

PROYECTO FINAL DE GRADO

TÍTULO:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE
DESAGÜE PLUVIAL PARA EL
BARRIO SANTA LUCÍA DE LA
CIUDAD DE CORONEL
OVIEDO”**



INGENIERÍA CIVIL

ELABORADO POR: LUZ ANDREA VOLKMANN NUÑEZ

TUTOR: PROF. ING. GUSTAVO VELÁZQUEZ BENÍTEZ

CORONEL OVIEDO - 2025

GENERALIDADES

- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- JUSTIFICACIÓN
- OBJETIVOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



- El barrio Santa Lucía se ubica en una de las zonas más bajas de Coronel Oviedo y actúa como punto de concentración de escorrentías provenientes del Centro y Capitán Roa.
- El crecimiento urbano y la pavimentación han reducido la infiltración y aumentado la carga sobre el sistema de drenaje pluvial.
- Como consecuencia, se registran desbordes, inundaciones, deficiencias de interconexión, deterioro de infraestructuras y acumulación de residuos que disminuyen la capacidad hidráulica, afectando a la población y a las instituciones del área.

JUSTIFICACIÓN



El Barrio Santa Lucía presenta escurrimientos pluviales crecientes por la insuficiencia de los drenajes viales. La investigación plantea un diseño hidrológico con medidas de regulación para reducir inundaciones, mejorar el tránsito y garantizar descargas controladas hacia los cauces naturales.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

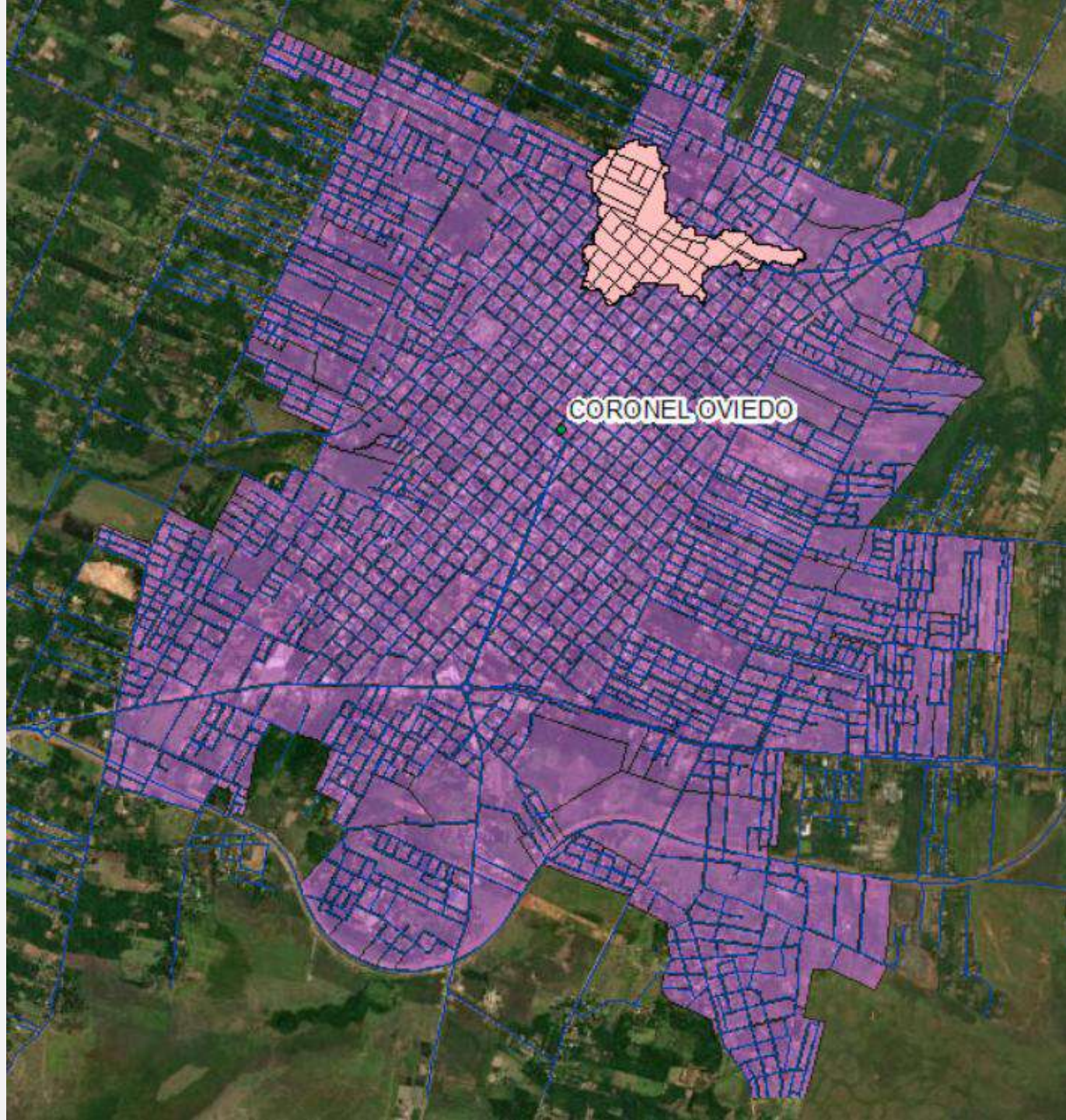
- Diseñar un sistema de desagüe pluvial eficiente para el Barrio Santa Lucía de la Ciudad de Coronel Oviedo.

