

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA MIRAFLORES

Fotografía 1. Relleno y Compactado de Espaldón (Aguas Abajo)



Fotografía 2. Relleno y Compactado de Espaldón (Aguas Arriba)



Fotografía 3. Provisión y Colocado Geo textil (Aguas Arriba)



Fotografía 4. Provisión y Colocado de Geo textil (Aguas Abajo)



Fotografía 5. Vista Núcleo de Arcilla y Espaldones



Fotografía 6. Relleno y Compactado Núcleo de Arcilla



Fotografía 7. Construcción del Perfil Creager



Fotografía 8. Construcción del Vertedero de excedencias vista aguas arriba



Fotografía 9. Vertedero de excedencias y Canal de descarga



Fotografía 10. Rip Rap talud aguas arriba



Fotografía 11. Desfogue Aguas abajo de la Presa



Fotografía 12. Coronamiento de la Presa



Fotografía 13. Presa Miraflores



Fotografía 14. Vertedero de excedencias



Fotografía 15. Canal de descarga



Fotografía 16. Disipador de energía al inicio del canal de descarga



Fotografía 17. Salida del vertido aguas abajo de la presa



Fotografía 18. Lecho rocoso aguas abajo



ANEXO 2: ESTUDIO HIDROLÓGICO PRESA MIRAFLORES



ESTUDIO HIDROLÓGICO

**PROYECTO “ESTUDIO HIDROLÓGICO PRESA
MIRAFLORES”**

MUNICIPIO: INCAHUASI

DEPARTAMENTO: CHUQUISACA

INTRODUCCIÓN

El estudio TESA del proyecto “Construcción Presa Miraflores” es un estudio financiado por El GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE INCAHUSI, para beneficiar a 204 familias en la comunidad de Miraflores del Municipio de Incahuasi. El área incremental a lograr con el proyecto asciende a las 133.20 ha. El proyecto consiste en la construcción de una presa con capacidad de almacenamiento de 0.570 hm³ con altura de 17.25 m, La implementación del proyecto se justifica en el bajo rendimiento y eficiencia en la producción agropecuaria, ya que la agricultura es la principal actividad económica de la zona y en la actualizad los niveles de producción y productividad no satisfacen las necesidades básicas. Por estas razones se ha decidido contrarrestar estos efectos a través de la construcción de un sistema de almacenamiento y distribución de agua.

Las siguientes secciones del presente informe son complementación de la parte de análisis hidrológico luego de haberse revisado el estudio TESA del proyecto “Construcción Presa Miraflores”, siendo de vital importancia para una consiguiente implementación del proyecto, y puesta en operación.

1. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio consiste en evaluar el potencial de los recursos hídricos de la micro cuenca Miraflores, donde se emplazará la obra de almacenamiento de agua con fines agrícolas y uso poblacional (aguas abajo del vaso de la cuenca Miraflores).

1.1.Objetivos Específicos

En el presente trabajo se tiene los siguientes objetivos específicos:

- Generar una base de datos climatológica regionalizada para el área de proyecto.
- Complementar el análisis hidrológico de sobre el potencial hídrico de la cuenca de aporte Miraflores, realizando la estimación sobre el proceso lluvia escorrentía a través de un modelo de TEMEZ, aplicable a cuencas con información escasa, aprovechando al máximo la información existente.
- Analizar, comparar y concluir los resultados del estudio TESA con los obtenidos en la presente verificación.

2. INFORMACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación hidrográfica

La ubicación hidrográfica del proyecto se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Hidrografía

Sistema de drenaje	Subsistemas de drenaje	Sub-cuenca
Cuenca Del Río De La Plata	Camblaya-Pilaya	Miraflores

(Fuente: ZONISIG)

2.2. Clima

El clima es árido a semiárido con presencia de heladas durante 6 a 11 meses por año, las que disminuyen su intensidad en el periodo entre los meses de noviembre a marzo. La vegetación natural está compuesta por matorrales bajos, ralos a dispersos, vegetación con transición, escorrentías temporales

2.2.1. Estaciones meteorológicas

De todas las estaciones meteorológicas en el área de estudio se ha seleccionado Siete, las cuales poseen un registro relativamente extenso en ciertos periodos. Las estaciones tomadas en cuenta en el presente informe son: Incahuasi, Culpina, Villa Charcas, Santa Elena, Arpaja Alta, La Torre, Chillcara.

