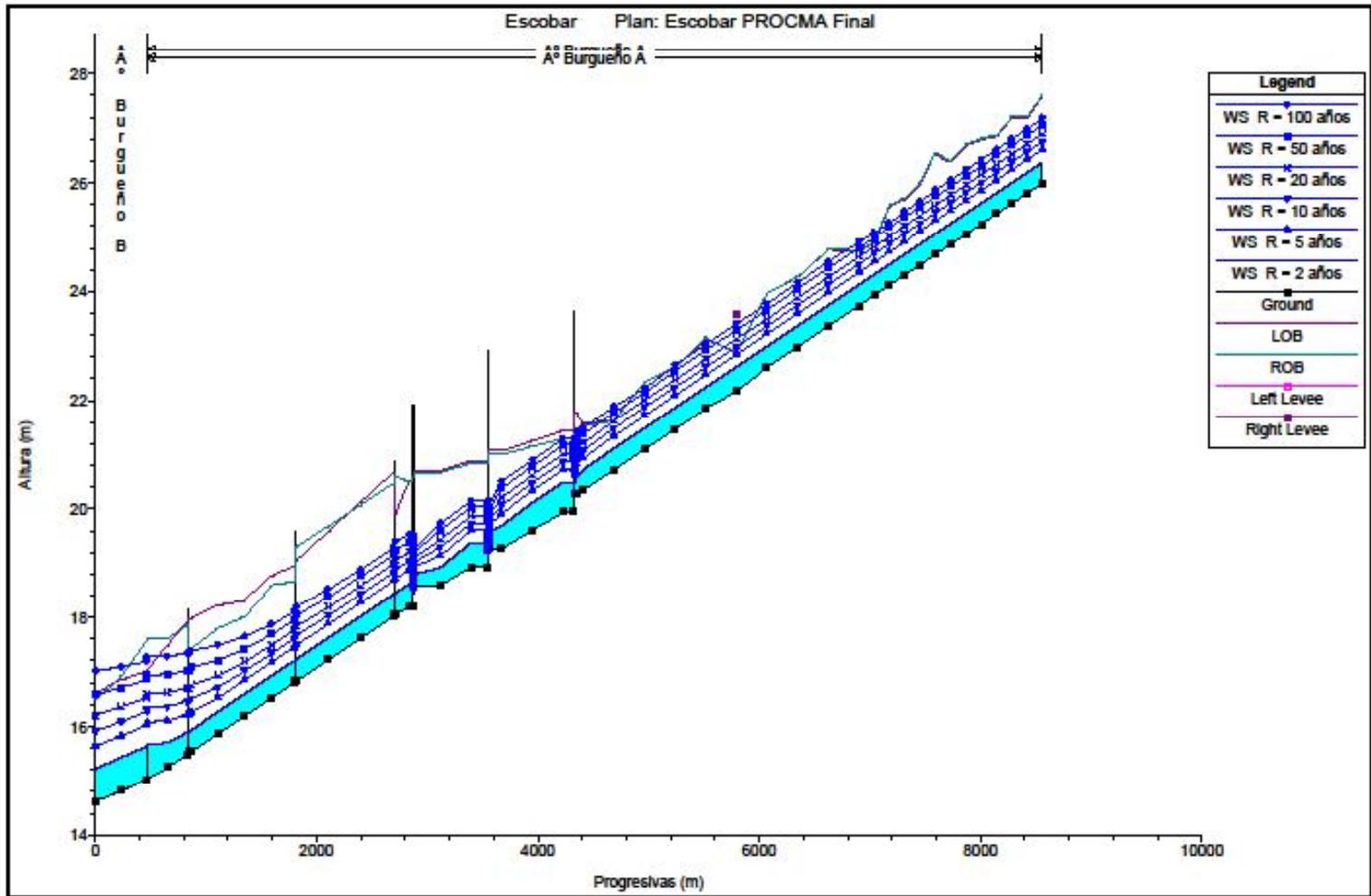


Figura 32 - Perfil Longitudinal A° Burgueño A y B – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 4 – A° Burgueño).

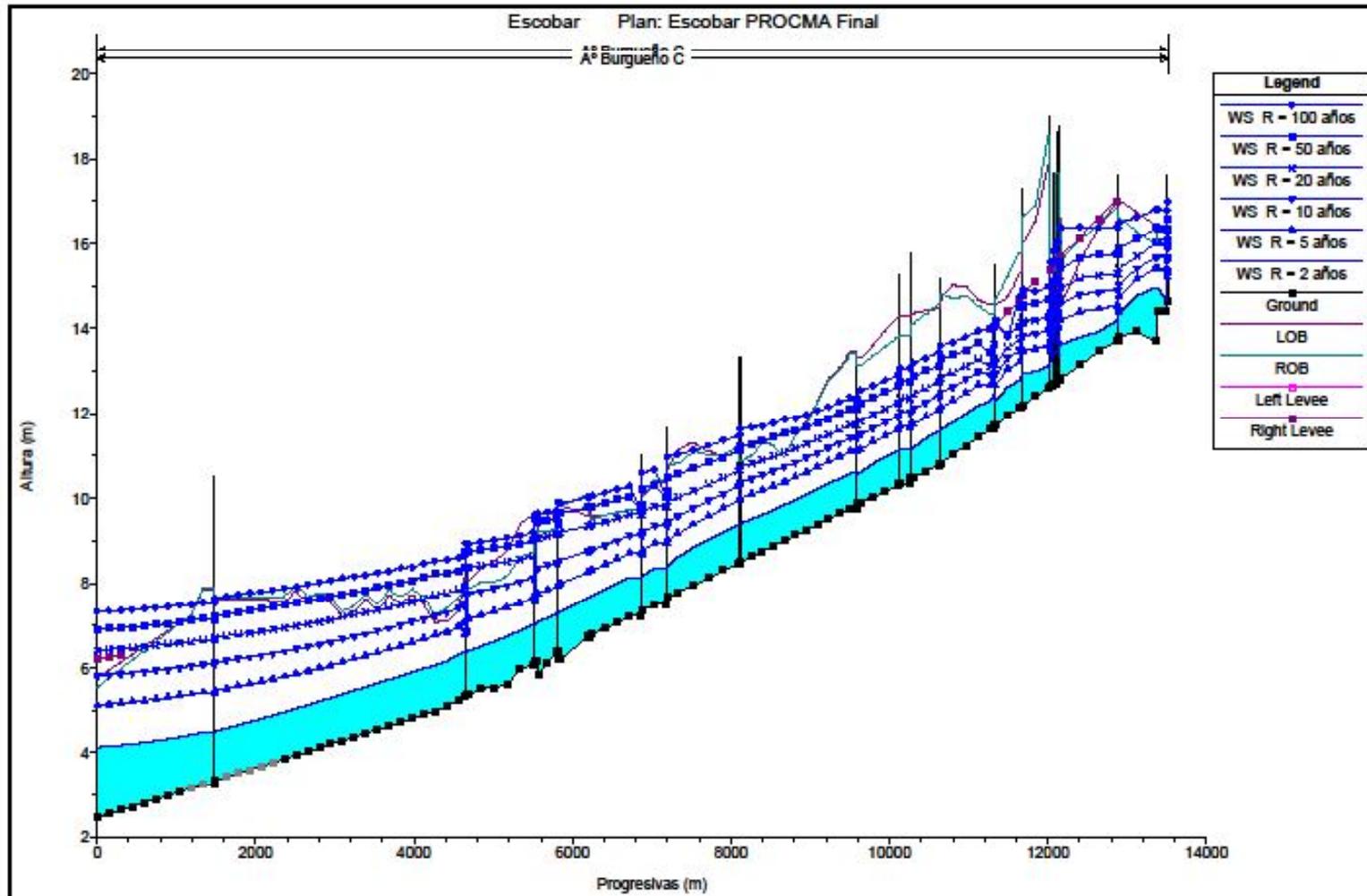


Figura 33 - Perfil Longitudinal A° Burgueño C – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 4 – A° Burgueño).

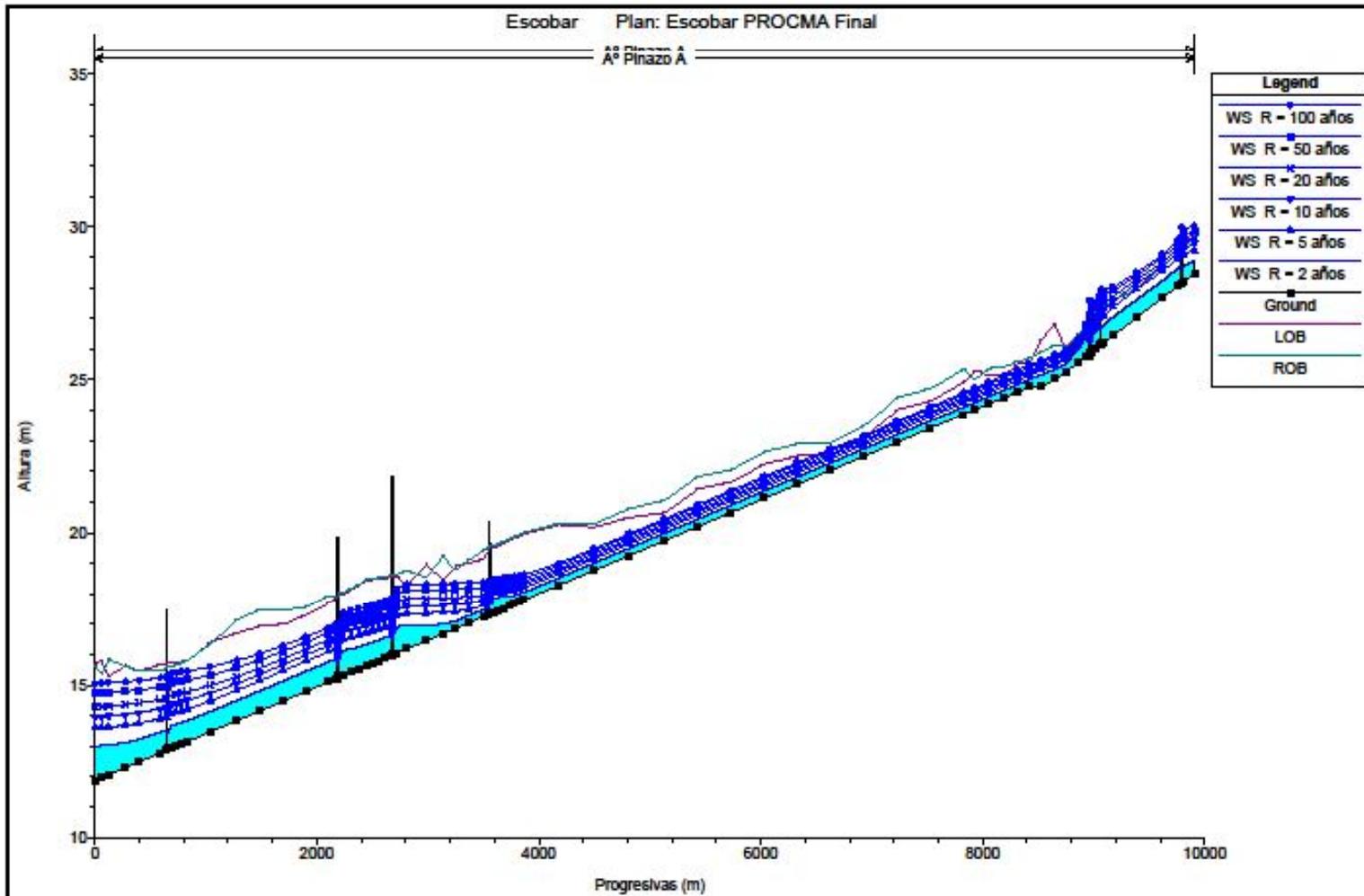


Figura 34 - Perfil Longitudinal A° Pinazo A – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 5 – A° Pinazo).