- **ESPECÍFICOS**

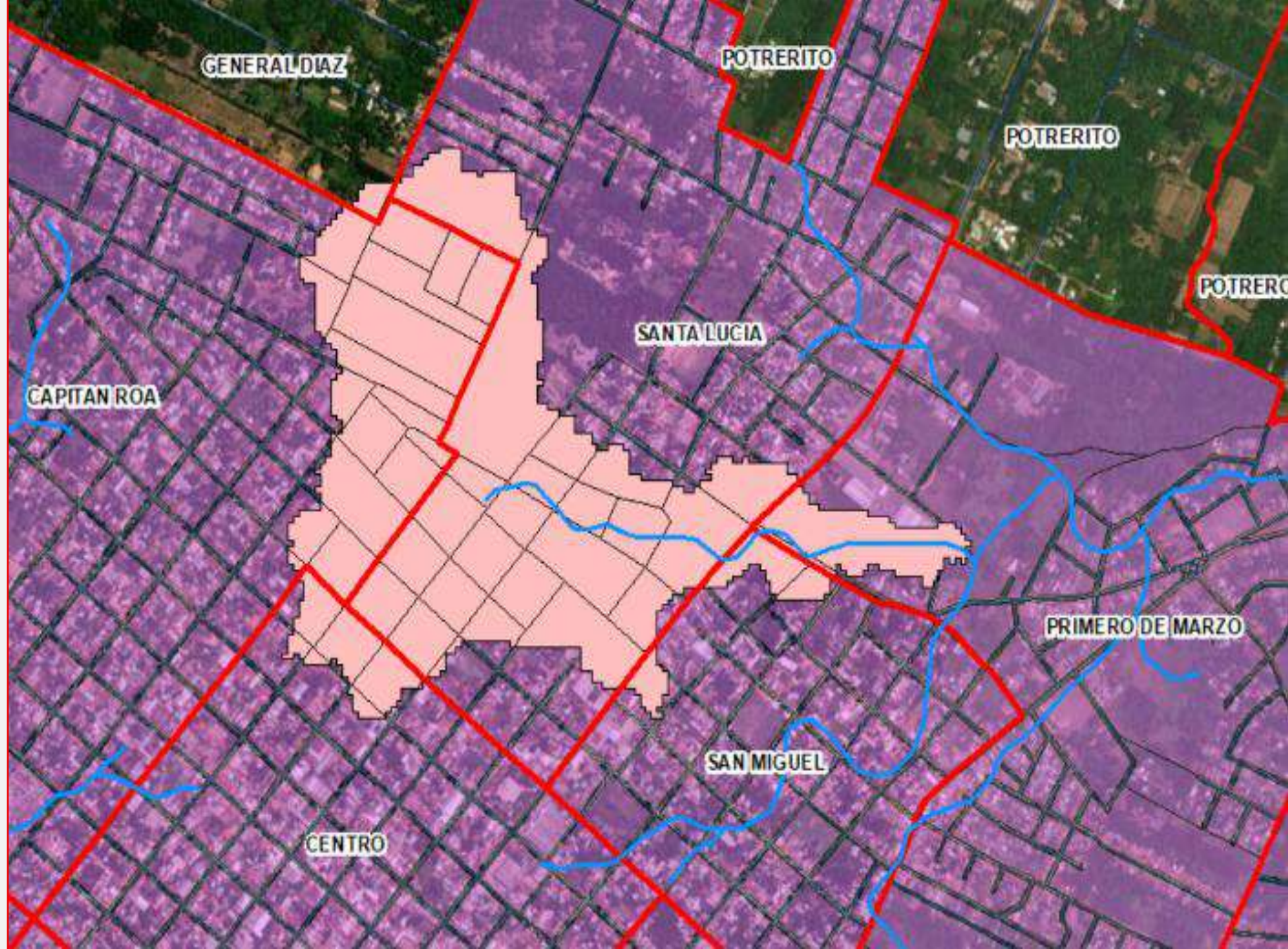
- Identificar el impacto de las inundaciones en las distintas zonas del barrio con el propósito de delimitar el área a intervenir.
- Identificar características hidrológicas y topográficas del área, a modo de conocer los parámetros necesarios para un óptimo diseño de la propuesta de solución.
- Diseñar una propuesta de ingeniería económicamente viable, que garantice la seguridad, funcionalidad y perdurabilidad del proyecto.







CORONEL OVIEDO



GENERAL DIAZ

POTRERITO

POTRERITO

POTRERITO

CAPTAN ROA

SANTA LUCIA

PRIMERO DE MARZO

SAN MIGUEL

CENTRO

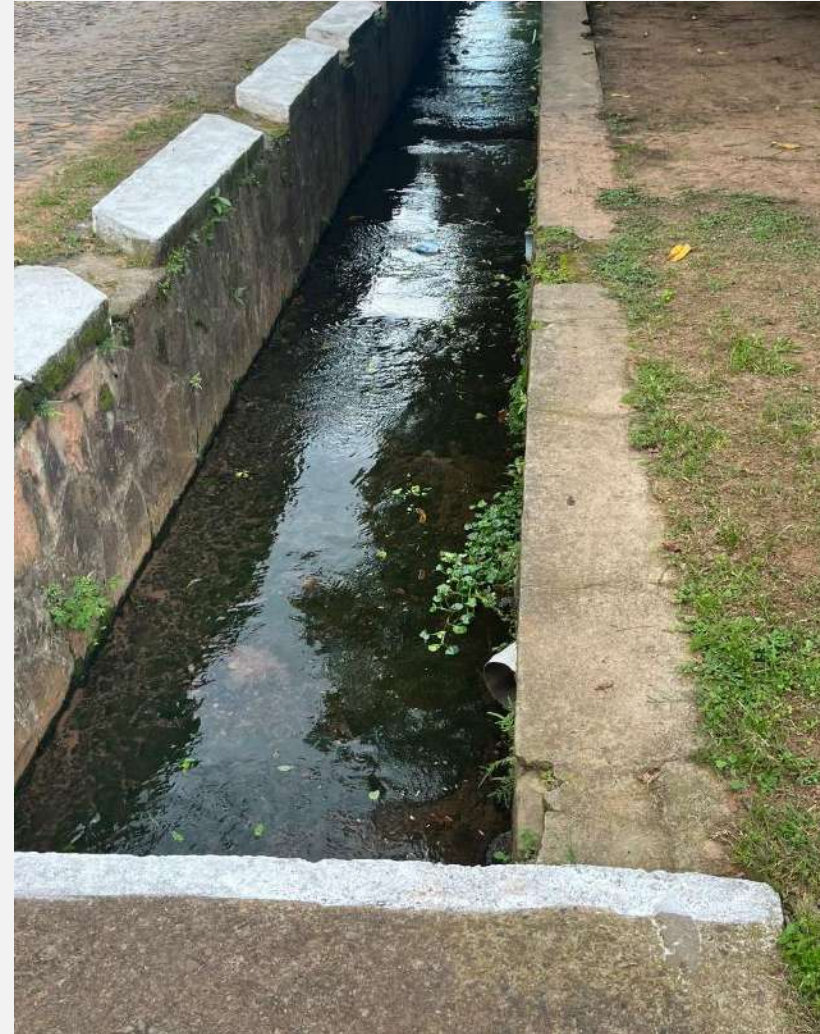
1. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TERRENO

El Barrio Santa Lucía se ubica a 800 metros al noroeste del centro de la ciudad de Coronel Oviedo, dentro del departamento de Caaguazú, región oriental de la República del Paraguay.

