

CONDICIONES DE LA TORMENTA	d=[minutos]	60
	TR=[años]	5
	P=[mm]	43,828

Pico en 1° Sextil

t [min]	P [mm]
10	23,67
20	7,60
30	5,29
40	3,55
50	2,28
60	1,45

Pico en 2° Sextil

t [min]	P [mm]
10	7,45
20	21,48
30	7,45
40	3,07
50	3,20
60	1,19

Pico en 3° Sextil

t [min]	P [mm]
10	4,93
20	8,22
30	16,95
40	6,50
50	5,55
60	1,68

CONDICIONES DE LA TORMENTA	d=[minutos]	180
	TR=[años]	5
	P=[mm]	92,052

Pico en 1° Sextil

t [min]	P [mm]
30	33,51
60	10,76
90	7,49
120	5,03
150	3,23
180	2,05

Pico en 2° Sextil

t [min]	P [mm]
30	10,55
60	30,41
90	10,55
120	4,34
150	4,52
180	1,68

Pico en 3° Sextil

t [min]	P [mm]
30	6,86
60	11,64
90	34,00
120	8,20
150	7,86
180	2,38

CONDICIONES DE LA TORMENTA	d=[minutos]	60
	TR=[años]	100
	P=[mm]	86,130

Pico en 1° Sextil

t [min]	P [mm]
10	46,51
20	14,93
30	10,40
40	6,68
50	4,48
60	2,64

Pico en 2° Sextil

t [min]	P [mm]
10	14,54
20	42,31
30	14,54
40	5,03
50	5,28
60	2,33

Pico en 3° Sextil

t [min]	P [mm]
10	9,69
20	16,15
30	33,91
40	12,77
50	10,91
60	3,30

CONDICIONES DE LA TORMENTA	d=[minutos]	180
	TR=[años]	100
	P=[mm]	121,972

Pico en 1° Sextil

t [min]	P [mm]
30	85,86
60	21,14
90	14,72
120	9,85
150	6,54
180	4,03

Pico en 2° Sextil

t [min]	P [mm]
30	20,74
60	56,77
90	20,74
120	8,64
150	8,89
180	3,31

Pico en 3° Sextil

t [min]	P [mm]
30	13,72
60	22,67
90	47,17
120	18,09
150	15,45
180	4,67

Tabla 8: Hietogramas de diseño.

Estas láminas representan los hietogramas que serán utilizados en la modelación hidrológica:

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS


 PARQUE INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Gdor. JORGE MANTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 30-71422113-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PARQUE INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO DE LAS VARILLAS S.E.M.
 ING. CIVIL
 S.R. BOGGER

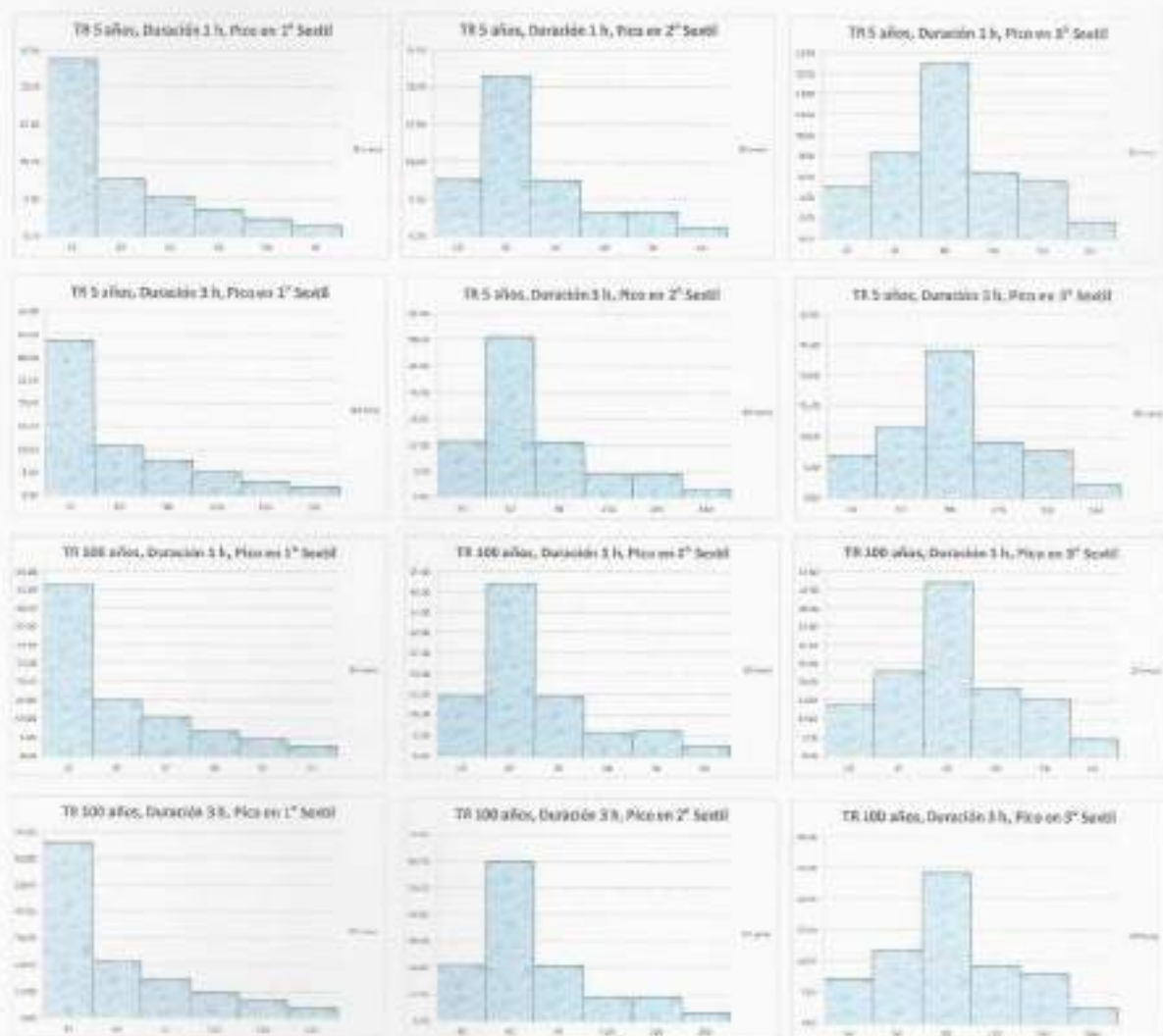


Figura 16: Histogramas de diseño.

Ahora, con los datos de lluvia obtenidos y las características de la cuenca, procedemos a realizar la modelación propiamente dicha.

Modelación con Modelo de Transferencia tipo Hidrograma Unitario SCS

El hidrograma adimensional del SCS (Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU.) es un hidrograma unitario sintético en el cual se expresan los caudales en función del caudal pico, qp y los tiempos en función del tiempo al pico, Tp (Figura 17 a). Los valores de qp y Tp se estiman basándose en el hidrograma unitario triangular del SCS (Figura 17 b).

Basándose en una gran cantidad de hidrogramas unitarios, el SCS sugiere que el tiempo de recesión puede aproximarse a 1,67 Tp. Como el área del hidrograma es igual a 1 cm, se demuestra que:

$$q_p = 2,08 \times A / T_p$$

Ec. 1

Las Varillas - Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLENSES


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.A.
 Cdr. JORGE Moya
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-72422137
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PABLO RODRIGUEZ
 202-41115
 411150000

donde q_p es el caudal pico [$m^3/s\cdot cm$], A es el área de drenaje [km^2] y T_p es el tiempo al pico [hs]

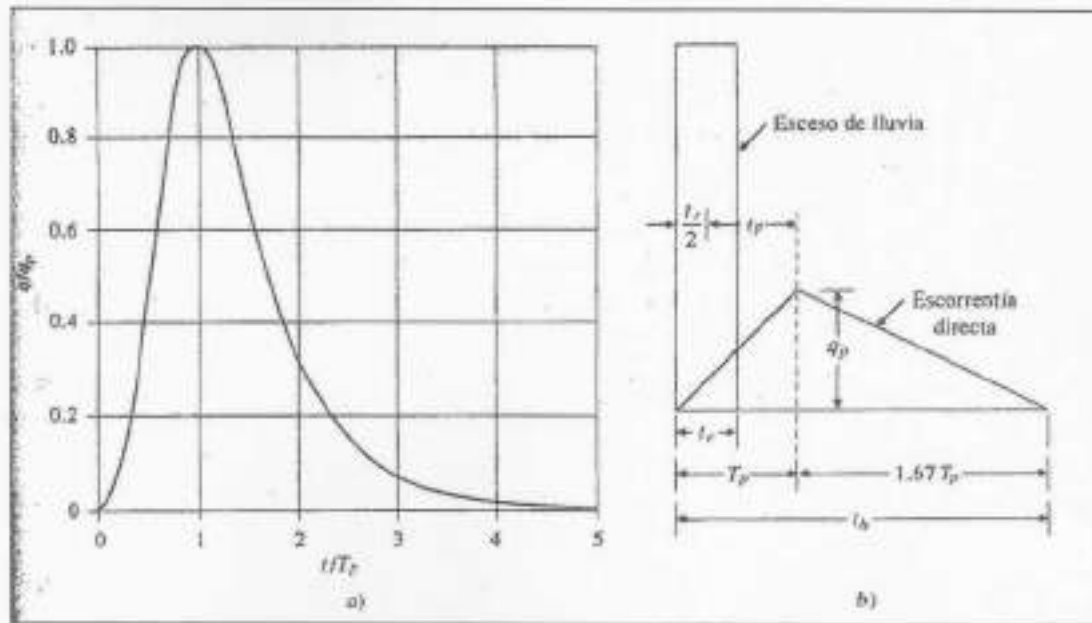


Figura 17: a) hidrograma adimensional del SCS; b) hidrograma unitario triangular. Fuente: Chow et al. 1994

Tiempo de concentración de la cuenca, T_c .

De acuerdo con esta definición, podría calcularse el tiempo de retardo, t_p , también llamado *lag*, como:

$$t_{lag} = 0,6 \times T_c$$

Ec. 2

Este valor es el que el programa necesita como dato para realizar la transformación.

Para la cuenca de estudio, se especificó un tiempo $t_{lag} = 0.6 \times T_c$

Se adjuntan los hidrogramas de salida de cada cuenca, para los TR de 5 y 100 años:

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEROS

PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
QUIT. 90-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CDA.
TEL. 09533 - 422150

PABLO BRESSANO
ING. CIVIL
M. N. 20040

Resultados Estado Actual:

Para la cuenca interna en estado natural, los resultados que muestran un pico más alto, se corresponden con una duración de 3 hs, y con el pico en el 2° sextil para ambas recurrencias. Se muestran a continuación los resultados totales, y los hidrogramas de salida de las tormentas que arrojaron los picos máximos:

CAUDALES (m³/s)		ESTADO ACTUAL					
TR	5 AÑOS	Duración 1 h			Duración 3 hs		
		Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.	Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.
		0.4800	0.5000	0.5600	0.6400	0.8200	0.6000
100 AÑOS	100 AÑOS	Duración 1 h			Duración 3 hs		
		Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.	Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.
		2.57	2.8	3.04	2.730	3.590	3.420

Tabla 9: Caudales obtenidas por Hidrograma Unitario SCS para el estado actual.