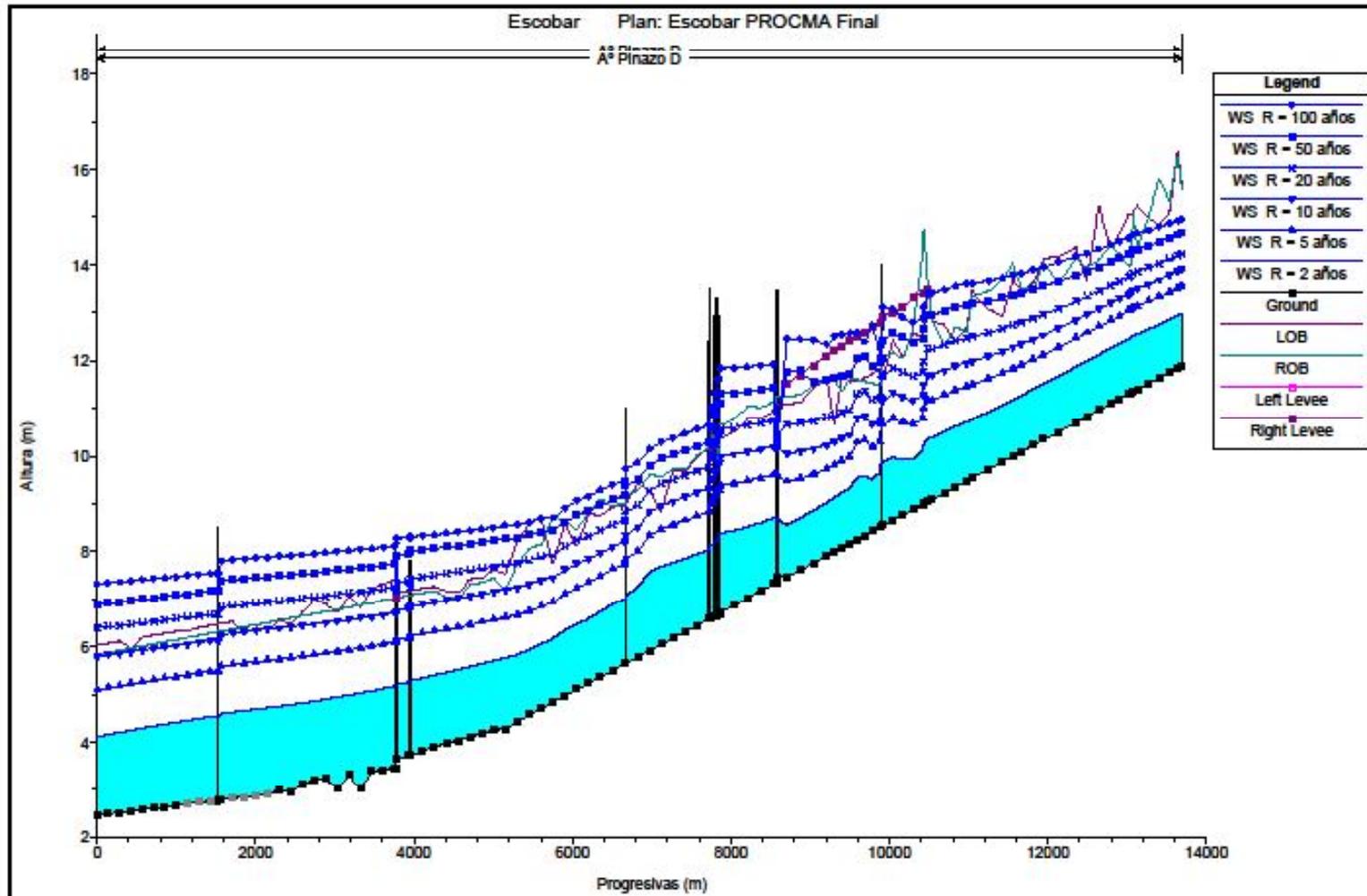
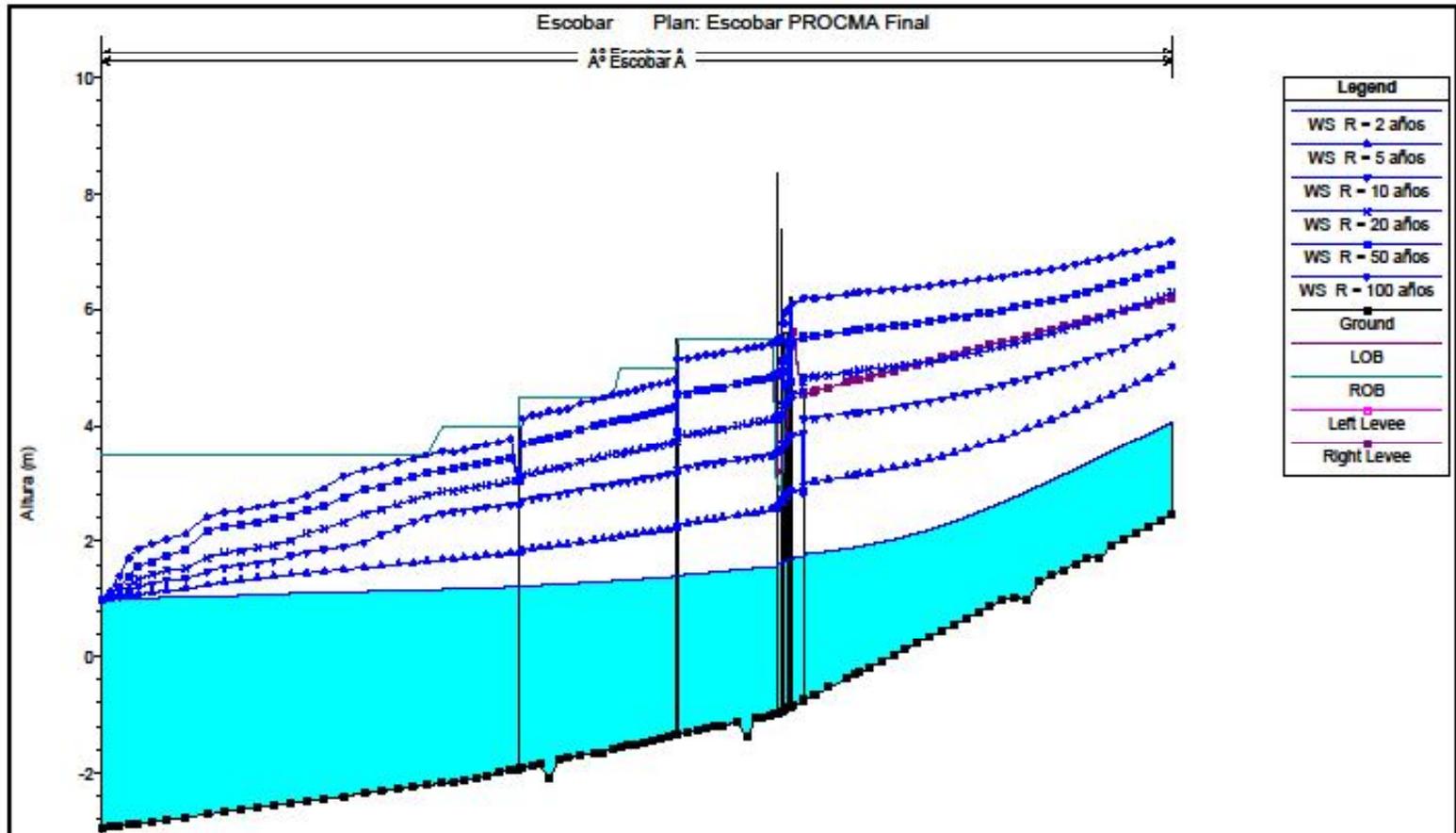


Figura 35 - Perfil Longitudinal A° Pinazo D – Modelación del Plan de Obras Propuesto (Ref.: TOMO VIII – Anexos Modelación Hidráulica - HEC-RAS, Situación con Proyecto, Propuesta de Plan de Acción / Anexo 5 – A° Pinazo).



De la observación de las figuras 29 a 36, se puede concluir que la propuesta de obras contenidas en el Plan de Acción de Medidas Estructurales, induce una mejora sustancial en la dinámica de funcionamiento de la cuenca del Arroyo Escobar, otorgándole al sistema la suficiente capacidad de escurrimiento y evacuación, para recibir los aportes de la cuenca sin generar efectos de importancia sobre zonas urbanas/rurales/mixtas ribereña o sectores aledaños a los cauces.

Esto queda explicitado en cada uno de los perfiles longitudinales de los arroyos, mostrados en la serie de figuras citadas en el párrafo anterior, en los que se aprecia que el pelo de agua o vena líquida asociada a eventos de recurrencias de 10 años, queda contenido entre las márgenes de los canales. Incluso aquellos eventos asociados a recurrencias entre 20 y 50 años han sido controlados por los cauces de los canales propuestos en todas las salidas de modelación efectuadas.

Estas obras, están destinadas a mejorar las condiciones de escurrimiento de los arroyos de la cuenca y en condiciones de aliviar los excedentes pluviales que se desarrollen en ella, los cuales utilizan como vía de desagüe tanto a los afluentes como al propio cauce del arroyo Escobar y zonas aledañas de su llanura de inundación.

Esto último queda evidenciado en la drástica reducción de las superficies de las manchas de áreas anegadas, como resultado de aplicar el conjunto de medidas estructurales al esquema de modelación general de la cuenca, lo que en el modelo HEC-RAS se manifiesta en la importante reducción de las cotas de la vena líquida para todo el conjunto de recurrencias analizadas.

## **6. ELABORACIÓN DE MAPAS DE AREAS ANEGADAS**

## **6. ELABORACIÓN DE MAPAS DE ÁREAS ANEGADAS**

Las inundaciones son eventos extraordinarios y plantean serios riesgos cuando afectan al hombre o las actividades que éste desarrolla y los efectos inmediatos resultan en daños económicos, sociales y ambientales.

En eventos de precipitación extraordinaria, la cantidad de agua que drena hacia los cauces puede ser superior a su capacidad de drenaje, pudiéndose presentar niveles líquidos que superen las márgenes, inundando planicies adyacentes o valles de inundación.

El desarrollo urbano hace que se ocupen zonas que eventualmente pueden ser inundables, sin que se tomen las medidas preventivas necesarias ante eventos críticos y estas situaciones pueden convertirse en desastres con pérdidas de vidas humanas, destrucción de infraestructuras económicas, sociales y daños ambientales.

El riesgo de inundación es la probabilidad que ante un cierto evento de crecida sean afectadas las actividades económicas o sociales en un sitio, y la identificación de zonas con peligro de inundación mediante mapas, es una herramienta de planeamiento de medidas tendientes a establecer los lineamientos de la gestión integral de una cuenca.

El trazado en mapas de las zonas con peligro de inundación se realizó previa determinación de los diferentes niveles del pelo de agua, para lo cual se realizó la descripción y análisis del funcionamiento hidráulico de la Cuenca del Arroyo Escobar y sus principales afluentes, mediante el modelo HEC- RAS.

Entonces con los resultados del modelo hidráulico se han elaborado mapas de anegamiento a lo largo de los cauces principales de la cuenca, lo que permitió una adecuada identificación de los sectores con mayores riesgos y mayor información para el planteo de alternativas de acción.

Estos mapas se han desarrollado para la totalidad de la cuenca y sub-cuencas involucradas en el estudio, y se han realizado sobre la base de las cartas topográficas del IGN y el mosaico de imágenes satelitales que sirvieron como base cartográfica del estudio. Asimismo se ha procedido a su ajuste por contraste, comparación y/o interpolación con los datos del relevamiento topográfico de campo (secciones transversales, datos de obras de arte, obstrucciones, perfiles longitudinales, etc.) y las curvas de nivel correspondientes a cada sector de la cuenca.

Los escenarios representados han sido los obtenidos en los modelos hidrológicos e hidráulicos para 10, 20, 50 y 100 años de recurrencia, para la situación actual (presente) y futura (horizonte de proyecto).

A - Escenario de Situación Actual

Inicialmente se desarrollaron las manchas de inundación correspondientes a la situación actual de la cuenca, las que se resumen en la siguiente tabla:

Recurrencias	Superficie Mancha Situación Actual (Cierre en Canal Luján)		
	m2	km2	ha
R10	36825805.761	36.83	3682.58
R20	43886121.966	43.89	4388.61
R50	53583409.059	53.58	5358.34
R100	59369565.353	59.37	5936.96

Tabla 15 - Superficies Áreas Anegadas - Situación Actual

Como se puede apreciar en la tabla anterior, las áreas afectadas (en función de las recurrencias) varían desde las 3682.58 hectáreas para recurrencia de 10 años hasta las 5936.96 hectáreas para recurrencias de 100 años. El detalle de las diferencias de superficie entre las manchas de inundación de distintas recurrencias es la siguiente:

Recurrencias	Diferencias de Superficies Manchas de Inundación Situación Actual (en has)			
	R=10 años	R=20 años	R=50 años	R=100 años
R=10 años	0.00	706.03	1675.76	2254.38
R=20 años	-706.03	0.00	969.73	1548.34
R=50 años	-1675.76	-969.73	0.00	578.62
R=100 años	-2254.38	-1548.34	-578.62	0.00

Tabla 16 - Diferencias entre manchas de inundación. Escenario Actual

Como puede verse la de R=20 se incrementa respecto de la de R=10 un 19%, la de R=50 lo hace en un 45% (respecto de la de R=10), mientras que la de R=100 se incrementa respecto de la de R=10 un 61%. Por otra parte la de R=50 se incrementa respecto de la de R=20 un 22%, en tanto la de R=100 lo hace en un 35% (respecto de la de R=20). Finalmente la de R=100 se incrementa respecto de la de R=50 un 10%.

*B - Escenario de Situación Actual con Canal Diseñado por la DIPSOH para Zanjón Villanueva*

Como resultado de considerar la situación actual adicionando la geometría del canal proyectado por la repartición y a los efectos de evaluar la efectividad de la evacuación de la citada obra, se desarrollaron las manchas de inundación correspondientes a dicho escenario, obteniéndose los siguientes resultados, resumidos en la siguiente tabla:

Recurrencias	Superficie Mancha Situación con Canal DIPSOH (Cierre en Canal Luján)		
	m2	km2	ha
R10	26643038.601	26.64	2664.3
R20	31306038.610	31.31	3130.6
R50	36127991.702	36.13	3612.8
R100	40749330.406	40.75	4074.9

Tabla 17 - Superficies Áreas Anegadas - Situación Actual + Canal DIPSOH

Como se puede apreciar en la tabla anterior, las áreas afectadas (en función de las recurrencias) varían desde las 2664.30 hectáreas para recurrencia de 10 años hasta las 4074.90 hectáreas para recurrencias de 100 años. El detalle de las diferencias de superficie entre las manchas de inundación de distintas recurrencias es la siguiente:

Recurrencias	Diferencias de Superficies - Situación Actual Con Canal DIPSOH (en has)			
	R=10 años	R=20 años	R=50 años	R=100 años
R=10 años	0.00	466.30	948.50	1410.63
R=20 años	-466.30	0.00	482.20	944.33
R=50 años	-948.50	-482.20	0.00	462.13
R=100 años	-1410.63	-944.33	-462.13	0.00

Tabla 18 - Diferencias entre manchas de inundación. Escenario Actual + Canal DIPSOH

Como puede verse la de R=20 se incrementa respecto de la de R=10 un 17%, la de R=50 lo hace en un 35% (respecto de la de R=10), mientras que la de R=100 se incrementa respecto de la de R=10 un 53%. Por otra parte la de R=50 se incrementa respecto de la de R=20 un 15%, en tanto la de R=100 lo hace en un 30% (respecto de la de R=20). Finalmente la de R=100 se incrementa respecto de la de R=50 un 13%.

Por otra parte efectuando un análisis comparativo entre las situaciones A y B descritas precedentemente, puede decirse que las manchas, presentan una interesante reducción entre uno y otro escenario. Esto se muestra en la tabla siguiente:

Recurrencias	Situación Actual Vs Situación Actual + Canal DIPSOH			
	R=10 años	R=20 años	R=50 años	R=100 años
Situación Actual	3682.58	4388.61	5358.34	5936.96
Situación Actual + Canal DIPSOH	2664.30	3130.60	3612.80	4074.93
Diferencia	1018.28	1258.01	1745.54	1862.02

(has)				
Diferencia (%)	27.7	28.7	32.6	31.4

Tabla 19 - Diferencia de Superficies - Situación Actual Vs Situación Actual + Canal DIPSOH

La tabla anterior muestra que la sola consideración del canal de evacuación proyectado por la DIPSOH, generaría una reducción en la superficie de las manchas, del orden del 30% para las distintas recurrencias.

C - Escenario de Situación con Proyecto Propuesto

A partir de la propuesta de obras descrita en la tarea 7 del presente informe, y como resultado del proceso descrito al inicio de la presente tarea, se obtuvieron las manchas de áreas anegadas correspondientes al proyecto, cuyos resultados se aprecian en las siguientes tablas y datos.

Recurrencias	Superficie Mancha Situación con Proyecto Propuesto (Cierre en Canal Luján)		
	m2	km2	ha
R10	1841849.114	1.84	184.2
R20	3357845.082	3.36	335.8
R50	7228535.150	7.23	722.9
R100	13280641.262	13.28	1328.1

Tabla 20 - Superficies Áreas Anegadas - Situación con Proyecto Propuesto

Como se puede apreciar en la tabla anterior, luego de considerar el conjunto de obras propuestas, las áreas afectadas (en función de las recurrencias) han presentado una sustancial reducción respecto de los escenarios anteriores, variando desde las 184.2 hectáreas para recurrencia de 10 años (superficie correspondiente estrictamente a la sección del cauce propuesto para toda la cuenca, debido a que la meta de base fue la de encauzar precipitaciones asociadas a recurrencias de 10 años) hasta las 1328.10 hectáreas para recurrencias de 100 años. El detalle de las diferencias de superficie entre las manchas de inundación de distintas recurrencias para este escenario es la siguiente:

Recurrencias	Diferencias de Superficies - Situación con Proyecto (en has)			
	R=10 años	R=20 años	R=50 años	R=100 años
R=10 años	0.00	151.60	538.67	1143.88
R=20 años	-151.60	0.00	387.07	992.28
R=50 años	-538.67	-387.07	0.00	605.21
R=100 años	-1143.88	-992.28	-605.21	0.00

Tabla 21 - Diferencias entre manchas de inundación. Escenario de Proyecto Propuesto

Como puede verse la de R=20 se incrementa respecto de la de R=10 un 82%, la de R=50 lo hace en un 292% (respecto de la de R=10), mientras que la de R=100 se incrementa respecto de la de R=10 un 620%. Por otra parte la de R=50 se incrementa respecto de la de R=20 un 115%, en tanto la de R=100 lo hace en un 295% (respecto de la de R=20). Finalmente la de R=100 se incrementa respecto de la de R=50 un 83%. Estos incrementos se explican en el hecho de que las superficies se consideran a partir de la situación de encausamiento total (R=10 años), pero analizando los valores relativos de las manchas con relación a los escenarios A y B anteriores, se evidencia una disminución drástica de las superficies afectadas y consecuentemente de los efectos o impactos asociados, principalmente relacionados a daño evitado.

