

MEMORIA TECNICA ESTUDIO ESPECÍFICO:
**ESTUDIO HIDROLOGICO ALTO PALGUIN
SECTORES ESTEROS LA MARIPOSA, LA
CASCADA Y LA JUNTA DE ESTERO LEÓN**

PROYECTO
PARQUE BOSQUE PEHUEN

APROBACION
**Resolución Exenta N° 200, de la Comisión de
Evaluación de la Región de la Araucanía, de
fecha 27 de junio de 2014, que califica
ambientalmente el proyecto "Proyecto
Científico de Conservación Parque Bosque
Pehuén" – Favorable**

CONSULTORA
CORPORACION CHILEAMBIENTE.

PROFESIONALES – INVESTIGADORES A CARGO
DEL PRESENTE ESTUDIO
EDUARDO MERA GARRIDO.
Mera, E.

FECHA
2013, CHILE

ESTUDIO HIDROLOGICO ALTO PALGUIN

**SECTORES ESTEROS LA MARIPOSA, LA
CASCADA Y LA JUNTA DE ESTERO LEÓN.**

**ALTO PALGUÍN – PUCÓN – PROVINCIA
DE CAUTÍN – REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

MARZO 2013

CONTENIDOS.

1. SOBRE EL ESTUDIO
 - 1.1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL INFORME
 - 1.2 ANTECEDENTES GENERALES
2. METODOLOGIA Y RESULTADOS
 - 2.1 Precipitación máximas anuales en 24 horas
 - 2.2 Caudal medio Anual
 - 2.3 Caudales máximos instantáneos
 - 2.4 Estimación de los caudales medios mensuales
 - 2.5 Estimación de Caudal Critico, Áreas de Inundación ,
alturas de crecidas
 - 2.6 Riesgo de Fallas
- 3 ANALISIS DE RESULTADOS

1. SOBRE EL ESTUDIO.

1.1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL INFORME.

El presente informe pretende mostrar las características hidrológicas e Hidrogeológicas en el Área de alto Palguín Alto en el sector de los esteros la Cascada, la Mariposa en la comuna de Pucón, a partir de información pluviométrica y fluviométrica de la estación la estación del río Trancura en Curarrehue, Comuna de Pucón, Región de la Araucanía.

1.2 ANTECEDENTES GENERALES.

- Información Disponible:

1. Cartografía del Instituto Geográfico Militar escala 1:50.000, Pucón (G104) y Curarrehue (G105). HUSO 18. Datum sudamericano La Canoa 1956.
2. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas Estación Curarrehue, código BNA 09412002-0 y Estación Fluviométrica Río Trancura En Curarrehue, código BNA 09412001-2, para el periodo 1990-2008.
3. Manual de Carreteras, vol III. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad, 2003.
4. Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, S.E.B N°4, Agosto 1995.
5. Imagen Ortorectificada del Google Earth, que permite trabajar la vista de los puntos en estudio a escala 1: 5.000 aproximadamente, CNES/SPOT 2007.
6. Inspección ocular del lugar, realizada en Diciembre de 2011.
7. Balance Hídrico de Chile. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1985.
8. Atlas Hidrogeológico escala 1:1.000.000, DGA-SERNAGEOMIN, 2000.
9. Plan de Manejo de Conservación, Parque Bosque Pehuén, Alto Palguín – Pucón – Región de la Araucanía, 2011.
10. Calculo de Permeabilidad, Guía 2 Laboratorio de Geotecnia, PUCV, 2010.

Área de Estudio:

Sector de Alto Palguín, en esta zona convergen dos esteros La Cascada y La Mariposa este último en la junta de los dos se transforma en el estero León que atraviesan el terreno, Los esteros son afluentes derechos del estero el León, correspondiente a afluentes al río Pucón (microcuenca Palguín Alto).

Las zonas de interés se muestran en la Figura A1 y esta compuesta por 2 zonas de drenaje principales las cuales confluyen posteriormente en la junta que dan origen al estero león, cuyos parámetros principales se aprecian en la Tabla A1:

- Zona 1: microcuenca drenaje de 10,8 Km²; la cual esta contenida en un 25% en terrenos del predio en estudio, sector del estero Mariposa.
- Zona 2: corresponde a 16,3 Km², la cual esta contenidos en 32% de los ten estudio, Sector de estero la Cascada.
- Punto Junta: Sector de la Junta, conformación del estero León, en este lugar se suman los valores de caudal de la Zona 1 y Zona 2.

