

PROYECTO DE DESAGÜES PLUVIALES				
Ref.:	PARQUE INDUSTRIAL DE ROSARIO DE LA FRONTERA, ROSARIO DE LA FRONTERA, SALTA.			
	<u>MEMORIA TECNICA</u>			
<hr/>				
Para At:....	CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES.			
	PROVINCIA DE SALTA.			
<hr/>				
Fecha:.....	01 08 2019.			
<hr/>				
Doc.:	CFI_PIRDF_DP_MT.docx			
<hr/>				
Elaboró:	JAVIER RAMOS VERNIERI	Revisó:	DIEGO TRIGONA	Ver.: 0
<hr/>				

PARQUE INDUSTRIAL ROSARIO DE LA FRONTERA

Propietario: Consejo Federal de Inversiones | Provincia de Salta.

Matrícula: 3.657 | Rosario de la Frontera

Lotes: 57

A. ESTUDIOS BASICOS.

A.1 INTRODUCCION.

La presente memoria técnica corresponde al Proyecto de Desagües Pluviales del Parque Industrial de Rosario de la Frontera, el cual se financia con fondos del Consejo Federal de Inversiones, Expediente N° 17647 04 01, "Programa de Desarrollo Regional. Mensura, Loteo y Estudio de Desagües Pluviales del Parque Industrial de Rosario de la Frontera", a cargo de la consultora SOLID MD S.R.L.

El desarrollo en cuestión se encuentra previsado por la municipalidad de Rosario de la Frontera y en trámite en la Dirección General de Inmuebles, bajo el Expediente N° 18-37038/2019.

A.2 OBJETO.

El objetivo del presente proyecto es estudiar, evaluar y diseñar las obras necesarias que permitan la evacuación y control de las aguas pluviales que caigan en el predio del Loteo del Parque Industrial y aquellas que por las características del terreno ingresaran al predio.

Se propone ejecutar los siguientes objetivos particulares:

- Realizar un Estudio Hidrológico que permita determinar los caudales de diseño con los que dimensionaremos las obras de evacuación o desagüe. Tomando diversos puntos de control se establece trabajar para las obras de evacuación con una recurrencia de 25 años según lo establece la normativa de la Secretaria de Recursos Hídricos.
- Diseñar hidráulicamente todos los dispositivos de captación y paso de agua, como ser rejas, disipadores, alcantarillas etc.
- Diseñar una red de conducciones suficiente para transportar los caudales de cálculo: se trazará y se calcularán todos los elementos de la red para verificar y asegurar un correcto transporte de las aguas pluviales.
- Diseñar las obras necesarias para verter los caudales de diseño en el medio receptor de manera controlada.

A.3 UBICACIÓN.

El emprendimiento se emplazará en el Catastro N° 3.657 del Departamento de Rosario de la Frontera, Provincia de Salta. Este departamento esta ubicado al sur de la provincia, y limita al Sur con la Provincia de Tucumán, al Este con la Provincia de Santiago del Estero, al Norte con el Departamento Metán y al Oeste con los Departamentos Guachipas y la Candelaria.

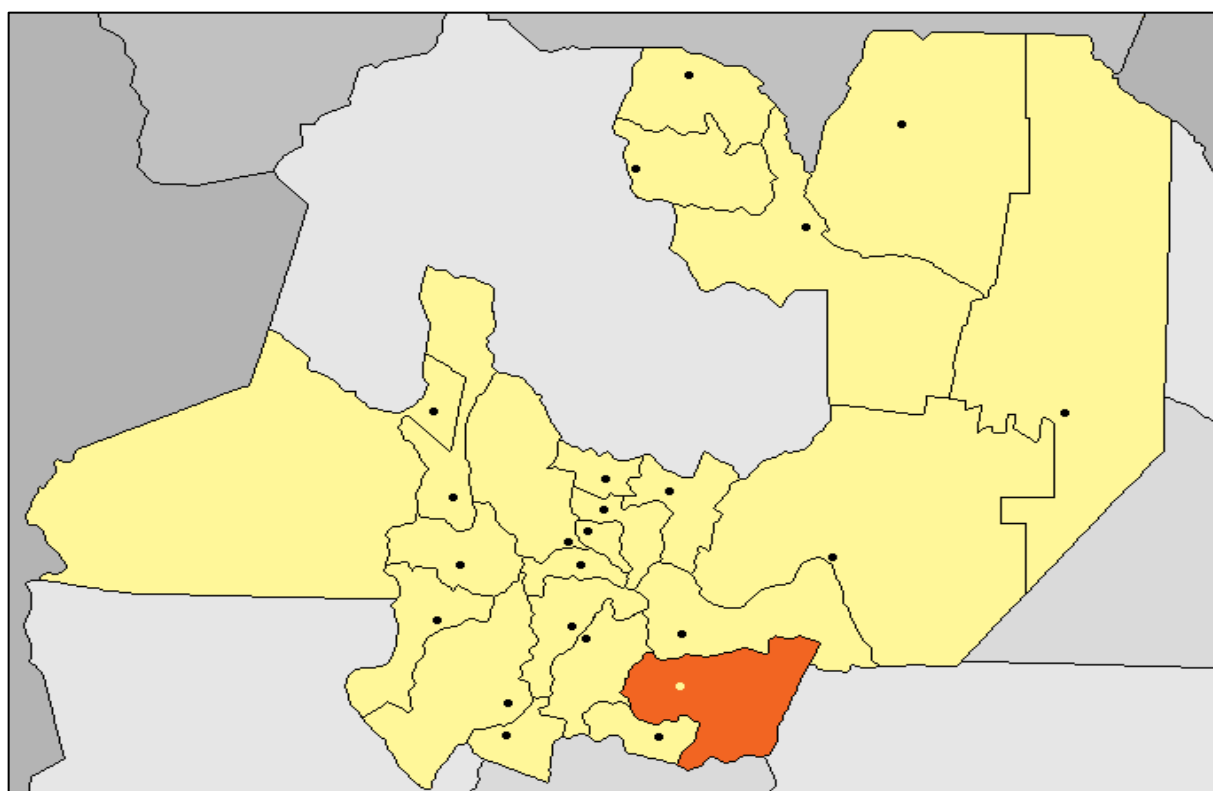
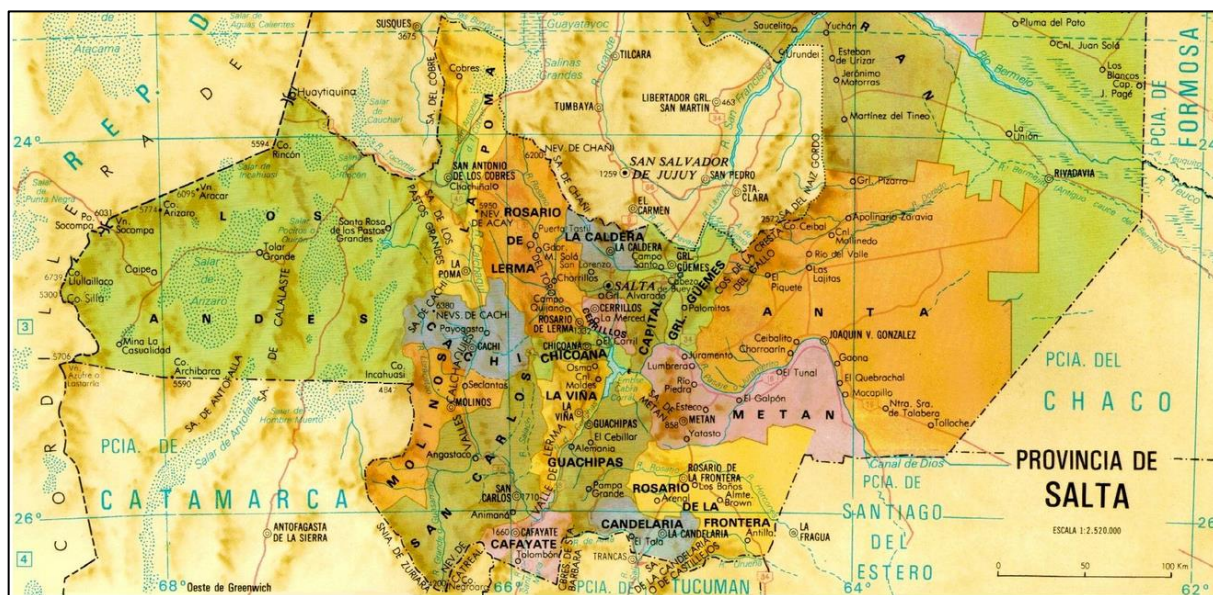


IMAGEN 1. DEPARTAMENTO ROSARIO DE LA FRONTERA EN LA PROVINCIA DE SALTA.

Dentro del Departamento de Rosario de la Frontera, el predio se ubica en la localidad homónima, sobre la Ruta Nacional N° 9, a una distancia de 6,5 km de la rotonda de acceso a la localidad de Rosario de la Frontera sobre la misma ruta.



IMAGEN 2. CROQUIS DE UBICACIÓN. EL EMPRENDIMIENTO SE UBICA EN LA FRACCIÓN NORTE DE LA MATRICULA 3.657. IMÁGENES DE GOOGLE EARTH DE FECHA 14/11/2018.

A.4 CARACTERIZACIÓN REGIONAL.

A.4.1 CLIMA.

El clima de la región NOA se caracteriza en general como Subtropical con estación seca, con precipitaciones estivales concentradas en términos generales entre los meses de noviembre a marzo.

Los centros béricos que actúan sobre el clima del Noroeste Argentino son los anticiclones semiestacionarios del Pacífico y del Atlántico. El primero de ellos ve disminuida su injerencia directa debido a la altura de la Cordillera de los Andes, cuyos pasos se encuentran por encima de los 4.000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), altitud por debajo de la cual se desarrollan la mayoría de los procesos atmosféricos (Bianchi, 1981). En el noroeste argentino, el fuerte relieve andino y las cadenas antepuestas como la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas ejercen un importante efecto sobre el clima y, en especial, sobre las precipitaciones. Los vientos húmedos que soplan del cuadrante este, al encontrarse con barreras orográficas originan nubes de gran desarrollo vertical que dan lugar a lluvias a barlovento o a sotavento, de acuerdo a la altura del sistema montañoso interpuesto (Bianchi, 1981 y Bianchi y Yáñez, 1992). Los datos climáticos más cercanos del área de estudio se corresponden a los obtenidos en la localidad de Rosario de la Frontera. Se obtuvieron registros históricos desde 1910 a 1978, tomados de Bianchi, A. R. y C. E. Yáñez, 1.992, y datos actuales de la estación agrometeorológica que la provincia a dispuesto en la misma localidad. De esta última solo existen registros de los últimos años ya que se trata de una estación recientemente montada.