Como hecho significativo del resultado puede decirse que la superficie del área anegada correspondiente a R=100 años del escenario con proyecto (1328.10 has) representa sólo el 36% de la correspondiente a R=10 años para el escenario de situación actual (3682.58 has).

La comparación de las superficies con las correspondientes a escenarios previos, se muestra en las dos tablas siguientes:

Recurrencias	Situación Actual Vs Situación con Proyecto Propuesto			
	R=10 años	R=20 años	R=50 años	R=100 años
Situación Actual	3682.58	4388.61	5358.34	5936.96
Situación con Proyecto	184.18	335.78	722.85	1328.06

Diferencia (has)	3498.40	4052.83	4635.49	4608.89
Diferencia (%)	95.00%	92.35%	86.51%	77.63%

Tabla 22 - Diferencia de Superficies - Situación Actual Vs Situación Con Proyecto Propuesto

La tabla anterior muestra la reducción sustancial derivada de la implementación del proyecto propuesto respecto de la situación actual, superior al 75% para recurrencia de 100 años y del 95% para 10 años.

Recurrencias	Situación Actual + Canal DIPSOH Vs Situación con Proyecto Propuesto			
	R=10 años	R=20 años	R=50 años	R=100 años
Situación Actual + Canal DIPSOH	2664.30	3130.60	3612.80	4074.93
Situación con Proyecto	184.18	335.78	722.85	1328.06
Diferencia (has)	2480.12	2794.82	2889.95	2746.87
Diferencia (%)	93.09%	89.27%	79.99%	67.41%

Tabla 23 - Diferencia de Superficies - Situación Actual + Canal DIPSOH Vs Situación Con Proyecto Propuesto

Con relación a la Situación Actual + Canal DIPSOH, la implementación del proyecto propuesto, alcanza reducciones superiores a 65% para las recurrencia de 100 años y al 90% para 10 años.

A los efectos de permitir efectuar una comparación entre escenarios analizados, los planos de áreas anegadas se han diagramado de la siguiente manera: para una recurrencia dada, se muestran las áreas anegadas para la situación actual junto a la situación con proyecto propuesto. Esto se muestra en la figura siguiente a modo de ejemplo, en la que se muestran, la Situación Actual y Situación Con Proyecto, para la recurrencia de 10 años.

Este conjunto de planos de encuentra ubicado en el **TOMO IV – Anexo Planos**, siendo los **Plano 10a - Mapa de Áreas Anegadas. Recurrencia = 10 años**, **Plano 10b - Mapa de Áreas Anegadas. Recurrencia = 20 años**, **Plano 10c - Mapa de Áreas Anegadas. Recurrencia = 50 años**, y **Plano 10d - Mapa de Áreas Anegadas. Recurrencia = 100 años**.

En tanto en el mismo TOMO IV, se adjuntan: **Plano 10e - Mapa de Áreas Anegadas. Situación Actual con Proyecto de Canal DIPSOH. Recurrencia = 10 años y 20 años** y, **Plano 10e - Mapa de Áreas Anegadas. Situación Actual con Proyecto de Canal DIPSOH. Recurrencia = 50 años y 100 años**.

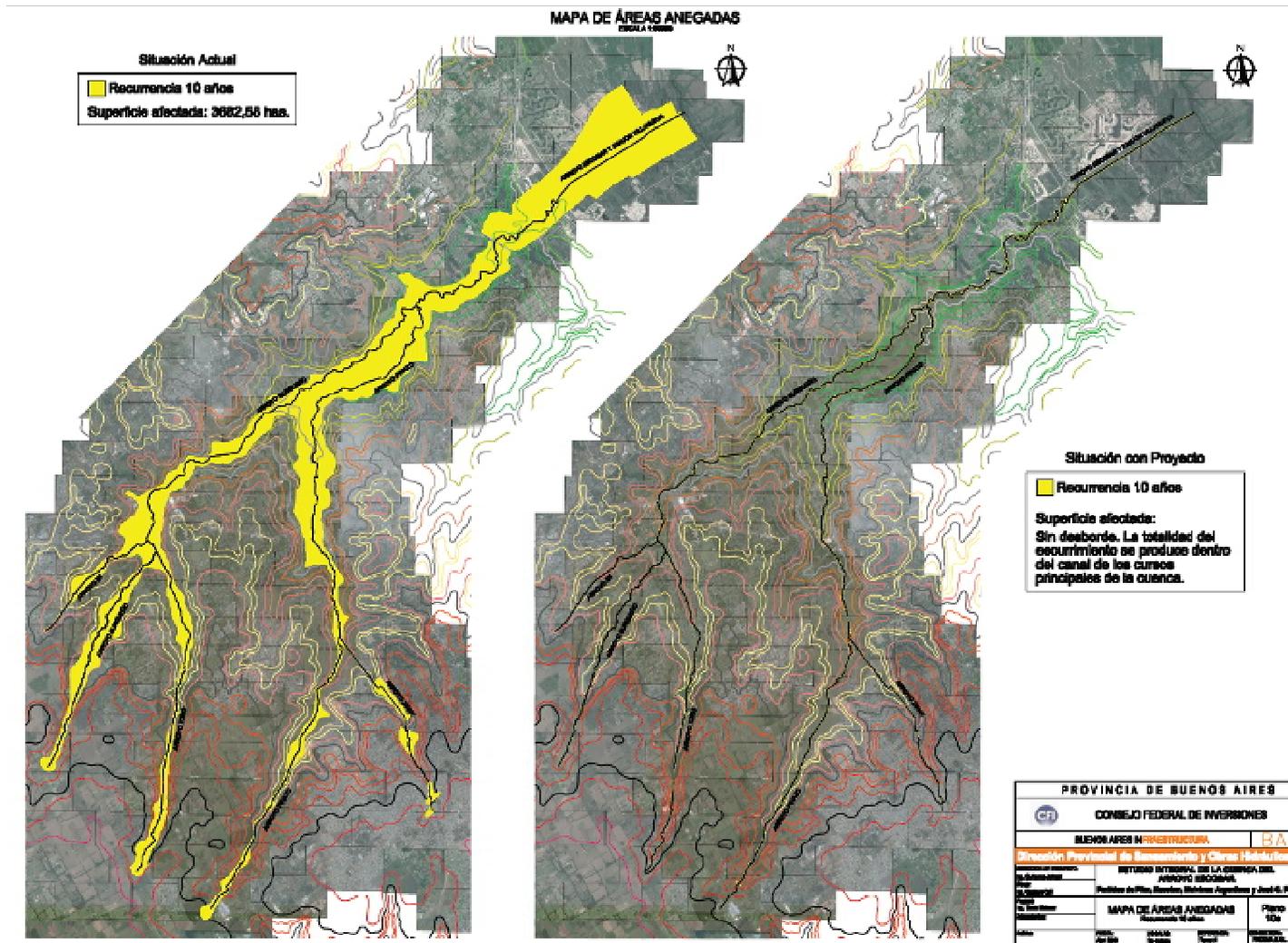


Figura 37 - Manchas de Inundación. Ejemplo: Situación Actual y Situación Con Proyecto, para Recurrencia = 10 años.

## **7. FORMULACIÓN DE PLANES DE ACCIÓN**

## 7. FORMULACIÓN DE PLANES DE ACCIÓN

Esta fase de desarrollo del estudio, dio inicio a partir de culminadas las tareas previas correspondientes, las que finalizaron con la entrega del informe parcial.

Una vez identificados los sectores de mayor riesgo hídrico de la cuenca, se procedió a formular un Plan de Acción, orientado a definir las alternativas a corto, mediano y largo plazo de intervención en el sistema general de la cuenca.

Se incluyeron en la formulación tanto acciones de tipo estructural tales como: canalizaciones, muros de protección, terraplenes, modificación de obras de arte, revestimiento de cauces, etc., como otras de tipo no estructural, entre los que se podrían destacar definición de cotas de implantación de nuevos emprendimientos, medición de variables ambientales, implementación de aforos a lo largo de toda la cuenca, diseño de sistemas de alerta de crecidas, etc.

Sobre las medidas estructurales, se efectuaron corridas del modelo hidráulico con el fin de determinar su eficiencia como solución de los problemas identificados para las recurrencias de estudio exigidas por la DIPSOH (considerando como primer objetivo la definición de obras necesarias para que no se produzcan desbordes del cauce con eventos de precipitación de 10 años de recurrencia).

### **7.1. Propuesta de Obras**

Las obras propuestas consiste en la ejecución de:

**1)** Limpieza, ensanche y excavación (eliminación de altos fondos) de los Arroyos B1, Burgueño (Sectores A, B y C), Toro, Pinazo (Sectores Ay D), Escobar y Zanjón Villanueva;

**2)** Conformación de terraplenes de protección de márgenes de los Arroyos: Burgueño, Pinazo y Escobar;

**3)** Canalización Rectangular revestida en H°A° en algunos tramos de los Arroyos Burgueño y Pinazo,

**4)** Revestimiento de H°A° en un tramo del Arroyo Zinny, de sección trapecial;

## 5) Readecuación de las obras de arte existentes;

El detalle de las obras propuestas a ejecutar se resume en la Tabla 24 y Tabla 25, siendo su descripción la siguiente:

1. Limpieza, ensanche y excavación de la totalidad de los Arroyos de la cuenca,
  - a. Según el detalle incluido en la Tabla 24.
  - b. Estas tareas incluyen la eliminación de alto-fondos en el lecho del arroyo y retiro de vegetación acuática y ribereña, ramas, troncos, obstrucciones, residuos, etc. Comprende asimismo: profundización del cauce, ampliación del ancho de fondo, rectificación de taludes del arroyo a pendientes 1:1 y alteo/recrecimiento a cotas de proyecto de los taludes. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación.
2. Conformación de terraplenes de protección:
  - a. en ambas márgenes del A° Burgueño desde Progresiva 32341,80 hasta Progresiva 31788,40 en una longitud de 553,4 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
  - b. en ambas márgenes del A° Pinazo desde Progresiva 23285,60 hasta Progresiva 21452,70 en una longitud de 1832,90 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
  - c. en ambas márgenes del A° Escobar desde Progresiva 8233,22 hasta Progresiva 12763,05 en una longitud de 4529,83 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
  - d. en ambas márgenes del A° Burgueño desde Progresiva 13060.6 hasta Progresiva 12763,05 en una longitud de 297.55 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.

- e. en margen derecha del A° Pinazo desde Progresiva 16869.7 hasta Progresiva 12763.05 en una longitud de 4106.65 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
- f. en margen izquierda del A° Burgueño desde Progresiva 14476.90 hasta Progresiva 12763.05 en una longitud de 1713.85 metros, y entre Progresiva 16869.7 hasta Progresiva 16545.11 en una longitud de 324.6 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
- g. en margen derecha del A° Burgueño desde Progresiva 25657.90 hasta Progresiva 24928.97 en una longitud de 728.93 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
- h. en margen izquierda del A° Burgueño desde Progresiva 25401.5 hasta Progresiva 24801.64 en una longitud de 599.86 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: conformación del terraplén a cota de proyecto. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación y nivelación de los taludes.
- i. en ambas márgenes del A° Escobar desde Progresiva 4060,38 hasta Progresiva 8004,64 en una longitud de 3944,26 metros. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Estas tareas comprenden desde la limpieza y desmalezado hasta la conformación de bermas y taludes de terraplenes, e incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, compactación y nivelación.
- j. en ambas márgenes del Zanjón Villanueva desde Progresiva 0 a Progresiva 4060,38 en una longitud de 4060,38 metros. En todo el tramo las pendientes del talud se llevarán a 1:1. Estas tareas comprenden desde la limpieza y desmalezado hasta la conformación de bermas y taludes de terraplenes, e incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, compactación y nivelación.

3. Excavación para ejecución de canal rectangular:
  - a. en el A° Pinazo desde Progresiva 23285,60 hasta Progresiva 21452,70 en una longitud de 1832,90 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: profundización del cauce, ampliación del ancho de fondo, revestimiento del canal de H°A° a cota de proyecto. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación, nivelación y revestimiento del canal.
  - b. en el A° Burgueño desde Progresiva 25657,9 hasta Progresiva 24040,35 en una longitud de 1617,55 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: profundización del cauce, ampliación del ancho de fondo, revestimiento del canal de H°A° a cota de proyecto. Incluye todas las tareas necesarias de movimientos de suelos, conformación, compactación, nivelación y revestimiento del canal.
4. Revestimiento de H°A° en un tramo del Arroyo Zinny, cuya sección es trapecial, desde Progresiva 26432,40 hasta Progresiva 27880,07 en una longitud de 1447,67 metros. Las tareas comprendidas por este ítem son: eliminación de altos fondos, adecuación de márgenes y revestimiento del canal de H°A° a cota de proyecto. Incluye todas las tareas necesarias de conformación, compactación, nivelación y revestimiento del canal.
5. Readecuación de los puentes viga y alcantarillas sobre los arroyos de la cuenca según se indican en la Tabla 25. Estas tareas implican la remoción de las estructuras existentes y la ejecución de la nueva estructura de las obras de arte (fundaciones, estribos, anclajes, pilas, todos ajustados a las características de diseño del canal y a la nueva cota de proyecto). Los criterios de diseño de estas obras se corresponden con los requerimientos Nacionales (DNV) y/o Provinciales (DPV), según la categoría de la vía de comunicación sobre la que se ubique cada obra de arte y, en función de las recurrencias especificadas por dichas reparticiones.

**VA PLANILLA GENERAL**


Tabla 24 – Propuestas de Obras del Plan de Acción – Parte A Limpieza, excavación y ensanche; conformación de terraplenes de protección; canalización rectangular y revestimiento en H°A° en algunos tramos de los Arroyos

**VA PLANILLA GENERAL**


Tabla 25 – Propuestas de Obras del Plan de Acción – Parte B Readecuación de Obras de Arte sobre Arroyos de la Cuenca

## 7.2. Cómputo y Presupuesto

El siguiente cómputo y presupuesto, deberá ajustarse al momento de definirse el proyecto ejecutivo de cada una de las obras que lo componen, dado que es en dicha instancia en donde se podrán ajustar los cómputos en función del dimensionado final de la totalidad de las obras incluidas en el plan de acción propuesto.

Por otra parte deberá adicionarse al presente cómputo, aquellas obras tales como fundaciones, anclajes, estructuras resistentes a sub-presiones, etc., que deberán diseñarse en función de estudios específicos de base, necesarios para su definición.