En las zonas de estudio, no existe información fluviométrica, ni pluviométrica. Sin embargo, se dispone de información pluviométrica de la Estación Curarrehue, código BNA 09412002-0, y la estación Fluviométrica Río Trancura En Curarrehue, código BNA 09412001-2, para el periodo 1990-2008 coordenadas 277.437E y 5.639.640N, la cual presenta similitudes de condiciones topo climáticas al sector estudiado.

Los principales parámetros, a nivel de cuencas aportantes, se muestran en la Tabla A1. La zona de interés tiene una precipitación media anual cercana a 2.694 mm (Curarrehue, código BNA 09412001-2) y una temperatura media anual de 12 °C (Pucón, código BNA 09420005-0).

Las características morfológicas e hidrológicas más importantes de la cuenca de drenaje se muestran en la tabla A1. En la tabla A1 presenta además diversos parámetros que fueron empleados en la determinación de caudales máximos instantáneos, a través de los métodos: Racional, Hidrograma Unitario Sintético y DGA-AC.

El coeficiente de escorrentía depende de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración del área de drenaje, será empleada sólo en el método Racional y es obtenida de las recomendaciones del Manual de crecidas (DGA, 1985).

Los factores de conversión y zona homogénea, dependen la latitud del área de drenaje y de localización red de drenaje en el método DGA-AC, que es propuesto en el Manual de cálculo de crecidas y caudales mínimos en cuencas sin información fluviométrica.

Cabe mencionarse que el área en estudio es intersectado por una tercera microcuenca la cual no drena en dirección del predio afectado y su caudal no afecta a la junta de los esteros Mariposa y Cascada.