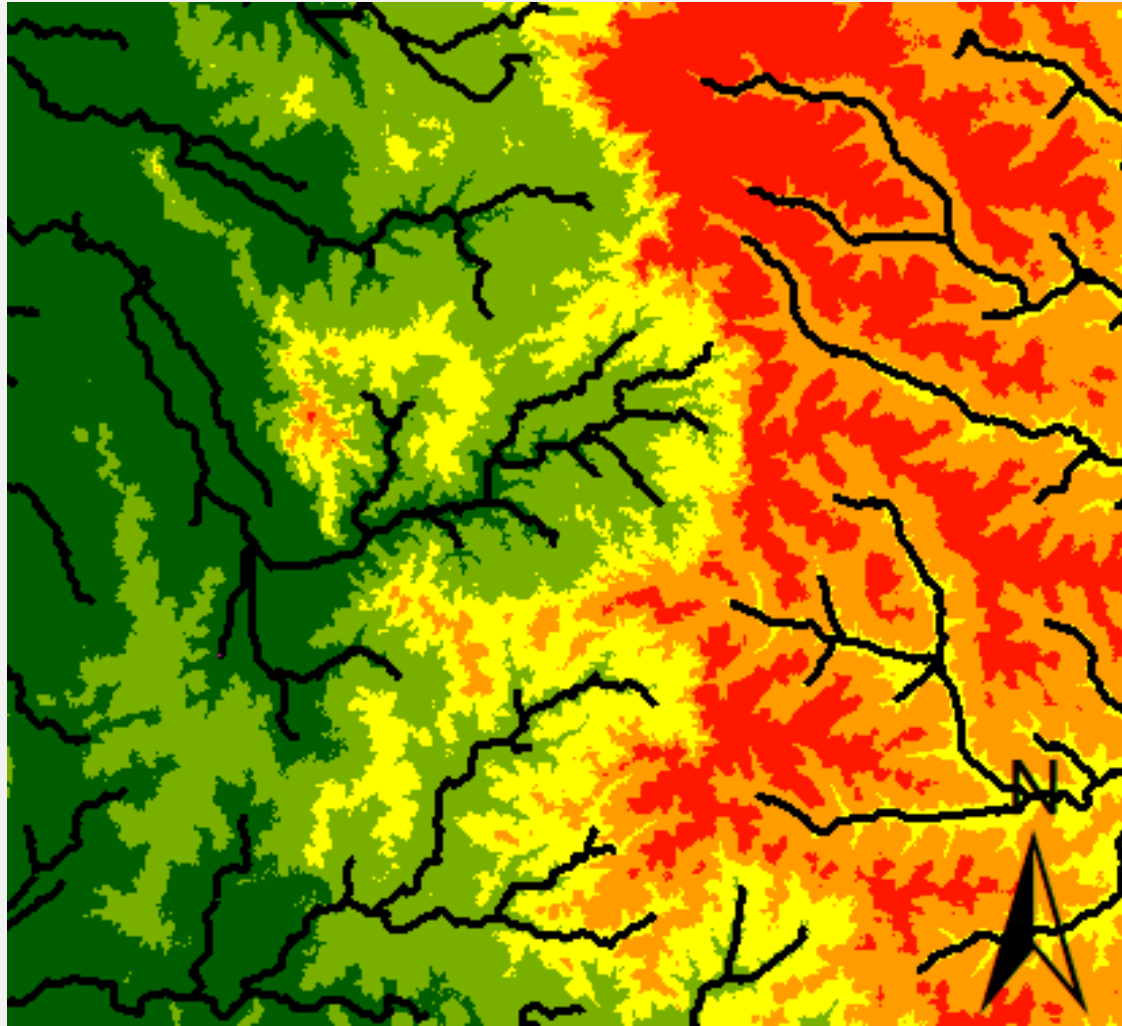


Área: 0.95 km² (95 hectáreas)

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA



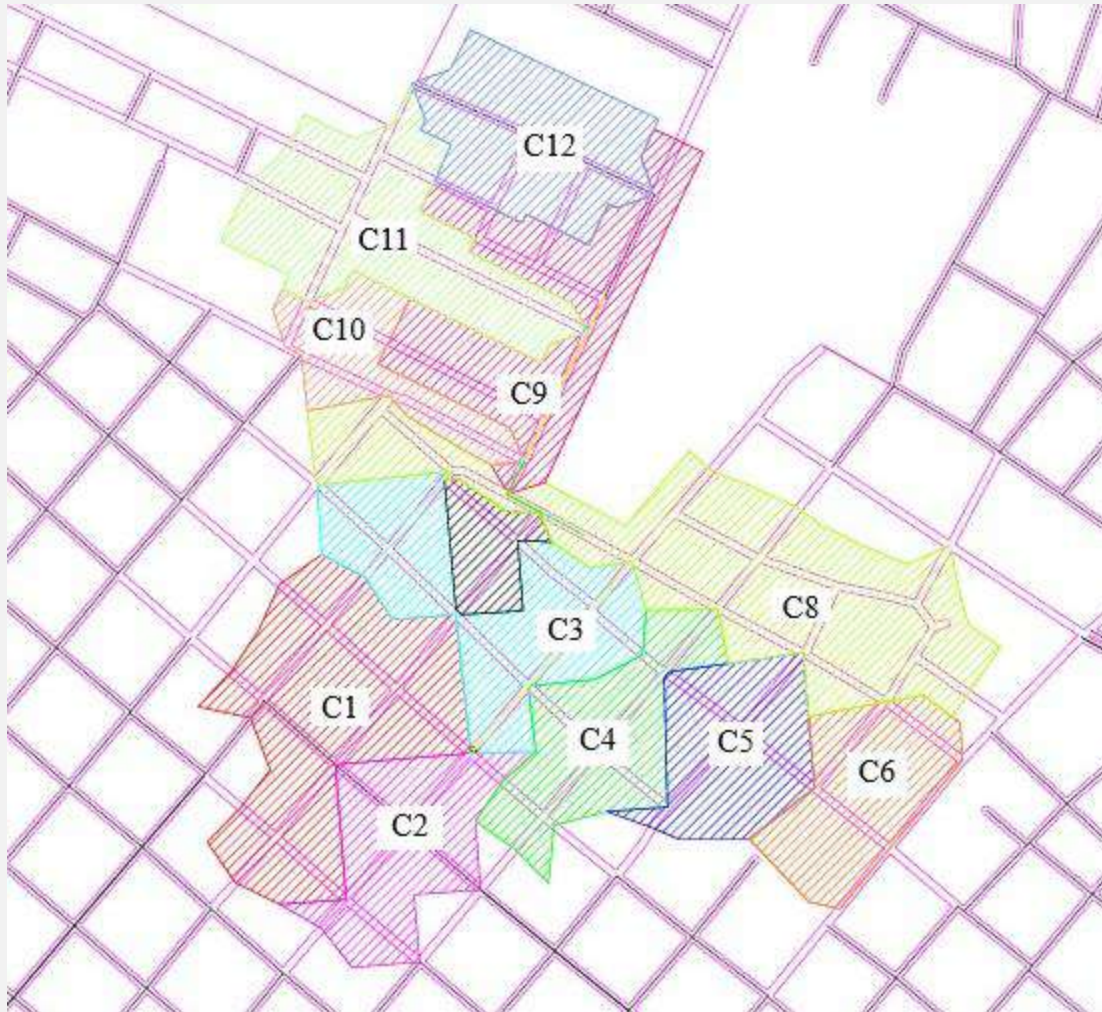
1. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TERRENO



1.1 DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

Se empleó un Modelo Digital de Elevación (DEM) de la Ciudad de Coronel Oviedo, con una resolución ráster de 12.5 m.

1. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TERRENO



La delimitación de cuencas se llevó a cabo mediante un procedimiento técnico basado en el uso del software Civil 3D, integrado con los planos urbanos de la ciudad de Coronel Oviedo, que comprendían calles, manzanas y lotes.

2. RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO



El relevamiento topográfico se realizó en los cursos que concentran los mayores volúmenes de escorrentía, este trabajo incluyó las calles Dr. Blas Garay, Caacupé, San Pedro y Juan León Mallorquín, así como la salida del canal abierto en esta última.

3.1
DETERMINACIÓN
DE CAUDALES

3.2 COEFICIENTE
DE ESCURRIMIENTO

3.3 INTENSIDAD
DE PRECIPITACIÓN



3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA



3.4 TIEMPO DE
CONCENTRACIÓN

3.5 TIEMPO DE
RETORNO

3.6 RESULTADOS
OBTENIDOS

3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

El área total, el desnivel y la pendiente del cauce principal.

1. Área: Delimitada mediante un Modelo Digital de Elevación (DEM).
2. Desnivel: Diferencia entre el punto de mayor elevación y el punto de salida.
3. Pendiente: Relación entre el desnivel y la longitud.

3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

3.1 Determinación de caudales

Fue empleado el método racional.

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

Q es el caudal de la cuenca (medido en metros cúbicos por segundo, m^3/s);

C es el coeficiente de escurrimiento;

i es la intensidad de precipitación (medida en milímetros por hora, mm/h), y;

A es el área de la cuenca (medida en, km^2).



3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

3.2 Coeficiente de escurrimiento

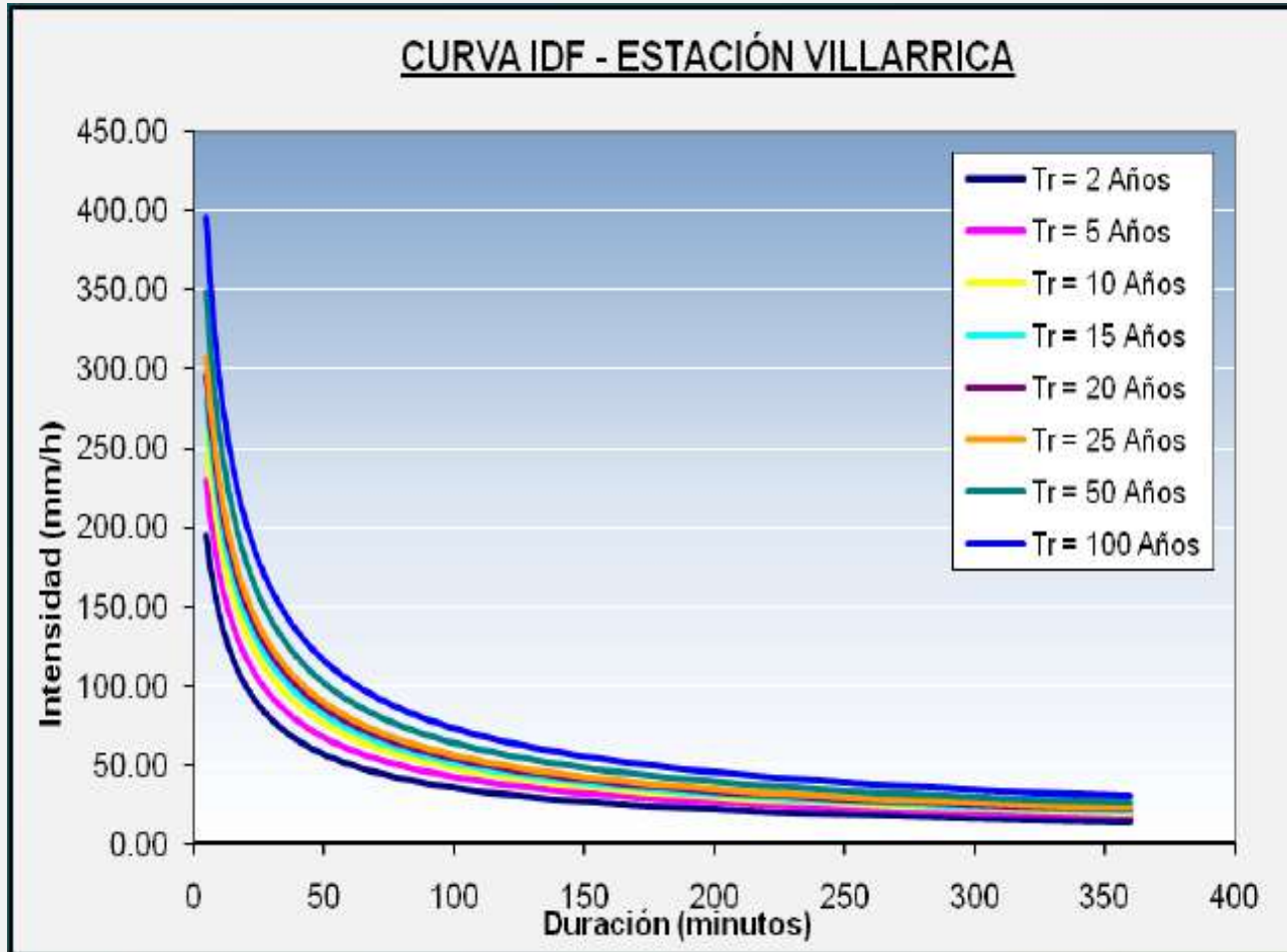
Tipo de Terreno	Coeficiente de Escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0,50 - 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 - 0,95
Pavimentos en concreto	0,80 - 0,95
Suelo arenoso con vegetación y pendiente 2% - 7%	0,80 - 0,95
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2% - 7%	0,25 - 0,65
Zonas de cultivo	0,20 - 0,40

Se adoptó $C=0.82$ por tratarse de un área urbana con proyección futura, donde la extensión de la cuenca se encuentra impermeabilizada en un 80%.

3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

3.3 Intensidad de precipitación

Se utilizó la curva IDF de la Ciudad de Villarrica debido a la cercanía geográfica y similitudes en los patrones de precipitación.



3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

3.4 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se calculó considerando las características geomorfológicas de la cuenca, previamente determinadas, tales como el área, desnivel, longitud y pendiente del cauce principal.

Kirpich:

$$T_c = 0.01947 \times \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

T_c es el tiempo de concentración en minutos;

L es la longitud del cauce principal desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca (en metros);

S es pendiente del cauce principal en metros/metros.

3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

3.5 Tiempo de retorno

Se seleccionó el valor de 25 años, conforme al Manual de Carreteras del Paraguay.