A continuación se muestra el cómputo y monto general del plan de obras propuesto, y luego en las siguientes tablas se muestra en desarrollo de cada ítem.

Item	Cómputo y Monto de Obras				
	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio [\$/Unidad]	Monto
1	Excavación	4,021,212.43	m3	45.00	<b>\$ 180,954,559</b>
2	Terraplen y Alteo	511,744.31	m3	80.00	<b>\$ 40,939,545</b>
3	Transporte excedentes	4,916,892.47	m3	1.00	<b>\$ 19,667,570</b>
4	Obras de Arte				
4a	H° de Cemento Portland H21	4785	m3	4500.00	\$ 21,532,796
4b	Acero en barras	308601	kg	23.00	\$ 7,097,820
					<b>\$ 28,630,615</b>
5	Revestimiento de Canales				
5a	H° de Cemento Portland H21	34575	m3	4500.00	\$ 155,587,617
5b	Acero en mallas	1460623	kg	14.70	\$ 21,471,162
					<b>\$ 177,058,780</b>
<b>MONTO TOTAL</b>					<b>\$ 447,251,069</b>

Tabla 26 - Computo y monto de Obras sin honorarios

ITEM	SECTOR	Volumen Excavado (m <sup>3</sup> )	Volumen esponjado (m <sup>3</sup> )	Volumen Necesario Terraplén (m <sup>3</sup> )	Volumen a compactar (m <sup>3</sup> )	Volumen sobrante a transportar (m <sup>3</sup> )
Movimiento de Tierra	A° Brazo B1	61,662.07	83,243.80	0.00	0.00	83,243.80
	A° Toro	225,718.53	304,720.01	0.00	0.00	304,720.01
	A° Zinny	2,491.41	3,363.40	1,073.44	1,192.71	2,170.69
	A° Burgueño	1,050,041.21	1,417,555.64	3,551.51	3,946.12	1,413,609.52
	A° Pinazo	1,223,148.85	1,651,250.95	41,059.65	45,621.84	1,605,629.11
	A° Escobar	1,458,150.36	1,968,502.98	414,885.28	460,983.65	1,507,519.33
	<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>	<b>4,021,212.43</b>	<b>5,428,636.78</b>	<b>460,569.88</b>	<b>511,744.31</b>	<b>4,916,892.47</b>

Tabla 27 - Cómputo de movimiento de suelos (excavación, terraplenado y transporte de excedente)

ITEM	SECTOR	Volumen Excavado	Volumen esponjado	Volumen Necesario Terraplén	Volumen a compactar	Volumen sobrante a transportar (Hm <sup>3</sup> )	Total por Arroyo
	Precio Unitario (\$/m <sup>3</sup> )	\$ 45.00			\$ 80.00	\$ 1.00	
Movimiento de Tierra	A° Brazo B1	\$ 2,774,793.30	Coeficiente de esponjamiento= 1,35		\$ 0.00	\$ 332,975.20	\$ 3,107,768.49
	A° Toro	\$ 10,157,333.83			\$ 0.00	\$ 1,218,880.06	\$ 11,376,213.89
	A° Zinny	\$ 112,113.30			\$ 95,416.60	\$ 8,682.77	\$ 216,212.67
	A° Burgueño	\$ 47,251,854.67	Coeficiente de compactación= 1,10		\$ 315,689.39	\$ 5,654,438.09	\$ 53,221,982.15
	A° Pinazo	\$ 55,041,698.19			\$ 3,649,746.97	\$ 6,422,516.43	\$ 65,113,961.59
	A° Escobar	\$ 65,616,765.98			\$ 36,878,691.84	\$ 6,030,077.33	\$ 108,525,535.14
	<b>TOTAL (\$)</b>	<b>\$ 180,954,559.27</b>			<b>\$ 40,939,544.80</b>	<b>\$ 19,667,569.87</b>	<b>\$ 241,561,673.93</b>

Nota: los datos de precios unitarios, coeficientes de esponjamiento y coeficiente de compactación han sido provisto por la DIPSOH

Tabla 28 – Monto de ítem Movimiento de Suelos (Excavación, Terraplenado y Transporte).

Item	Descripción	Sector	Cantidad H° (m3)	Precio Unitario	Monto H° (\$)	Cantidad A° (Kg)	Precio Unitario	Monto A°(\$)	Monto Total Por Obra de Arte (\$)
		<b>A° Brazo B1</b>							
	<b>Alcantarillas</b>								
	26496.63		29.20	\$ 4,500	\$ 131,400.00	2036.88	\$ 23	\$ 46,848	\$ 178,248.24
	26835.46		23		\$ 102,555.00	1552.51		\$ 35,708	\$ 138,262.73
	<b>Puentes Viga</b>								
	29869.97		96		\$ 431,655.00	6025.31		\$ 138,582	\$ 570,237.02
	29781.97		80	\$ 4,500	\$ 361,095.00	5014.34	\$ 23	\$ 115,330	\$ 476,424.77
	29419.87		82.22		\$ 369,990.00	5164.55		\$ 118,785	\$ 488,774.59
		<b>A° Toro</b>							
	<b>Alcantarillas</b>								
	27771.40		34		\$ 153,540.00	2128.92		\$ 48,965	\$ 202,505.16
	28364.89		61		\$ 274,680.00	4099.44		\$ 94,287	\$ 368,967.12
	29760.50		17		\$ 77,827.50	897.35		\$ 20,639	\$ 98,466.44
	29798.54		10	\$ 4,500	\$ 44,865.00	583.77	\$ 23	\$ 13,427	\$ 58,291.71
	29823.54		54		\$ 244,395.00	3606.81		\$ 82,957	\$ 327,351.63
	30525.89		54		\$ 244,395.00	3606.81		\$ 82,957	\$ 327,351.63
	35401.32		48		\$ 217,935.00	3489.99		\$ 80,270	\$ 298,204.77
		<b>A° Zinny</b>							
	<b>Alcantarillas</b>								
	28875		21		\$ 95,940.00	885.14		\$ 20,358	\$ 116,298.22
	29318		17		\$ 75,420.00	749.93		\$ 17,248	\$ 92,668.39
	29700		15	\$ 4,500	\$ 67,500.00	711.25	\$ 23	\$ 16,359	\$ 83,858.75
	30490		26		\$ 119,070.00	1218.53		\$ 28,206	\$ 147,096.19
	32673		28		\$ 126,360.00	1515.35		\$ 34,853	\$ 161,213.05
	<b>Puentes Viga</b>								
	32446.8		86	\$ 4,500	\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
	32239.8		86		\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
	32051.4		86		\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
	31395.6		86		\$ 386,910.00	5372.50	\$ 23	\$ 123,568	\$ 510,477.61
	31951.4		86		\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
	30620		86		\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
	30598		86		\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
	30564.2		86		\$ 386,910.00	5372.50		\$ 123,568	\$ 510,477.61
		<b>A° Burgueno</b>							
	<b>Alcantarillas</b>								
	17411.2		66.62		\$ 299,802.86	4986.74		\$ 114,695	\$ 414,497.81
	18277.69		56.25		\$ 253,105.71	4175.51		\$ 96,037	\$ 349,142.54
	18577.7		69.51		\$ 312,775.71	4532.75		\$ 104,253	\$ 417,029.06
	19530.69		94.22		\$ 423,977.14	6760.66		\$ 155,495	\$ 579,472.39
	19951.1		83.44		\$ 375,480.00	5937.88		\$ 136,571	\$ 512,051.24
	20869.17		92.30		\$ 415,350.00	6205.36		\$ 142,723	\$ 558,073.28
	22345.16		40.33		\$ 181,491.43	2646.75		\$ 60,875	\$ 242,366.65
	22877		101.98		\$ 458,910.00	6453.68		\$ 148,435	\$ 607,344.64
	22920.79		69.39		\$ 312,248.57	3952.01		\$ 90,896	\$ 403,144.83
	23397.3		69.51		\$ 312,775.71	4532.75		\$ 104,253	\$ 417,029.06
	24077.69		92.30		\$ 415,350.00	6205.36		\$ 142,723	\$ 558,073.28
	24433.3		92.30	\$ 4,500	\$ 415,350.00	6205.36	\$ 23	\$ 142,723	\$ 558,073.28
	24779.62		124.48		\$ 560,160.00	7477.76		\$ 171,988	\$ 732,148.48
	24897.74		45.19		\$ 203,374.29	2312.61		\$ 53,190	\$ 256,564.28
	25648.85		35.31		\$ 158,914.29	2023.85		\$ 46,548	\$ 205,462.74
	26160.97		29.55		\$ 132,994.29	1823.97		\$ 41,951	\$ 174,945.50
	27111.06		77.72		\$ 349,740.00	5847.80		\$ 134,499	\$ 484,239.40
	28074.39		22.34		\$ 100,530.00	1542.50		\$ 35,478	\$ 136,007.50
	28973.23		50.03		\$ 225,135.00	3521.15		\$ 80,986	\$ 306,121.45
	29154.39		79.52		\$ 357,840.00	2303.60		\$ 52,983	\$ 410,822.80
	29820		94.19		\$ 423,855.00	6728.39		\$ 154,753	\$ 578,607.97
	30598.7		84.56		\$ 380,520.00	5999.28		\$ 137,983	\$ 518,503.44
	<b>Puentes Viga</b>								
	14241.09		98.68	\$ 4,500	\$ 444,060.00	6409.02	\$ 23	\$ 147,407	\$ 591,467.39
		<b>A° Pinazo</b>							
	<b>Alcantarillas</b>								
	14280.76		166.89		\$ 751,011.43	10226.31		\$ 235,205	\$ 986,216.53
	19425.34		145.93		\$ 656,691.43	9183.07		\$ 211,211	\$ 867,902.01
	21325.57		92.18		\$ 414,810.00	6202.36		\$ 142,654	\$ 557,464.28
	22644.46		113.82		\$ 512,177.14	7306.54		\$ 168,050	\$ 680,227.63
	27075.37		61.77		\$ 277,945.71	4289.31		\$ 98,654	\$ 376,599.94
	28607.07		87.26	\$ 4,500	\$ 392,657.14	6606.18	\$ 23	\$ 151,942	\$ 544,599.35
	29120		120.38		\$ 541,697.14	7438.38		\$ 171,083	\$ 712,779.95
	30004.05		76.88		\$ 345,960.00	5794.96		\$ 133,284	\$ 479,244.08
	35407.5		28.89		\$ 130,005.00	1532.79		\$ 35,254	\$ 165,259.17
	35506.09		21.47		\$ 96,615.00	1118.68		\$ 25,730	\$ 122,344.61
	36233.39		28.89		\$ 130,005.00	1532.79		\$ 35,254	\$ 165,259.17
	<b>Puentes Viga</b>								
	16711.03		123	\$ 4,500	\$ 555,075.00	8011.27	\$ 23	\$ 184,259	\$ 739,334.24
	16534.12		247		\$ 1,110,150.00	16022.54		\$ 368,518	\$ 1,478,668.48
		<b>A° Escobar</b>							
	<b>Puentes Viga</b>								
	8365.83		35		\$ 155,421.00	2243.16		\$ 51,593	\$ 207,013.59
	6849.4		254	\$ 4,500	\$ 1,143,288.00	17493.91	\$ 23	\$ 402,360	\$ 1,545,648.01
	4970.46		127		\$ 571,644.00	8746.96		\$ 201,180	\$ 772,824.01
	<b>Totales</b>		<b>4785</b>		<b>\$ 21,532,796</b>	<b>308601</b>		<b>\$ 7,097,820</b>	<b>\$ 28,630,615.30</b>

Nota: datos de precios unitarios, provistos por la DIPSOH y Acindar. Las obras de arte no computadas (en volumen de H°A°) son existentes y no se prevé su modificación.  
Nota: los ítems de excavación para obras de arte y terraplenes de acceso, se podrán computar y presupuestar al momento del desarrollo de los proyectos ejecutivos de cada una de las obras propuestas.  
Nota: Las Planillas de cálculo utilizadas para computar cada obra de arte se han incorporado en los planos del TOMOV, correspondientes a Alcantarillas Tipo Propuestas (Planos 13a, 13b y 13c) y Puentes Viga Propuestos (Planos 14a y 14b)

Tabla 29 – Monto de H° y A° para Obras de Arte

<b>Volumen de Revestimiento de H° A° para canales</b>						
<b>Arroyo</b>	<b>Revestimiento de H°A° en Canales</b>		<b>Precios Unitarios</b>		<b>Total Revestimiento</b>	
	A° (Kg)	H° (m3)	A° (\$/Kg)	H° (\$/m3)	A° (\$)	H° (\$)
<b>Brazo B1</b>	--	--			---	---
<b>Toro</b>	--	--			---	---
<b>Zinny</b>	187975.53	2377.83	\$ 14.70	\$ 4500.0	\$ 2763240.24	\$ 10700242.90
<b>Burgueño</b>	462113.25	11691.18			\$ 6793064.73	\$ 52610295.42
<b>Pinazo</b>	810534.52	20506.02			\$ 11914857.46	\$ 92277079.07
<b>Escobar</b>	--	--			---	---
<b>Total</b>	<b>1460623.29</b>	<b>34575.03</b>	<b>Monto Revestimiento</b>		<b>\$ 21471162.42</b>	<b>\$ 155587617.38</b>
<b>Monto Revestimiento de H°A° para canales</b>					<b>\$ 177,058,780</b>	
Nota: datos de precios unitarios provistos por la DIPSOH						
Nota: Las Planillas de cálculo utilizadas para computar volumen de revestimiento se han incorporado en los planos del TOMO V, Planos 15a y 15b						

Tabla 30 – Monto de H° y A° para revestimiento de canales

### **7.3. Plan de Manejo General de la Cuenca**

A partir de las obras descritas precedentemente, se modelizó el sistema completo mediante el software HEC – HMS y HEC – RAS tomando como referencia tormentas de recurrencias de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, y adoptando criterios para las obras, de manera de que se encauce la correspondiente a 10 años.

#### **7.3.1. Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana**

A los fines de mitigar los efectos de las inundaciones y minimizar las pérdidas, se sugiere el establecimiento de una red o sistema de monitoreo y alerta temprana.

En primera instancia el monitoreo del sistema debería realizarse sobre reglas graduadas a ubicar en las Obras de Arte de los Arroyos Pinazo, Burgueño y Toro situadas en la cabecera de la cuenca (RP25) y sobre los puentes de las RN8, RN 9 y Ex RN8 de los Arroyos Pinazo, Burgueño.

El control de las alturas de la superficie libre de los arroyos, permitirá verificar si los distintos caudales corresponden a valores crecientes importantes que requieran por parte de las autoridades locales disparar las alertas correspondientes (bomberos, defensa civil, etc.).

Puede preverse el desarrollo de una red de alerta compuesta por pluviógrafos y limnímetros a lo largo del cauce, desde la cuenca alta, aguas arriba de la ciudad, en cuyo caso deberán seguirse las siguientes pautas generales:

#### **7.3.2. Alturas Hidrométricas**

En el proceso de lectura, a realizar por la DIPSOH, se chequearán la hora inicial y final tomada por el observador y las registradas por el aparato, codificación de la estación, como así también la altura observada en el hidrómetro y la altura registrada en el momento de la inspección. Este primer chequeo permitirá detectar fallas en el equipo de medición o en alguna componente del sistema de medida.