TABLA 1. DATOS DE PRECIPITACIONES HISTÓRICAS.

DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media	162	145	124	43	17	6	4	4	5	32	58	137
Mediana	143	127	118	36	14	3	2	0	4	24	51	122
Desvío estandar	83	69	59	34	15	7	6	8	6	27	41	67
Mínimo	36	26	17	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Máximo	443	303	294	154	64	26	29	38	22	140	231	335
Coefficiente de variación	51.2	47.6	47.6	79.1	88.2	116.7	150.0	200.0	120.0	84.4	70.7	48.9

La precipitación media anual para el periodo 1910-1978 es de 737 mm con una máxima media anual de 1090 mm en el año 1966 y una mínima anual de 490 mm en el año 1941. (Bianchi, A. R. y C. E. Yáñez. 1.992). Según los autores citados el área de estudio se encuentra en la isohieta de los 700 mm.

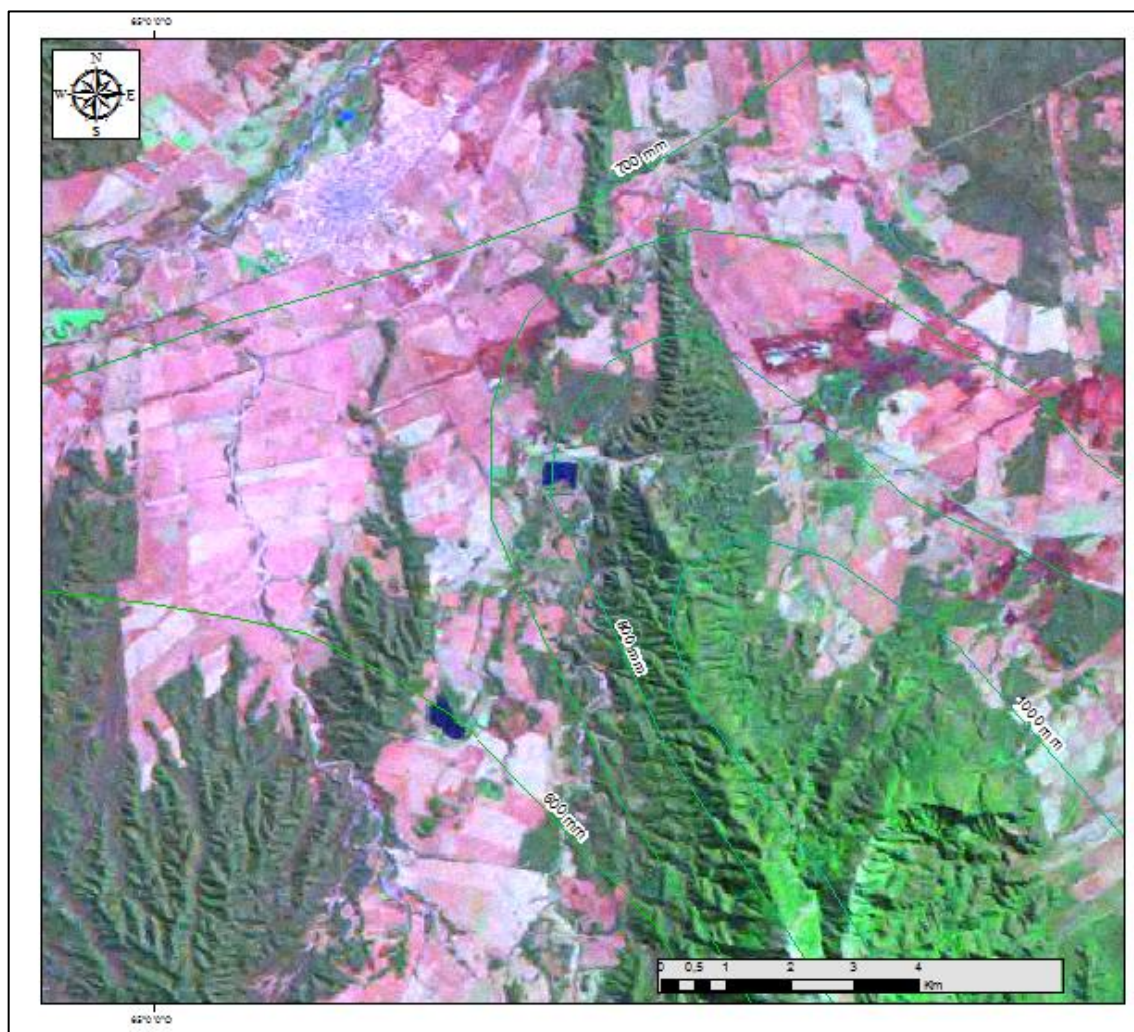


IMAGEN 3. FIGURA 1: MAPA DE ISOHIETAS.

Las máximas temperaturas se producen durante el período comprendido entre los meses de noviembre - febrero. Los veranos son muy calurosos y las lluvias intensas y concentradas en esos meses. En invierno, entre junio y agosto, ocasionalmente, el registro termométrico suele descender a valores inferiores a 0° C. En general, esta época del año se caracteriza por poseer temperaturas moderadas y por las escasas o inexistentes precipitaciones.

TABLA 2. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES LOCALIDAD ROSARIO DE LA FRONTERA, SALTA. FUENTE: BIANCHI, 1996.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
TEMP. (°C)	23.2	22.0	20.7	17.6	14.8	11.5	11.7	13.5	16.3	20.4	21.7	22.9	18.0

Para el área estudiada la temperatura media anual es de 18 °C, el mes más frío es julio con 11,5 °C y el mes más cálido enero con 23,1 °C. En la siguiente tabla se observan los datos registrados en los últimos dos años.

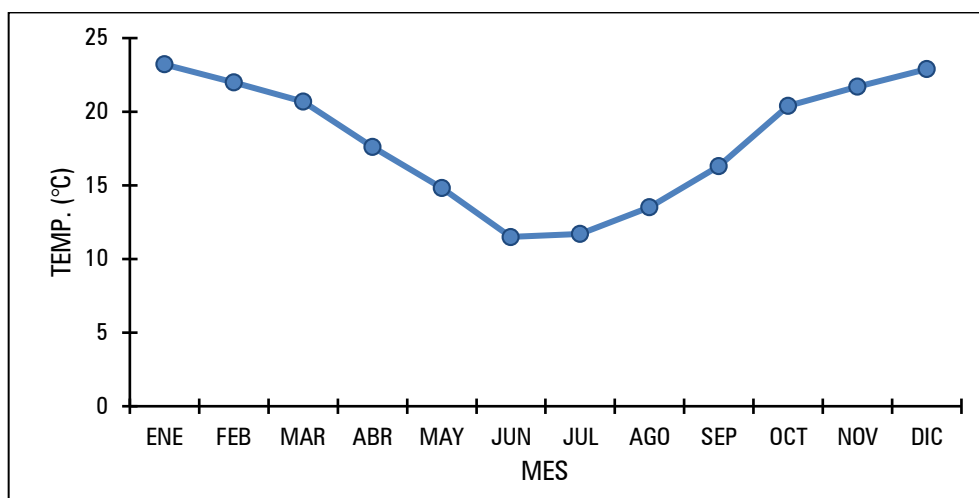


IMAGEN 4. FIGURA 2: TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES LOCALIDAD DE ROSARIO DE LA FRONTERA, SALTA. FUENTE: BIANCHI, 1996.

TABLA 3. DATOS CLIMÁTICOS DE LOS DOS ÚLTIMOS AÑOS.

MES-AÑO	TEMP. MAX. (°C)	TEMP. MEDIA (°C)	TEMP. MIN. (°C)	PRECIPITACION (mm)
jun-09	18.60	15.79	13.30	2.2
jul-09	28.00	8.44	-7.40	12.0
ago-09	33.30	13.09	-3.60	0.2
sep-09	32.20	13.69	-2.70	4.6
oct-09	38.60	20.03	0.20	2.4
nov-09	39.40	23.62	11.20	130.8
dic-09	35.00	20.86	11.50	161.6
ene-10	36.10	22.30	11.30	133.8
feb-10	34.60	21.96	10.40	181.0
mar-10	32.90	21.11	10.30	8.6
abr-10	31.90	15.52	3.80	3.6
may-10	28.50	11.55	-0.90	3.8
jun-10	30.70	10.47	-2.60	2.6
jul-10	29.00	8.15	-7.10	10.2
ago-10	34.00	11.13	-5.90	0.0
sep-10	33.10	15.99	-1.90	1.6
oct-10	39.20	18.45	5.10	13.0
nov-10	35.20	20.41	4.00	39.6
dic-10	38.30	22.29	5.70	159.0
ene-11	35.60	21.54	13.30	287.0
feb-11	32.60	19.83	13.70	226.4
mar-11	31.20	18.29	6.70	167.8
abr-11	29.70	16.91	3.40	30.0
may-11	28.10	13.00	0.30	13.2
jun-11	29.80	10.45	-5.40	7.4

A.4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL Y RECORRIDOS DE LA ZONA.

En base a los recorridos y estudios realizados se observó el funcionamiento del sistema de escurrimiento pluvial actual que permita definir las obras necesarias a ejecutar para el correcto drenaje del sistema urbano planteado.

Actualmente al predio ingresa caudal proveniente de una cuenca situada hacia el Sur-Este del lote y lo atraviesa al mismo de Sur a Norte hacia al predio vecino y continúa hasta su desembocadura en el río Rosario. El cauce descrito se presenta en color cian de la siguiente figura.