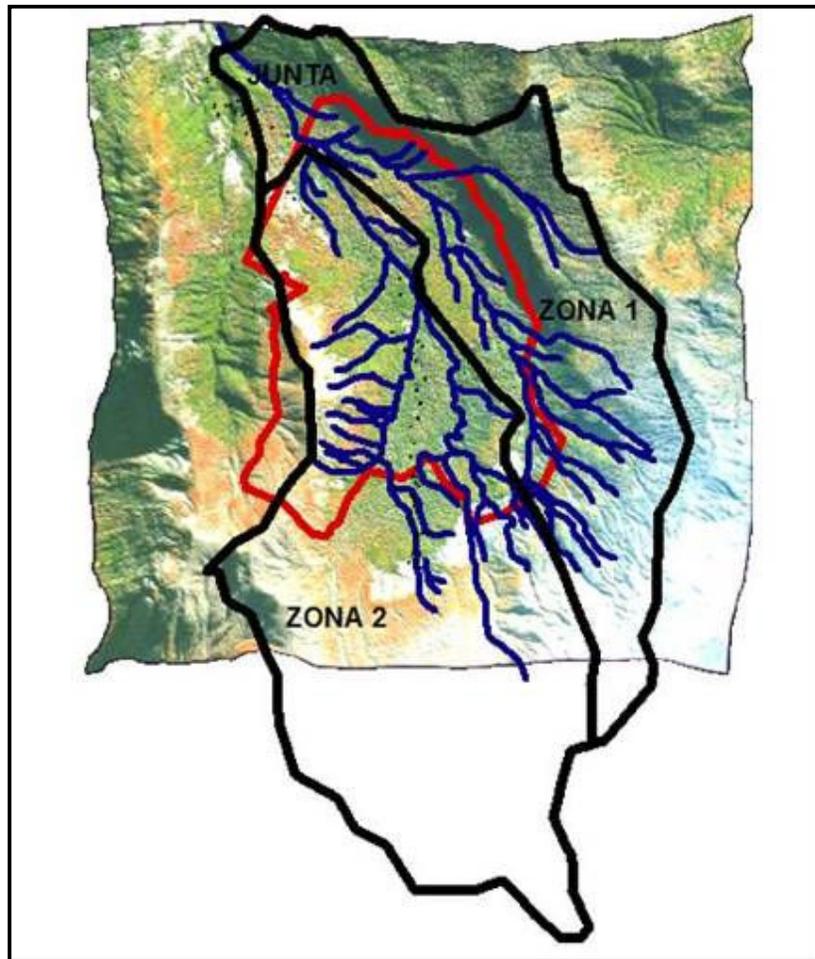


Figura A1: Microcuencas de drenaje (zonas 1 al 2) y Punto la Junta

Parámetros Morfológicos e Hidrológicos	Zona 1	Zona 2	
Área de Drenaje (km ²)	10.8	16.3	
Longitud curso principal (km.)	5.53	6.6	
Desnivel Máximo, m	1027	1400	
Altura Media de Cuenca (m)	666	812	
Pendiente Media Cuenca (Grados)	19.9	18.1	
Intensidad de Precipitación mm/hr	5.56	5.56	T=10 años central Pullinque I=5.41 mm/hr
Zona Homogénea	Wp	Wp	Cuenca Toltén Región Araucanía
Curva de Frecuencia Regional Q/Q	Tabla 3.2	Tabla 3.2	Valor medio manual crecidas
Caudal medio diario máximo m ³ /s	28.27	20.63	
Curva de frecuencia caudal Instantáneo Máximo (m ³ /s)	1.19	1.19	Tabla 3.24 manual calculo crecidas
Tiempo Concentración (h)	0.474	0.516	California
Coeficiente Escorrentía	0.36	0.36	Tabla 3.702.503.B Manual de Carreteras
Precipitación de diseño (mm)	155	155	Estudio Hidrológico

Tabla A1: Parámetros morfológicos e hidrológicos del área de estudio

2. METODOLOGIA Y RESULTADOS.

2.1 Precipitación máximas anuales en 24 horas.

Se realizó el análisis de frecuencia de la serie de precipitaciones máximas anuales en 24 horas, a través de métodos analíticos, descrito en el Volumen III del Manual de Carreteras, previa aplicación de la prueba de datos dudosos. Como resultado en aplicar la prueba de datos dudosos se eliminaron dos datos dudosos 1990 y 1988, quedando la serie con 16 datos, para el período 1990-2008.

Para el análisis de frecuencia se aplicaron las funciones de densidad de probabilidades extrema tipo I o Gumbel y Gauss de Valores Medios, que tienden a entregar mejor ajuste a los datos.

Del análisis de frecuencia realizado (gráfico y analítico) para la serie parcial de 24 horas se muestran en la Tabla A2 y figura A3. En especial la función de densidad de probabilidad Extrema tipo I o Gumbel (sin aplicar las variables reducidas para obtener los parámetros de la FDP Gumbel) no rechazó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Sin embargo, la tendencia de valores extremos todas las FDP tienden a entregar valor inferior a datos registrados, se procedió a adoptar aquella FDP que entregara mayores valores para Probabilidades de excedencias menores a 0,5, es decir recurrencias de precipitaciones en 24 horas mayores a 2 años.

La serie parcial en 24 horas de duración de precipitaciones de Trancura en Curarrehue se presentan en la Figura A2. La Tabla A2, se presentan los resultados del análisis de frecuencia correspondiente, asociado a periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 300 y 400 años.

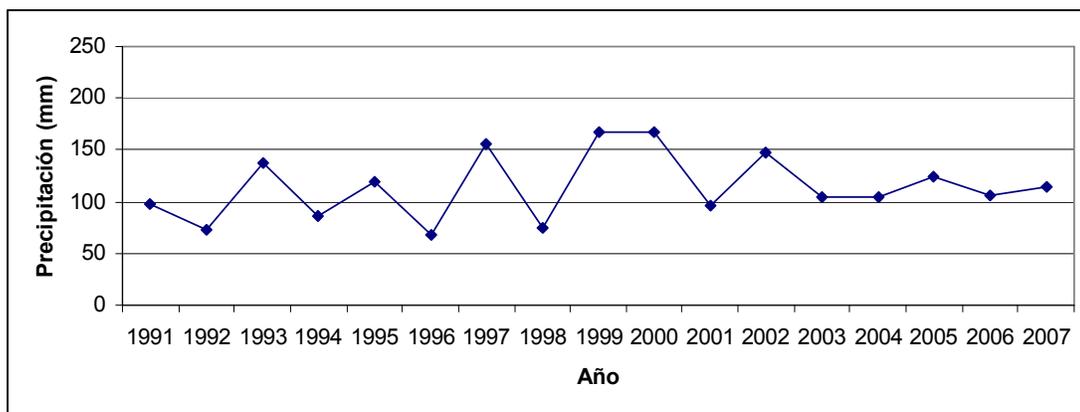


Figura A2: Serie de precipitaciones máximas anuales en 24 hrs, estación Curarrehue.