Con estos datos se debe generar un reporte en el que deberán constar indefectiblemente los datos observados al momento de corte o recambio de cintas.

Una vez leída la cinta se procede a corregir los datos mal leídos mediante la utilización de un utilitario preparado para este fin. Finalizado esto se ingresarán los datos a la base de datos para su posterior análisis de consistencia.

Las bandas de limnógrafos, deben ser relevadas y volcadas a soporte magnético por el Contratista, para su posterior ingreso al sistema de soporte de datos. En campo, se deben realizar los mismos chequeos primarios que el realizado para las cintas y generar el mismo reporte. El Contratista podrá digitalizar a su cargo este tipo de soportes gráficos, si lo considera conveniente.

### **7.3.3. Aforos.**

En general las curvas H - Q de las secciones de aforo se dividen en tres a cinco zonas asociadas con la recurrencia de los caudales o alturas en donde se observan cambios en el comportamiento. Las franjas extremas se relacionan con caudales (o alturas) máximos y mínimos.

Se deberán especificar las cantidades mínimas anuales y distribución de los aforos, según estación.

No siempre será coincidente el relevamiento de rutina para Monitoreo y Mantenimiento, con la necesidad de realización de un aforo para el relleno o ajuste de la curva H - Q.

Como mínimo, una vez al año se deberá realizar un aforo en crecida en las estaciones que se indiquen. La medición de velocidades deberá realizarse en un número representativo de verticales (margen izquierda, centro y margen derecha, como mínimo) con referencias del perfil de fondo tomadas, en lo posible, en el mismo momento.

Con cada aforo, se tomará la pendiente longitudinal del pelo de agua, sea desde escalas de pendiente pre niveladas, o mediante nivelación geométrica.

f

Cuando sea necesario a consideración de la DIPSOH serán integradas en vertical las mediciones de velocidad. Cuando surjan diferencias o distorsiones en el funcionamiento de alguna relación H-Q, se podrá realizar al menos un Aforo - Test, el cual duplicará la cantidad de verticales, y llevará a cinco, los puntos de medición de velocidades en altura, en caso que no se exija la integración.

En estos aforos de control durante estiajes, podrá requerirse una batimetría especial y la identificación de sectores con direcciones transversales de la corriente para su corrección en el cálculo. A su vez, cuando deba ser reemplazado un sitio de aforos, por uno nuevo o alternativo, se podrá requerir doble rutina de medición, hasta contar con un número suficiente de puntos para ajuste de la nueva curva H-Q.

Además del perfil transversal del fondo del cauce, en el sitio de aforos, en las localizaciones en las que se especifican relevamiento topobatimétricos para verificación Sección - Pendiente, se deberá relevar, convenientemente referenciados planialtimétricamente con la sección actual, sendos perfiles transversales cuyos ejes estarán separados no menos de 100 m. de aquélla. Los perfiles deberán cubrir con una revancha suficiente las alturas que hayan alcanzado las máximas crecidas.

Todos los relevamientos del fondo de cauce en las secciones, se deberán realizar dentro del primer mes de cada período hidrológico o estiaje, y al menos una segunda vez por año en cada sitio de aforo, luego del paso de crecidas de magnitud importante.

Se deberá consignar y archivar (en la DIPSOH), toda la información de campo (velocidades, perfil de la sección, verticales, etc) y cálculo previo del aforo, de manera de permitir la verificación y ajuste de la curva H-Q, de ser necesario.

#### **7.3.4. Ajuste de curvas H - Q**

La ecuación de la curva de descarga o curva H-Q por lo general se ajusta bajo la forma:

$$Q = A (H - H_0)^B$$

donde A y B son parámetros de ajuste. Ho por lo general también lo es ya que el mismo representa el valor de altura para el cual se tiene caudal cero y generalmente no se cuenta con ese dato.

La DIPSOH realizará el ajuste según esa función y lo comparará con otros ajustes (dos como mínimo: parabólico, exponencial u otro). De esta comparación, que será gráfica y analítica, la DIPSOH seleccionará la ecuación que mejor represente la relación H-Q de la curva o del tramo de la curva que se esté analizando.

En el caso general, la curva H-Q estará compuesta por más de un tramo ya que la sección de escurrimiento no mantiene uniforme su geometría en todo el rango de variación de las alturas (multi - sección), tanto en la sección de aforos como aguas arriba o aguas abajo.

Para la extrapolación de la curva H-Q, en lo posible se tendrán en cuenta las características geométricas de la sección de escurrimiento para calcular caudales analíticamente fuera del rango de medición y de esta manera chequear la validez de la curva H-Q vigente. Si no se dispone de datos suficientes como para generar estos aforos sintéticos se puede asumir, previo conocimiento cualitativo del cauce, que las condiciones geométricas no varían y usar la curva más allá de su rango de validez.

Se deberá ajustar además la extrapolación con al menos un aforo anual con caudales de crecida de ocurrir ésta.

Luego de realizado cada aforo se deberá determinar si la última curva H-Q sigue vigente. Si las desviaciones son aleatorias en signo (+ y -) y dentro de un 5 % se sigue usando la curva H-Q vigente. En el caso que las desviaciones sean mayores al 5 %, pero los cambios son sólo por pequeños períodos de uno o dos meses, se analizará la posible causa de la falta de ajuste, manteniendo vigente la curva H-Q.

En caso que las desviaciones sigan siendo significativas se deberá reajustar la curva H-Q. La estabilidad de las curvas H-Q definirá los ajustes predefinidos para

la frecuencia de aforos, pero en ningún caso podrán diferirse más de un mes luego de cada crecida.

Las curvas de descarga variarán a lo largo del tiempo de manera imprevisible cuando la sección de aforo resulte modificada por erosión, sedimentación, crecimiento o destrucción de la vegetación en el cauce. La precisión de los resultados estará ligada a la frecuencia con que se realicen mediciones de caudal capaces de definir las relaciones H-Q válidas para cada período de prevalencia de determinadas condiciones del cauce.

Se ha detectado que los errores para estaciones instaladas en secciones estables, no superan el orden del 2 al 3 %; en estaciones con régimen torrencial o de alta relación ancho/calado y otras características desfavorables, los errores han alcanzado de un 10 a un 15 % para caudales de estiaje. Esto último es solo informativo, y no implicará la continuidad de este rango de tolerancia.

Para estos casos, se deberá prever, en base a situaciones anteriores, un aforo doble, con progresivas crecientes y decrecientes, y su cálculo en campaña, para realizar verificaciones y tratar de mejorar los ajustes.

Siendo conocidas las curvas de descarga anterior y posterior a la modificación del lecho, deberá determinarse el período de validez de cada una de ellas. Para esto deberá hacerse un seguimiento de los parámetros que definen las condiciones de escurrimiento (cambios de sección, pendiente, distribución de velocidades en la sección, presencia de vegetación en el cauce, etc).

Con la realización y cálculo de cada aforo, se presentará una minuta de chequeo, exista o no modificación de la ley H-Q. Los ajustes y revalidaciones de leyes H-Q no podrán exceder de seis (6) meses.

Una vez definida la nueva curva de descarga, y aprobada esta por la DIPSOH, se procederá en la base de datos, al cálculo de caudales con la información de alturas procesadas desde las frecuencias más altas hasta los valores medios diarios.

Los caudales calculados para cada sección de aforo y/o puntos de interés deberán ser coherentes con la hidrología de la cuenca verificándose los correspondientes balances de volumen entre las estaciones aguas arriba y abajo de los puntos de interés.

En las localizaciones fluviales que solo poseen medición de niveles, la DIPSOH deberá ajustar curvas de descarga por correlación de alturas entre aquéllas y su estación de aforos más próxima. A tal fin se deberán tomar en cuenta para cada situación hidrológica los tiempos de traslado de niveles entre los dos emplazamientos y la existencia de los aportes intermedios según sea la situación hidrometeorológica imperante. En estos casos se ajustarán coeficientes que representen tales aportes intermedios en función de cada situación hidrometeorológica.

#### **7.3.5. Normas de aplicación**

Dentro de las frecuencias y disposiciones que se acuerden, todas las mediciones deberían ser realizadas según:

- los estándares y normas de la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M) GUIA DE PRACTICAS HIDROLOGICAS. VOLUMEN I - ADQUISICION Y PROCESO DE DATOS. N° 168. TP 82. Ginebra. 1984, o posteriores que las reemplacen. Las recomendaciones o instrucciones del SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL (S.M.N) referidas a pluviometría, termometría, anemometría y evaporimetría en sus versiones más actualizadas.

- MANUAL DE INSTRUCCIONES DE HIDROMETRIA (O.M.M). N° 49. San José de Costa Rica. 1989 (ídem párrafo anterior)

- TRATAMIENTO DE DATOS METEOROLOGICOS. INCYTH - CIHRSA. Ing. J. Sola, Téc. Clara Padovan.

- Será responsabilidad del operador a cargo del monitoreo, proveerse de cualquier manual complementario, actualización o instructivo específico de mantenimiento que posean o emitan los fabricantes de los equipos, y que no estén incluidos en los que le provea la DIPSOH.

Las presentes especificaciones se aplicarán en lo concerniente al tratamiento y validación primaria de los datos en el campo, preguntas al observador y dilucidación de dudas que ofrezcan los registros, coincidencias de distintos instrumentos, escalas, datos del momento de inspección, cálculo del aforo en campo, control del instrumental y carga de planillas, fajas o bandas de campo a soporte magnético.

#### **7.3.6. Informe de Aforos.**

Se deberá registrar cada aforo, mediante planillas de cálculo, dentro de los cinco (5) días de realizado en cada estación existente o a construir en el sector de la cuenca alta, consignándose toda la información de campo (velocidades, perfil de la sección, verticales, etc.) y cálculo previo del aforo.

#### **7.3.7. Informe de Mantenimiento / Mediciones.**

Cada informe, contendrá el detalle y los diferentes soportes (Bandas, Cintas, Planillas, archivos magnéticos, etc.) de la información recogida en campo, planillas de aforos/niveles, contingencias de observación, etc.

Se realizará una descripción cronológica, con indicación de días y hora de presencia en cada punto, de las actividades desarrolladas en el periodo, indicando las novedades que se presentaron, mención a entrevistas con operadores, evaluación de su desempeño, y del instrumental de medición, dificultades de acceso, etc., y las soluciones tomadas para cada problema.

Este parte deberá sintetizar las tareas más relevantes ejecutadas e incluirá, si corresponde, el listado de instrumental reparado, repuesto o trasladado en cada estación así como descripción del estado y la actualización de monografías e inventario de la composición de estaciones.

Se acompañará con fotografías en un número representativo de situaciones especiales, y en general, en un mínimo promedio de 5 fotografías por período de verificación del mantenimiento y por estación/sector, en las que se visualicen

claramente el estado y mantenimiento de las instalaciones, e igual cantidad toda vez que en un sitio, se mencione alguna novedad.

Todos los datos relevados, sea en planillas o soportes convencionales en papel o soporte magnético, deberán ser cargados en una base de datos definida por la DIPSOH.

### ***7.3.8. Plan de Contingencias***

Atento a que las obras no cuentan con partes móviles, no se esperan contingencias excepto las que puedan surgir del colapso de alguna de las estructuras (obras de arte, terraplenes, losas de fondo, muros o taludes).

Por ello se recomienda desarrollar un plan de monitoreo y control preventivo de las obras. La frecuencia de inspección de las obras será de carácter anual, y el mantenimiento de terraplenes para resolver en caso que se den problemas de erosión, será de tipo bianual debiéndose realizar de manera extraordinaria, luego de crecidas de importancia (recurrencias mayores o iguales a 10 años) dentro de los 30 días de ocurrida la misma.

En caso de generarse brechas de importancia en los terraplenes en ocasión de crecidas de recurrencia mayor a 50 años, se deberán articular las acciones correspondientes con Defensa Civil y Bomberos a los efectos de proceder con los protocolos establecidos, de ser necesarias evacuaciones de habitantes en el ámbito ribereño de los partidos involucrados por la cuenca.

## **8. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

## **8. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Como resultado final del análisis y procesamiento de toda la información, los resultados obtenidos y las consecuentes propuestas de obras realizadas para la cuenca en estudio, se volcaron en un Sistema de Información Geográfico a fin que la DIPSOH disponga de una herramienta actualizada y adecuada para la toma de decisiones.

Inicialmente para la conformación de esta base SIG, lo que se comenzó fue la realización de la adecuación de toda la información al mismo sistema de referencia planimétrica, establecido por contrato como el Sistema Posgar2007, en tanto la información topográfica recopilada se ha puesto bajo un único sistema altimétrico referido al Cero del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Hay diversas definiciones de SIG, debidas principalmente a la disparidad de las actividades en las que se aplica y el punto de vista del autor (orientadas al aspecto operativo o a su aspecto informático).

Mencionaremos la del Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis de los EEUU (NCGIA), que abarca los elementos, las funciones y los propósitos del SIG:

“Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión” NCGIA – 1990.

El verdadero valor de un SIG reside en la información geográfica que contiene, lo que está dado por los datos geográficos que se hayan introducido en el sistema y que estén a disposición de los usuarios. Es por esto que una de las principales tareas desarrolladas en primera instancia, fue la recopilación de la información de base existente para el área de proyecto.

Una de las dificultades encontradas en la conformación del SIG fue el no disponer de datos ya elaborados y homogeneizados en cuanto a formatos, soporte y

calidad, que sean proporcionados por organismos gubernamentales encargados de la elaboración de información geográfica de base.

Otra dificultad que debió afrontarse fue con la información generada en Autocad (archivos con formato dwg), que por tratarse de un software de diseño gráfico no exige un registro cartográfico, por lo que los archivos provenientes de distintas fuentes, indicaron distintos sistema de coordenadas y/o marcos de referencia. Además las anotaciones aparecen como textos y no como atributos de los elementos en una base de datos asociada.

La información obtenida tuvo que ser compatibilizada, pues al ser producida por distintas fuentes, presentaba diversas proyecciones, escalas, formatos (digital y papel) y grado de calidad. Además se presentó el inconveniente que al no conocerse la escala en la que se produjo la captura, no puede anticiparse el grado de error que puede presentar el dato.

Otra de las actividades desarrolladas fue el escaneo y georreferenciación de los planos obtenidos en formato papel.

El resultado final de esta tarea, fue el ordenamiento y sistematización de los antecedentes, de los datos obtenidos en las distintas etapas del estudio, de las características del proyecto propuesto, y de las manchas o superficies inundadas para distintas recurrencias.

Se muestran a continuación algunos ejemplos de los organismos consultados, la información obtenida y el resultado del procesamiento general de datos geográficos y datos asociados:

- Ente del Conurbano: Trama urbana de los partidos de Moreno, José C. Paz y Malvinas Argentinas.
- Trabajos antecedentes recopilados: Trama urbana de los partidos de Escobar y Pilar.
- Recopilación de información en Municipios: Trama urbana de los partidos de Escobar, Pilar y José C. Paz.