TR = 5 años.

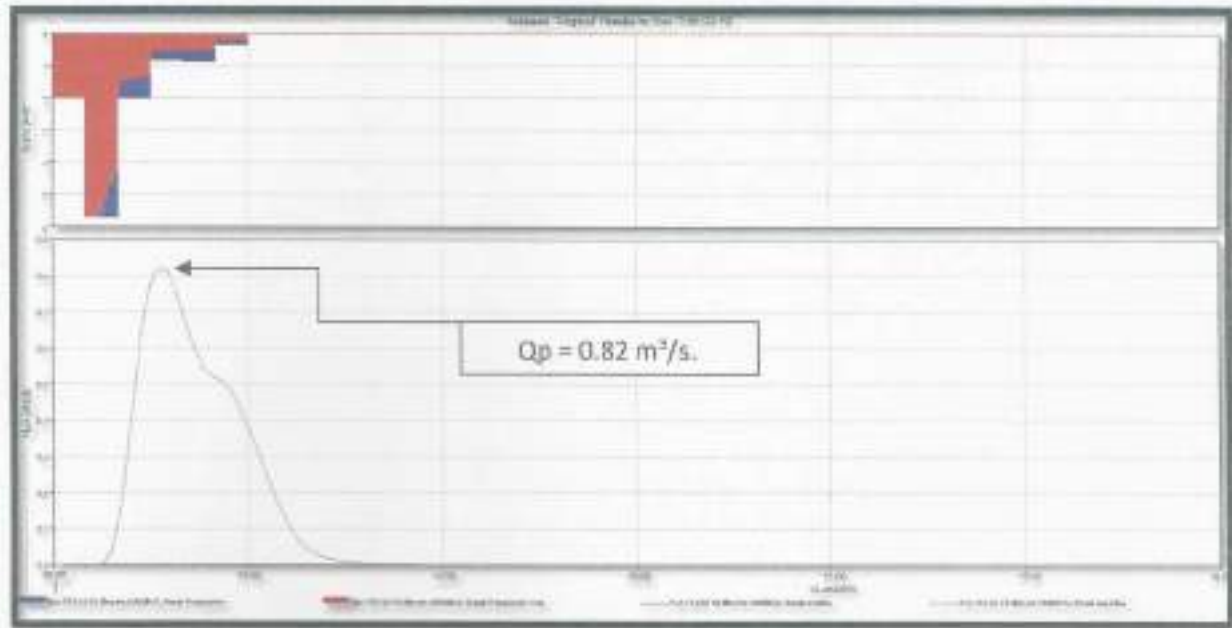


Figura 18: Hidrograma obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR = 5 años.

TR = 100 años.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
ENTRISA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.



Figura 19: Hidrograma obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR=100 años.

Determinación de caudales para la situación futura.

Para la estimación de caudales en la situación futura se contó con un proyecto preliminar de la distribución de lotes y calles dentro de la parcela. Esta situación lleva a modificar los escurrimientos, induciendo que los mismos sean dirigidos hacia los canales existentes. Lo que aquí se realiza es modificar el uso de suelo, reemplazándolo por el uso residencial que tendrá el futuro emprendimiento.

Para ello se considera al emprendimiento con la totalidad de las parcelas ocupadas y sobre cada una de ellas se aplica un factor de ocupación de suelo de 60% (0.6). También se considera a la totalidad de las calles en la condición de pavimentadas. Todo esto de modo de generar la situación más desfavorable (menos permeable) del terreno. Otro aspecto a considerar aquí es el escurrimiento futuro, el que se modificará dadas las características del terreno, y para favorecer los escurrimientos hacia los puntos de descarga. De esta manera, se pueden definir subcuencas internas, las que se muestran a continuación:

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERAS


 PARQUE INDY TEN. DE LAS VARILLAS S.R.L.
 Cdor. JORGE MARTIN
 PRESIDENTE
 QUIT.: 90-71422112-0
 SARMIENTO 85 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PABLO ESCOBAR
 ING. CIVIL
 M.A. 00000



Figura 20: Subcuencas futuras.

Trabajando de igual manera, podemos obtener los T_c para cada una de las subcuencas antes descritas:

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO L. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS


 PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 01533 - 422150


 PABLO BRESSANO
 Cdr. Pablo Bressano

CUENCA	Superficie (km ²)	Long. Drenaje (km)	H máx (m)	H mín (m)	DH (m)	Pendiente media (‰)	Tc				
							Kirpich (min)	Dooge (min)	Br.W (min)	Clark (min)	Promedio (min)
A1	0.0158	0.284	158.35	156.08	2.27	0.00116	25.41	12.63	24.24	12.78	17.91
A2	0.0166	0.181	154.25	150.01	4.24	0.00125	15.00	13.06	15.70	13.49	14.32
A3	0.0396	0.148	169.01	155.73	13.28	0.00158	10.87	5.77	12.33	8.60	10.42
A4	0.0360	0.313	156.04	155.89	0.15	0.00125	21.41	15.26	25.58	16.75	19.63
A5	0.0105	0.194	155.93	155.61	0.32	0.00174	12.31	5.95	15.10	8.87	11.81
A6	0.0226	0.291	153.24	155.58	0.06	0.00021	40.45	19.50	33.88	26.30	30.08
A7	0.0104	0.152	155.50	155.23	0.27	0.00178	10.71	9.87	12.43	8.76	10.44
B1	0.0140	0.248	156.38	156.03	0.35	0.00133	17.45	11.71	20.87	11.38	15.35
B2	0.0131	0.188	156.05	155.84	0.21	0.00112	15.05	11.75	15.48	11.55	13.72
B3	0.0180	0.290	155.57	155.56	0.01	0.00107	21.62	13.79	24.72	14.57	18.62
B4	0.0444	0.470	156.82	155.31	15.51	0.00108	30.85	18.48	35.60	24.00	27.76
B5	0.0255	0.300	155.89	155.12	0.77	0.00250	10.17	13.45	21.52	13.47	16.10
B6	0.0412	0.441	155.85	154.80	0.85	0.00193	23.57	17.12	31.93	19.35	22.74
B7	0.0313	0.366	156.22	154.50	1.72	0.00107	20.26	15.26	25.27	15.38	18.54
C1	0.0159	0.374	155.77	155.35	0.42	0.00112	20.50	12.72	32.13	12.93	20.84
C2	0.0093	0.213	155.42	155.16	0.26	0.00132	10.05	10.05	18.00	9.16	13.56
C3	0.0150	0.344	155.23	154.84	0.39	0.00113	22.88	13.39	29.66	12.44	19.60
C4	0.0156	0.227	154.81	154.57	0.24	0.00150	15.53	19.25	19.17	9.34	13.68
R	0.0485	0.320	154.10	154.00	0.10	0.00050	38.50	25.27	32.78	37.31	33.41

Tabla 10: Tiempo de concentración.

Luego, dividiendo las correspondientes áreas de cada subcuenca entre calles pavimentadas, espacios verdes y residencial, es posible determinar para cada una de ellas las modificaciones de uso de suelo de los mismos, como se muestra en la siguiente tabla:

Cuenca	Área pavimentada	Área esp. Verde	Área residencial	Área esp. Verde Residencial	Área construcción	% Esp. Verde
A1	0.01117	0.0023	0.00242	0.0010	0.0015	21
A2	0.00776	0.0012	0.0076	0.0030	0.0045	26
A3	0.00168	0.0014	0.0066	0.0026	0.0039	42
A4	0.00386	0.0029	0.0192	0.0077	0.0115	41
A5	0.00239	0.0015	0.0066	0.0026	0.0039	40
A6	0.00345	0.0027	0.0164	0.0066	0.0099	41
A7	0.00191	0.0016	0.0069	0.0027	0.0041	42
B1	0.00541	0.0072	0.0014	0.0006	0.0008	55
B2	0.00379	0.0022	0.0071	0.0029	0.0043	39
B3	0.00428	0.0049	0.0099	0.0039	0.0059	46
B4	0.00745	0.0084	0.0286	0.0114	0.0172	45
B5	0.00624	0.0064	0.0128	0.0051	0.0077	45
B6	0.00691	0.0080	0.0263	0.0105	0.0158	45
B7	0.00761	0.0079	0.0158	0.0063	0.0095	45
C1	0.00394	0.0039	0.0080	0.0032	0.0048	45
C2	0.00297	0.0027	0.0036	0.0014	0.0021	45
C3	0.00370	0.0041	0.0072	0.0029	0.0043	47
C4	0.00303	0.0034	0.0042	0.0017	0.0025	48
R	0.00337	0.0461	0.0000	0.0000	0.0000	93

Tabla 11: Modificaciones de uso de suelo en situación futura.

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71422112-0
 SARRIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03593 - 422150


PABLO BRESSANO
 ING. CIVIL
 S.N. BOGAS

En la última columna se muestra el porcentaje de terreno de la cuenca que quedaría sin modificar, de modo de tener una idea clara de cuánto es la variación que debemos suponer en los métodos para estimar caudales.

Refiriéndonos a las modelaciones a realizar, lo que cambia también es el valor de CN, ya que ahora contamos con un tipo de suelo diferente al de la situación actual. Para su determinación, se tomaron las superficies que ocupa cada tipo de suelo y se asignó un valor de CN a cada uno de la Tabla 5, para luego ponderar los mismos dada la superficie de cada uno de ellos.

Se consideraron 3 tipos de CN;

- Pavimentos: 98
- Construcciones: 100
- Espacios verdes: 69

Con lo que los valores resultantes de CN son los mostrados en la tabla siguiente:

Cuenca	Área pavimentada CN = 98	Área esp. Verde CN = 67	Área residencial	Área esp. Verde Residencial CN=67	Área construcción CN=100	% Esp. Verde	APV's CN=98	AEV's CN=67	ACons CN=100	CN = (APV/AEV/ACons)
A1	0,0117	0,0020	0,00243	0,0010	0,0015	21	1,0640	0,2181	0,1464	92
A2	0,03776	0,0012	0,0076	0,0030	0,0045	26	0,7004	0,2346	0,4636	81
A3	0,09188	0,0014	0,0066	0,0026	0,0039	42	0,1646	0,2608	0,3942	86
A4	0,00386	0,0029	0,0192	0,0077	0,0115	41	0,3782	0,7102	1,1497	88
A5	0,00259	0,0018	0,0066	0,0026	0,0039	46	0,2046	0,2787	0,3942	86
A6	0,0045	0,0027	0,0164	0,0066	0,0099	41	0,3081	0,6021	0,6958	86
A7	0,00191	0,0014	0,0066	0,0027	0,0041	42	0,7872	0,2623	0,4116	86
B1	0,00641	0,0072	0,0014	0,0009	0,0009	48	0,8298	0,5198	0,2838	81
B2	0,00079	0,0022	0,0071	0,0029	0,0043	36	0,3768	0,3360	0,4291	87
B3	0,00428	0,0048	0,0089	0,0030	0,0050	46	0,4194	0,3804	0,5913	84
B4	0,00745	0,0064	0,0086	0,0154	0,0172	48	0,7304	1,3268	1,7164	86
B5	0,00624	0,0064	0,0128	0,0051	0,0077	48	0,8112	0,7113	0,7702	88
B6	0,00661	0,0063	0,0060	0,0100	0,0100	48	0,8770	1,2190	1,5700	86
B7	0,00761	0,0079	0,0188	0,0063	0,0095	48	0,7454	0,2830	0,3930	86
CT	0,00194	0,0039	0,0080	0,0032	0,0049	46	0,3660	0,4790	0,6829	86
C2	0,00287	0,0027	0,0056	0,0014	0,0021	46	0,2600	0,3750	0,2146	86
C3	0,00370	0,0041	0,0072	0,0029	0,0040	47	0,3626	0,4880	0,6200	84
C4	0,00323	0,0034	0,0042	0,0017	0,0025	48	0,2070	0,3408	0,2904	84
B	0,00337	0,0461	0,0060	0,0000	0,0000	99	0,3300	0,0888	0,0000	69

Tabla 12: Determinación de CN para subcuencas en estado futuro.