Tipo de obra	Tipo de Ruta	Período de Retorno (años)			Vida útil Supuesta (n: años)		Riesgo de Falla (%)			
		Diseño ⁽⁴⁾		Verificación ⁽³⁾			Diseño		Verificación	
Estructuras Especiales ⁽¹⁾	RVP	200	300	150	50	50	2	2	15	
Puentes ⁽²⁾	α	200	300	150	50	50	2	2	15	
	β	100					40		28	
Alcantarillas ($S > 1.75 \text{ m}^2$) o $H_{\text{terrap.}} \geq 10 \text{ m}$ y Estructuras Enterradas ⁽³⁾	α	1	0	0	150	100	4	0	28	26
	β	50					45			
Alcantarillas ($S < 1,75 \text{ m}^2$)	α	50	25	100	50	50	6	4	40	45
	β						71			
Defensas de Riberas	α	1	0	0	-	-	1	8	-	-
	β	100					18			

S = Sección útil de la alcantarilla

RVP = Red Vial Primaria

α = Autopistas y Multicarriles

β = Caminos y Carreteras primarias.

⁽¹⁾ Estructuras especiales

⁽²⁾ En el caso de Puentes, el cálculo de caudales en crecida está destinado a calcular la socavación en las fundaciones de las pilas. Iguales períodos de retorno se emplearán para el cálculo de socavaciones en puentes.

⁽³⁾ Las Alcantarillas de drenaje construidas bajo terraplenes de altura mayores o iguales a 10 m deben diseñarse para estos Períodos de Retorno, cualquiera que sea su sección. En esta misma categoría se clasificarán las estructuras proyectadas bajo el nivel del terreno natural circundante, destinadas al cruce desnivelado de dos vías.

⁽⁴⁾ Para la etapa de diseño de puentes y defensas de ribera, la revancha mínima asociada a la cota de aguas máximas para el período de retorno de diseño debe ser de 1,0 m.

3. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

3.6 Resultados obtenidos

ID	AREA (m2)	LONGITUD (m)	COTA ENTRADA (m)	COTA SALIDA (m)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (%)	TC (min)	TC ADOP (min)	I (mm/h)	C	TR (años)	Q (m3/s)
C1	80,235.75	479.69	178.23	171.96	6.27	1.31%	11.99	11.99	210.12	0.82	25.00	3.84
C2	42,162.39	361.80	180.01	171.96	8.05	2.22%	7.86	10.00	229.88	0.82	25.00	2.21
C3	61,096.79	567.77	182.85	165.48	17.37	3.06%	9.84	10.00	229.88	0.82	25.00	3.20
C4	43,641.42	394.19	174.76	163.90	10.86	2.76%	7.74	10.00	229.88	0.82	25.00	2.29
C5	38,693.56	295.00	172.00	162.06	9.94	3.37%	5.73	10.00	229.88	0.82	25.00	2.03
C6	39,114.05	362.55	168.01	160.00	8.01	2.21%	7.90	10.00	229.88	0.82	25.00	2.05
C7	13,945.66	166.73	174.51	171.58	2.93	1.76%	4.74	10.00	229.88	0.82	25.00	0.73
C8	107,786.81	988.74	182.85	160.00	22.85	2.31%	16.81	16.81	175.55	0.82	25.00	4.31
C9	60,295.77	493.03	182.00	174.27	7.73	1.57%	11.42	11.42	215.37	0.82	25.00	2.96
C10	26,661.82	396.79	185.57	173.87	11.70	2.95%	7.58	10.00	229.88	0.82	25.00	1.40
C11	63,043.86	460.36	185.96	176.13	9.83	2.14%	9.62	10.00	229.88	0.82	25.00	3.30
C12	48,793.57	334.79	185.97	180.19	5.78	1.73%	8.17	10.00	229.88	0.82	25.00	2.55
											TOTAL	30.86

4. MODELACIÓN HIDRÁULICA

Se simularon dos escenarios:

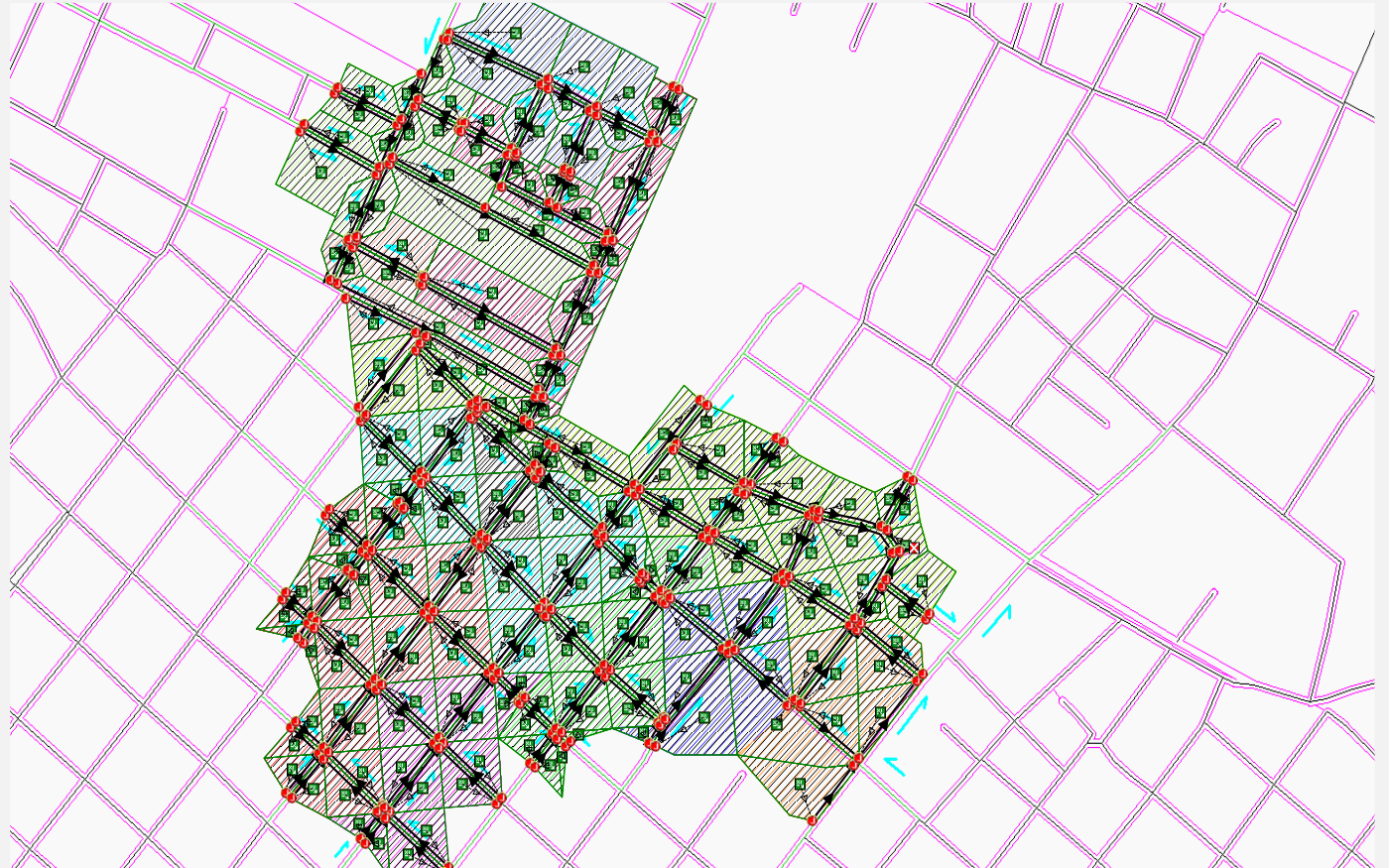
Situación actual de la cuenca
Evaluación de la red existente.