- Recopilación de información en Municipios: Usos del suelo y catastro de los partidos de Escobar, Pilar y José C. Paz.
- Extracto del Sistema de Información Geográfica del Partido de Malvinas Argentinas: planimetría general del partido (web del municipio).

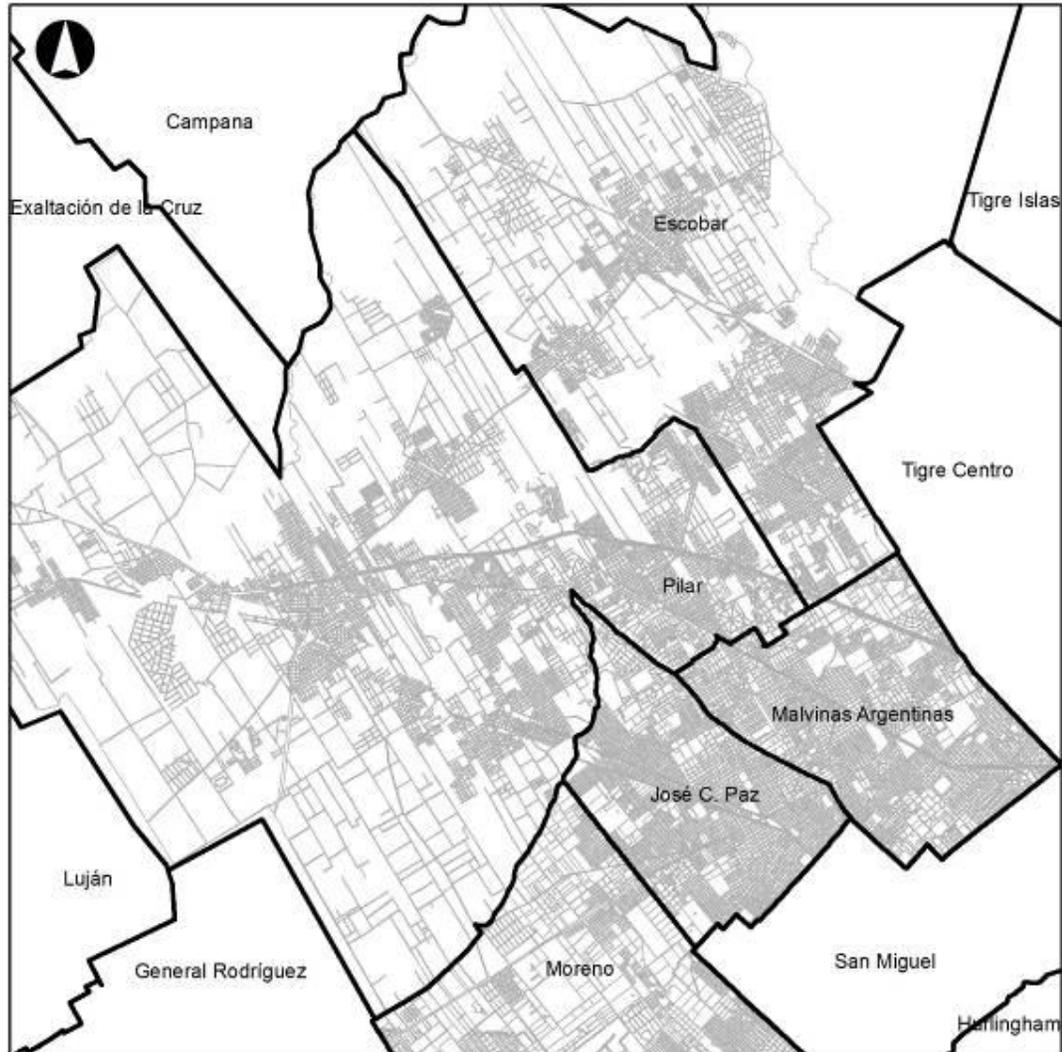


Figura 38 - planimetría general de los partidos de la cuenca, homogeneizados en un único sistema de referencia pero provenientes de diversas fuentes

- Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (Dipsoh), Ministerio de Infraestructura Vivienda y Servicios Públicos: Trazado Preliminar de Cuenca y Subcuencas de los Arroyos Escobar y Pinazo, Curvas de Nivel e Hidrografía de las mismas.
- Acumar: Curvas de nivel, e Hidrografía disponibles en su web
- Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren): Topografía Radar a través del Modelo Digital de Elevación Global obtenido por el Sensor Aster de Japón (Aster Gdem).

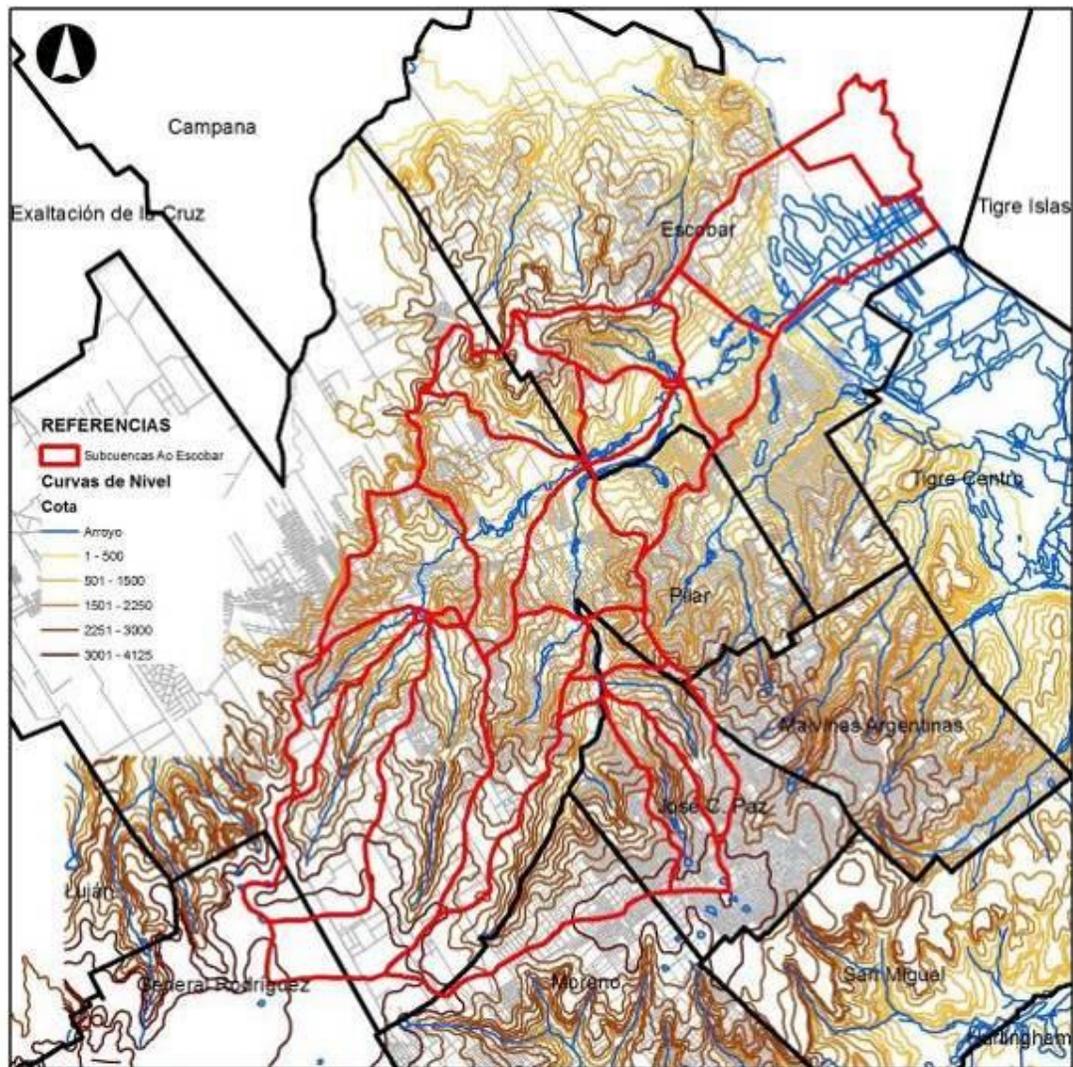


Figura 39 - compatibilización de curvas de nivel e hidrografía superficial para definición de límites de cuenca y subcuencas preliminar

- Municipalidad de escobar: planimetría del municipio
- Trabajos antecedentes recopilados (DIPSOH): trama urbana del partido de Escobar.



Figura 40 - Compatibilización de planimetría del partido de escobar e identificación de barrios cerrados

En este plano del partido de escobar, compatibilizado entre las dos fuentes de información, pueden verse las dificultades que se presentan para la realización de las tareas de campo dada la gran superficie ocupada por los barrios cerrados (en rojo los aprobados y en naranja los que se encuentran realizando el trámite de aprobación), en coincidencia con el curso principal del arroyo escobar.

Como se ha mencionado, el resultado final de esta tarea, fue el ordenamiento y sistematización de los antecedentes, de los datos obtenidos en las distintas etapas del estudio, de las características del proyecto propuesto, y de las manchas o

superficies inundadas para distintas recurrencias, habiéndose conformado la base del SIG en el sistema de referencia planimétrica Posgar2007.

Las principales capas con las que cuenta el SIG del Proyecto, son las siguientes:

- Límite general de la cuenca
- Límite de sub-cuencas y ramales
- Cauce de los Arroyos Escobar, Pinazo, Burgueño, Toro, Zinny y B1
- Límites de Partidos de la cuenca
- Catastro de los partidos que conforman la cuenca
- Usos del suelo de los partidos que integran la cuenca
- Mosaico de imágenes satelitales conformado para el estudio (Google™)
- Curvas de nivel
- Principales vías de comunicación en la cuenca
- Datos de relevamiento topográfico y reconocimiento:
  - Localización de obras de arte
  - Puntos acotados del relevamiento topográfico
  - Perfiles transversales del relevamiento topográfico con sus respectivas progresivas
  - Identificación de obras de arte a conservar y/o a modificar y datos de secciones propuestas
  - Planimetría y tipología de obras por sectores
  - Manchas de inundación de los distintos escenarios analizados y modelados.

Dado que la utilidad de la herramienta generada, se obtiene del uso de la base como sistema informático, se adjunta la misma en formato electrónico grabada en DVD en el TOMO VIII – Anexos. Igualmente, y a los efectos de permitir visualizar algunas de las capas de información que se han compatibilizado en el presente estudio se muestran las siguientes salidas gráficas:

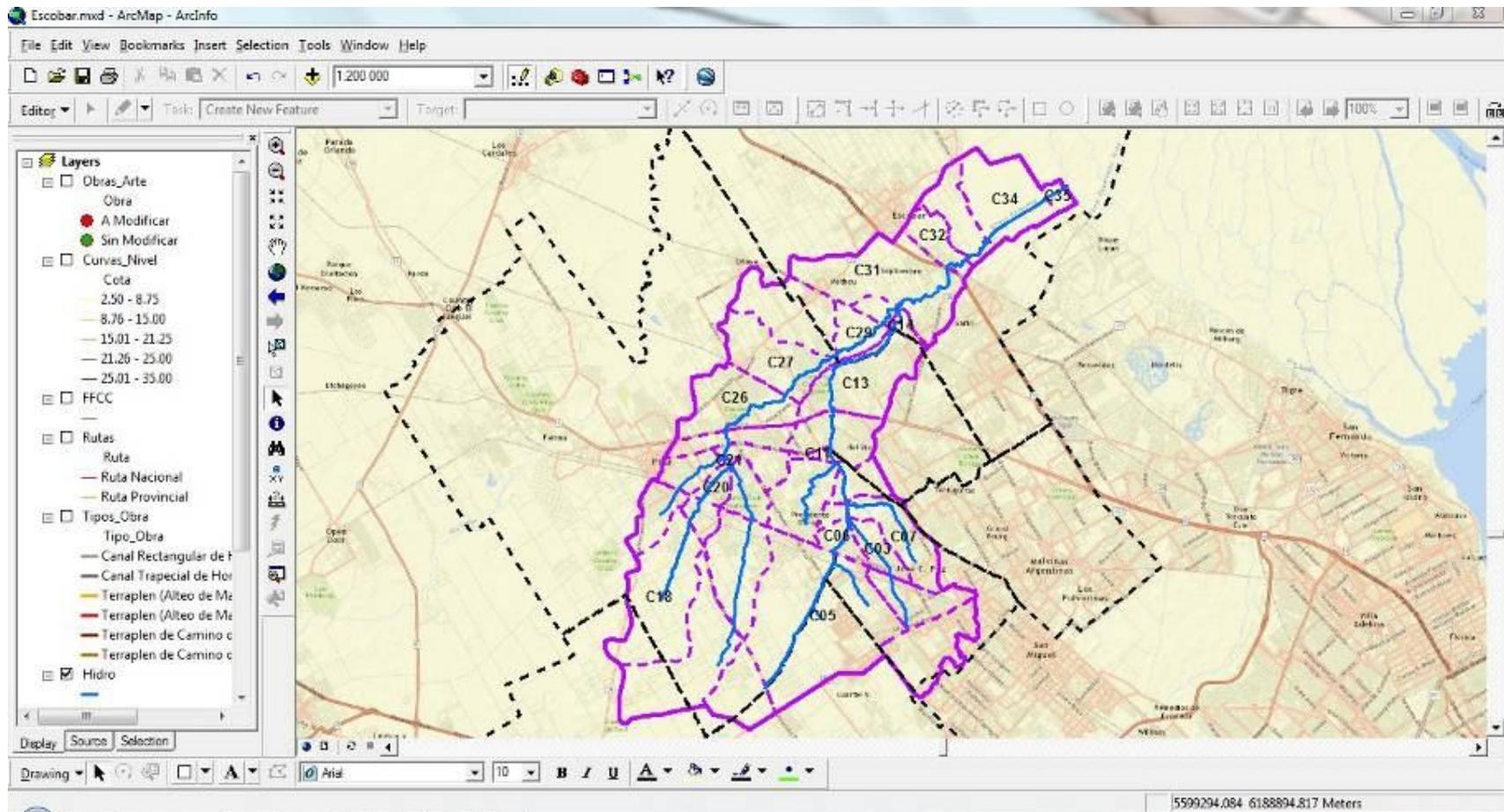


Figura 41 – Capas: Límite de Cuenca y Sub-cuenas

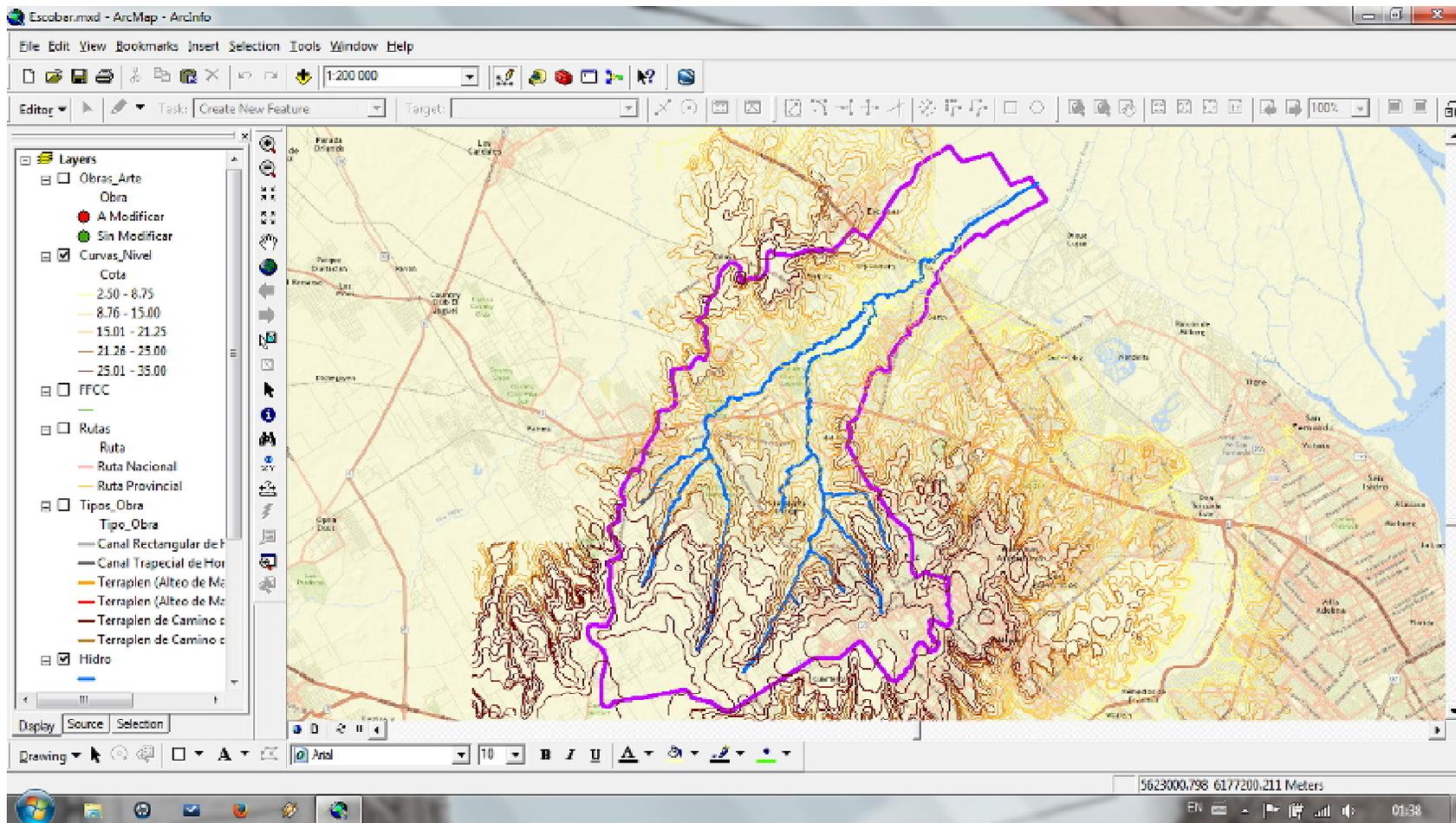


Figura 42 – Capas: Curvas de Nivel

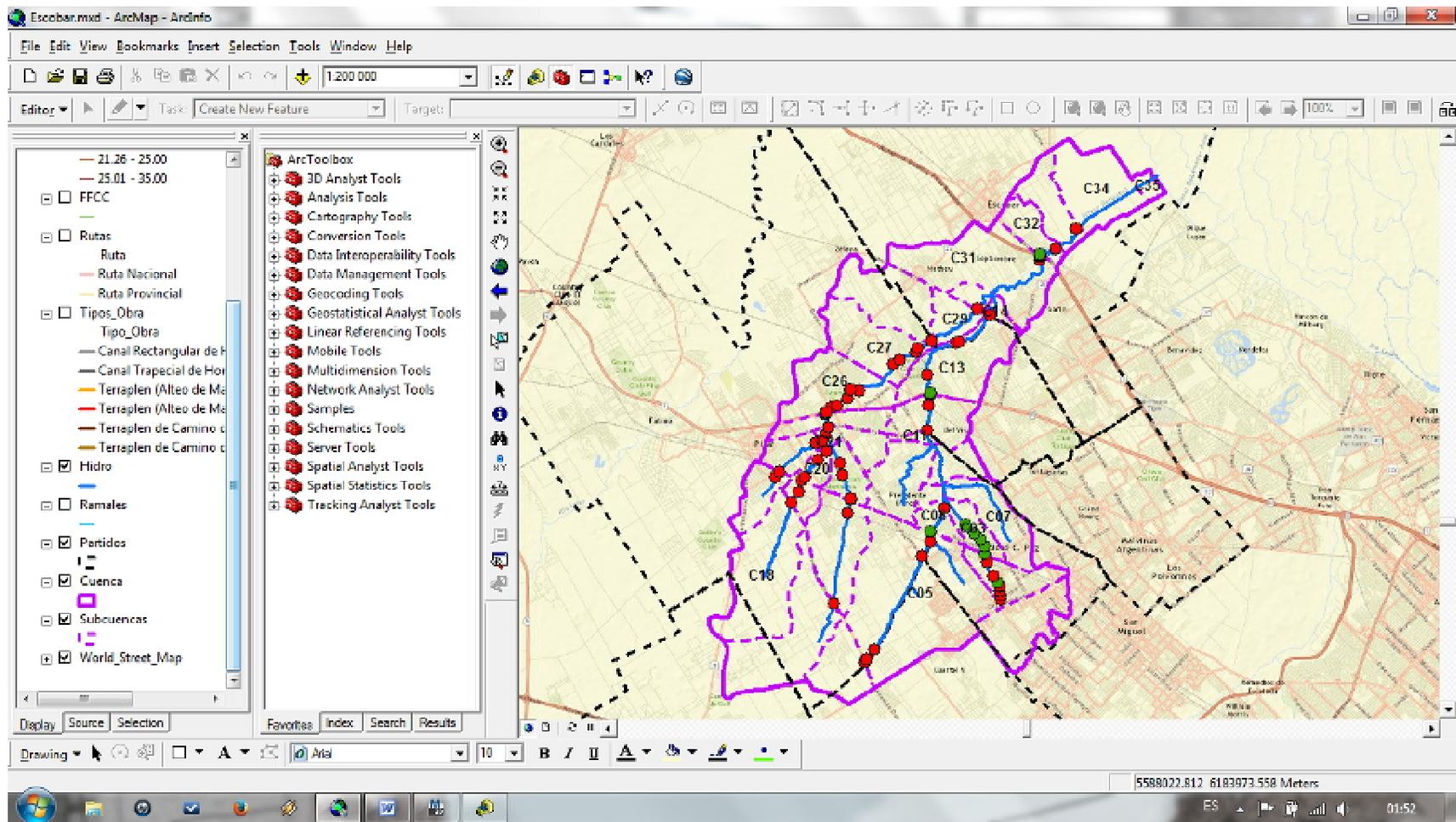


Figura 43 – Capas: Obras de Arte A Conservar y Modificar / Límites de Partidos

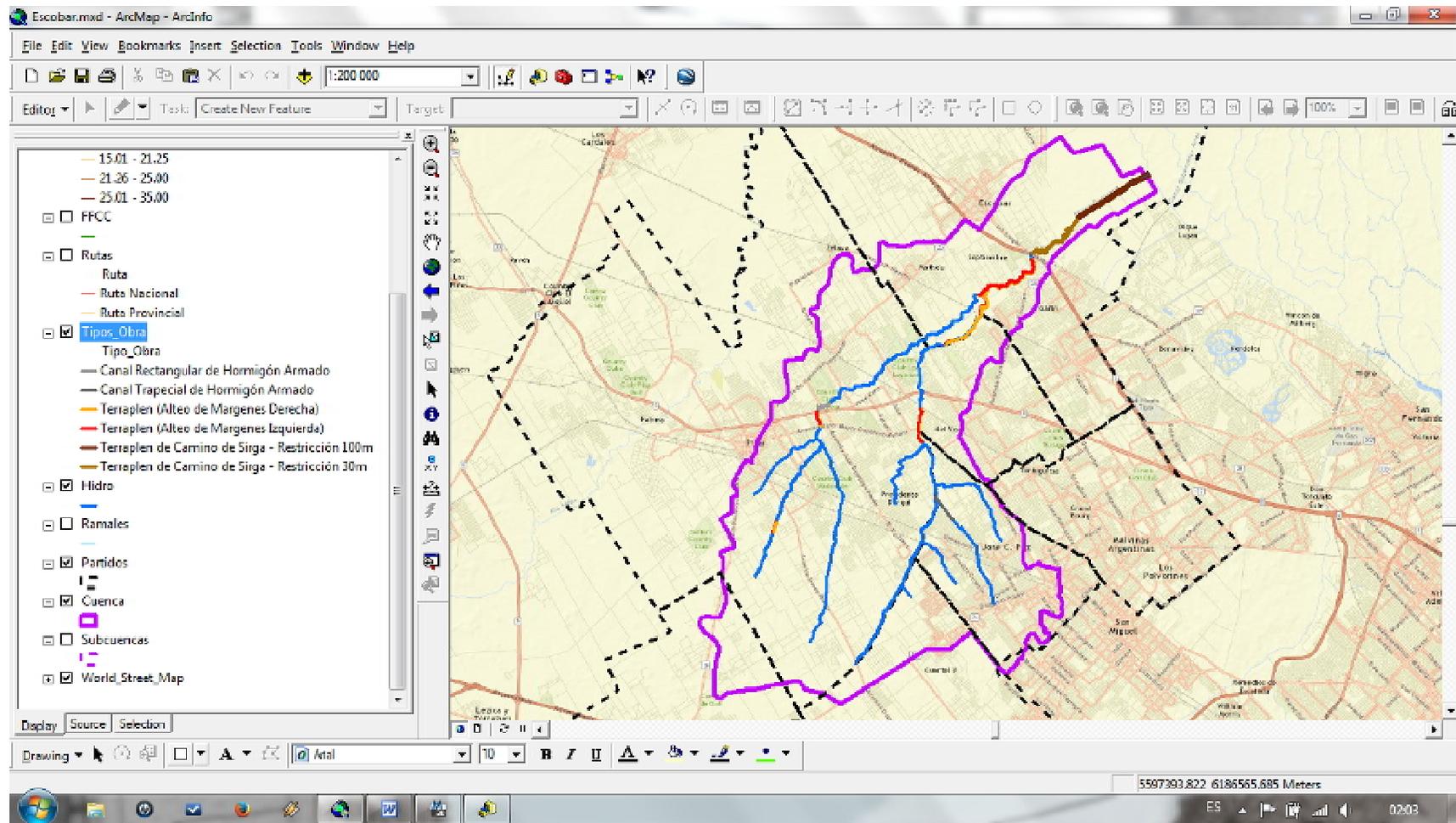


Figura 44 – Capas: Tipología de Obras Propuestas

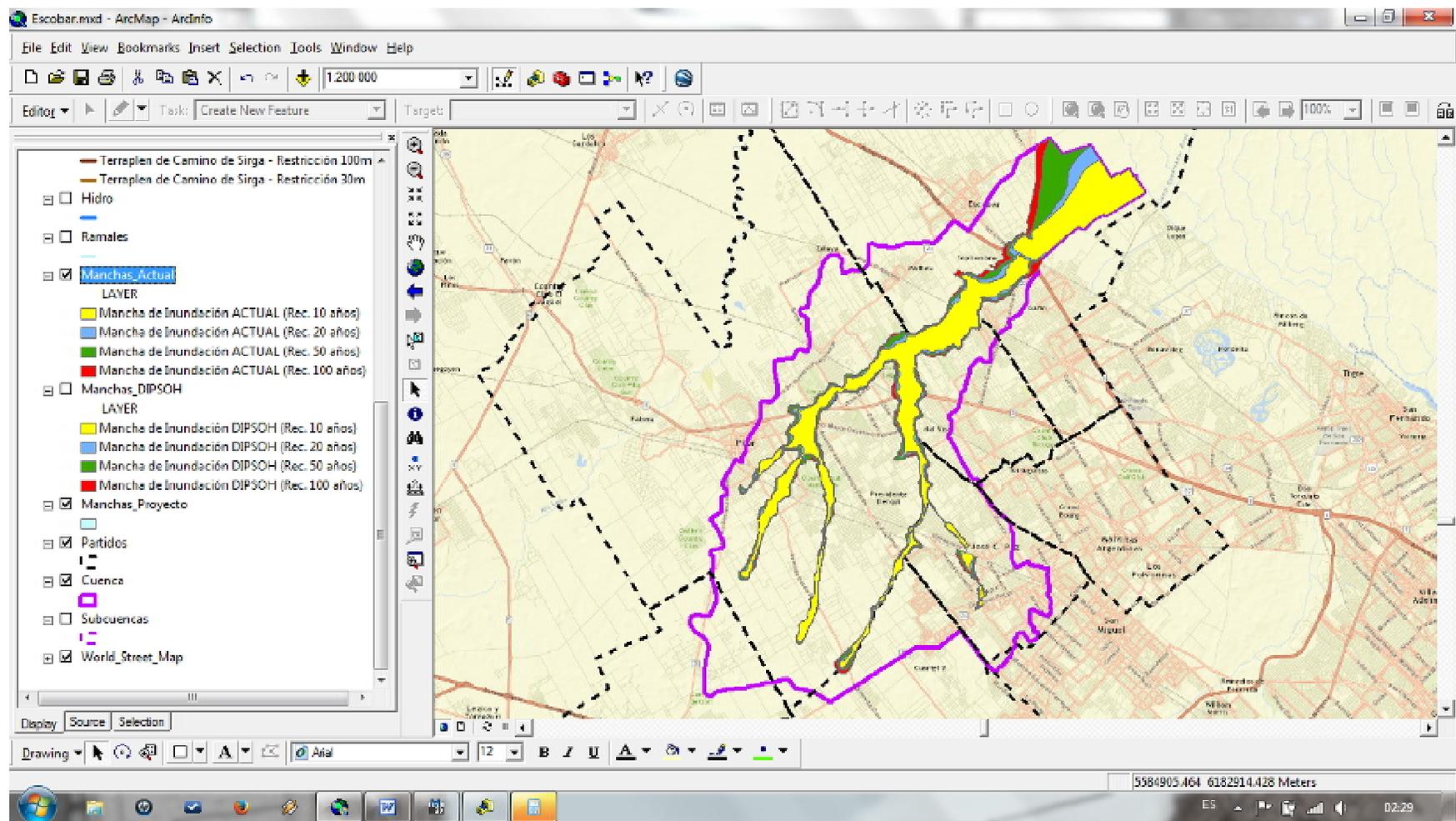


Figura 45 – Capas: Manchas de Inundación Recurrencias 10, 20, 50 y 100 años - Situación Actual