Modelación con empleo de modelos computacionales (HEC - HMS)

Con los datos antes arribados, fue posible representar la cuenca del emprendimiento, con sus subcuencas en el modelo:

Las Varillas - Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.H.
Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 90-71422112-C
 SARRIENITO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03533 - 422150


CARLOS BRESSANO
 ING. CIVIL
 M.E. BRESSANO

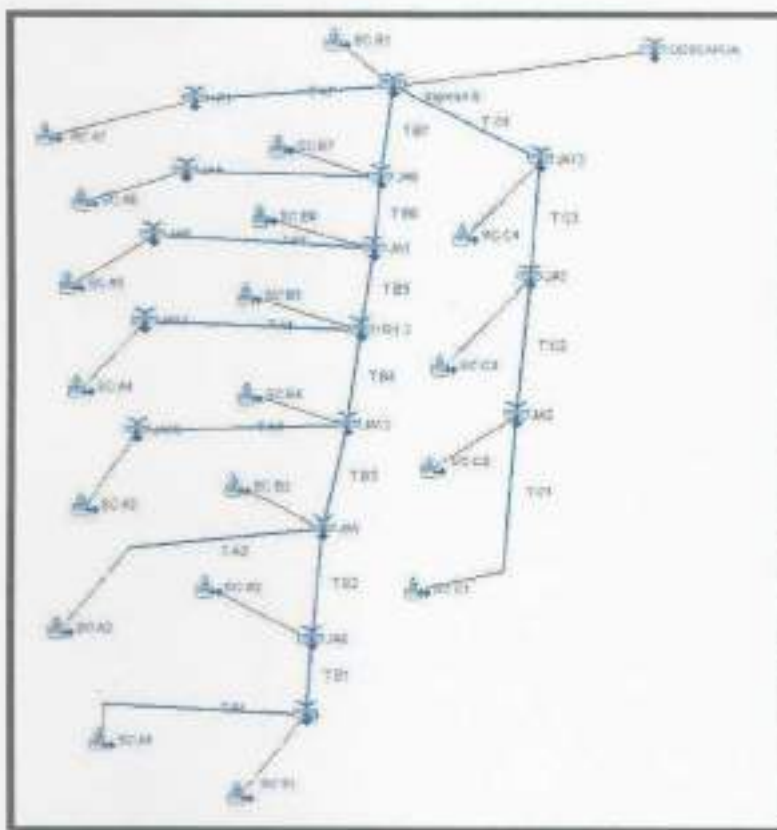


Figura 21: Esquemático de modelación con HEC-HMS sin regulación.

Modelo de transferencia tipo SCS

Incluyendo los valores de CN y Tc para la situación futura, y estimando los tránsitos mediante el Método de Muskingum, con el coeficiente K correspondiente al tiempo de concentración dado por Kirpich, dado que la corriente se encuentra dentro de un cauce que es la calle, y adoptando el valor X = 0.002, se llega a los siguientes resultados:

Los caudales máximos para las diferentes salidas se muestran a continuación:

Descarga Estado Futuro Sin Regulación:

Para esta situación los máximos caudales alcanzados se dan para duración de 3 horas y pico en el 2° sextil para ambas recurrencias:

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLENSE


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.S.M.
 Cdo. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 30-71422132-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PABLO BRESSANO
 ING. CIVIL
 R.F. 20066

CAUDALES [m ³ /s]		ESTADO FUTURO SIN REGULACIÓN					
TR	5 AÑOS	Duración 1 h			Duración 3 hs		
		Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.	Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.
		1.34	1.38	1.41	1.6	1.84	1.72
100 AÑOS	100 AÑOS	Duración 1 h			Duración 3 hs		
		Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.	Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.
		3.750	3.890	4.000	4.12	4.57	4.62

Tabla 13: Caudales de Descarga futura sin regulación obtenidos por Hidrograma Unitario SCS para estado futuro

TR = 5 años.

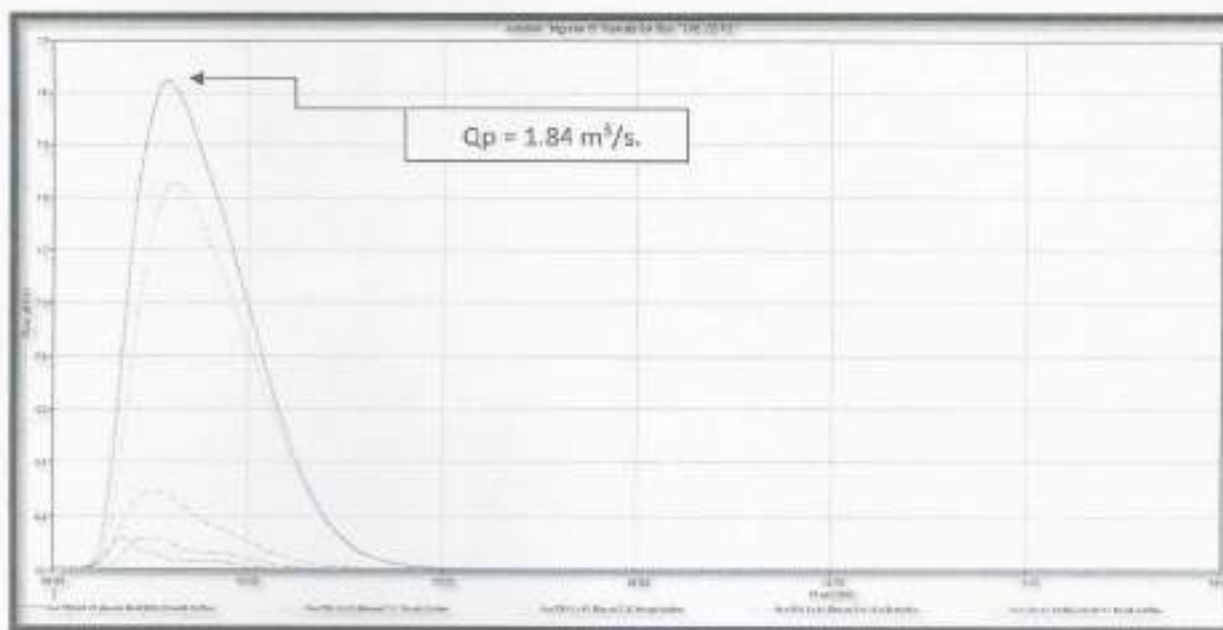


Figura 22: Hidrograma de Descarga futura sin regulación obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR = 5 años.

TR = 100 años:

Las Varillas – Agosto de 2021

[Signature]
ING. CIVIL DIEGO E. MONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 30-71422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TBC: 08882 - 422150

[Signature]
PABLO BERRIO
 ING. CIVIL
 I.E. 2004/2

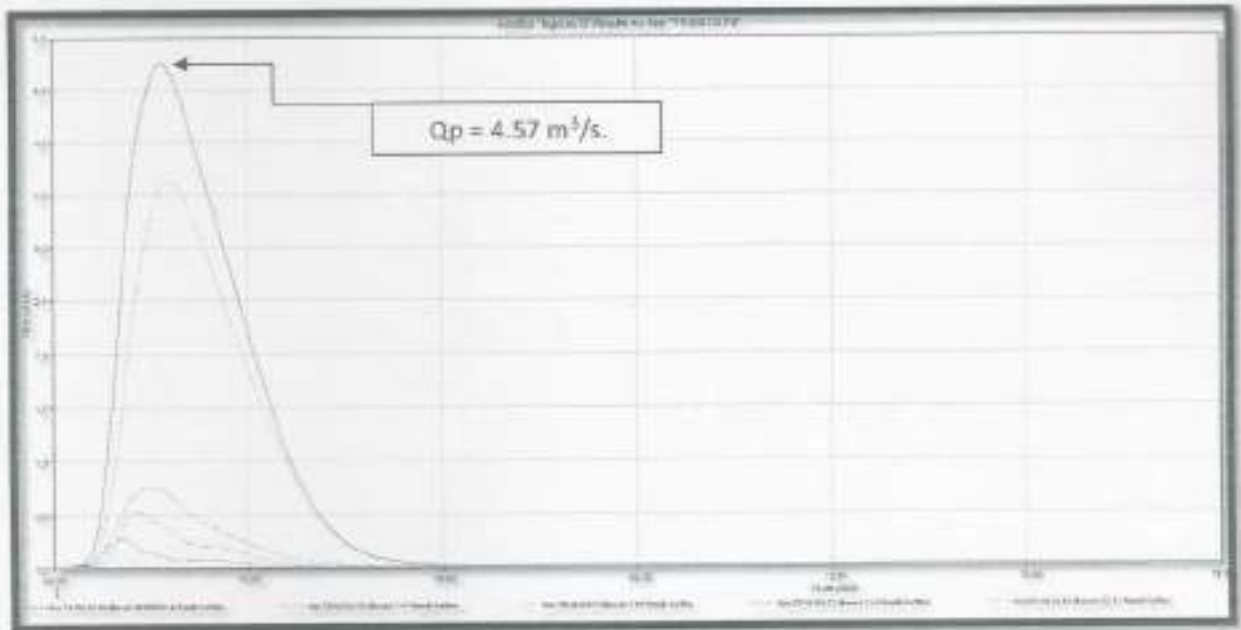


Figura 23: Hidrograma de Descarga futura sin regulación obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR=100 años.

Resultados obtenidos:

Evaluando las crecidas en estado futuro respecto del estado natural, vemos como los caudales se incrementan para la situación futura respecto de la situación actual.

Caudales obtenidos [m3/s]				
Salida	TR = 5 años		TR = 100 años	
	Estado actual	Estado Futuro	Estado actual	Estado Futuro
Parque Industrial	0.820	1.840	3.590	4.570

Tabla 14: Caudales obtenidos y adoptados en situación futura.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLESES


 PARQUE IND Y TECN. DE LAS VARILLAS S.S.M.
 Cdor. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71422112-0
 SARRIENTO 89 - LAS VARILLAS - CDA.
 TEL.: 03533 - 422130


 PABLO FRESCO
 ING. CIVIL
 S.A. EDUAR

Proyecto y Verificación de Reservorio

Como es de esperar que los escurrimientos futuros superen en magnitud a los correspondientes al estado natural, se considera apropiado la utilización del espacio verde ubicado al norte del emprendimiento como reservorio, de modo de atenuar las crecidas, almacenando el excedente hídrico en su superficie y liberándolo mediante una descarga controlada. Debido a ello es que se define la laguna de retención a continuación.