T (años)	Gauss	Gumbel	T (años)	Gauss	Gumbel
2	114	109	50	179	204
5	139	141	100	188	223
10	155	160	200	196	242
20	166	179	300	200	253
25	170	185	400	203	261

Tabla A2: Resultados análisis de frecuencia, precipitaciones máximas en 24 horas, en mm.

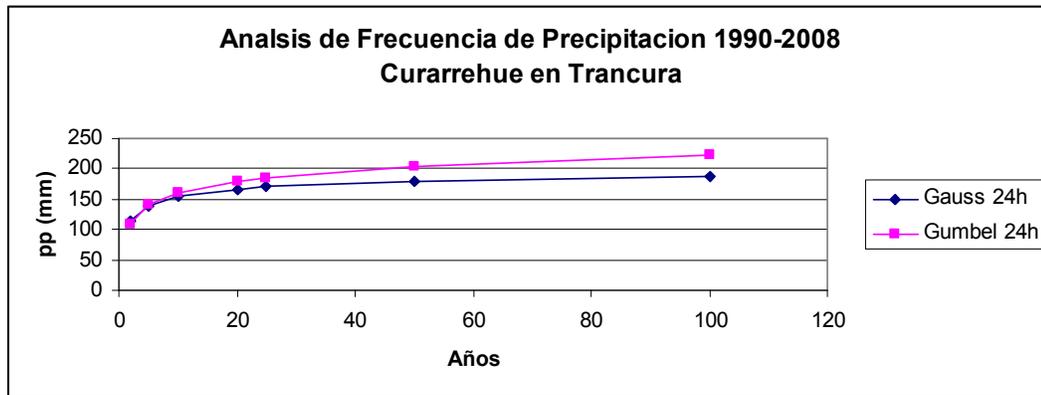


Figura A3: Resultados análisis de frecuencia, precipitaciones máximas en 24 horas, en mm, estación Curarrehue en Trancura.

La Tabla A3, muestra los valores adoptados del análisis de frecuencia realizado, asociado a 2, 5, 10, 20, 25 y 100 años de periodo de retorno. Las lluvias de diseño (Curvas IDF) son llevadas a duraciones menores a 24 horas a través de los coeficientes de Duración para Temuco y para tiempos menores a 1 hora a través de ecuación de Bell. La tabla A4 muestra los valores respectivos de precipitaciones para distintas duraciones y periodos de recurrencia. Se muestran además, los coeficientes de duración obtenidos a través de Grusky a modo de comparación.

T (años)	PP24 horas (mm)
2	114
5	139
10	155
20	166
25	170
50	179
100	188

Tabla A3: Frecuencia de precipitaciones máximas 24 horas adoptadas.

Coef. Duración	Grunsky	Dura (h)	2	5	10	20	25	50	100
Bell	Bell	0.17	12.8	14.1	15.0	15.6	15.8	16.3	16.8
Bell	Bell	0.5	21.2	23.4	25.0	25.9	26.2	27.0	27.9
0.21	0.2	1	23.9	29.2	32.6	34.9	35.7	37.6	39.5
0.32	0.29	2	36.5	44.5	49.6	53.1	54.4	57.3	60.2
0.5	0.41	4	57.0	69.5	77.5	83.0	85.0	89.5	94.0
0.59	0.5	6	67.2	82.0	91.5	97.9	100.3	105.6	110.9
0.67	0.58	8	76.4	93.1	103.9	111.2	113.9	119.9	126.0
0.73	0.65	10	83.2	101.5	113.2	121.2	124.1	130.7	137.3
0.79	0.71	12	90.0	109.8	122.5	131.1	134.3	141.4	148.6
0.84	0.76	14	95.7	116.7	130.2	139.4	142.8	150.4	158.0
0.91	0.87	18	103.7	126.5	141.1	151.0	154.7	162.9	171.1
1	1	24	114.0	139.0	155.0	166.0	171.0	179.0	188.0

Tabla A4: Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia de precipitaciones en 24 hrs, estación Curarrehue, en mm.

2.2 Caudal medio Anual

A manera de información general, se estima el caudal medio anual a través de la relación Precipitación-Escorrentía, mediante relación de Turc. Se aplicó a precipitaciones de media anual de Curarrehue, cuyos parámetros y resultado se muestra en la Tabla A5. En ellas se puede apreciar que las distintas zonas de drenaje, tiene un caudal medio anual bajo.