Situación futura
Propuesta de la solución.

4. MODELACIÓN HIDRÁULICA

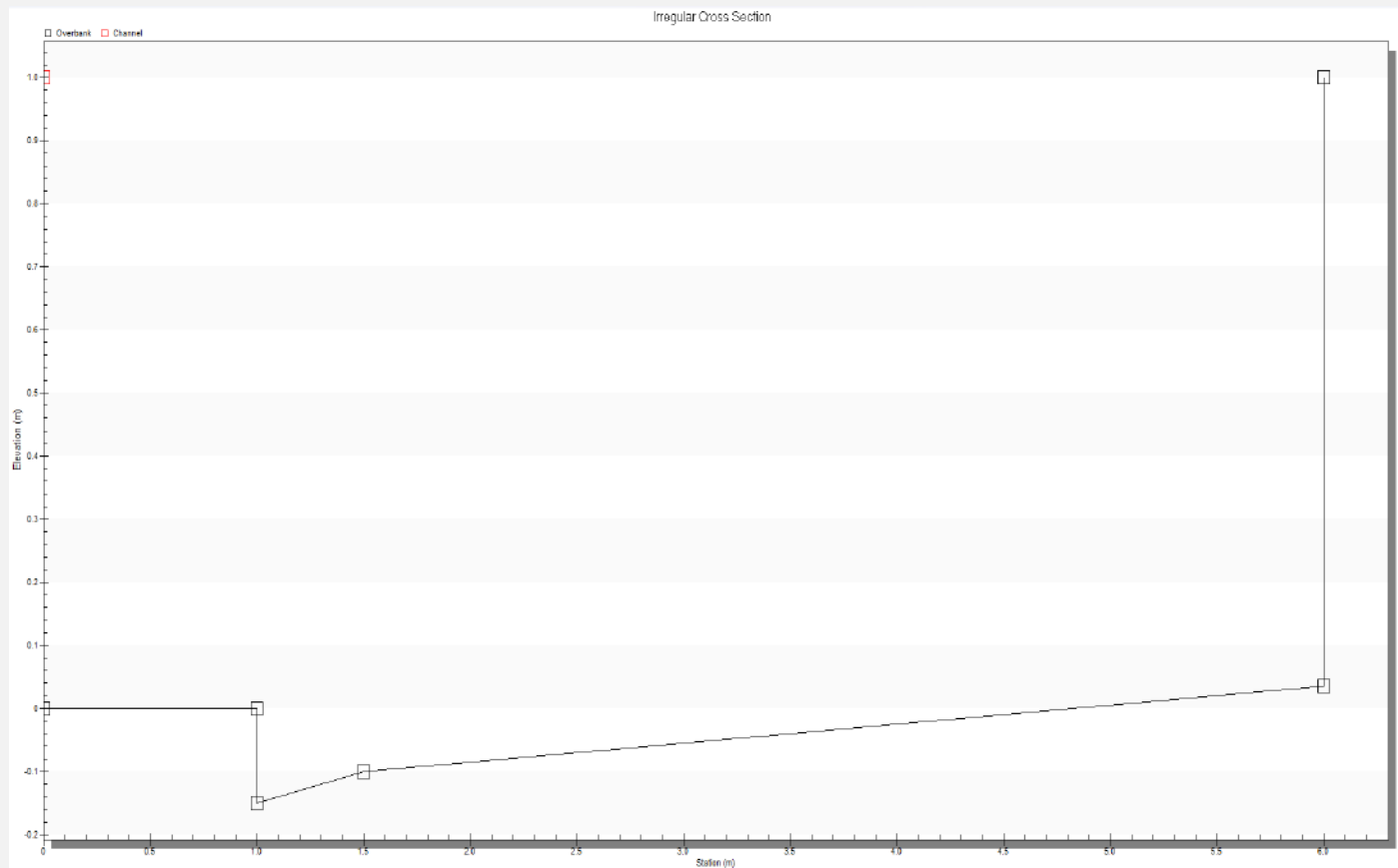
4.1. Situación actual de la cuenca:
Software Storm and Sanitary
Analysis (SSA).

Parámetros de entrada: Modelo
Digital de Elevación (DEM),
Propiedades del cauce,
Datos de precipitación,
Condiciones de contorno.