Con estas consideraciones, se realiza una pequeña profundización de la zona de espacio verde, llegando a niveles inferiores al del cordón cuneta de entrada (154.50 m), y con pendiente hacia la obra de salida, donde se colocará una obra de descarga compuesta por un descargador de fondo a cota de fondo del reservorio (154.00 m), materializado mediante 6 líneas de tubos circulares de PVC de 200 mm de diámetro cuya salida será hacia la cuneta colindante con el emprendimiento que la dirigirá hacia el canal existente al este, la longitud de dicha tubería se estima en 3.00 m. Estos tubos deben ser suficientes para atenuar la crecida de 5 años de recurrencia. La obra de descarga se completa con un vertedero que permita la salida controlada para la crecida de 100 años de recurrencia a cota de 154.25 m, siendo el ancho del mismo de 7.00m. El reservorio debe estar rodeado en su totalidad por un pequeño alteo, el que se deberá hacer a una cota mínima de 154.50 m, para ser capaz de contener las crecidas proyectadas. Se espera que para la crecida de 100 años de recurrencia, no se alcance esta cota, de este modo quedará la obra verificada.

La obra de ingreso será bajo vereda, de forma circular en la rotonda, con dimensiones suficientes para permitir el ingreso libre del excedente hídrico sin producir remanso sobre la calzada, y que permita la circulación peatonal sobre las mismas, ubicadas a una cota de entrada de 154.50 m.



Figura 24: Detalle de reservorio propuesto.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MAESTRI
PRESIDENTE
CUY. 30-7142213-7
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CDA.
TEL: 03533 - 422150

PABLO BRENDAÑO
ING. CIVIL
S.A. POSALUX

De esta manera, podemos modelar mediante HEC-HMS el funcionamiento de la regulación propuesta. En primera instancia, se proyecta la obra de salida, compuesta por descargador de fondo, para regular crecidas pequeñas, y vertedero rectangular, para las de mayor recurrencia.

Las curvas H-A necesarias para el cálculo se obtienen mediante medición de las áreas para cada altura dentro de la interfaz de Autocad.

H	S
[m]	[m ²]
153.89	0
154	44597
154.5	44597

Tabla 15: Curva H-A para Reservorio.

Para la verificación del descargador de fondo se utilizará el software computacional Hy-8, en su versión 7.2, el cual ha sido desarrollado por la Federal Highway Administration (FHWA), dependiente del Departamento de Transporte de EE.UU, en cooperación con la Brigham Young University.

Dicho programa posee una interfaz fácilmente trabajable que permite introducir datos y obtener resultados de manera rápida y confiable. Los cálculos hidrológicos que utiliza el programa fueron extraídos del manual desarrollado por la FHWA: Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels, cuya tercera edición fue publicada en el año 2006.

El programa permite analizar, entre otros, la forma de trabajo de las alcantarillas, colocar baterías de alcantarillas en un mismo cruce o en varios de ellos, considerar la altura de rasante del camino y verificar si habrá escurrimiento sobre el mismo o no, cuantificando cada uno, además de extraer tablas, gráficos e información clave de los parámetros principales para el cálculo.

Para la modelación, se adoptaron 6 tuberías de PVC de 200 mm, cuya descarga se hace hacia la cuneta sur del camino público colindante al norte con el emprendimiento. Con estos datos se determinó la curva de altura – caudal erogado. En la figura se muestran los parámetros principales del cruce, necesarios para su verificación:

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdo. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
QUIT.: 90-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150


PABLO GONZALEZ
ING. CIVIL
M.A. BARRIOS

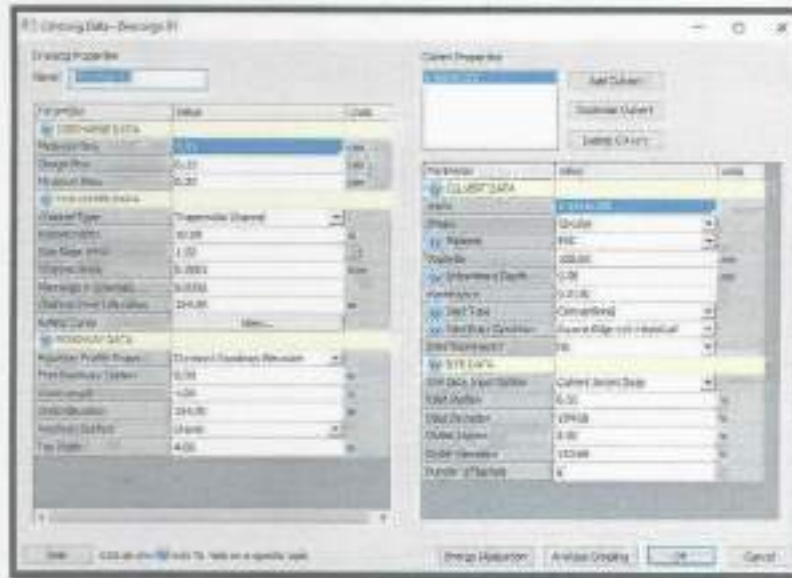
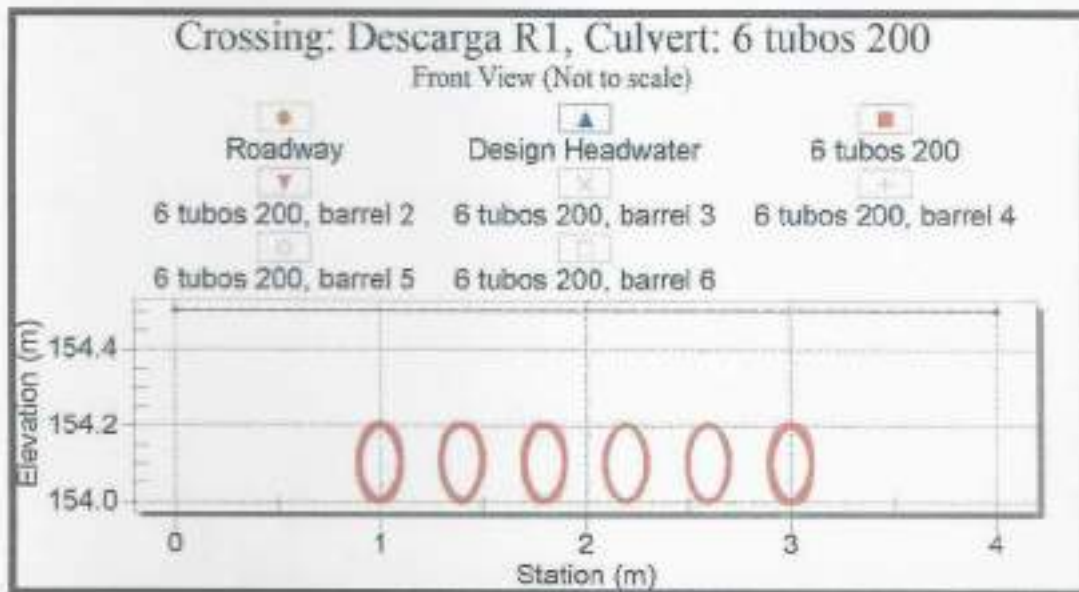


Figura 25: Datos necesarios para modelar alcantarillas con Hy-8 para Descargar de fondo.

El programa pide como datos para realizar el cálculo un intervalo de caudales, datos del canal (forma, ancho, pendiente, n de Manning, etc), del camino (forma, ancho, elevación, superficie, etc), de la alcantarilla (material, forma, dimensiones, n de Manning, condiciones de entrada, etc) y del sitio de implantación (estaciones de entrada y salida, elevaciones y número de alcantarillas en la batería).

Una vez introducidos los datos, se puede visualizar la situación planteada en la pantalla gráfica del programa, el programa permite 3 vistas, frontal, lateral y superior.



Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.A.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT: 90-71422112-1
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL: 08533 - 422150

PABLO BRESSANO
ING. CIVIL
R.N. 20442

Figura 26: Vista Frontal de la Obra de Descarga para Descargador de fondo.

Una vez realizada la verificación gráfica de los valores ingresados, se corre el programa y se extraen los valores correspondientes a la curva de altura – descarga (H-Q) de la alcantarilla. El programa permite exportar estas tablas a formato Microsoft Excel, para hacerlas trabajables.

Un dato que el programa da por defecto en la tabla de salida es el valor de caudal para el cual se produce el desborde al otro lado de la obra, conocido como "Overtopping". En este caso, se establece una cota de 154.50 m, cota de entrada mínima. En el modelado de la alcantarilla se coloca solamente la cota de "Overtopping" en el valor antedicho.

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	8 Tubos 200 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
154.00	0.00	0.00	0.00	1
154.05	0.03	0.03	0.00	1
154.14	0.06	0.06	0.00	1
154.17	0.10	0.10	0.00	1
154.20	0.13	0.13	0.00	1
154.24	0.16	0.16	0.00	1
154.27	0.19	0.19	0.00	1
154.30	0.22	0.22	0.00	1
154.37	0.26	0.26	0.00	1
154.44	0.29	0.29	0.00	1
154.50	0.32	0.32	0.00	18
154.90	0.32	0.32	0.00	Overtopping

Tabla 15: Curva H-Q para Descargador de fondo.

El descargador de fondo trabajará en conjunto con el vertedero rectangular, generando una curva H-Q combinada. El vertedero rectangular de pared delgada, ubicado sobre el descargador de fondo, se plantea con un ancho de 7.00 m, y una cota de labio de 154.25 m, cuya ecuación de cálculo de descarga simplificada para cuando la velocidad de aproximación es nula o prácticamente nula es la siguiente:

$$Q = C_w \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

C_w = Coeficiente indicador de las condiciones de escurrimiento del agua de vertedero y por la velocidad de aproximación (de tabla).

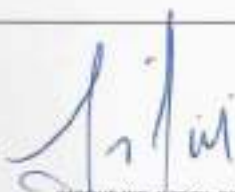
L = Longitud de la solera del vertedero en m.

H = Altura de la lámina vertiendo sobre la cresta en m.

Las Varillas – Agosto de 2021



ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERAS



PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150



PABLO BRESSANO
ING. CIVIL
M.º 100000

H ₀	h=0.00	h=0.10	h=0.20	h=0.30	h=0.40	h=0.50	h=0.60	h=1.00	h=1.50
0.0	2.316	2.289	2.270	2.264	2.263	2.262	2.262	2.262	2.261
1.0	2.082	2.061	2.047	2.036	2.027	2.020	2.015	2.011	2.014
2.0	1.962	1.939	1.919	1.902	1.889	1.878	1.868	1.860	1.860
3.0	1.873	1.839	1.804	1.771	1.740	1.711	1.684	1.661	1.642
4.0	1.804	1.755	1.701	1.651	1.604	1.561	1.521	1.484	1.450

Tabla 17: Coeficiente C_w para cálculo de descarga de vertederos.