Estimacion caudal Anual (Turc)		Mariposa	Cascada	En La Junta
Area Cuenca KM2	KM2	10.8	16.3	27.1
Temperatura Media Anual °C	°C.	12	12	12
PP anual promedio mm	mm	3550	3550	3550
Deficit Escorrentia anual mm	mm	599	599	599
Escorrentia Anual mm	mm	2950	2950	2950
Caudal Medio Anual	m3/s	1.01	1.52	2.53

Tabla A5: Caudal medio anual en zonas de estudio, en m3/s

2.3 Caudales máximos instantáneos.

Dadas las características morfológicas de la cuenca y de información disponible, para el cálculo de los caudales máximos instantáneos (o de crecidas) se emplearon 4 métodos: i) DGA-AC y ii) Verni y King modificado, aplicando los procedimientos correspondientes descritos en el Manual de Cálculo de Crecidas (DGA, 1995).

Método DGA-AC: Siguiendo el procedimiento 3.1.1 del Manual de cálculo de crecidas, para zona homogénea W_p , se emplean las curvas de frecuencias dadas por tabla 3.20 del Manual. La determinación del caudal medio diario para 10 años de periodo de retorno se emplea la ecuación 3.3 dando como valor 155 mm (ver tabla A1 de este informe). El factor de conversión de caudal medio diario a caudal máximo instantáneo es de 1,19. La Tabla A6 se muestra los valores de caudales instantáneos obtenidos por el método.

T(años)	Cascada		Mariposa		Junta
	DGA-AC med-max	DGA-AC Max - inst	DGA-AC med-max	DGA-AC max-inst	Suma
2	9.86	11.74	6.61	7.86	19.60
5	12.62	15.01	8.45	10.06	25.07
10	14.50	17.26	9.72	11.56	28.82
20	16.24	19.33	10.88	12.95	32.28
25	16.82	20.02	11.27	13.41	33.43
50	18.56	22.09	12.44	14.80	36.89
75	19.58	23.30	13.12	15.61	38.91
100	20.30	24.16	13.60	16.19	40.35

Tabla A6: Caudales máximos instantáneos, en m³/s, a través método DGA -AC.

Verni y King modificado: Siguiendo el procedimiento 3.1.2 del manual de cálculo de crecidas, se obtiene el caudal de crecida multiplicando el coeficiente empírico (Tabla 3.26 del Manual) para el período de retorno de 10 años con el coeficiente de frecuencia empírico y la ecuación 3.34 del manual. La precipitación en 24 horas se obtiene de la Tabla A4 de este informe y el área pluvial de la Tabla A2. La tabla A7 muestra los valores obtenidos por el método.

T (años)	C(T) / C (T=10)	C(T)	Cascada	Mariposa	Junta
			m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
2	1.03	0.92	23.55	16.40	39.95
5	1.02	0.91	29.79	20.74	50.53
10	1	0.89	33.35	23.22	56.57
20	0.98	0.87	35.49	24.71	60.20
50	0.97	0.86	38.53	26.82	65.34
100	0.93	0.83	39.51	27.51	67.02

Tabla A7: Caudales máximos instantáneos, en m³/s, a través método de Verni y King modificado.

Finalmente, la Tabla A8 muestra un resumen de los caudales de crecida, en m³/s, obtenido por los diferentes métodos.

T (años)	Verni King Modificado			DGA-AC		
	Cascada	Mariposa	Junta	Cascada	Mariposa	Junta
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
2	23.55	16.40	39.95	11.74	7.86	19.60
5	29.79	20.74	50.53	15.01	10.06	25.07
10	33.35	23.22	56.57	17.26	11.56	28.82
20	35.49	24.71	60.20	19.33	12.95	32.28
50	38.53	26.82	65.34	22.09	14.80	36.89
100	39.51	27.51	67.02	24.16	16.19	40.35

Tabla A8: Resumen de caudales de crecida, en m³/s, obtenido por los distintos métodos aplicados.

2.4 Estimación de los caudales medios mensuales.

Debido a que no se cuenta con estaciones de medición de caudales en el cauce se aplicó un método indirecto para la estimación.

Utilizando el método de la Transposición de Cuencas, donde se usa una estación patrón que contenga estadísticas de caudales confiables y que posea características geométricas e hidrológicas similares. Para esto se tomará como patrón la estación fluviométrica de la DGA del río Trancura en Curarrehue, que presentan los siguientes caudales medios mensuales, asociados a probabilidades de excedencia (tabla A9):

Prob (%)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	51.21	47.83	43.52	23.67	17.3	11.91	20.92
50	36.5	35.29	24.36	14.99	11.22	8.44	12.05
85	28.63	25.36	17.22	10.44	7.97	6.60	7.32

Tabla A9: Caudales medios mensuales asociados a probabilidades de excedencia de 10%, 50% y 85%, en la estación del río Trancura en Curarrehue.