4. MODELACIÓN HIDRÁULICA

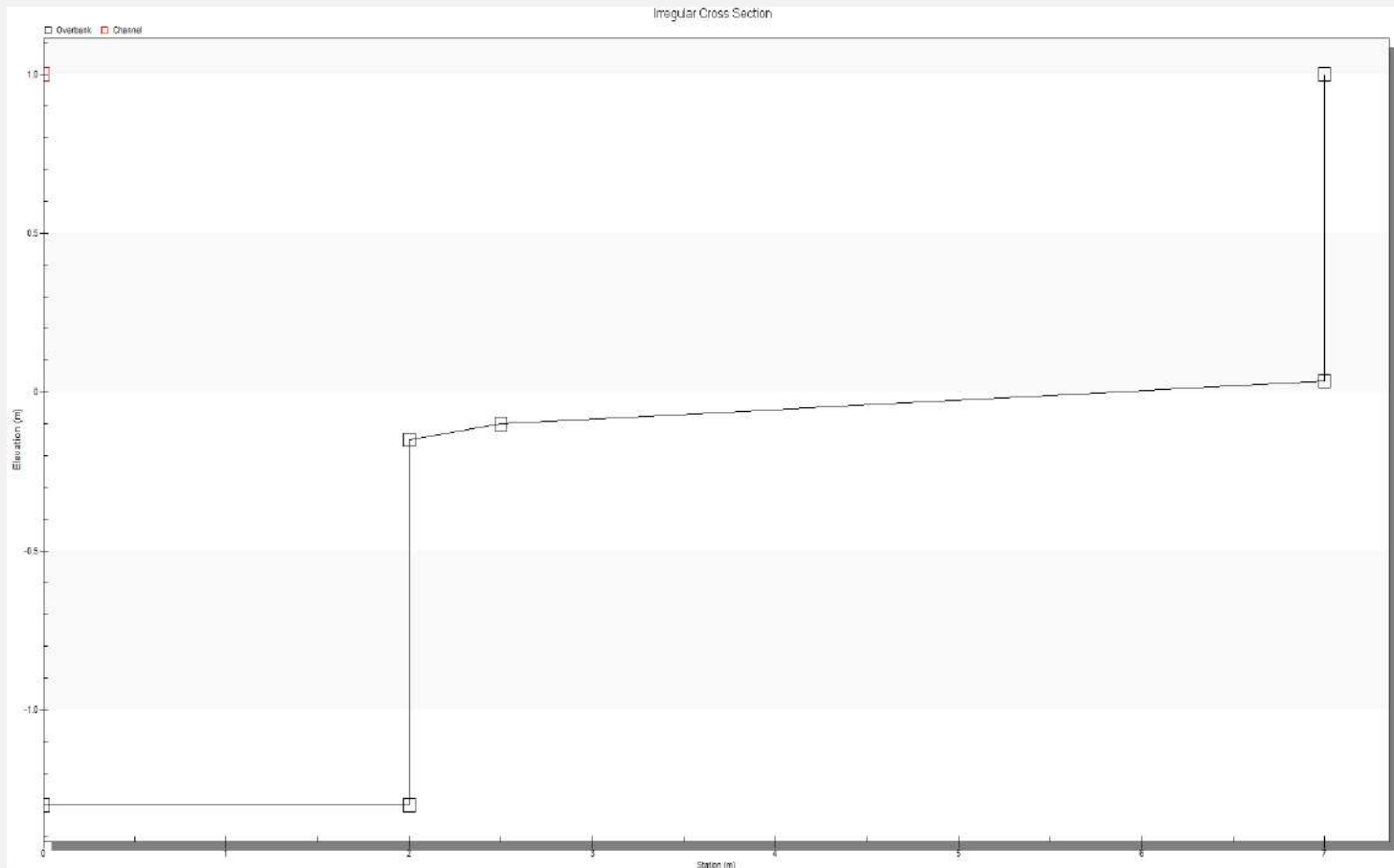
4.1. Situación actual de la cuenca



Esquema de la sección transversal XS-01 considerada para calles con cordón-cuneta de la zona de estudio

4. MODELACIÓN HIDRÁULICA

4.1. Situación actual de la cuenca



Esquema de la sección transversal XS-02 considerada para calles con canales abiertos de PBC de la zona de estudio

4. MODELACIÓN HIDRÁULICA

4.1. Situación actual de la cuenca

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS - SITUACION ACTUAL					
CALLE PRINCIPAL	CUENCAS APORTANTES	ID LINK DESCARGA	Q (m ³ /s)	NIVEL DE AGUA PROMEDI O (m)	DIAGNOSTICO
San Pedro	C8	LINK 170	6,41	0,91	Sobrepasa nivel de cordón
Maldonado	C9-C10-C11-C-12	LINK 198 - LINK 199	7,80	0,34	Sobrepasa nivel de cordón
Dra. Serafina Davalos	C7	LINK 140 - LINK 141	0,67	0,17	Sobrepasa nivel de cordón
Fulgencio R. Moreno	C1-C2-C3	LINK 88 - LINK 89	7,56	0,45	Sobrepasa nivel de cordón
Dr. Ignacio A. Pane	C4	LINK 112 - LINK 113	1,94	0,36	Sobrepasa nivel de cordón
Dr. Blas Garay	C5	LINK 124 - LINK 125	2,17	0,45	Sobrepasa nivel de cordón
Juan León Mallorquín	C6	LINK 130 - LINK 131	0,79	0,25	Sobrepasa nivel de cordón

5. DESARROLLO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Se proponen seis líneas de alcantarillado, diseñadas para recolectar y conducir los flujos provenientes de las calles C/ Maldonado 1, C/Maldonado 2, Maldonado, Caacupé 1, Caacupé 2, 25 de diciembre, Remberto Jiménez, Dra. Serafina Dávalos, Fulgencio R. Moreno, Dr. Ignacio A. Pane, Dr. Blas Garay, San Pedro, Juan León Mallorquín, Caacupé y el último tramo que pasa por debajo de la RutaPY08 Dr. Blas Garay hasta su empalme con el punto de descarga hacia el drenaje existente que constituye la salida y el final de la red propuesta.



5. DESARROLLO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Se proponen 3 tipos de alcantarillas celulares:



Alcantarilla celular simple
1,00 m x 1,00 m



Alcantarilla celular doble
1,00 m x 1,00 m



Alcantarilla celular triple
1,00 m x 1,00 m
Alcantarilla celular triple
1,5 m x 1,5 m

5. DESARROLLO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Se proponen alcantarillas celulares tubulares de conexión:



Alcantarilla celular tubular
Ø800 mm

5. DESARROLLO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

DIRECCIONES DE FLUJO



6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

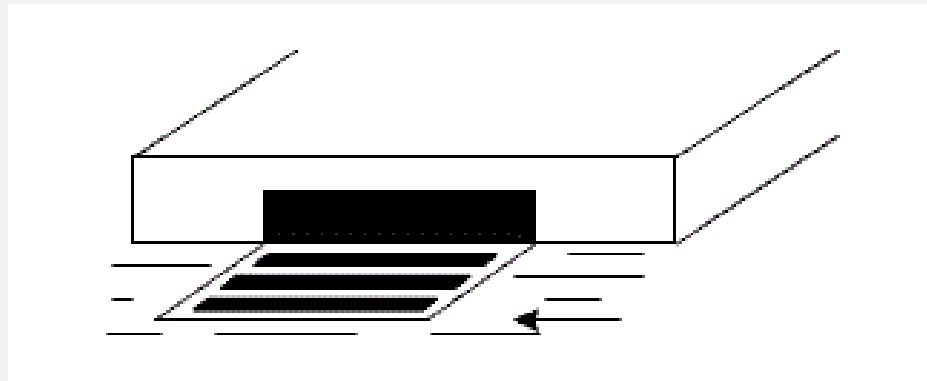
ALCANTARILLAS CON SU SECCIÓN TRANSVERSAL

Tramo	Tipo de alcantarilla	Longitud	Cota-Inicio	Cota-Final	Pendiente %	Manning	Q transporte m ³ /s	Velocidad m/s	Tirante m
Maldonado	ACS 1,00x1,00	145,117	180.19	176.96	2.5	0.015	2.81	4.38	0.79
Maldonado	ACD 1,00x1,00	227,219	176.96	173.87	1.3	0.015	7.55	4.50	0.84
Maldonado	ACT 1,00x1,00	46,592	173.87	174.27	1.1	0.015	10.47	4.48	0.78
San Pedro	ACS 1,00x1,00	40,773	174.27	175.4	2.5	0.015	0.59	2.90	0.20
San Pedro	ACT 1,00x1,00	109,227	175.4	174.27	1	0.015	12.13	4.53	0.89
San Pedro	ACT 1,50x1,50	410,615	165.83	160	1	0.015	22.68	5.16	0.98
Fulgencio R. Moreno	ACD 1,00x1,00	307,360	171.77	172.51	0.82	0.015	7.38	4.48	0.82
Juan León Mallorquín	ACT 1,50x1,50	67.479	160	160.93	1	0.015	22.68	5.16	0.98
Caacupe	ACT 1,50x1,50	132.817	160	159.96	1	0.015	30	5.63	1.18
Ruta PY08	ACT 1,50x1,50	60.694	159.96	159.77	1.2	0.015	32.16	5.98	1.25