Con esta fórmula, podemos determinar la capacidad de evacuación del vertedero, y sumándola con la del descargador de fondo R2, obtener la curva H-Q de la obra de salida:

Cota [m]	Q Desc. [m ³ /s]	Q Vert. [m ³ /s]	Q total [m ³ /s]
154	0	0.000	0.000
154.09	0.03	0.000	0.030
154.14	0.06	0.000	0.060
154.17	0.1	0.000	0.100
154.2	0.13	0.000	0.130
154.24	0.16	0.000	0.160
154.27	0.19	0.045	0.235
154.32	0.22	0.296	0.516
154.37	0.26	0.665	0.925
154.44	0.29	1.325	1.615
154.5	0.32	1.899	2.319

Tabla 18: Cálculo de curva H-Q de obra compuesta de salida.

Esta curva, en forma conjunta con la curva Altura – Superficie de la laguna, son los datos que necesita el programa para realizar la modelación.

Con estos datos, fue posible representar la cuenca del emprendimiento, con sus subcuencas y el reservorio en el modelo.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS INTELIGENTES

PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.S.A.
Cdor. JORGE MARTÍNEZ
PRESIDENTE
CUIT: 90-71422312-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CUA.
TEL: 02533 - 422150

PABLO BERROANE
ING. CIVIL
14.08.2021

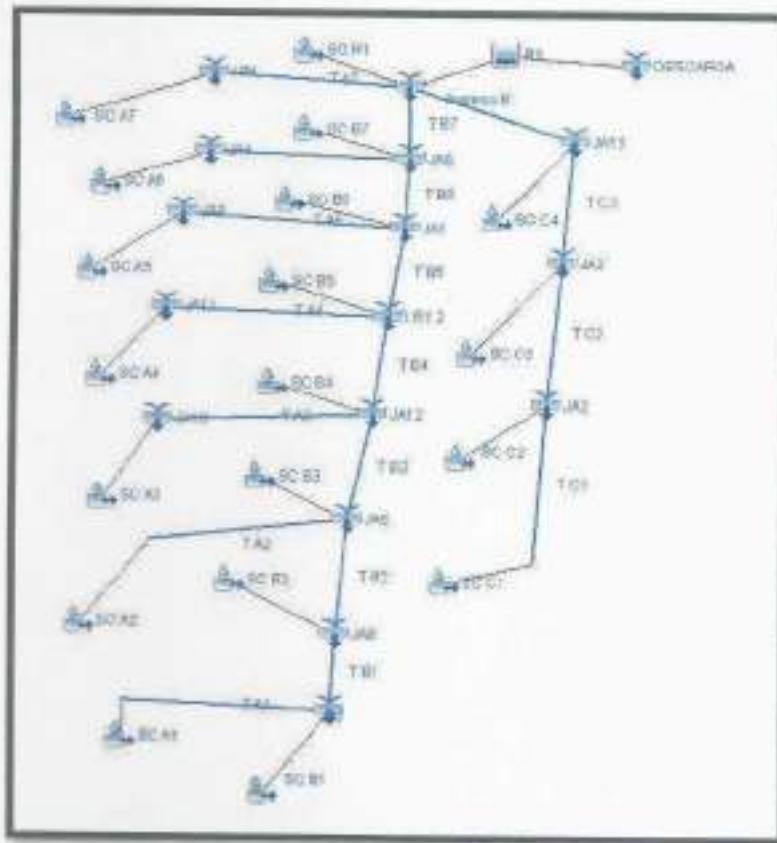


Figura 27: Esquema de modelación con HEC-HMS para sistema con reservorio.

Resultados Modelación con Reservorio:

Incluyendo el Reservorio en el modelo, podemos evaluar su capacidad de retención.

Los caudales máximos para esta situación se dan para duración de 3 horas y pico en el 3° sextil para TR = 5 años, y duración de 1 hora y pico en el 2° sextil para TR = 100 años:

CAUDALES [m³/s]		ESTADO FUTURO CON REGULACIÓN					
TR	5 AÑOS	Duración 1 h			Duración 3 hs		
		Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.	Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.
		0.074	0.075	0.076	0.21	0.22	0.23
TR	100 AÑOS	Duración 1 h			Duración 3 hs		
		Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.	Pico 1° S.	Pico 2° S.	Pico 3° S.
		0.900	0.900	0.940	1.99	2.15	2.26

Tabla 19: Caudales obtenidas por Hidrograma Unitario SCS para estado futuro

TR = 5 años.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERSES


 INGENIERO IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.A.M.
 Cdo. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT. 30-71422332-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL. 03533 - 422350


 PABLO RIBERA
 ING. CIVIL
 M.A. BOBOL

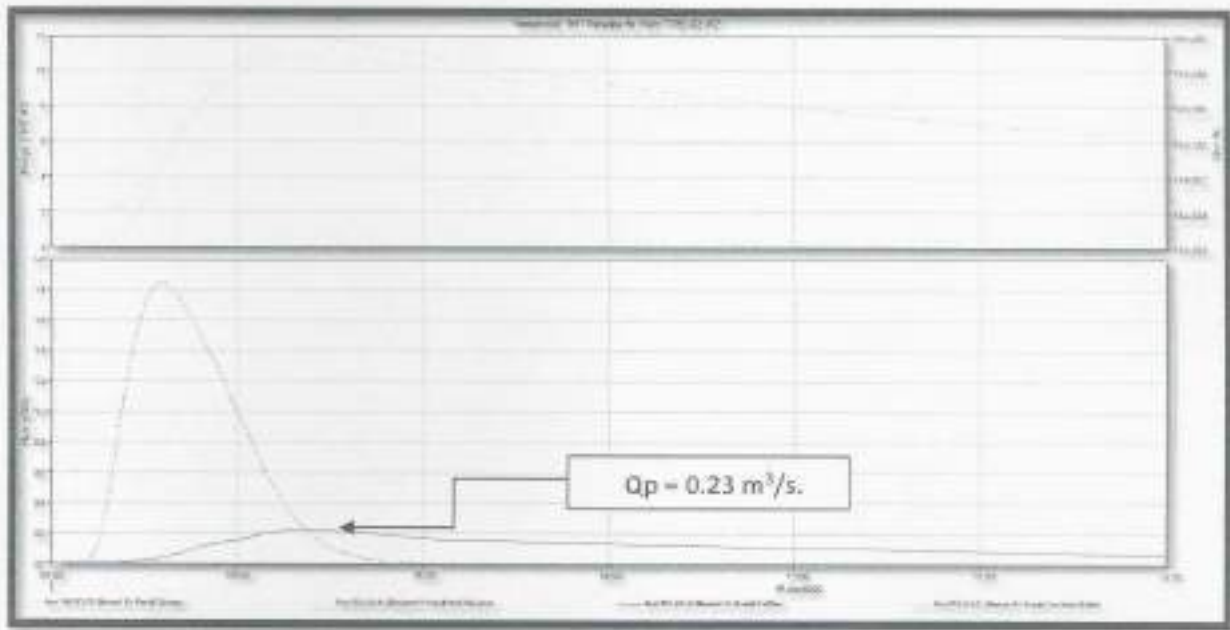


Figura 28: Hidrograma obtenida utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR = 5 años.

TR = 100 años.

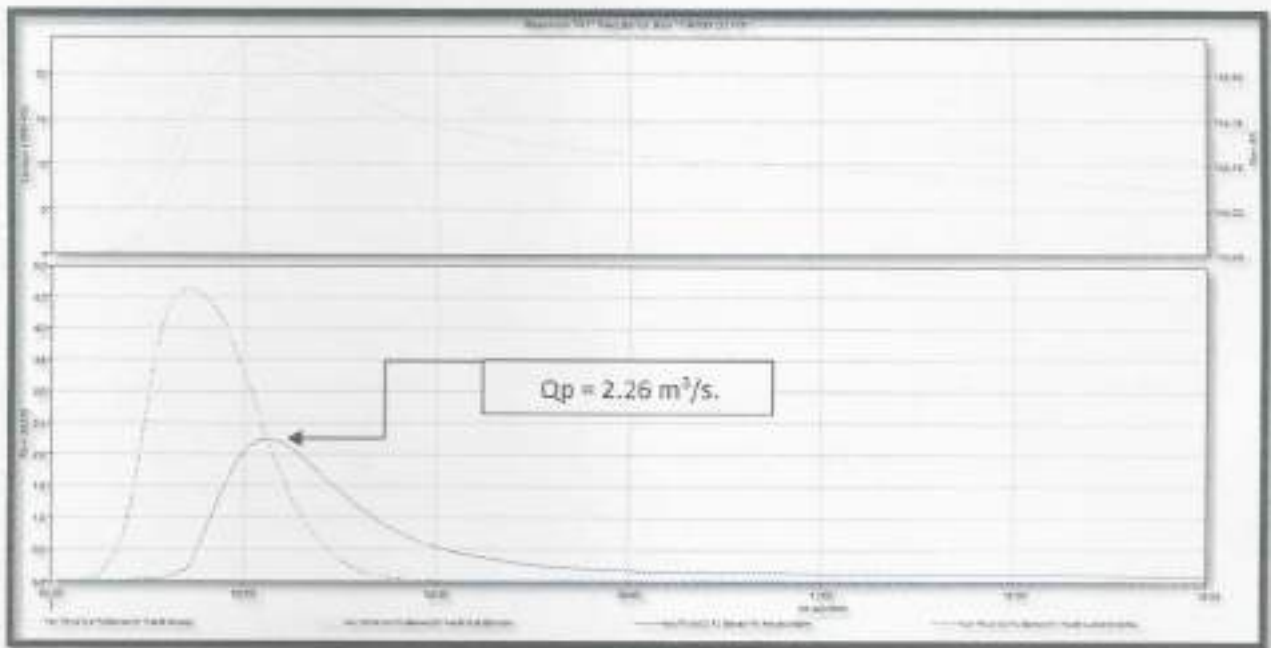


Figura 29: Hidrograma obtenida utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR=100 años.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


 PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.R.L.
 Cdor. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PABLO BRESSANO
 ING. CIVIL
 E.N. 2006/2

Evaluación de Atenuación del Reservorio

Para conocer el trabajo del Reservorio, el cual regula los excedentes hídricos del emprendimiento, podemos analizar los gráficos presentados. En la Figura 28, se muestra el hidrograma de entrada y de salida del reservorio para TR = 5 años obtenidos sobre el mismo. Como se observa, logramos una atenuación muy importante, aproximadamente del 88%, alcanzando una cota máxima de crecida de 154.27 m, requiriendo el vertedero en un período de tiempo muy pequeño. Si observamos ahora la Figura 29, vemos los resultados para TR = 100 años. En este caso, se logra una atenuación del 53%, con una cota máxima de crecida de 154.49 m.

Más allá de los resultados absolutos obtenidos por la regulación. Es menester comparar los caudales de salida del reservorio con los caudales naturales de la cuenca. En ambos casos, y como se verá en la Tabla 20, los caudales futuros resultan menores a los naturales, lo que evidencia un mejoramiento de las condiciones naturales, cumpliendo con el impacto hidrológico nulo aguas abajo del emprendimiento.

Resumen de Resultados obtenidos

A continuación, se muestra un cuadro comparativo de los caudales arribados en los modelos para cada cuenca en las situaciones presente y futura, y la diferencia de la influencia de la laguna de retención.