La estación del río Trancura en Curarrehue comprende un área de drenaje de 341 km² y posee una precipitación media anual de 3550 mm/año.

Los esteros Mariposa y Cascada hasta el punto de la Junta tienen una superficie de captación de 10.8 km² y 16.3 km² respectivamente.

Considerando que tanto las áreas de drenaje como las precipitaciones medias anuales no difieren entre la estación patrón y el cauce en estudio, se tiene el factor con la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{cauce}} = F(A, Pp) * Q_{\text{patrón}}$$

$$F(A, Pp) = A_{\text{cauce}} / A_{\text{patrón}}$$

Donde:

A_{cauce} : Área del cauce en estudio

$A_{\text{patrón}}$: Área estación patrón

De esta forma el factor del cauce es:

$$F_{\text{estero Mariposa}} = 0.032, \text{ y el } F_{\text{estero Cascada}} = 0.048$$

Multiplicando los caudales de la estación patrón por los el correspondiente factor de corrección.

La siguiente tabla muestra los caudales medios mensuales asociados a las principales probabilidades de excedencia, obtenidos por Transposición de Cuencas (tabla A10):

Estero Mariposa							
Prob (%)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	1.64	1.53	1.39	0.76	0.55	0.38	0.67
50	1.17	1.13	0.78	0.48	0.36	0.27	0.39
85	0.92	0.81	0.55	0.33	0.26	0.21	0.23
Estero La Cascada							
Prob (%)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	2.46	2.30	2.09	1.14	0.83	0.57	1.00
50	1.75	1.69	1.17	0.72	0.54	0.41	0.58
85	1.37	1.22	0.83	0.50	0.38	0.32	0.35
La Junta							
Prob (%)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	4.10	3.83	3.48	1.89	1.38	0.95	1.67
50	2.92	2.82	1.95	1.20	0.90	0.68	0.96
85	2.29	2.03	1.38	0.84	0.64	0.53	0.59

Tabla A10: Caudales medios mensuales (m³/s) asociados a probabilidades de excedencia de 10%, 50% y 85%, para los sectores en estudio.

2.5 Estimación de Caudal Crítico, Áreas de Inundación , alturas de crecidas.

Para obras de uso común a nivel mensual, según los cálculos establecidos anteriormente las quebradas tendrían que ser capaz de transportar los siguientes caudales en función de los datos fluviométritos observados en la zona Tabla A11:

Estero	Mínimo esperable m ³ /s	Q	Máximo esperable m ³ /s	Q
Mariposa	0.21		1.64	
La Cascada	0.32		2.46	
La Junta	0.53		4.1	

Tabla A11: Caudales de diseño basado solo en datos fluviométritos (m³/s) asociados a probabilidades de excedencia de 10% y 85%, para los sectores en estudio.

Si a este adjuntamos el flujo de caudal proveniente de lluvias extremas, los flujos de agua para obras que soporten un periodo de retorno de 20 años según Verni King (tabla A9) para el sector son (Tabla 12):

	Verni King Modificado		
	Cascada	Mariposa	Junta
T (años)	m3/s	m3/s	m3/s
20	35.49	24.71	60.20

Tabla A12: Resumen de caudales de crecida, en m3/s, obtenido por el método Verni-King.

De lo anterior se puede esperar un caudal crítico de máximo (suma tabla A12 + columna tabla A11 de máximo caudal esperable) (tabla13):

Estero	Caudal Critico Máximo Q esperable m3/s
Mariposa	26.35
La Cascada	37.90
Punto La Junta	64.30

Tabla A12: Caudal Critico Máximo m3/s con T=20 años. Se tiene que la sección transversal promedio de los esteros posee los siguientes anchos (muestreados en 3 sectores diversos de cada estero) tabla A13:

Estero	Ancho en metros
Mariposa	12.7
La Cascada	8.3
Punto La Junta	13.5

Tabla A13: Ancho en metros.

Las velocidades promedio observada en los cauces fue de (muestreados en 3 sectores del cauce) tabla 14:

Estero	Velocidad m/s
Mariposa	0.5
La Cascada	0.4
Punto La Junta	0.5

Tabla A14: Velocidades promedio observadas.