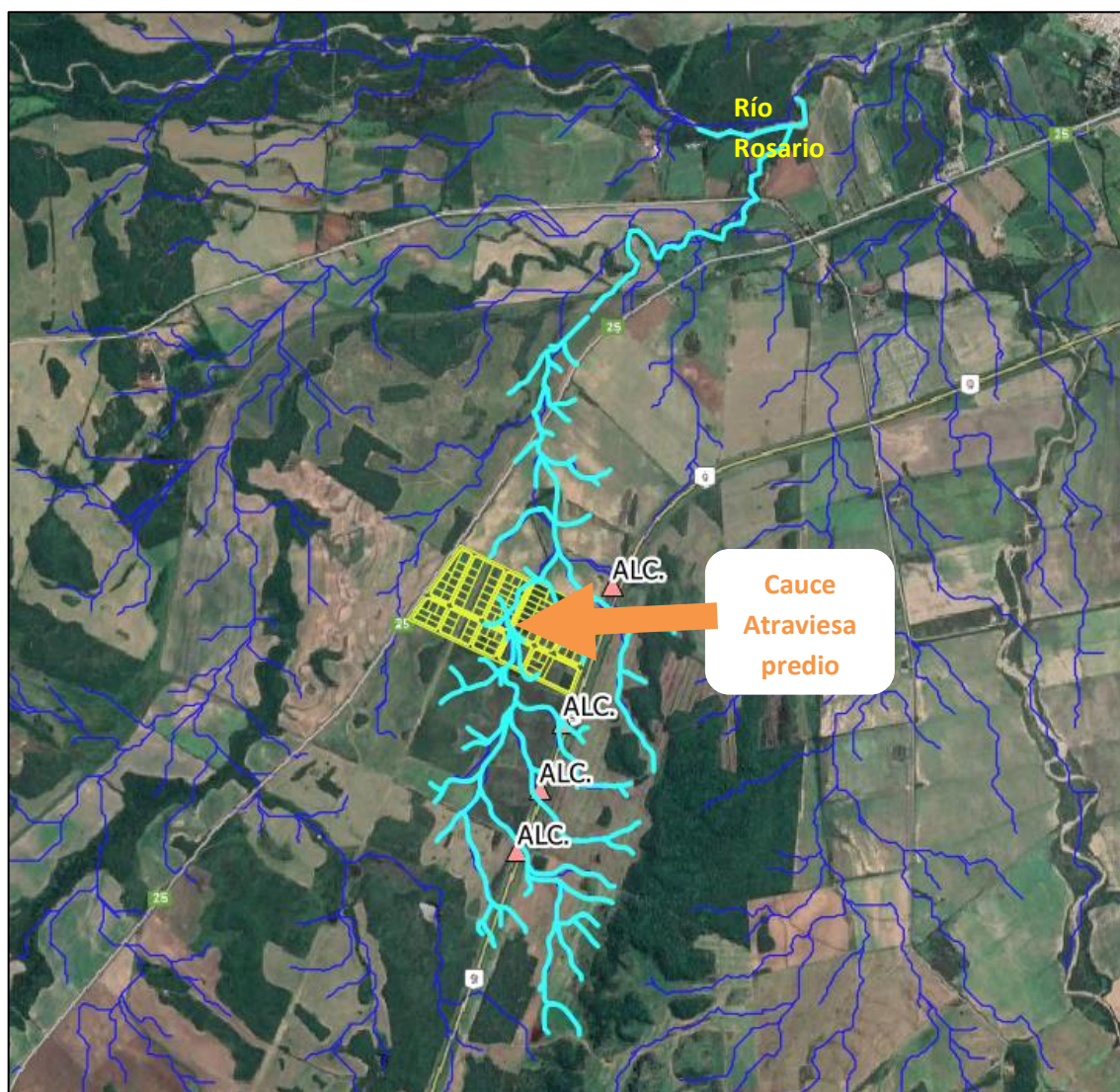


IMAGEN 5. CROQUIS SOBRE IMAGEN SATELITAL DE LOS ESCURRIMIENTOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Este cauce tiene sus nacientes en el sector Este de la RN N° 34 y la atraviesa a través de tres alcantarillas existente, luego se concentra en un único cauce e ingresa al predio.

Dado que se va a impermeabilizar el sector del loteo y por las características topográficas del mismo es complejo el amortiguamiento de la crecida de las cuencas denominadas urbanas se procuró desarrollar un sistema que amortigüe el pico del cauce que ingresa al predio y compense el excedente que se generará en la transformación del uso de suelos del loteo.

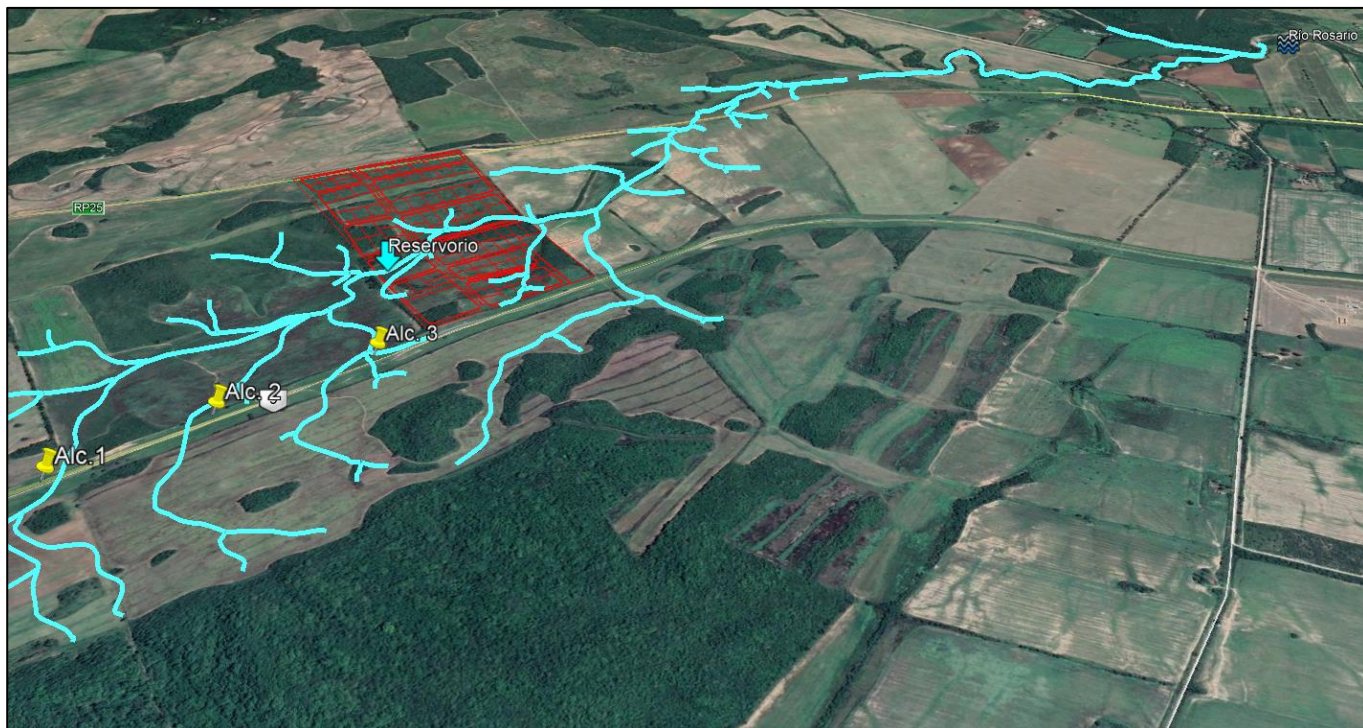


IMAGEN 6. UBICACIÓN DEL RESERVORIO DE AMORTIGUAMIENTO DE CAUDALES PICO.

A.5 PROPUESTA DE DISEÑO DE OBRAS.

A.5.1 DESAGÜES PRINCIPALES.

El sistema general de desagüe se realizará:

- *Sistemas Terciario:* Se materializa a través de los cordones-cuneta de las calles que conforman el loteo y dirigen el flujo hacia los sistemas primarios y secundarios.
- *Sistema Secundario:* Está compuesto por un reservorio de amortiguamiento de caudales pico con un volumen de 5000 m³ aproximadamente. El agua almacenada en el reservorio proviene de la cuenca externa que ingresa al predio y es erogada al sistema primario. Este reservorio permite mantener constantes los caudales del pre desarrollo con el post desarrollo de la cuenca urbana y de este modo no afectar a los predios vecinos.
- *Sistema Primario:* Está compuesto por un canal de hormigón de sección rectangular ubicado en la platbanda central de la Circulación Secundaria 6 que circula de sur a norte y desemboca el flujo en el curso natural existente. El mismo recibe fluidos de los sistemas terciarios y secundarios a través de obras de captación, como alcantarillas, rejillas de toma y bocas de toma en cordones cunetas.

A.5.2 INTERSECCIONES Y TRANSICIONES.

Las intersecciones de las calles y sus respectivas cunetas se resolverán a través del diseño de bocacalles que permitan un correcto paso del agua a través de las mismas dirigiendo el flujo en forma controlada hacia los sectores de vertido final.

A.5.3 DESAGÜES DE LOTES.

Se procurará que todas las edificaciones de los lotes viertan sus aguas directamente en forma controlada hacia las cunetas con un ángulo de 45° en la dirección de la corriente, para evitar que existan turbulencias o efectos de taponamientos hidráulicos en las salidas de las viviendas. Se procurará en el reglamento interno del parque que cada lote ejecute reservorios locales de amortiguamiento de picos de crecida.

A.5.4 VERTIDO EN EL MEDIO RECEPTOR.

Debido a la topografía y al diseño del loteo, los excedentes pluviales serán vertidos en la cuneta de la Ruta Provincial N° 25 y en el cauce ya mencionado anteriormente que se genera en la zona media del predio. Ambos medios receptores tienen como vertido final el río Rosario.

A.6 HIDROLOGÍA – CÁLCULO DE CAUDALES.

El estudio hidrológico se realizará del siguiente modo:

- Análisis estadístico de las precipitaciones de la zona.
- Modelación lluvia – Caudal para recurrencias de 25 años.
- Determinación de Caudal de diseño para cada subcuenca.

A.7 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS MORFOLÓGICOS.

Para la determinación de la superficie de la cuenca, se trazaron las líneas divisorias de agua estableciendo un área de aporte cuyas precipitaciones son evacuadas por el sistema a diseñar. La cuenca de aporte es el área del loteo más los aportes de predios vecinos que pudiesen ingresar a la zona.

A.8 SELECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS.

Los criterios en los que se basó para realizar la selección fueron el objetivo general del estudio y los objetivos particulares del estudio Hidrológico que se está realizando. Para el estudio hidrológico nos interesa encontrar una relación lluvia – caudal en una cuenca urbana que nos permita determinar el caudal pico para una tormenta de diseño con recurrencia de 25 años. Por ello se seleccionó la serie de datos pluviométricos tomada en la estación meteorológica de Rosario de la Frontera (aeródromo), puesto que es una serie confiable y con una longitud adecuada para el estudio en cuestión. La finalidad de un ajuste estadístico es, obtener a partir de una serie de datos independientes la función de distribución de probabilidades que más se aproxime a la correspondiente de la población de la variable.

A.8.1 AJUSTE ESTADÍSTICO - SELECCIÓN DE DATOS Y ESTIMADORES MUESTRALES.

TABLA 4. DATOS PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS.