Tabla 2. Ubicación geográfica – estaciones

Estación	1_Incahuasi	2_Culpina	3_Villa_Charcas	4_Santa_Elena	5_Arpaja_Alta	6_La_Torre	7_Chillcara	8_Villa_Avecia
(peso)	0.3765	0.0693	0.3210	0.0881	0.0914	0.0168	0.0285	0.0085
Altitud	2980	2960	2968	2100	3061	2420	2542	2280
ESTE X	305673.7	297859.6	303635.6	314967.2	297078.9	276902.1	318941.7	268098.6
NORTE Y	7702553.0	7695601.5	7706158.8	7723018.4	7712386.7	7718900.2	7679449.4	7679002.8

(Fuente: SENAMHI)

Las estaciones presentan registros en los periodos mostrados en los siguientes cuadros.

Tabla 3. Datos Disponibles de precipitaciones medias en las estaciones

		DATOS DE : PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)																																																	
Estacion	Periodo disponible	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016								
Incahuasi	1983-2003									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Culpina	1975-2011	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Villa Charcas_h	2002-2005																																																		
Santa Elena	1977-2016		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Arpaja Alta	1984 -2004																																																		
La Torre	1979-2016				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Chilicara	2006-2007																																																		
Villa Abecia	1975-2016	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 4. Precipitaciones mensuales Estación Miraflores

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
1983	87.8	82.0	19.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	4.0	87.4	40.9	287.6	
1984	241.5	184.2	184.1	10.0	0.0	0.0	0.0	33.8	0.0	41.1	123.1	43.6	841.2	
1985	54.3	100.2	0.0	33.3	0.0	38.3	0.0	4.4	1.3	3.0	180.8	158.8	572.4	
1986	107.6	102.0	181.4	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	20.5	42.2	203.9	726.6	
1987	166.9	36.5	41.3	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.6	56.9	9.0	372.9	
1988	109.0	62.5	131.9	28.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	6.0	10.7	127.6	481.3	
1989	71.8	89.2	89.9	81.4	0.0	1.2	6.5	0.0	0.0	23.1	20.8	107.6	431.5	
1990	82.7	86.3	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	37.6	72.2	319.1	
1991	120.8	42.6	70.4	21.8	0.0	0.0	0.0	2.5	9.2	18.0	33.6	39.7	358.5	
1992	177.3	110.9	31.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	24.8	41.5	109.1	501.0	
1993	104.5	94.4	166.6	4.7	15.5	0.0	0.0	5.7	1.5	69.0	47.5	71.1	580.5	
1994	86.2	120.9	23.0	3.6	1.6	0.0	0.0	0.0	4.0	22.9	61.9	****	****	
1995	172.4	57.6	101.0	10.5	9.6	0.0	0.0	0.0	9.4	10.8	30.8	85.5	487.4	
1996	71.1	52.0	65.4	25.0	16.8	0.0	0.0	14.6	6.6	2.2	22.7	69.3	336.7	
1997	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	4.8	12.3	33.0	****
1998	68.8	44.3	15.4	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	68.7	3.9	236.8	
1999	97.8	96.7	172.0	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.2	****	****	****	
2000	221.8	30.1	66.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	13.3	58.4	384.6	
2001	****	124.0	90.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	65.5	****	
2002	94.9	196.2	85.2	2.3	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	84.6	82.2	31.0	559.7	
2003	121.3	53.1	161.6	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
SUMA	2237.6	1743.6	1661.4	306.0	43.3	39.6	10.8	81.6	69.8	464.6	917.0	1328.1	7476.7	
MEDIA	117.8	87.2	82.0	16.1	2.3	2.1	0.6	3.2	3.7	32.7	48.3	73.8	407.2	
MAX	241.5	196.2	181.4	61.4	16.9	38.3	6.5	33.8	19.0	84.8	180.8	203.9	841.2	
MIN	54.3	30.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	236.8	



Figura 1. Localización de estaciones meteorológicas utilizadas en la verificación

(Fuente: Elaboración propia)

2.2.2. Precipitación

Para la obtención de las precipitaciones medias en las sub-cuencas analizadas se ha realizado una estimación por medio del método del inverso de la distancia a partir del registro de la información pluviométrica de las estaciones circundantes a la cuenca de aporte.