Se tiene que como

$$Q_{\text{cauce}} = V_{\text{cauce}} * A_{\text{cauce}} = V_{\text{cauce}} * \text{ALTO}_{\text{cauce}} * \text{ANCHO}_{\text{cauce}}$$

Podemos estimar la altura crítica de inundación asumiendo que la sección es rectangular tabla 15,

Estero	Alto de inundación metros
Mariposa	4.2
La Cascada	11.4
Punto La Junta	9.6

Tabla A15: Altura critica en metros.

Pero la sección tipo medio son las siguientes figuras A4 a A6:

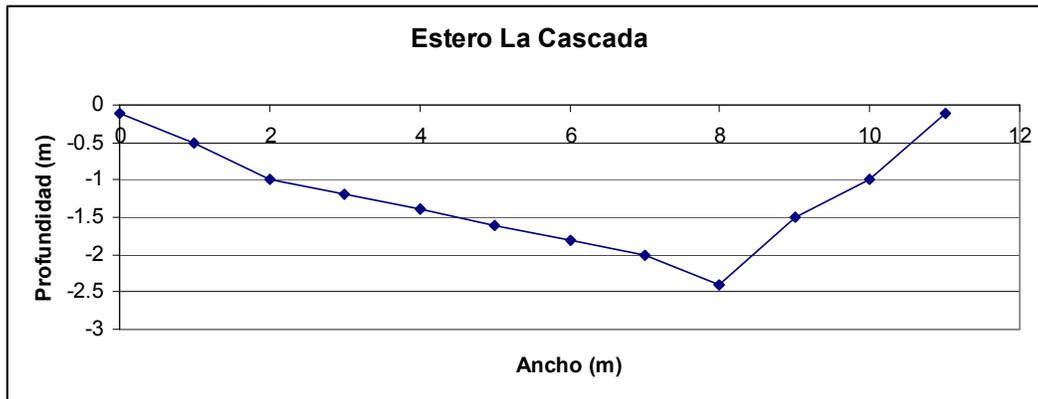


Figura A4: Sección Transversal Tipo Estero la Cascada.

El estero la Cascada tiene una sección transversal de 13.75 m² y es capaz de drenar 5.5 m³/s.

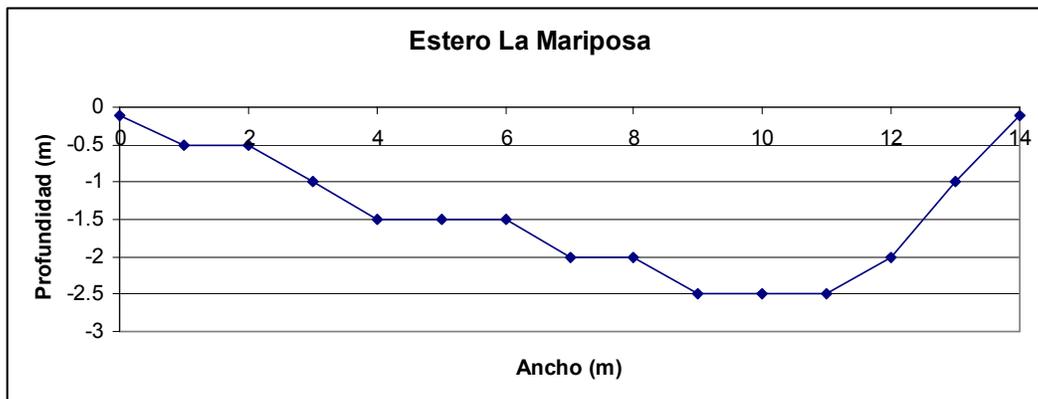


Figura A5: Sección Transversal Tipo Estero la Mariposa.

El estero la Mariposa tiene una sección transversal de 20.75 m² y es capaz de drenar 10.375 m³/s.