CICLO HIDROLOGICO	FECHA	PRECIPITACION (mm)
1971 - 1972	12-ene	65.0
1972 - 1973	3-mar	54.3
1973 - 1974	11-feb	137.2
1974 - 1975	1-feb	49.0
1975 - 1976	14-ene	94.0
1976 - 1977	7-mar	73.0
1977 - 1978	25-ene	84.5
1978 - 1979	2-ene	90.6
1979 - 1980	13-feb	78.5
1980 - 1981	8-feb	121.5
1981 - 1982	10-mar	66.5
1982 - 1983	30-nov	115.0
1983 - 1984	30-dic	74.0
1984 - 1985	26-dic	99.5
1985 - 1986	24-mar	88.0
1986 - 1987	4-mar	71.0
1987 - 1988	27-mar	102.8
1988 - 1989	13-ene	45.0
1989 - 1990	22-ene	152.0
1990 - 1991	4-feb	88.5
1991 - 1992	9-ene	131.5
1992 - 1993	16-ene	76.0

Se realizó un ajuste estadístico de la serie anterior y se determinó la función de distribución que mejor ajusta, la cual se observa a continuación:

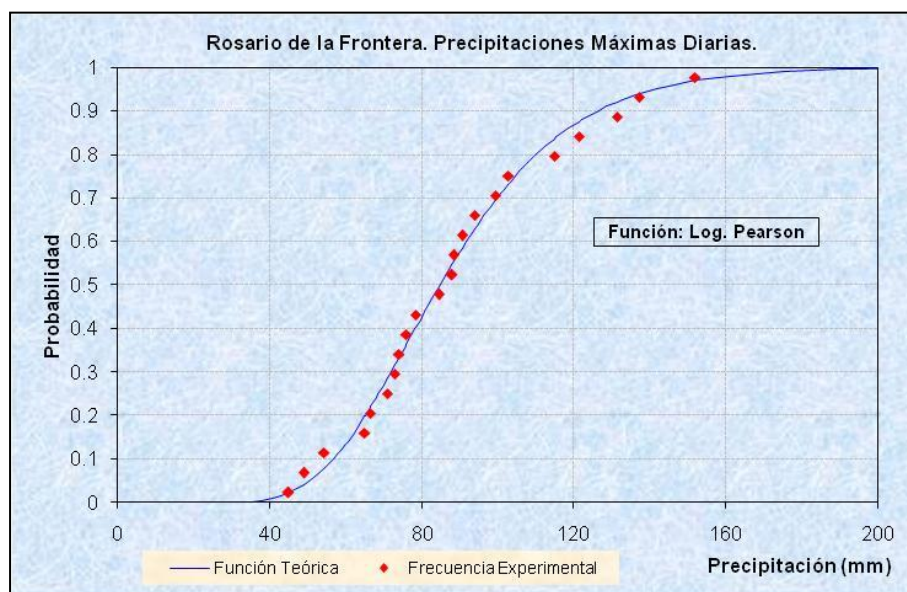


TABLA 5. AJUSTE ESTADISTICO DE LA SERIE DE PRECIPITACIONES MAXIMAS.

NUMERO DE ORDEN	PRECIPITACION (mm)	FREC. EXP. F*	FREC. TEOR. F	DIF. ABS(F*-F)
1	45.0	0.0227	0.0220	0.0007
2	49.0	0.0682	0.0406	0.0276
3	54.3	0.1136	0.0782	0.0354
4	65.0	0.1591	0.1988	0.0397
5	66.5	0.2045	0.2197	0.0152
6	71.0	0.2500	0.2861	0.0361
7	73.0	0.2955	0.3169	0.0214
8	74.0	0.3409	0.3325	0.0084
9	76.0	0.3864	0.3639	0.0225
10	78.5	0.4318	0.4033	0.0285
11	84.5	0.4773	0.4960	0.0187
12	88.0	0.5227	0.5476	0.0249
13	88.5	0.5682	0.5548	0.0134
14	90.6	0.6136	0.5842	0.0294
15	94.0	0.6591	0.6294	0.0297
16	99.5	0.7045	0.6957	0.0088
17	102.8	0.7500	0.7311	0.0189
18	115.0	0.7955	0.8351	0.0396
19	121.5	0.8409	0.8750	0.0341
20	131.5	0.8864	0.9200	0.0336
21	137.2	0.9318	0.9383	0.0065
22	152.0	0.9773	0.9693	0.0080

TABLA 6. PRECIPITACIONES 24 HORAS PARA DISTINTAS RECURRENCIAS.

T (años)	F (%)	1 - F (%)	P (mm)	P 24 (mm)
2	50.00	50.00	84.80	95.82
5	80.00	20.00	110.30	124.64
10	90.00	10.00	126.50	144.21
15	93.33	6.67	135.30	154.24
20	95.00	5.00	141.70	161.54
25	96.00	4.00	146.40	166.90
50	98.00	2.00	160.90	185.04

A continuación se realiza una desagregación de las precipitaciones 24 horas y se conforman las Curvas IDF.

TABLA 7. METODO DE DESAGREGACION DE SERIES PLUVIOMETRICAS.

Δt		COEF.	PRECIPITACIONES 24 HRS		
			2	5	10
horas	min		95.82	124.64	144.21
0.25	15	0.213	20.41	26.55	30.72
0.50	30	0.312	29.90	38.89	44.99
0.75	45	0.376	36.03	46.86	54.22
1.00	60	0.423	40.53	52.72	61.00
1.25	75	0.460	44.08	57.33	66.34
1.50	90	0.495	47.47	61.74	71.44
1.75	105	0.516	49.45	64.31	74.41
2.00	120	0.539	51.65	67.18	77.73
2.50	150	0.577	55.29	71.92	83.21
3.00	180	0.608	58.26	75.78	87.68
3.50	210	0.634	60.75	79.02	91.43
4.00	240	0.657	62.96	81.89	94.75
4.50	270	0.678	64.97	84.51	97.77
5.00	300	0.696	66.69	86.75	100.37
5.50	330	0.713	68.32	88.87	102.82
6.00	360	0.728	69.76	90.74	104.98

TABLA 8. CONFORMACION DE CURVAS IDF PARA DINSTINTAS RECURRENCIAS.

Δt		COEF.	INTENSIDADES (mm/hrs)		
			5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS
horas	min				
0.25	15	0.213	81.64	106.19	122.87
0.50	30	0.312	59.79	77.77	89.99
0.75	45	0.376	48.04	62.49	72.30
1.00	60	0.423	40.53	52.72	61.00
1.25	75	0.460	35.26	45.87	53.07
1.50	90	0.495	31.65	41.16	47.63
1.75	105	0.516	28.25	36.75	42.52
2.00	120	0.539	25.82	33.59	38.86
2.50	150	0.577	22.12	28.77	33.28
3.00	180	0.608	19.42	25.26	29.23
3.50	210	0.634	17.36	22.58	26.12
4.00	240	0.657	15.74	20.47	23.69
4.50	270	0.678	14.44	18.78	21.73
5.00	300	0.696	13.34	17.35	20.07
5.50	330	0.713	12.42	16.16	18.69
6.00	360	0.728	11.63	15.12	17.50

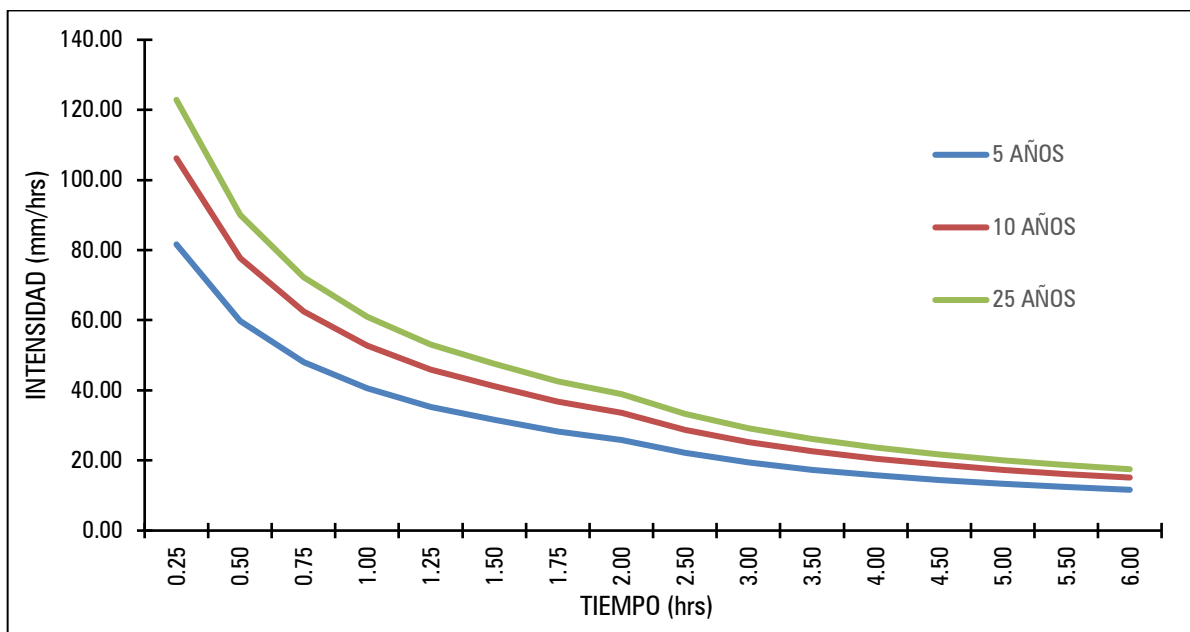


IMAGEN 7. CURVAS IDF PARA RECURRENCIAS DE 5, 10 Y 25 AÑOS.

A.8.2 MODELACIÓN DE LA CUENCA – TRANSFORMACIÓN (LLUVIA – CAUDAL).

Se delimitó la cuenca y subcuencas que aportan a las secciones de control. Para ello se trazó una red de escurrimiento superficial considerando los patrones de drenaje y de pendientes superficiales. Para la determinación de la red de escurrimiento se utilizó la topografía general del terreno y el trazado de las calles, utilizando los mismos lotes para realizar la divisoria de aguas. A partir de la red de drenaje se definieron las subcuencas, tomando como puntos de control los puntos de aporte de cada subcuenca y a partir de esta subdivisión se definió la topología de la cuenca.