Salida	Caudales obtenidos [m ³ /s]					
	TR = 5 años			TR = 100 años		
	Estado actual	Estado Futuro	Estado Futuro con Laguna	Estado actual	Estado Futuro	Estado Futuro con Laguna
Parque Industrial	0.820	1.840	0.230	3.590	4.570	2.250

Tabla 20: Caudales adoptados para situación actual y futura.

Como se observa en la tabla, los valores de caudal para la situación futura con regulación resultan menores a los de la situación si no existiera la laguna, evidenciando el trabajo de regulación del reservorio.

Verificaciones Hidráulicas

La realización de esta verificación se torna necesaria para determinar los niveles alcanzados por las crecidas de diseño sobre las calles internas del emprendimiento. La misma debe satisfacer las funciones básica y complementaria para las cuales ha sido diseñada.

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.A.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-F
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - Cda.
TEL.: 03533 - 422150


PABLO RODRIGUEZ
ING. CIVIL
E.A. 800025

El proyecto prevé la apertura de las calles que se muestran en la figura, las que atraviesan el emprendimiento de acuerdo a la figura que se muestra a continuación. Para establecer las calles críticas para el diseño, nos valemos de la peor combinación de sección de paso, pendiente longitudinal y magnitud de caudal. Con estos criterios, se decide verificar las calles Pública 1 (la de menor sección), Pública 6 (por combinación de sección y caudales de tránsito), y Pública 10 (la de mayor caudal transitado). Realizando el análisis correspondiente, arribamos a un caudal de transporte por dicha calzada.

La descarga también será verificada, para establecer un tránsito seguro y que permita una transición entre el loteo y el canal principal. Finalmente, se verificará el canal existente colindante a la Ruta Provincial N° 3, para evaluar el aporte porcentual de la sección total de los excedentes del emprendimiento sobre la capacidad del mismo. Este canal se encuentra sistematizado en una gran extensión, conocido como Canal Bajo Hondo, conformando aguas abajo el curso natural denominado como Arroyo El Garabato, tal como se mencionara anteriormente.

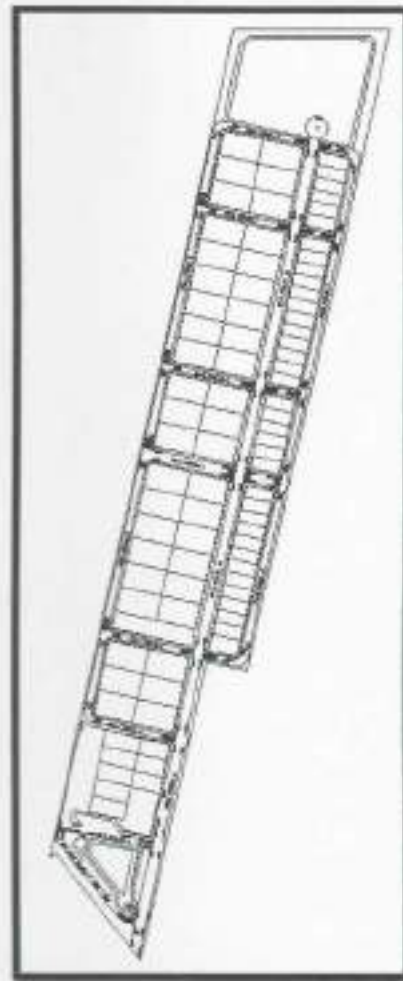


Figura 30: Escurrimientos principales y calles a verificar.

Las Varillas - Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdo. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
QUIT.: 80-73422112-0
SARMIENTO 80 - LAS VARILLAS - CDA.
TEL.: 03533 - 422150


PABLO HERNÁNDEZ
ING. CIVIL
R.F. 80000



Figura 31: Vista del emprendimiento desde extremo norte.



Figura 32: Vista de emprendimiento desde el centro.

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.P.A.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-0
SAMMIENTO 89 - LAS VARILLAS - ChB
TEL.: 08533 - 422150


PABLO URTEAGA
ING. CIVIL
R.N. BORRIS

1- Verificación Vial Hidráulica: Calles Críticas

Para la verificación, se decidió emplear el software computacional HEC-RAS (River Analysis System), desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center, 1998) del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. (U. S. Army Corps of Engineers), el cual es una evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste.

La construcción del modelo matemático se basa en relevamientos topográficos, geotécnicos y cálculos hidrológicos, realizados con anterioridad, para la obtención de los caudales de diseño.

Este modelo permite reproducir las variables existentes, permitiendo conocer en cada una de las corridas, variables hidráulicas tales como, profundidades, velocidades de flujo y números de Froude en cada una de las secciones transversales a lo largo del curso.

El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional (1D) gradualmente variado en cauces naturales de secciones transversales de geometría cualesquiera.

El sistema es capaz de realizar el cálculo del perfil de flujo en régimen estacionario y no estacionario, y también incluye (desde su versión 3.1 en adelante) un módulo elemental para estimar el transporte de sedimentos y realizar varios cálculos de diseño hidráulico.

Como cualquier software de aplicación, HEC-RAS posee ciertas limitaciones que es necesario conocer para no cometer el error de esperar resultados que el software no es capaz de proporcionar.

Las hipótesis implícitas en las ecuaciones empleadas por el programa son las siguientes:


- El flujo es permanente
- El flujo es gradualmente variado, excepto en algunas estructuras hidráulicas donde se emplea la ecuación de cantidad de movimiento o ecuaciones empíricas de flujo rápidamente variado.
- El flujo es unidimensional
- Las pendientes son inferiores a 10%.

El cálculo del perfil hidráulico se realiza de una sección a otra mediante el empleo de la ecuación de la energía a través del método iterativo conocido como el Método Estándar por Etapas. La ecuación de la energía se puede escribir como:

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLENSES


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.F.M.
 Cdor. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 09533 - 422150


 PABLO BRESSANO
 ING. CIVIL
 S.N. 200000



$$y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Donde:

- y_1, y_2 : profundidad del agua en las secciones transversales 1 y 2.
- z_1, z_2 : elevación del canal principal en las secciones 1 y 2.
- V_1, V_2 : Velocidad promedio en las secciones 1 y 2 ($= Q/A$).
- a_1, a_2 : Coeficientes de Coriolis.
- g : Aceleración de la gravedad.
- h_e : Pérdida de carga (energía por unidad de peso)

Para la aplicación del modelo, se utilizó la hipótesis de flujo uniforme, con las pendientes del tramo como condiciones de borde, tanto aguas arriba como aguas abajo, y coeficientes de rugosidad n de Manning de 0.035 para las veredas, estimado en función de que las mismas pueden contener césped o vereda construida, y de 0.012 (hormigón) para las calles.

Los datos de las calles a verificar se muestran en la siguiente tabla:

Calle	Longitud Tramo crítico [m]	i (mínima) %	Ancho Calzada [m]	Ancho entre LM [m]	Caudal [m ³ /s]	
					TR=5	TR=100
Calle Pública 1	100	0.10	8	18	0.19	0.4
Calle Pública 2	59	0.10	14	26	0.19	0.4
Calle Pública 3	159	0.11	10	20	0.33	1.1
Calle Pública 4	157	0.10	10	20	0.43	1.06
Calle Pública 5	157	0.37	20	30	0.38	0.96
Calle Pública 6	157	0.34	10	20	0.44	1.08
Calle Pública 7	157	0.27	10	20	0.35	0.81
Calle Pública 8	159	0.42	10	20	0.106	0.245
Calle Pública 9	310	0.10	11.5	21.5	0.24	0.57
Calle Pública 10	145	0.10	18	30	1.48	3.63
Calle Pública 11	146.79	0.10	10.6	20.6	0.28	0.72

Tabla 21: Datos sobre calles a verificar.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS

INGENIERO IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.R.L.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
QUIT.: 30-71422112-4
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CDA.
TEL.: 03553 - 422150

INGENIERO CIVIL
S.A. ROQUE

Como ya se indicara, las calles críticas para la verificación son las Calles Públicas 1, 6 y 10. Para su modelación se introdujo la sección tipo de calle del emprendimiento, la que se muestra en la Figura 33, en conjunto con los datos de pendientes y caudales asociadas a estas Calles que figuran en la Tabla 21.

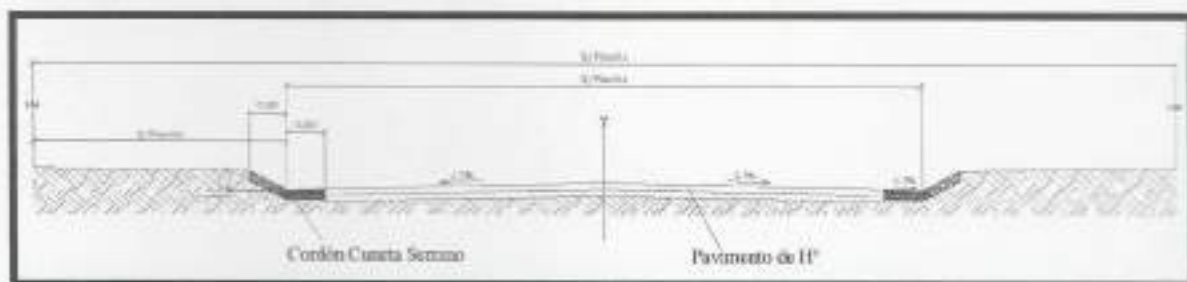


Figura 33: Sección Tipo de Calle.

Los resultados para las modelaciones de recurrencias de 5 y 100 años verifican para las funciones básicas y complementarias en la totalidad de las calles, a excepción de la Calle Pública 10, la cual recibe los escurrimientos de la totalidad de las subcuencas A y B. Con esta condición se pueden verificar los caudales de paso en la totalidad de las calles, alcanzando tirantes para la calle Pública 10 de 0.23 m para TR = 5 años y de 0.32 m para TR = 100 años, y máximos de 0.12 m para TR = 5 años y 0.16 m para TR = 100 años, en las calles restantes, verificando los escenarios si adoptamos una cota de fundación superior a 2 cm sobre el nivel de cordón cuneta.