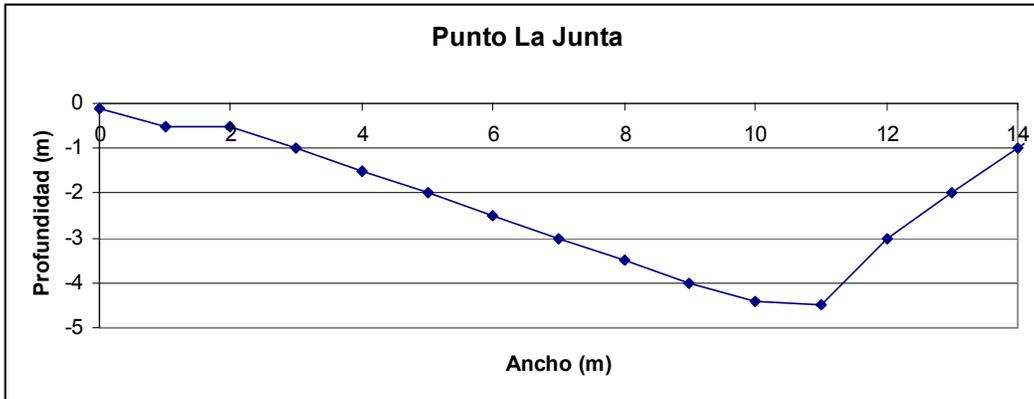


Figura A6: Sección Transversal Tipo Punto La Junta.

El punto de la junta tiene una sección transversal de 35.10 m² y es capaz de drenar 17.55 m³/s.

Cuando los cuerpos de agua se saturan con fluidos, los caudales de excedencia que generan eventos de inundación (Caudal total del evento esperable T=20 años - caudal de saturación del cuerpo de agua) son tabla 16,

Estero	Caudal Inundación (m ³ /s) aproximado
Mariposa	16.00 (26.35-10.375)
La Cascada	32.40 (37.90-5.50)
La Junta	46.75 (64.30 -17.55)

Tabla A15: Caudal de Excedencia de Inundación.

Debe tenerse en cuenta que el tiempo de concentración de 28.44 minutos.

2.6 Riesgo de Fallas.

Las obras que se diseñan para el manejo de aguas lluvias deben diseñarse para las condiciones del lugar donde se insertan, de esta manera se diseña en función de la condición mas exigente para que la obra no se superada, se tiene que como el riesgo de falla es probabilístico debido a la naturaleza estocástica de las probabilidades, se acepta que este riesgo se estima como

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Donde T es el periodo de retorno de lluvias, y N el número de años para lo cual fue diseñada la obra (Tabla A16):

	Vida Útil de la Obra				
T	2	5	10	15	20
5	0.36	0.67	0.89	0.96	0.99
10	0.19	0.41	0.65	0.79	0.88
20	0.10	0.23	0.40	0.54	0.64
50	0.04	0.10	0.18	0.26	0.33

Tabla A16: Riesgo de Falla de Obra

Se entiende que una obra diseñada para 20 años de vida útil tiene un riesgo de falla del 64% ante un evento del 20% de periodo de retorno.

A partir del periodo de retorno y la vida útil de la obra se puede estimar la cantidad de veces que se puede presentar el evento máximo esperado, tabla A17,

	Vida Útil de la Obra				
T	2	5	10	15	20
5	0.40	1.00	2.00	3.00	4.00
10	0.20	0.50	1.00	1.50	2.00
20	0.10	0.25	0.50	0.75	1.00
50	0.04	0.10	0.20	0.30	0.40

Tabla A17: Numero de veces de en que se presenta el retorno del evento pluvial.

3 ANALISIS DE RESULTADOS.

Cabe mencionar que las lluvias de diseño de referencia (duración 24 horas y frecuencia de 10 años de recurrencia) obtenida en el presente informe se encuentra sobre el intervalo de confianza definido en el estudio hidrológico que eliminó el dato dudoso. Luego, la aplicación del valor de 155 mm debe ser considerado como criterio conservador, frente a la estimación de crecidas y caudales de diseño para la futuros proyectos en el sector.

Respecto de la estimación de caudales máximos instantáneos asociados a distintos períodos de retorno, todos los métodos entregan valores diferentes. Al analizar los resultados se puede observar que el método de la DGA-AC entrega valores bajos, a comparación con el método de Verni y King. Para el diseño de múltiples proyectos en el sector se adoptará los valores obtenidos mediante el método de Verni y King, debido a que muestra un dato más utilizado y valido. Adoptando como caudal de diseño con 100 años de periodo de retorno 67.02 m³/s.

En función de datos estudiados, los presentes esteros tendrían que inundar su cauce a lo menos una vez cada 2 años, eso si teniendo en consideración que las secciones transversales de los esteros son capaces de conducir hasta el doble de su caudal natural durante la fecha mas extrema del año. Por lo cual cualquier obra que contenga un periodo de retorno critico de 20 años (60.2 m³/s), seria capaz de trabajar de manera satisfactoria como medida de protección a cualquier proyecto que se instaure en la zona.