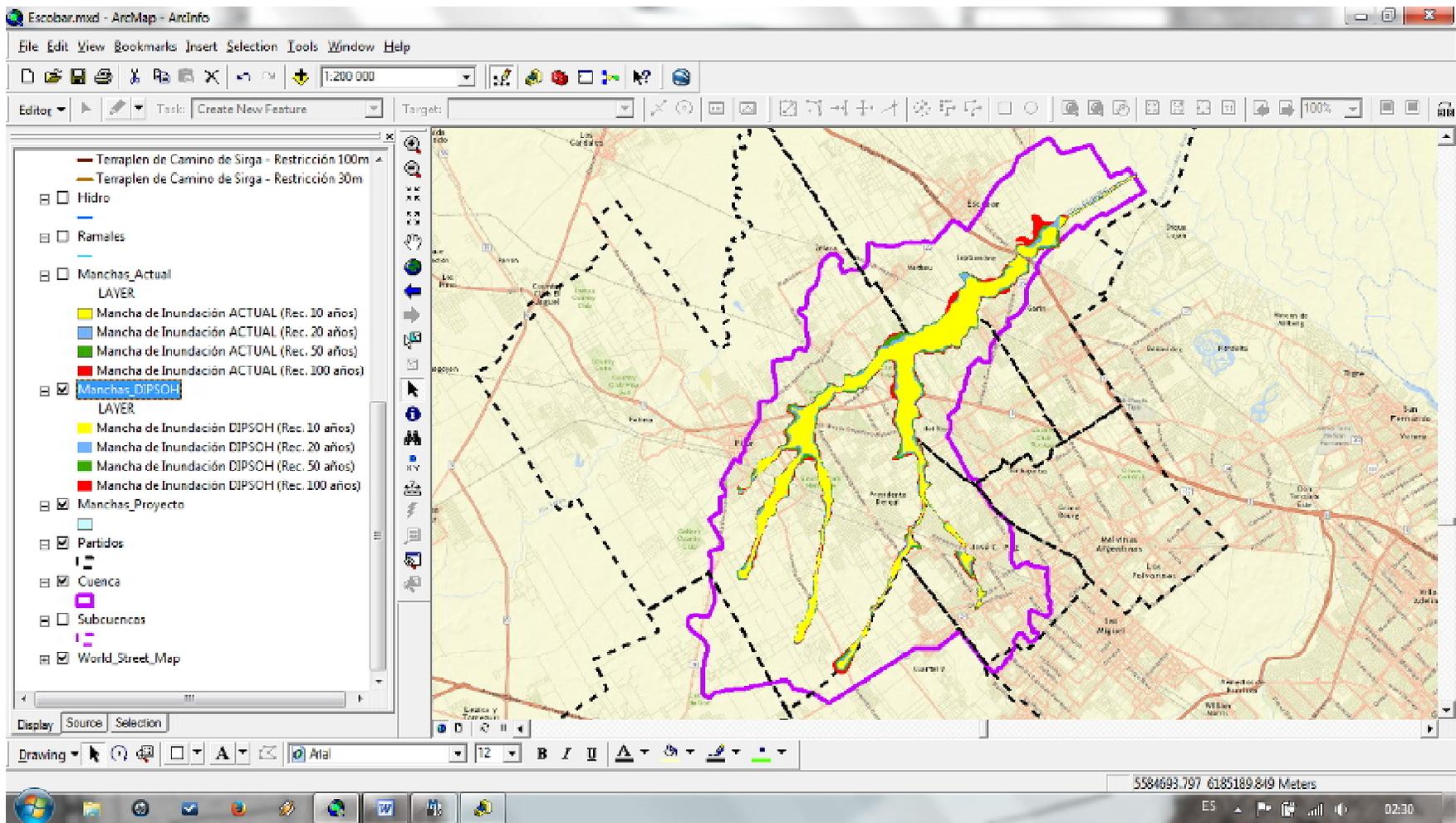


Figura 46 - Capas: Manchas de Inundación Recurrencias 10, 20, 50 y 100 años - Situación Actual + Proyecto Canal DIPSOH

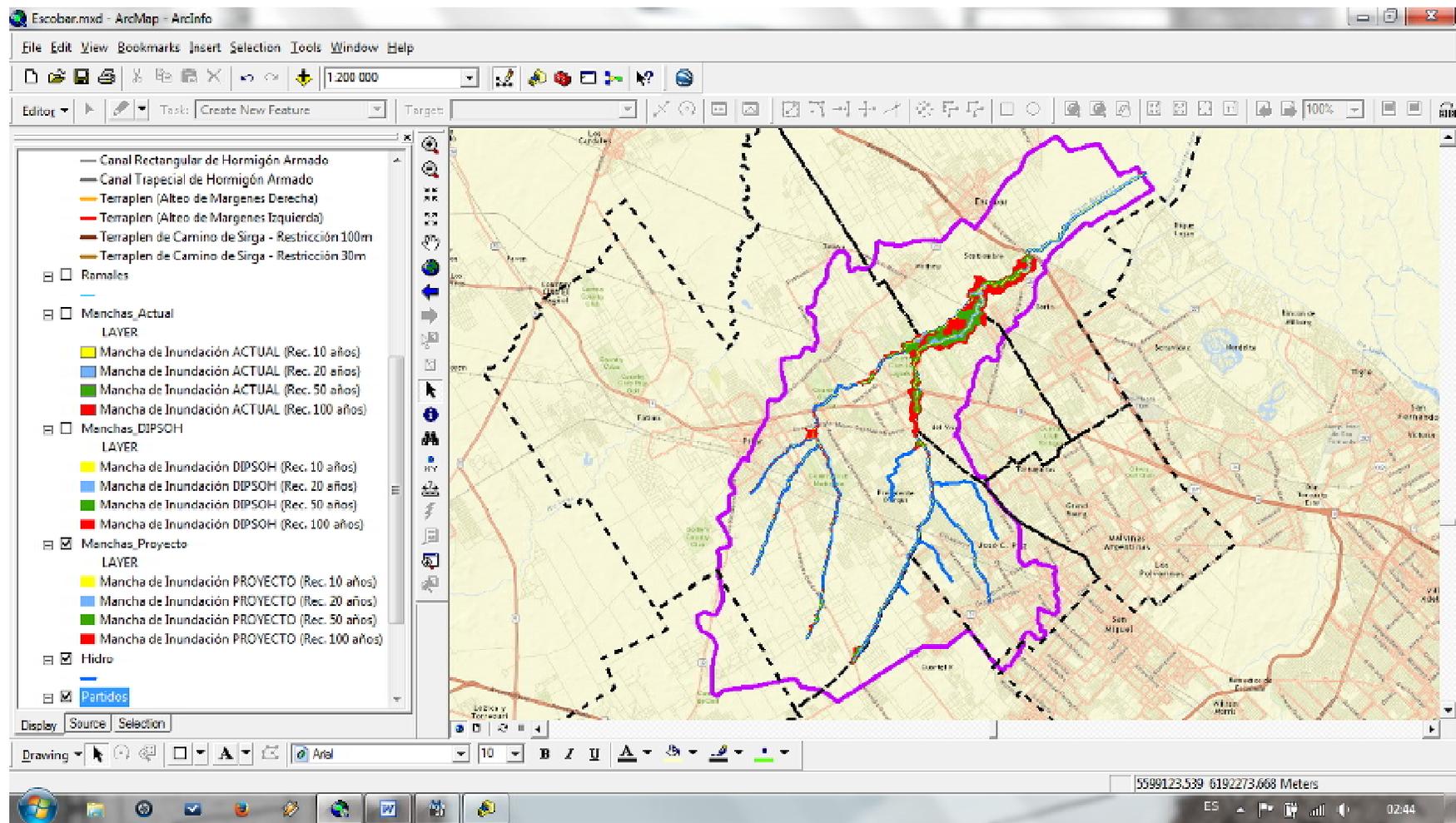


Figura 47 - Capas: Manchas de Inundación Recurrencias 10, 20, 50 y 100 años - Situación con Proyecto Propuesto

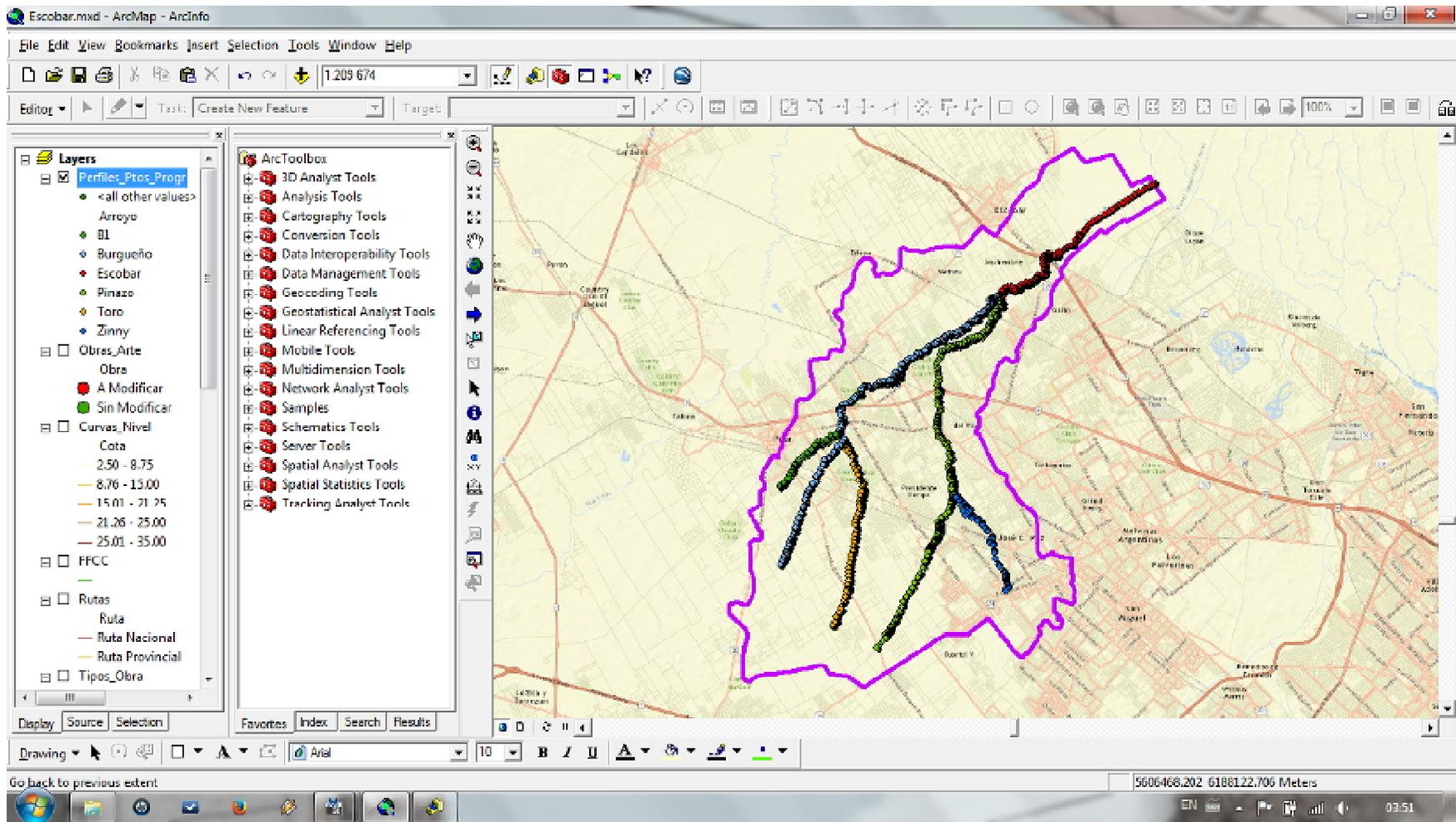


Figura 48 – Capas: Puntos acotados del relevamiento topográfico

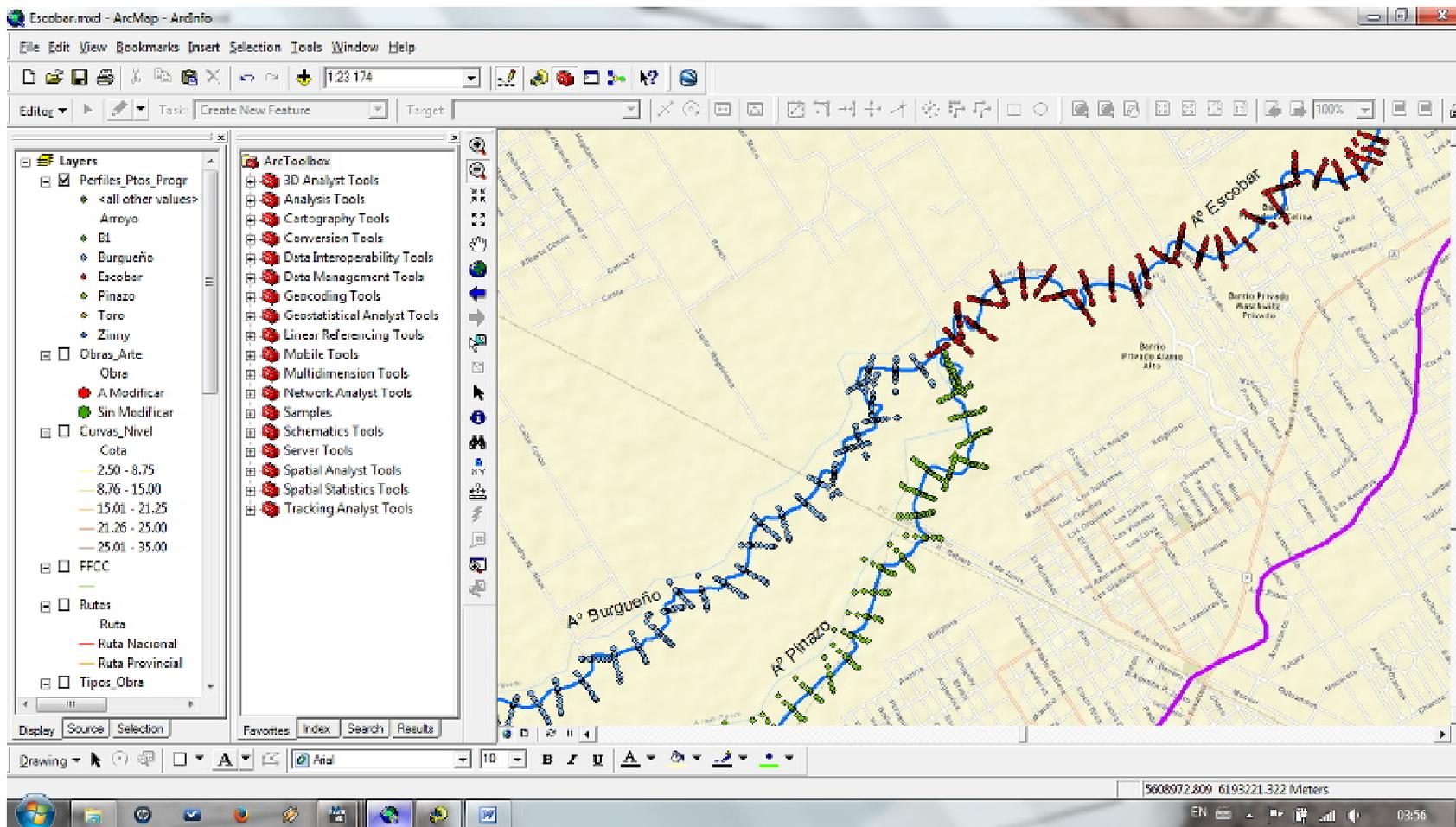


Figura 49 - Perfiles transversales del relevamiento