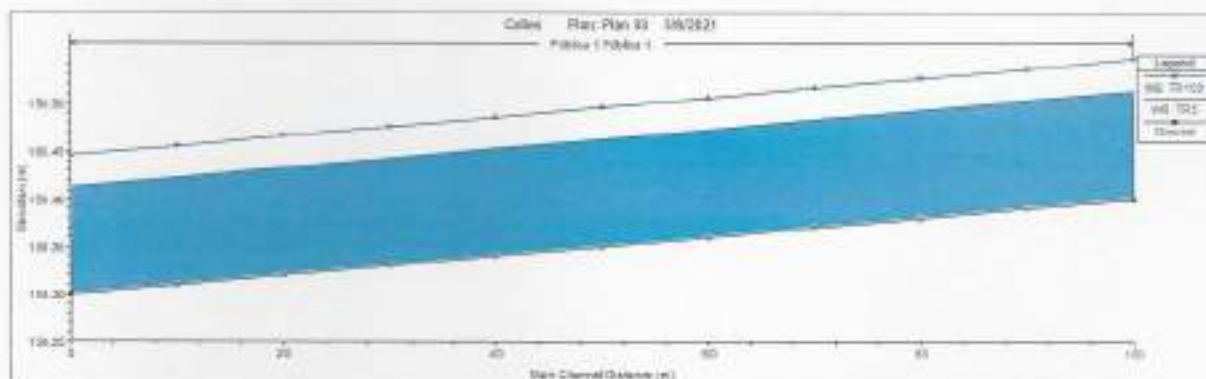


Figura 34: Resultados de modelación de Calle Pública 1. Perfil Longitudinal

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUT.: 90-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CH.
TEL.: 09533 - 422150

PABLO BUESAÑO
ING. CIVIL
R.R. BOSQUE

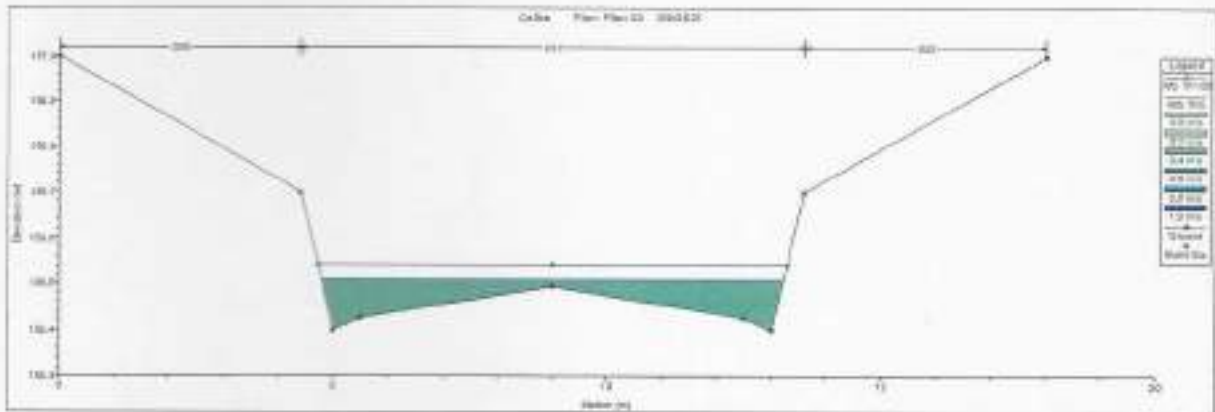


Figura 35: Resultados de modelación de Calle Pública 1, Perfil Transversal

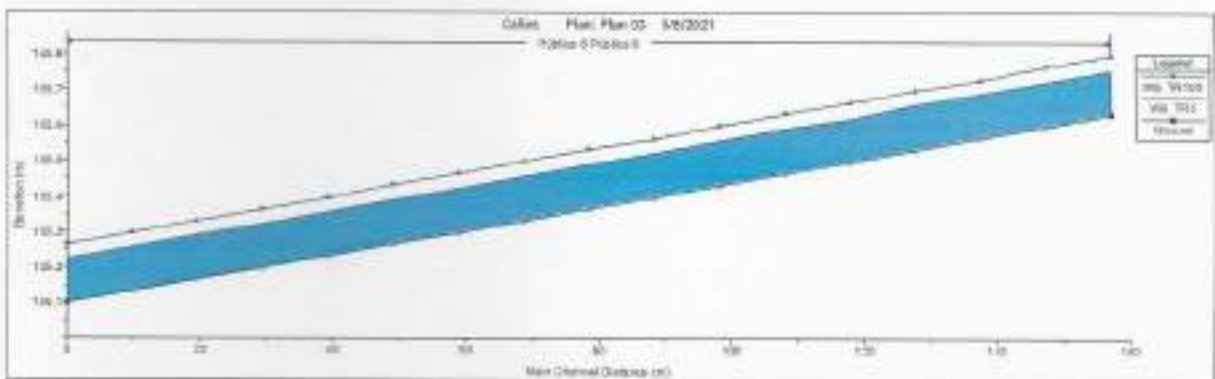


Figura 36: Resultados de modelación de Calle Pública 6, Perfil longitudinal.

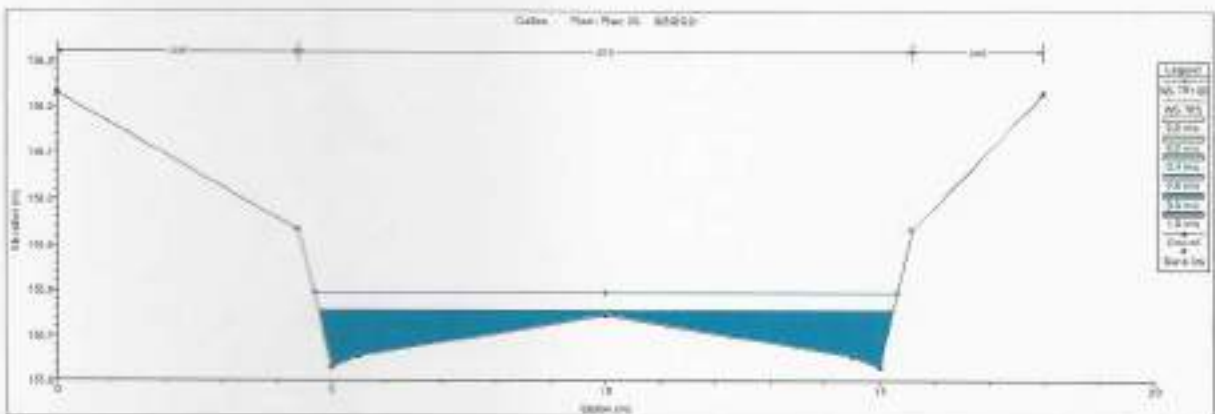


Figura 37: Resultados de modelación de Calle Pública 6, Perfil Transversal.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEROS

PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.T.M.
CDOR. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT: 30-71422112-0
SARMIENTO-89 - LAS VARILLAS - C.B.A.
TEL.: 03533 - 422150

PARQUE INDUSTRIAL
Y TECNOLÓGICO
LAS VARILLAS
S.T.M.

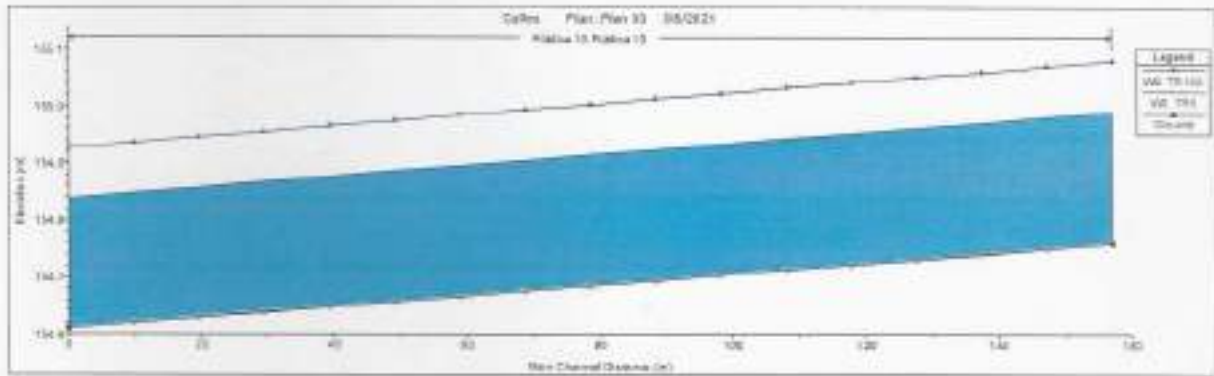


Figura 38: Resultados de modelación de Calle Pública 10. Perfil longitudinal.

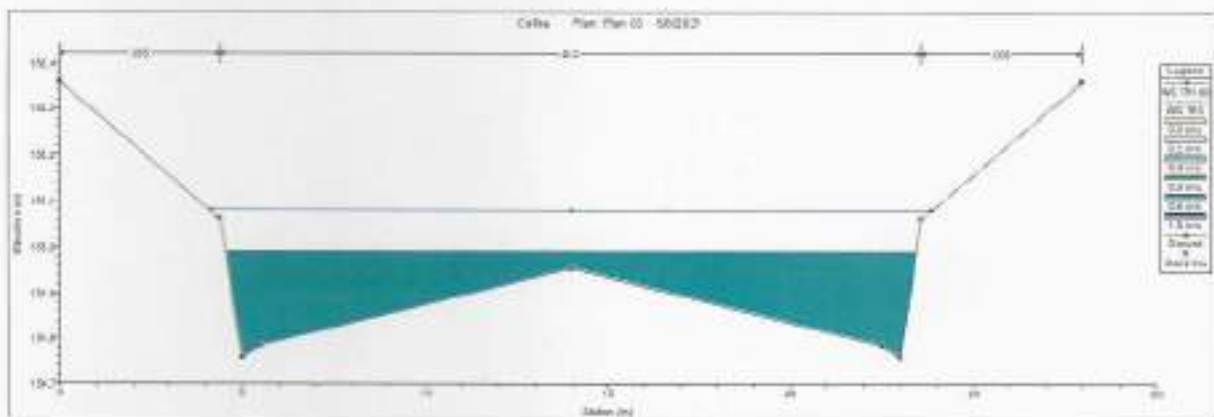


Figura 39: Resultados de modelación de Calle Pública 10. Perfil Transversal.

A continuación, se muestran las tablas que se extrajeron del programa:

River	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pública 5	0	TRS	2.44	155.63	155.75	0.12	0.72	0.61	10.48	0.96
Pública 5	0	TR100	1.06	155.63	155.79	0.16	1.03	1.05	10.65	1.05
Pública 6	-157	TRS	2.44	155.1	155.22	0.12	0.7	0.62	10.5	0.92
Pública 6	-157	TR100	1.06	155.1	155.26	0.16	1.04	1.04	10.65	1.07
Pública 10	-1219.48	TRS	1.48	154.76	154.96	0.23	0.63	2.33	18.91	0.58
Pública 10	-1219.48	TR100	3.63	154.76	155.08	0.32	0.8	4.03	19.7	0.63
Pública 10	-1464.48	TRS	1.48	154.61	154.84	0.23	0.64	2.3	18.91	0.59
Pública 10	-1464.48	TR100	3.63	154.61	154.92	0.31	0.82	3.97	19.61	0.64
Pública 1	120	TRS	2.16	156.4	156.51	0.11	0.36	0.49	8.45	0.52
Pública 1	120	TR100	2.4	156.4	156.54	0.14	0.52	0.77	8.58	0.56
Pública 1	20	TRS	2.19	156.3	156.41	0.11	0.36	0.46	8.45	0.52
Pública 1	20	TR100	2.4	156.3	156.44	0.14	0.52	0.76	8.58	0.56

Tabla 22: Salida Modelo para Calles críticas

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.S.A.
Cdr. JORGE MA
PRESIDENTE
CUIT: 30-71422112
BARRIO 89 - LAS VARILLAS - CDM.
TEL: 03533 - 422110

PARQUE INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO LAS VARILLAS S.E.S.A.

Como se observa en la columna sombreada, solo se supera el nivel de cordón cuneta por 2 cm en la Calle Pública 10, para la crecida de 100 años, por lo que si adoptamos una cota de fundación de 20 cm (nivel recomendado con margen de seguridad) sobre el nivel superior de cordón cuneta, las calles quedan verificadas.