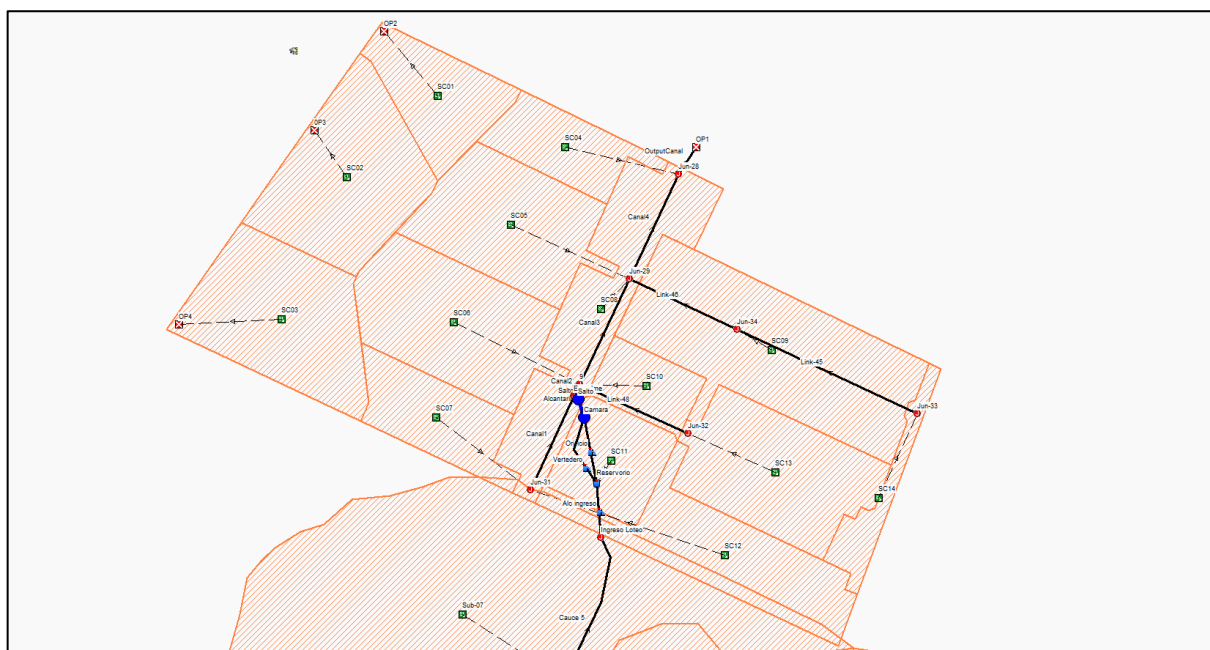


IMAGEN 8. FIGURA 3: TOPOLOGÍA DE LA CUENCA URBANA

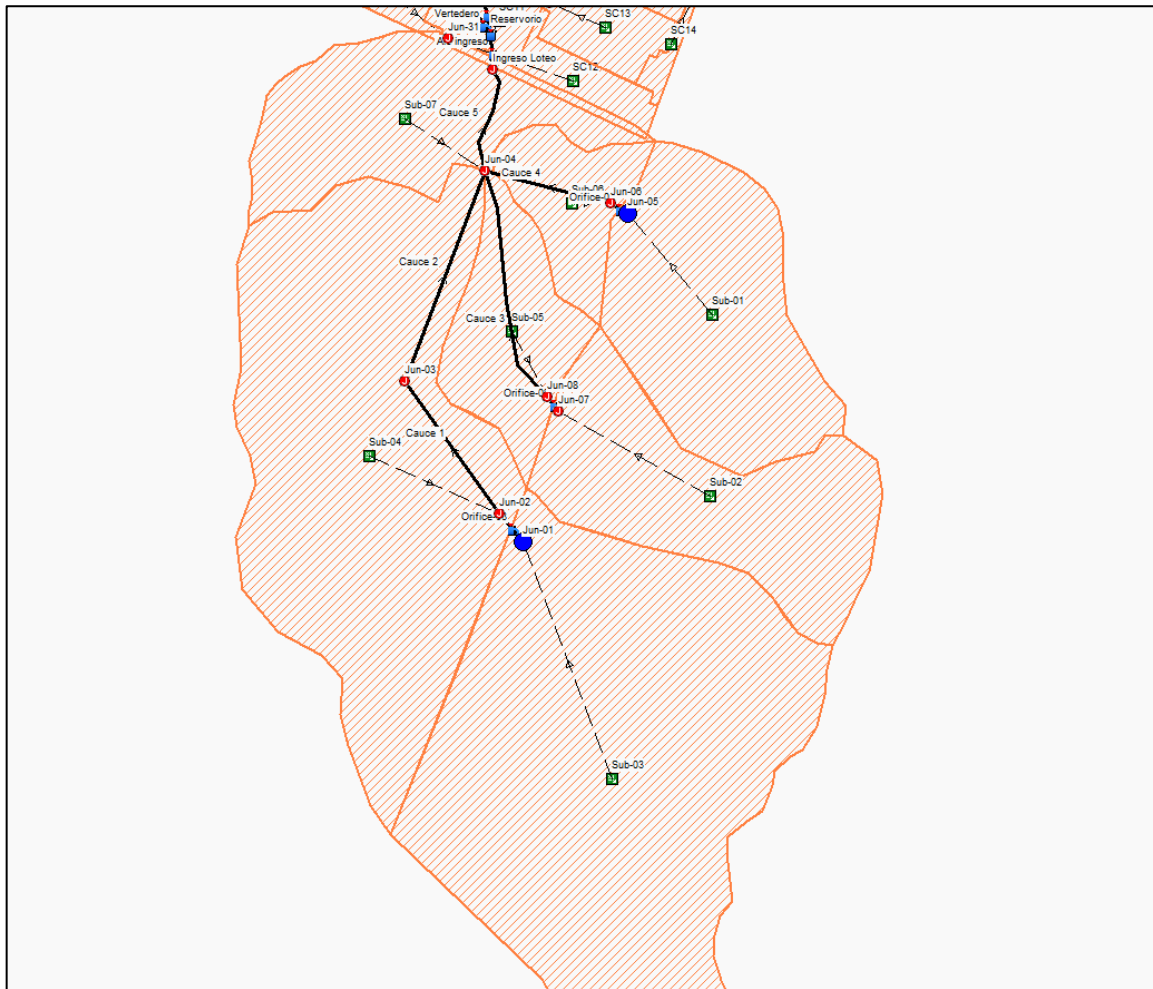


IMAGEN 9. FIGURA 4: TOPOLOGÍA DE LA CUENCA RURAL.

A.8.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO SWMM.

El diseño hidrológico se realizó utilizando el modelo SWMM, que nos permite ejecutar el proceso de determinación de parámetros hidrológicos (caudales, niveles de agua, volúmenes de escurrimiento y velocidades de flujo máximos) necesarios para el diseño de obras, para la implementación de medidas no estructurales y para la evaluación del impacto de los eventos hidrológicos en un sistema. El modelo de gestión de aguas pluviales EPA SWMM (Storm Water Management Model) de la Agencia de Protección del Medio ambiente de los Estados Unidos (USEPA, U.S. Environmental Protection Agency); es un modelo numérico que permite simular el comportamiento hidrológico - hidráulico de un sistema de drenaje urbano, tanto en términos de cantidad de agua como en la calidad de la misma. Este modelo lleva más de treinta años de uso en los Estados Unidos y se ha difundido por todo el mundo, siendo una herramienta de cálculo reconocida a nivel mundial. Este modelo fue desarrollado a principios de la década del 70 (Metcalf y Eddy Inc., 1971) y desde entonces fue actualizado y mejorado de acuerdo a los nuevos requerimientos informáticos, siendo quizás uno de los modelos más conocidos y ampliamente usados. Originalmente fue desarrollado como modelo de evento único pero la versión 4.0 permite la simulación tanto en forma de evento único como de evento continuo (Huber y Dickinson, 1992).

A.8.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Existen varias fórmulas experimentales para determinar el T_c , estas fórmulas expresan el T_c en función de las características físicas de la cuenca y en algunos casos, de la intensidad de lluvia. Para el cálculo del tiempo de concentración de las subcuencas se decidió utilizar la fórmula de Kirpich (1940):

$$T_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-0.385}$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración (min).

L : Longitud del flujo hasta la salida (pies).

S : Pendiente Media (pies).

También se debe considerar el tiempo de demora desde que cae en los techos hasta que llega a la salida, para ello se analiza el siguiente recorrido: Techo (inclinado), canaleta, caño de bajada, caño pluvial, cuneta. Este análisis determina un tiempo de 8.0 minutos.

Consideramos el mayor recorrido (o del que se obtenga el mayor T_c).

TABLA 9. ANÁLISIS DE PENDIENTE MEDIA Y TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE SUBCUENCAS.

SUBCUENCA	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	T.C. VIVIENDA (min)	T.C. KIRPICH (min)	T. TRANSPORTE (min)	T.C. TOTAL (min)
SC01	220.79	0.65	8.00	8.64	20.00	36.64
SC02	349.72	3.04	8.00	6.79	20.00	34.79
SC03	355.33	2.98	8.00	6.93	20.00	34.93
SC04	263.50	3.97	8.00	4.93	20.00	32.93
SC05	318.83	5.71	8.00	4.96	20.00	32.96
SC06	367.31	4.85	8.00	5.89	20.00	33.89
SC07	270.84	6.35	8.00	4.20	20.00	32.20
SC08	515.67	1.16	8.00	13.28	20.00	41.28
SC09	174.88	2.44	8.00	4.34	20.00	32.34
SC10	175.01	4.56	8.00	3.41	20.00	31.41
SC11	123.79	1.00	8.00	4.69	20.00	32.69
SC12	497.95	3.33	8.00	8.61	20.00	36.61
SC13	308.31	2.00	8.00	7.24	20.00	35.24
SC14	279.77	4.00	8.00	5.15	20.00	33.15
Sub-01	501.42	4.42	8.00	7.76	20.00	35.76
Sub-02	1275.28	5.52	8.00	14.62	20.00	42.62
Sub-03	794.45	5.32	8.00	10.31	20.00	38.31
Sub-04	1065.86	3.12	8.00	15.86	20.00	43.86
Sub-05	479.42	3.03	8.00	8.67	20.00	36.67
Sub-06	345.16	3.30	8.00	6.51	20.00	34.51
Sub-07	720.29	3.30	8.00	11.48	20.00	39.48

A.8.5 MÉTODO SEPARACIÓN PRECIPITACIÓN NETA EFECTIVA – CURVA NÚMERO.

Este método permite determinar la precipitación efectiva generada por una tormenta, por medio de funciones precipitación - escurrimiento directo. Está basado en una gran cantidad de datos de escurrimiento en parcelas experimentales y cuencas pequeñas de EUA, para tormentas de alta intensidad y corta duración (de 24 h de duración y menores). Los orígenes del método se remontan a miles de ensayos con infiltrómetros realizados por el SCS a fines de la década de 1930 y principios de la década de 1940 (Ponce et. al, 1995). El método se basa que para tormentas simples la relación entre los escurrimientos real y potencial es igual a la relación entre las pérdidas real y potencial:

$$Q = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+S} \quad \text{Válida para: } P \geq Ia \text{ y } S \geq Ia + F$$

Donde:

Q : Escurrimiento directo (precipitación efectiva) originada por una tormenta [mm].