6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

SUMIDEROS: Se dimensionaron sumideros mixtos de 1 ventana, de 2 ventanas, de 3 ventanas y de 4 ventanas

N.	cordón		Rejilla			Caudal captado(m ³ /s)
	Longitud (m)	Altura de abertura (m)	Ancho rejilla (m)	Longitud rejilla(m)	Área neta(m ²)	
SM1	1,5	0,2	0,6	1,5	0,45	0,53
SM2	3	0,2	0,6	3	0,9	1,06
SM3	4,5	0,2	0,6	4,5	1,35	1,59
SM4	6	0,2	0,6	6	1,8	2,12



6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

SUMIDEROS: Se dimensionaron sumideros transversales.

N.	Ancho rejilla (m)	Longitud rejilla(m)	A. neta(m ²)	Altura de agua (m)	Q(m ³ /s)
ST1	1,5	8	6	0,2	4,69



6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Resumen de sumideros por calle:

RESUMEN DE SUMIDEROS POR CALLE		
Calle	Cantidad	Tipo
Maldonado	4	SM1
C/Maldonado 1	2	SM2
C/Maldonado 2	2	SM1
Caacupé 1	1	SM3
	1	SM2
Caacupé 2	2	SM1
25 de diciembre	1	SM2
	1	SM1
San Pedro	8	SM1
Dra. Serafina Dávalos	2	SM1
Fulgencio R. Moreno	1	ST
	2	SM2
	2	SM1
Remberto Jiménez	2	SM2
Dr. Ignacio A. Pane	2	SM2
	2	SM1
Dr. Blas Garay	2	SM2
	1	SM3
	1	SM4
Juan León Mallorquín	2	SM1
Caacupé	2	SM1
	2	SM2
Ruta PY08	1	SM3
	1	SM2

6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

REGISTROS

Se escogieron dos tipos: de conexión y de inspección.

RESUMEN DE REGISTROS DE CONEXIÓN POR CALLE		
Calle	Cantidad	Dimensiones
Maldonado	2	1,00 m x 1,00 m
	4	1,00 m x 2,30 m
	2	1,00 m x 3,60 m
San Pedro	1	1,00 m x 1,00 m
	2	1,00 m x 3,60 m
	8	1,5 m x 5,10 m
Fulgencio R. Moreno	2	1,00 m x 2,30 m
	1	1,5 m x 5,10 m
Juan León Mallorquín	1	1,5 m x 5,10 m
Caacupe	2	1,5 m x 5,10 m
Ruta PY08	2	1,5 m x 5,10 m

6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Cómputo y presupuesto de la obra propuesta:

PLANILLA DE CÓMPUTO Y PRESUPUESTO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	PREPARACIÓN DE OBRA				
1.1	Montaje de campamento con obrador y terreno	gl	1	23,000,000	23000000
2	MOVIMIENTO DE SUELO				
2.1	Excavación de zanjas de drenaje	m3	11,287.520	70,000	790,126,400
2.2	Relleno y compactación de zanjas	m3	1,350.530	100,000	135,053,000
2.3	Relleno y compactación sobre alcantarillas	m3	2,917.960	144,200	420,769,832
2.4	Transporte de tierra excedente	m3	8,717.810	39,000	339,994,590
3	DEMOLICIONES				
3.1	Demolición de canal abierto de PBC	ml	549.212	150,000	82,381,800
4	PAVIMENTOS				
4.1	Remoción de pavimento tipo empedrado existente	m2	4863.264	25,000	121,581,600
4.2	Reposición de pavimento tipo empedrado existente	m2	4863.264	95,000	462,010,080
4.3	Placa o sello de hormigón pobre de 5 cm de espesor	m2	2431.63	48,000	116,718,240
5	OBRAS DE DRENAJE				
5.1	Alcantarillas celulares de H° A°				
5.1.1	ACS 1,00x1,00	ml	204.666	2,570,000	525,991,620
5.1.2	ACD 1,00x1,00	ml	534.579	6,823,500	3,647,699,807
5.1.3	ACT 1,00x1,00	ml	155.819	10,956,455	1,707,223,862
5.1.4	ACT 1,50x1,50	ml	693.774	13,603,939	9,438,059,176
5.1.5	ATS Ø800 mm	ml	351.998	843,535	296,922,633
5.2	Sumideros				
5.2.1	SM1	un	29	9,546,880	276,859,520
5.2.2	SM2	un	14	11,952,137	167,329,918
5.2.3	SM3	un	4	17,770,739	71,082,956
5.2.4	SM4	un	1	23,413,216	23,413,216
5.2.5	ST	un	1	8,203,725	8,203,725
5.3	Registros				
5.3.1	De inspección 1,00x2,30	un	2	7,610,000	15,220,000
5.3.2	De conexión 1,00x1,00	un	3	1,813,247	5,439,741
5.3.3	De conexión 1,00x2,30	un	6	7,610,000	45,660,000
5.3.4	De conexión 1,00x3,60	un	4	9,700,000	38,800,000
5.3.5	De conexión 1,50x5,10	un	13	10,313,000	134,069,000
Total IVA incluido en Gs					20.782.971.786 gs
Total IVA incluido en USD 1 dólar=7004,08 valor de fecha 02/12/2025					2.967.266 USD

RECOMENDACIONES OPERATIVAS Y DE CAMPO

- Generalidades y cercos
- Limpieza del terreno
- Replanteo y nivelación
- Agua y energía
- Interferencias con servicios públicos
- Tránsito vehicular y peatonal
- Carteles de precaución
- Señalamiento de obra



CONCLUSIONES

El proyecto demuestra que el diseño propuesto de drenaje es adecuado y controla eficazmente la escorrentía de la zona. Las alcantarillas, sumideros y registros fueron dimensionados correctamente según los requisitos hidráulicos, garantizando un funcionamiento seguro durante lluvias intensas. Las dimensiones finales seleccionadas cumplen con las necesidades del proyecto.

RECOMENDACIONES

Control del flujo

- Escalones de 1 m en cada registro para reducir velocidad y erosión.

Tramos críticos

- Escalones disipadores en zonas de mayor pendiente.

Mantenimiento

- Limpieza e inspección periódica del sistema.

Análisis futuro

- Estudiar tramos restantes hasta la desembocadura final del arroyo Tacuary.

Proyectos académicos

- Impulsar trabajos de grado con impacto social.

¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