2 - Canal de Descarga

Este canal se ubica al costado del camino público perdido existente al noreste del emprendimiento, y recibirá los aportes de la descarga del Reservorio. El mismo colecta la totalidad de los excedentes del emprendimiento y los dirige hacia el canal existente colindante con la cuneta de la Ruta Provincial N° 3.



Figura 40: Camino perdido colindante con loteo.

La sección tipo tiene las siguientes dimensiones:

Las Varillas - Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERES

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdon. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-D
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 09533 - 422150

PABLO BERRIANO
ING. CIVIL
R.N. 20842



Figura 41: Sección de canal proyectado sobre camino público.

La sección debe ser suficiente para permitir el paso de los caudales de recurrencia de 5 y 100 años, verificando la sección proyectada.

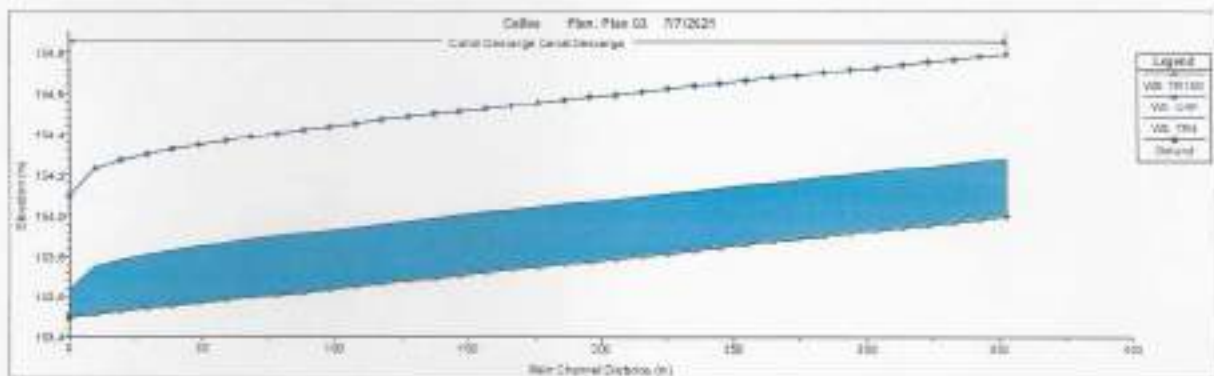


Figura 42: Resultado modelación para canal de descarga. Perfil Longitudinal.

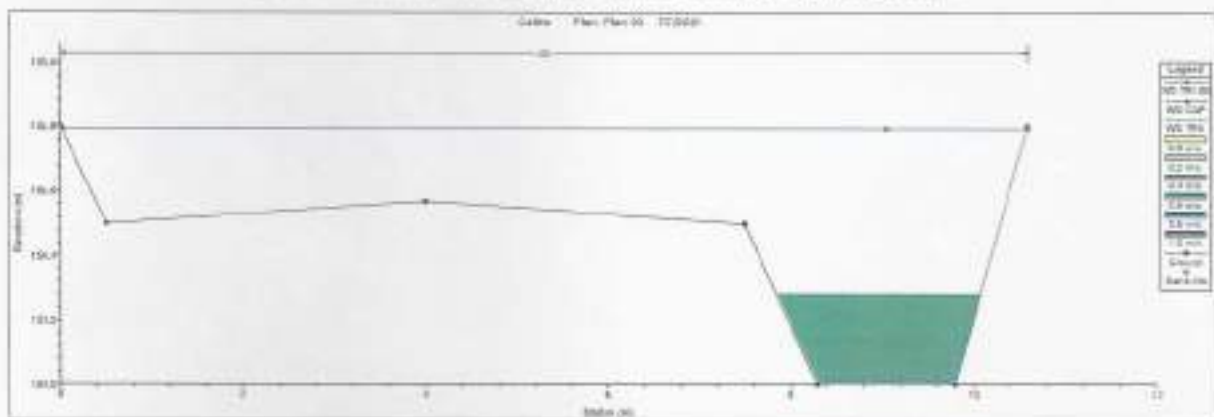


Figura 43: Resultado modelación para canal de descarga. Perfil Transversal.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Ch Depth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canal Descarga	0	TR5	0.23	154	154.28	0.28	0.44	0.52	2.23	0.29
Canal Descarga	0	TR100	2.26	154	154.79	0.79	0.59	3.8	10.58	0.32
Canal Descarga	-352.63	TR5	0.23	153.5	153.63	0.13	1.08	0.21	1.83	1.01
Canal Descarga	-352.63	TR100	2.26	153.5	154.06	0.69	1.31	1.73	10.04	1.01

Tabla 23: Salida Modelo para canal de descarga.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGMS VARILLENSES

PARQUE IND Y TECN DE LAS VARILLAS S.A.S
Cdr. JORGE MARTÍNEZ
PRESIDENTE
CUIE: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - C.A.
TEL: 09588 - 422150

PABLO BARRERA
ING. CIVIL
E. R. BARRERA

Como se observa en los resultados, la sección tipo queda verificada. Para la crecida de 5 años, la crecida es transitada por el canal solamente, llegando a un tirante máximo de 0.28 m, siendo necesario para la recurrencia de 100 años la utilización de la sección del camino en su totalidad, con un tirante de agua de 0.79 m. La descarga al canal existente aguas abajo será directa por desnivel desde el camino público, sobre el que se proyectará una pequeña losa de protección de erosión, y de contención de la sección tipo de descarga.

Cabe mencionar que los aportes de la cuenca externa, los cuales fluyen libremente por el terreno una vez salidos de la cuneta lateral al oeste pueden ser recibidos por esta obra. Sin embargo, se considera que con la totalidad de la sección del camino y canal proyectada y la diferencia temporal de picos de caudal, la misma será suficiente para transitar los caudales externos. En caso de producirse desbordes, lo que se daría para tormentas extraordinarias, se espera que los mismos no sean de magnitud considerable, y lo hará hacia los terrenos colindantes, no teniendo consecuencias.

3 – Verificación Canal Existente.

Esta verificación se realiza con el objeto de evaluar la importancia del aporte que producirá sobre la capacidad del canal la incorporación de los caudales futuros del emprendimiento. Este canal se encuentra aprobado por la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia, con la denominación Canal Noroeste de Las Varillas. El mismo escurre por la cuneta de la Ruta Provincial N° 13 en el sector de la desembocadura. Habiendo relevado el mismo, nos encontramos con que en el sector tiene un ancho de base de 7.00 m, taludes aproximadamente a 45°, y una altura mínima de 2.00 m.



Figura 44: Vista hacia aguas debajo de cuneta R.P. N° 13.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS

PARQUE INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO DE LAS VARILLAS
Cdor. JORGE M. ...
PRESIDENTE
CUIT.: 30-73422117-7
SARMIENTO 88 - LAS VARILLAS
TEL: 03593 - 422150

HABIDO ...
ING. CIVIL
R.P. ...

Con estas consideraciones, podemos evaluar el aporte del loteo a la capacidad del mismo, para estudiar si su capacidad es suficiente para evacuar los caudales totales, y la influencia de los caudales del loteo respecto de la capacidad total.

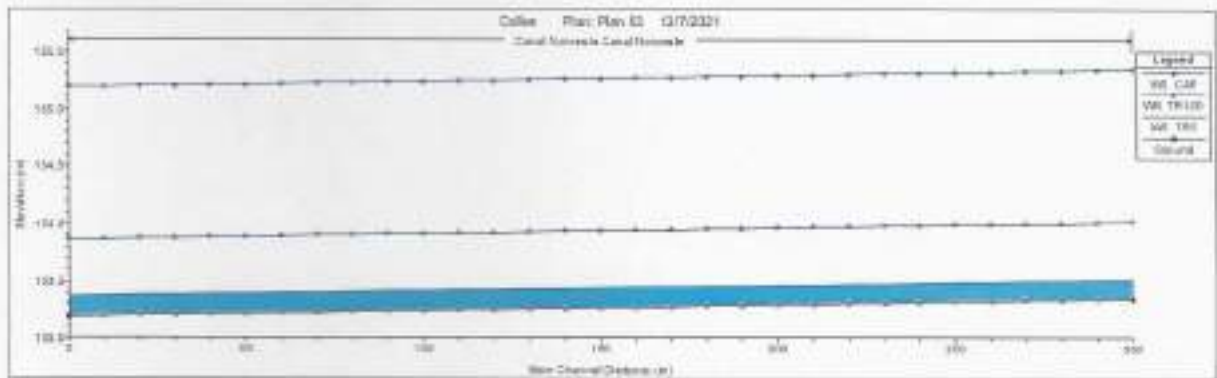


Figura 45: Resultado Modelación Canal Noroeste LV. Perfil longitudinal.

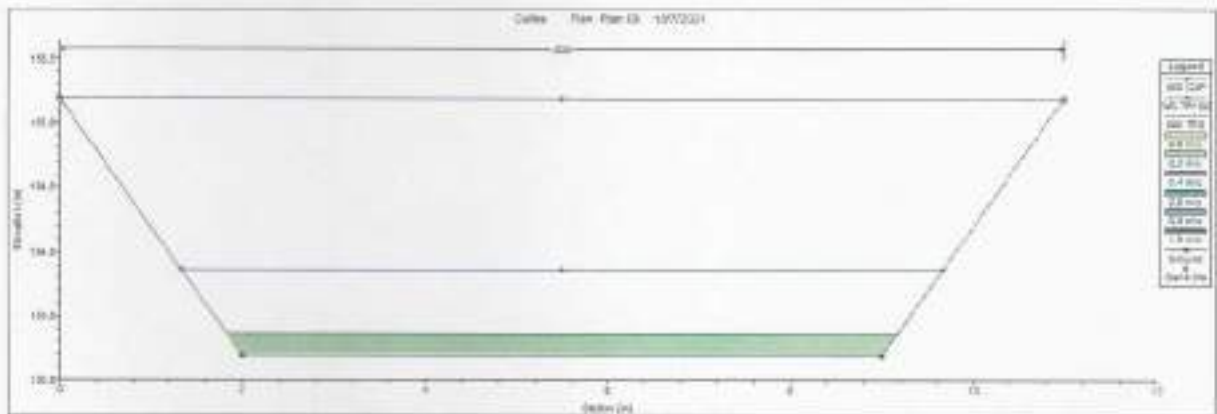


Figura 46: Resultado Modelación Canal Noroeste LV. Perfil Transversal.

Como se observa, el canal tiene sobrada capacidad para recibir los aportes del emprendimiento. A su vez, la capacidad del mismo se obtiene de iterar el caudal dato hasta que el mismo alcance la cota superior de la sección, lo que se da para un valor de 14.5 m³/s. Con ello, el aporte del emprendimiento representa el 1.5% para la recurrencia de 5 años, y de 5.58% para la recurrencia de 100 años. Con estas conclusiones, se puede concluir que el aporte del emprendimiento no es importante para la capacidad del canal, siendo esta obra de mayor magnitud, y no generando inconvenientes aguas abajo.

Las Varillas - Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS
Cdor. JORGE N. PRESIDENTE
CUIF. 39071422
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - COA.
TEL: 03588 - 422.150

PABLO ESPERANZA
ING. CIVIL
E.M. AGUAS