P : Precipitación total de la tormenta [mm].

Ia : Pérdida inicial, a partir de la cual se genera escurrimiento directo [mm].

S : Pérdida potencial [mm].

$Ia + F$: Pérdidas reales de escurrimiento.

F : infiltración acumulada.

SCS determinó empíricamente la siguiente ecuación, en cuencas experimentales pequeñas:

$$Ia = 0.2 S$$

El parámetro S se expresa en función del parámetro Número de Curva, CN , cuyo valor numérico es más fácilmente manejable ($0 \leq CN \leq 100$).

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) 25.4$$

Donde:

CN : Número de curva [ad].

25.4: Convierte unidades.

A.8.6 TORMENTA DE DISEÑO – MÉTODO BLOQUES ALTERNOS.

El método de los bloques alternos se desarrolla siguiendo los pasos descritos a continuación:

- Seleccionar la duración total de la tormenta que depende de las características de la cuenca, si bien algunos autores establecen, como mínimo: $D = 1.5 T_c$, se recomienda evaluar detenidamente las pérdidas por infiltración, principalmente en cuencas rurales, dado que muchas veces el aporte de la cuenca completa se produce cuando $D > 2 T_c$.
- Se determina el intervalo de tiempo de trabajo Δt , este depende de las características físicas de la cuenca y del modelo de transformación Lluvia – Caudal que se utilice; la relación entre la duración de la tormenta D y el Δt debe ser un número entero.
- Calcular, para una recurrencia preestablecida, los valores de intensidad de lluvia en los tiempos Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, ..., D ; la cantidad de agua precipitada [mm] en cada intervalo de tiempo resulta de multiplicar la intensidad [mm/h] por el intervalo de tiempo correspondiente [h].
- De esta operación se obtiene la curva de precipitación acumulada en el tiempo.
- Hay que determinar la cantidad de agua caída en cada intervalo de tiempo de amplitud constante e igual a Δt haciendo $\Delta t \rightarrow P_1$; $2\Delta t \rightarrow P_2 - P_1$; $3\Delta t \rightarrow P_3 - P_2$; ...; $n\Delta t \rightarrow P_n - P_{n-1}$.

Una vez determinados los pasos anteriores el método consiste en ubicar el bloque de la máxima precipitación en el centro de la duración D y que el resto de los bloques se alternen en forma descendente y alternativa, a la izquierda y derecha del central. Algunos autores consideran que el bloque central se debe ubicar a $\frac{1}{4}$ de la duración D mientras que otros lo ubican a $\frac{3}{4}$ de D , es evidente que esté último criterio es el más desfavorable desde el punto de vista de la magnitud de la avenida resultante. En nuestro caso se consideró en ubicar el máximo en el centro de la duración de la tormenta. En la tabla a continuación se observa la tormenta de diseño generada a partir de las curvas IDF determinadas en los puntos anteriores.

TABLA 10. TORMENTA DE DISEÑO PARA 25 AÑOS DE RECURRENCIA.

TORMENTA DE DISEÑO (RECURRENCIA 25 AÑOS)					
TIEMPO (min)	TIEMPO (hrs)	INTENSIDAD (mm/hrs)	PRECIP. ACUM. (mm)	PRECIP. INCR. (mm)	TORMENTA DE DISEÑO
5.00	0.08	316.10	26.34	26.34	2.22
10.00	0.17	204.26	34.04	7.70	2.53
15.00	0.25	158.21	39.55	5.51	3.00
20.00	0.33	131.99	44.00	4.44	3.79
25.00	0.42	114.68	47.78	3.79	5.51
30.00	0.50	102.23	51.12	3.33	26.34
35.00	0.58	92.77	54.12	3.00	7.70
40.00	0.67	85.29	56.86	2.74	4.44
45.00	0.75	79.19	59.39	2.53	3.33
50.00	0.83	74.10	61.75	2.36	2.74
55.00	0.92	69.78	63.97	2.22	2.36
60.00	1.00	66.06	66.06	2.10	2.10

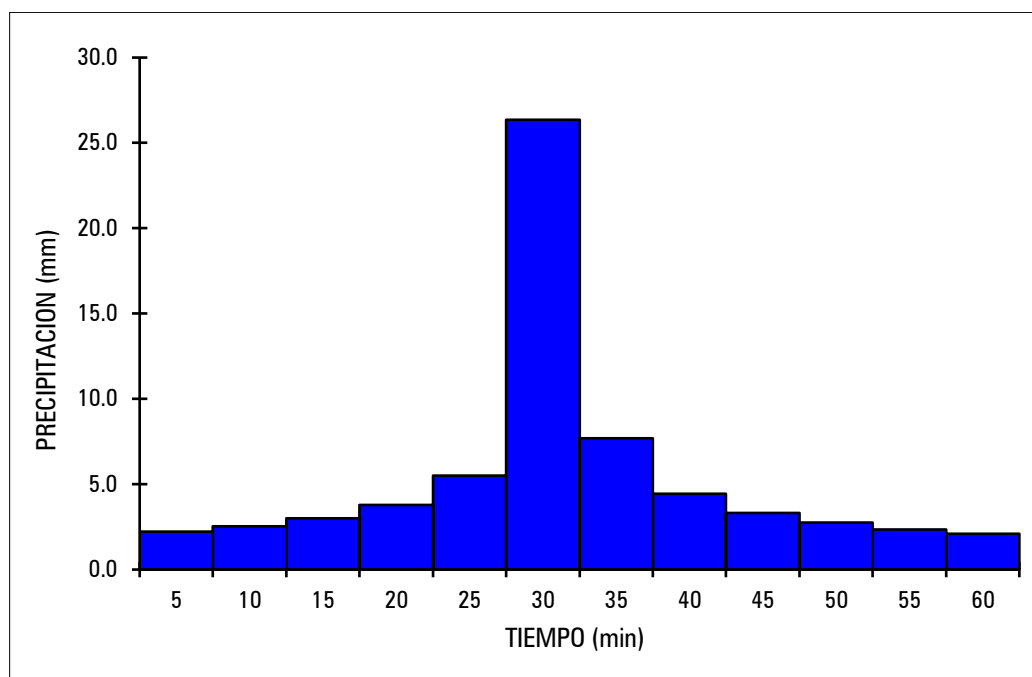


IMAGEN 10. TORMENTA DE DISEÑO PARA 25 AÑOS DE RECURRENCIA.

A.8.7 APLICACIÓN DEL MODELO.

En las tablas a continuación se detallan los datos extraídos de las subcuencas y conducciones para el desarrollo del modelo.

TABLA 11. DATOS DE CONDUCCIONES.

CANAL	LONGITUD (m)	COTA ENTRADA (m)	COTA SALIDA (m)	PENDIENTE (%)	RUGOSIDAD MANNING
Canal1	172.46	828.95	825.71	1.88	0.015
Canal2	25.00	825.71	825.74	-0.12	0.015
Canal3	172.52	825.74	824.81	0.54	0.015
Canal4	170.47	824.81	823.30	0.89	0.015
Cauce 1	375.11	874.00	865.00	2.40	0.032
Cauce 2	520.03	865.00	861.00	0.77	0.032
Cauce 3	556.24	874.00	861.00	2.34	0.032
Cauce 4	300.87	867.00	861.00	1.99	0.032
Cauce 5	325.55	861.00	828.57	9.96	0.032
Link-45	294.34	835.27	830.09	1.76	0.032
Link-46	175.00	830.09	824.81	3.02	0.032
Link-48	175.84	835.24	825.74	5.40	0.032

TABLA 12. DATOS DE SUBCUENCAS.

SUBCUENCAS	SUPERFICIE (has)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	PENDIENTE (%)	IMPERMEAB. (%)
SC01	2.53	220.79	114.59	0.65	25.0
SC02	4.88	349.72	139.54	3.04	25.0
SC03	4.89	355.33	137.62	2.98	25.0
SC04	2.01	263.50	76.28	3.97	25.0
SC05	4.25	318.83	133.30	5.71	25.0
SC06	4.85	367.31	132.04	4.85	25.0
SC07	2.44	270.84	90.09	6.35	25.0
SC08	4.87	515.67	94.44	1.16	25.0
SC09	7.35	174.88	420.28	2.44	25.0
SC10	1.43	175.01	81.71	4.56	25.0
SC11	2.24	123.79	180.95	1.00	25.0
SC12	4.12	497.95	82.74	3.33	25.0
SC13	4.60	308.31	149.20	2.00	25.0
SC14	1.09	279.77	38.96	4.00	25.0
Sub-01	27.39	501.42	546.25	4.42	25.0
Sub-02	26.17	1275.28	205.21	5.52	25.0
Sub-03	81.07	794.45	1020.45	5.32	25.0
Sub-04	64.64	1065.86	606.46	3.12	25.0
Sub-05	12.79	479.42	266.78	3.03	25.0
Sub-06	8.49	345.16	245.97	3.30	25.0
Sub-07	21.33	720.29	296.13	3.30	25.0

A.8.8 RESULTADOS HIDROLÓGICOS DEL MODELO.

Los resultados del modelo se presentan en las siguientes tablas.

TABLA 13. RESULTADOS DEL MODELO (CIRCULACIONES).

CANAL	CAUDAL (m3/seg)	VELOCIDAD (m/seg)	NUMERO DE FROUDE
Canal1	0.270	0.91	0.03
Canal2	0.701	1.08	0.31
Canal3	0.738	1.61	0.86
Canal4	0.835	1.49	0.77
Cauce 1	4.407	1.35	0.05
Cauce 2	1.993	2.59	0.77
Cauce 3	1.141	1.25	0.22
Cauce 4	0.001	0.01	0.00
Cauce 5	2.981	1.60	0.41
Link-45	0.025	0.17	0.53
Link-46	0.230	0.31	0.06
Link-48	0.171	0.37	0.03

TABLA 14. RESULTADOS DEL MODELO (SUBCUENCAS).

SUBCUENCAS	PRECIPITACION (mm)	PERDIDAS (mm)	ESCURRIMIENTO (mm)	CAUDAL PICO (m3/seg)	COEFICIENTE ESOCORRENTIA
SC01	66.05	62.17	3.20	0.11	0.048
SC02	66.05	62.17	3.20	0.21	0.048
SC03	66.05	62.17	3.20	0.21	0.048
SC04	66.05	62.17	3.21	0.09	0.049
SC05	66.05	62.17	3.21	0.19	0.049
SC06	66.05	62.17	3.21	0.21	0.049
SC07	66.05	62.17	3.22	0.11	0.049
SC08	66.05	62.17	3.20	0.19	0.048
SC09	66.05	62.17	3.22	0.32	0.049
SC10	66.05	62.17	3.24	0.06	0.049
SC11	66.05	62.17	3.22	0.10	0.049
SC12	66.05	62.17	3.20	0.18	0.048
SC13	66.05	62.17	3.20	0.20	0.048
SC14	66.05	62.17	3.21	0.05	0.049
Sub-01	66.05	62.17	3.20	1.18	0.048
Sub-02	66.05	62.17	3.20	1.02	0.048
Sub-03	66.05	62.17	3.20	3.38	0.048
Sub-04	66.05	62.17	3.19	2.47	0.048
Sub-05	66.05	62.17	3.20	0.54	0.048
Sub-06	66.05	62.17	3.20	0.37	0.048
Sub-07	66.05	62.17	3.20	0.88	0.048

B. DISEÑO Y CALCULO DE OBRAS.

Como resultado de los estudios, que forman parte del presente Proyecto se realiza el diseño de las obras necesarias, con características técnicas y geométricas indicadas en planos y especificaciones correspondientes. Las obras proyectadas, aseguran la vida útil de obras civiles públicas y privadas y brindan seguridad a la población futura de la urbanización y actual de sectores consolidados. La ejecución del presente Proyecto constituye una necesidad perentoria, en salvaguarda de intereses públicos y privados. No corresponde al presente estudio, asignación de responsabilidades por las consecuencias de un inadecuado manejo del recurso.

B.1 DISEÑO DE CALLES PARA EL DRENAJE PLUVIAL.

B.1.1 CRITERIOS GEOMÉTRICOS.

El perfil transversal típico de la calle enripiada a ejecutar en el loteo es simétrico al eje, con la cresta sobre éste y pendientes transversales hacia los cordones. Ésta pendiente será variable en forma lineal (con dos pendientes).

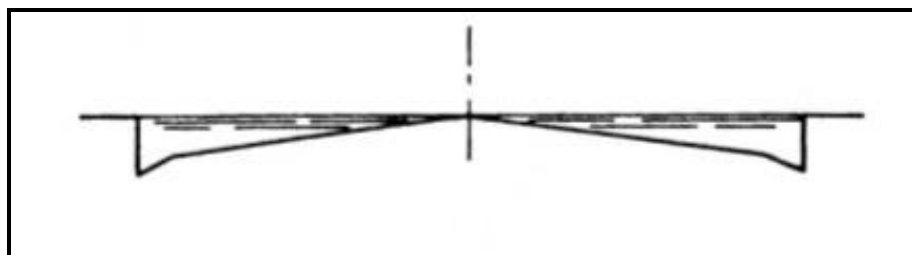


IMAGEN 11. PERFIL TRANSVERSAL TÍPICO DE UNA CALLE PAVIMENTADA.

B.1.2 PENDIENTE LONGITUDINAL.

Para permitir un drenaje adecuado, se adoptó una pendiente longitudinal mínima admisible de una cuneta es de 0.20 % acorde a la pendiente natural del terreno. A los fines de evitar riesgos a personas se adoptó el criterio de velocidad y tirante para prevenir riesgo de arrastre (Nanía, 1999).

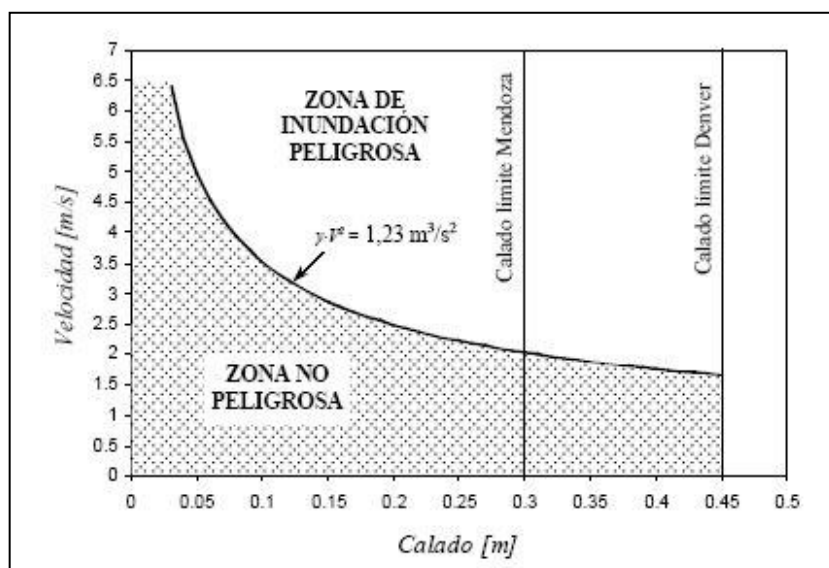


IMAGEN 12. GRAFICO VELOCIDAD – CALADO PARA CUNETAS.

B.1.3 PENDIENTE TRANSVERSAL.

La pendiente transversal de la calle se adoptó de modo tal de permitir un adecuado drenaje de la calzada y, además, permitir la abertura de las puertas de los vehículos cuando están estacionados cerca del cordón.

La pendiente mínima considerada se establece entre el 1 a 2 % para facilitar el drenaje de la pista, la misma se calcula en función de las necesidades de drenaje.

Las entradas particulares de vehículos deben ser ejecutadas dentro del ancho de la vereda y no sobre la cuneta. La pendiente de la entrada debe alcanzar una altura igual o mayor a la del cordón, tal que el flujo en la calzada no pueda derivarse hacia las propiedades adyacentes.

Se deben evitar las calles con coronamiento plano, debido a las dificultades para escurrir las aguas superficiales.

B.2 DISEÑO DE CUNETAS.

La capacidad de conducción admisible de un cordón cuneta para la lluvia menor se calcula en dos pasos:

- i) Se calcula la capacidad de conducción teórica, en base a la geometría y rugosidad, para el tirante o ancho anegado máximo admisible.
- ii) Se aplica un coeficiente reductor empírico, para contemplar las condiciones reales.

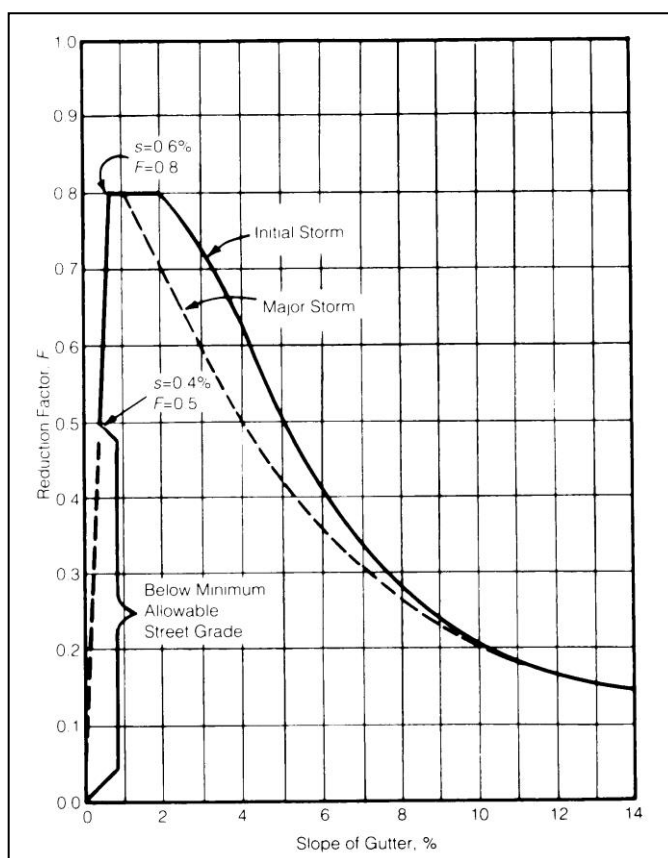


IMAGEN 13. ABACO PARA OBTENER EL FACTOR DE REDUCCION EMPIRICO (URBANDRAINAGE AND FLOOD CONTROL DISTRICT, 1984).

Para las secciones transversales de los cordones cuneta se consideró una forma triangular con el cordón formando el lado vertical del triángulo. Un cordón cuneta estándar tiene 0.20 m de profundidad máxima y 0.50 m de ancho. Se usan cordones más altos para conservar la capacidad de conducción después de la repavimentación, ya que ésta puede reducir la sección inicial. En las calles donde se permite el estacionamiento, se recomienda una cuneta de 0.90 m de ancho. La pendiente transversal adoptada para todas las calles es una pendiente compuesta de dos líneas rectas. Se usan también secciones parabólicas.

B.2.1 CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN TEÓRICA PARA SECCIÓN COMPUESTA.

La siguiente figura muestra el perfil transversal de un cordón cuneta de sección compuesta.

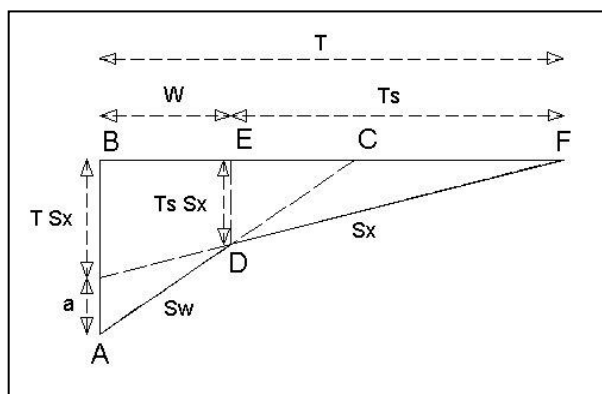


IMAGEN 14. CORDON CUNETA DE SECCION COMPUESTA.

El caudal total es igual a la suma de dos componentes:

$$Q = Q_w + Q_s$$

Donde:

Q : Caudal total en el cordón cuneta [m³/s].

Q_w : Caudal que escurre en el ancho W [m³/s].

Q_s : Caudal que escurre en el ancho T_s [m³/s].

Aplicando las ecuaciones de cálculo hidráulico a las secciones triangulares mencionadas se obtiene:

$$Q_{ABC} = \frac{0.375}{n S_w} (T S_x + a)^{2.667} S^{0.5}$$

$$Q_{DEC} = \frac{0.375}{n S_w} (T_s S_x)^{2.667} S^{0.5}$$

$$Q_{DEF} = \frac{0.375}{n S_x} (T_s S_x)^{2.667} S^{0.5}$$

Donde:

S_w : Pendiente transversal entre el quiebre de pendiente y el punto más bajo de la cuneta [m/m].

T : Ancho anegado [m].

S_x : Pendiente transversal entre el quiebre y el eje de calzada [m/m].

a : Depresión (del cordón cuneta o de la boca en solera) [m].

S : Pendiente longitudinal [m/m].

T_s : Ancho anegado con pendiente transversal S_x [m].

B.3 DIMENSIONADO DE CORDONES CUNETAS Y CALLES.

Aplicando los criterios, ecuaciones y metodologías mencionadas anteriormente se realizaron los cálculos y diseño de la cuneta para todas las calles. Mediante el software antes mencionado, SWMM, se verificó que el diseño de la cuneta pueda transportar el caudal de diseño con todas las pendientes que conforman las calles.

TABLA 15. RESULTADOS HIDRAULICOS DEL MODELO. VERIFICACION DE CANALES.

CANAL	CAUDAL (m3/seg)	VELOCIDAD (m/seg)	TIRANTE (m)	$T * Vel^2$	VERIFICACION ($T*Vel < 1.23$)
Canal1	0.270	0.91	0.22	0.182	SI
Canal2	0.701	1.08	0.32	0.373	SI
Canal3	0.738	1.61	0.22	0.570	SI
Canal4	0.835	1.49	0.26	0.577	SI
Cauce 1	4.407	1.35	0.53	0.966	SI
Cauce 2	1.993	2.59	0.51	1.140	SI
Cauce 3	1.141	1.25	0.12	0.188	SI
Cauce 4	0.001	0.01	0.06	0.000	SI
Cauce 5	2.981	1.60	0.29	0.742	SI
Link-45	0.025	0.17	0.03	0.001	SI
Link-46	0.230	0.31	0.10	0.010	SI
Link-48	0.171	0.37	0.09	0.012	SI

B.4 DISEÑO DE BOCA CALLE.

Para el diseño de las intersecciones (bocacalle) se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- En intersecciones de calles principales y secundarias, no se interrumpirá la pendiente de la calle principal, si es posible. Las cunetas opuestas de una calle en general se diseñan con un desnivel nulo de las cotas de fondo. En áreas con pendientes pronunciadas y particularmente en intersecciones, puede ser necesario implementar un desnivel no nulo. La siguiente figura se muestra la construcción de una intersección típica de una calle secundaria y una principal, cuando existe un desnivel entre las cotas de fondo de las cunetas opuestas.
- La capacidad de conducción de las bocacalles se mantienen uniformes con respecto a la capacidad de las cunetas.
- La sección de paso del agua a través de los bocacalles son triangulares de modo tal de permitir el paso sin inconvenientes de vehículos por sobre estas.
- Se asume que la pendiente longitudinal de la calle principal es continua en el tramo de boca calle y el coronamiento de la calle secundaria se mantendrá dentro de $\frac{1}{4}$ del ancho de la calle.
- Para que el flujo en el badén no sea significativo, se incorpora una reducción gradual de la capacidad de conducción de la cuneta superior.
- En calles principales la interferencia al tránsito originada por el flujo transversal sobre las sendas de rodamiento es inaceptable.
- Para evitar que pequeños flujos atraviesen las sendas de tránsito se mantiene una capacidad adecuada para la cuneta.

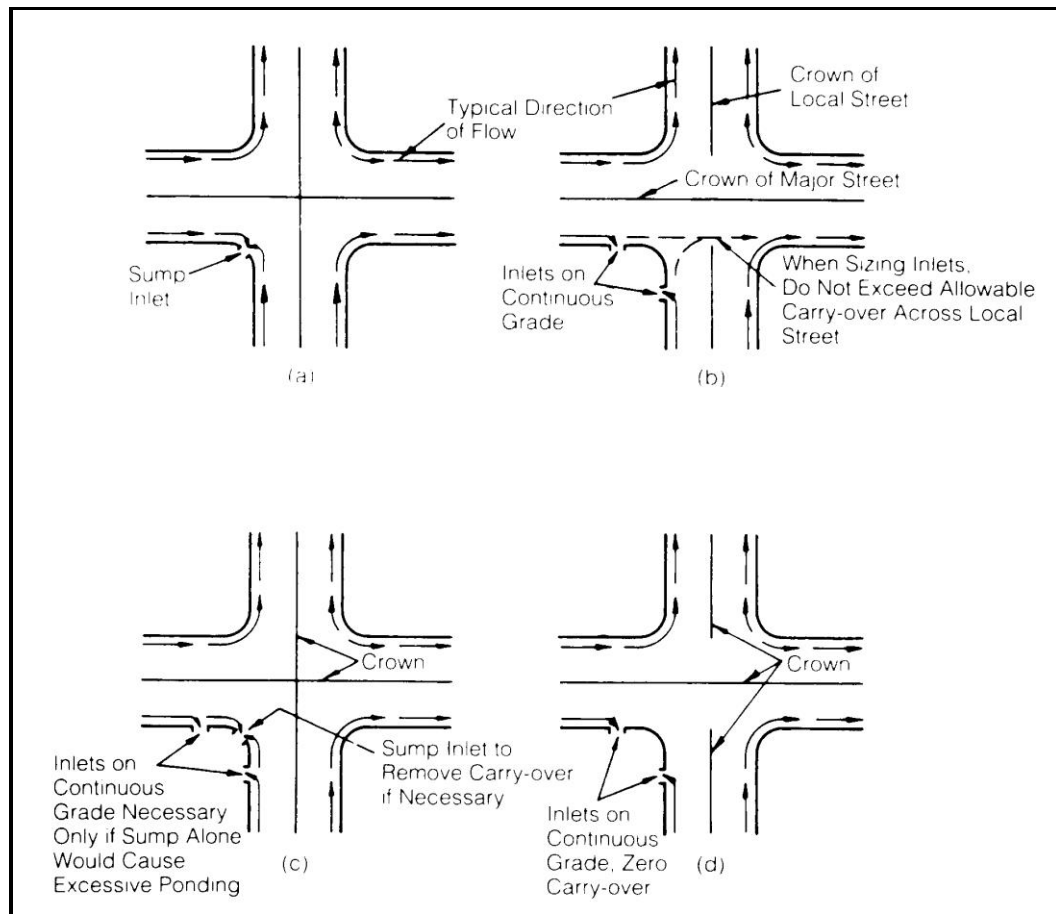


IMAGEN 15. ESQUEMA GENERAL DEL CRITERIO DE DISEÑO DE BOCACALLE.

B.5 REPRESA DE AMORTIGUAMIENTO DE CAUDALES.

En el espacio verde ubicado en el sector sur de la zona central del loteo se ejecutará un reservorio cuya función fundamental será la de amortiguamiento de caudales picos que ingresan al predio desde las cuencas rurales externas. Esta represa descarga a gravedad directamente al canal colector de la circulación secundaria 6. El volumen total del vaso es de 5000 m³ aproximadamente.

La captación de los caudales externos la realiza mediante una alcantarilla tipo DNV O-41211, de dos vanos de secciones rectangulares de 2.00 m de base por 1.00 de altura cada uno.

El desagote hacia el canal colector se realiza mediante una cámara de descarga que se empalma al mismo a través de una alcantarilla de hormigón armado, de sección rectangular de 1.00 m de base por 1.00 m de alto. La cámara posee dos tipos de desagote: el primario, que consiste en aberturas laterales a lo largo de toda la longitud del tabique materializados por caños de PVC 160 mm; y el secundario, compuesto por una reja metálica ubicada en la parte superior de la misma.

TABLA 16. CURVA ALTURA-VOLUMEN DEL RESERVORIO.

ALTURA m	AREA m ²	VOLUMEN m ³
0.00	0.00	0.00
0.20	177.30	17.73
0.40	597.85	119.57
0.60	1175.40	352.62
0.80	1801.37	720.55
1.00	2678.96	1339.48
1.20	3755.38	2253.23
1.40	5052.93	3537.05
1.60	6462.58	5170.06

B.6 CANAL COLECTOR.

En la platibanda central de la circulación secundaria 6 se proyectó un canal colector de hormigón de sección trapecial, que tiene como vertido final el curso natural de agua que se genera en el tramo central del loteo por medio de una cámara de captación.

El canal capta casi la totalidad del excedente pluvial del loteo, tanto los que provienen desde la represa amortiguamiento de caudales como los que llegan desde las calles, que ingresan al mismo por medio de rejas y por captaciones en los cordones cunetas.

Cabe destacar que el canal presenta una sección transversal trapecial con altura variable y bases fijas, debido a las distintas obras de captación y de cruce.

Los cruces de calles se resuelven a partir de alcantarillas de hormigón armado se sección rectangular, con ancho igual al de la base menor del canal.

B.7 DISEÑO DE OBRAS DE DESCARGA.

Como ya se dijo anteriormente, el sistema de desagües pluviales proyectado tiene dos cuerpos receptores: la cuneta de la Ruta Provincial N°25 y el escurrimiento natural en dirección Sur-Norte que se genera en el tramo central del predio.

La descarga de este último se realiza desde la boca de salida de la cámara de captación con reja ubicado al final del canal colector. Las dimensiones de la boca de salida y la solera de disipación procuran un escurrimiento laminar y controlado.

Debido a la topografía y diseño del loteo, la descarga hacia la cuneta de la RP25 se realiza en tres puntos distintos, a través de badenes y revestimiento de la misma en la zona de descarga para evitar la socavación.

Por lo tanto, el parque industrial tiene en total 4 obras de descarga hacia los cuerpos receptores. A continuación, se presentan los caudales de salida del mismo determinados mediante el modelo hidráulico.

TABLA 17. RESULTADOS HIDRUALICOS DEL MEDELO. CAUDALES DE DESCARGA.

OBRA DE DESCARGA	TIPO DE OBRA	CUERPO RECEPTOR	CAUDAL (lps)
OD1	Camara y solera de laminación.	Cauce natural	843.76
OD2	Badén y revestimiento de cuneta.	Cuneta RP25	107.49
OD3	Badén y revestimiento de cuneta.	Cuneta RP25	211.18
OD4	Badén y revestimiento de cuneta.	Cuneta RP25	211.06

En todos los casos se verifica que el caudal de descarga postdesarrollo es menor o igual al caudal de predesarrollo, la cual es la condición fundamental con la que se proyectó el presente sistema de desagües pluviales.

B.8 SERVIDUMBRE DE GASODUCTOS.

El predio es atravesado en el sector Norte por gasoductos de la empresa Transportadora de Gas del Norte S.A. En los cruces de estos con las circulaciones se deberán ejecutar las obras indicadas en los planos IP-EXT-015 BIS y IP-EX-T-019 de la licenciataria de transporte y distribución de gas, los cuales se adjuntan al presente informe.

Es de suma importancia aclarar, que al momento de realizar trabajos en la zona de gasoductos se deben dar los avisos y gestionar los permisos correspondientes a la empresa licenciataria.