Con esta metodología se ha estimado las precipitaciones medias para la sub-cuenca los resultados se muestran en la figura 2

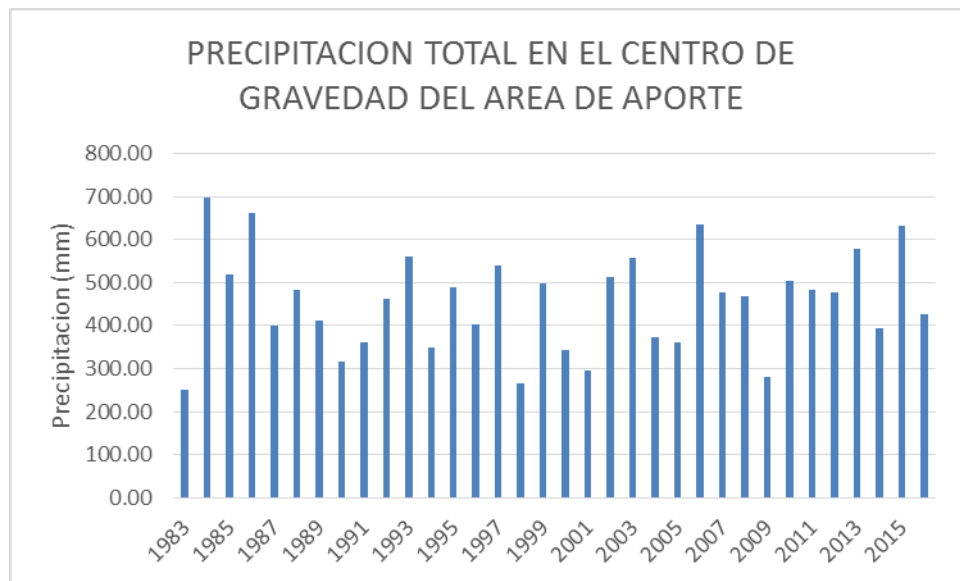


Figura 2. Datos de precipitación estimados para la sub-cuenca

(Fuente: Elaboración propia)

2.2.3. Evapotranspiración

El modelo elegido para la estimación de la oferta requiere datos de evapotranspiración, en la zona de proyecto algunas estaciones presentan estos datos estimados por el SENAMHI, se ha trabajado con datos mensuales completando los datos faltantes con el método del inverso de la distancia.

Con esta metodología se ha estimado las evapotranspiraciones medias para la sub-cuenca los resultados se muestran en la figura 3



Figura 3. Datos de Evapotranspiración originales y rellenados

(Fuente: Elaboración propia)

2.3. Relieve y topografía

2.4. Características del suelo en la cuenca

El presente informe hace uso de una modelo de balance hídrico que aprovecha datos de campo que son estimados de las características geológicas y de cobertura de suelos para el área de la cuenca.

El Modelo de Elevación Digital Global de ÁSTER (Global Digital Elevation Model - GDEM) que cubren territorio boliviano, creadas a partir de imágenes captadas por el sensor japonés Advanced Spaceborne Thermal Emisión and Reflection Radiometer, o ÁSTER a cargo de la NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METÍ). La información ÁSTER GDEM se encuentra en formato GeoTIFF con coordenadas geográficas lat/long, y cuentan con una resolución espacial de 30 metros. El área del proyecto se encuentra en el cuadrante ASTGTM2_S22WO65.

A partir de este DEM se determinan los parámetros morfométricos de la sub-cuenca analizada.

Cuenca	Area (km ²)	Perimetro (km)	Cota max (msnm)	Cota min (msnm)	Pendiente media (m/m)	Longitud del cauce (km)	Coordenadas Centro de Gravedad		Cota msnm
							Este (m)	Norte (m)	
Miraflores	9.365	13.587	3671	3058	0.16	3.94	312072.47	7707076.85	3293.73



Figura 4. Imagen Cuenca de Aporte y vaso de almacenamiento Presa Miraflores

Orden de los ríos en la cuenca de aporte

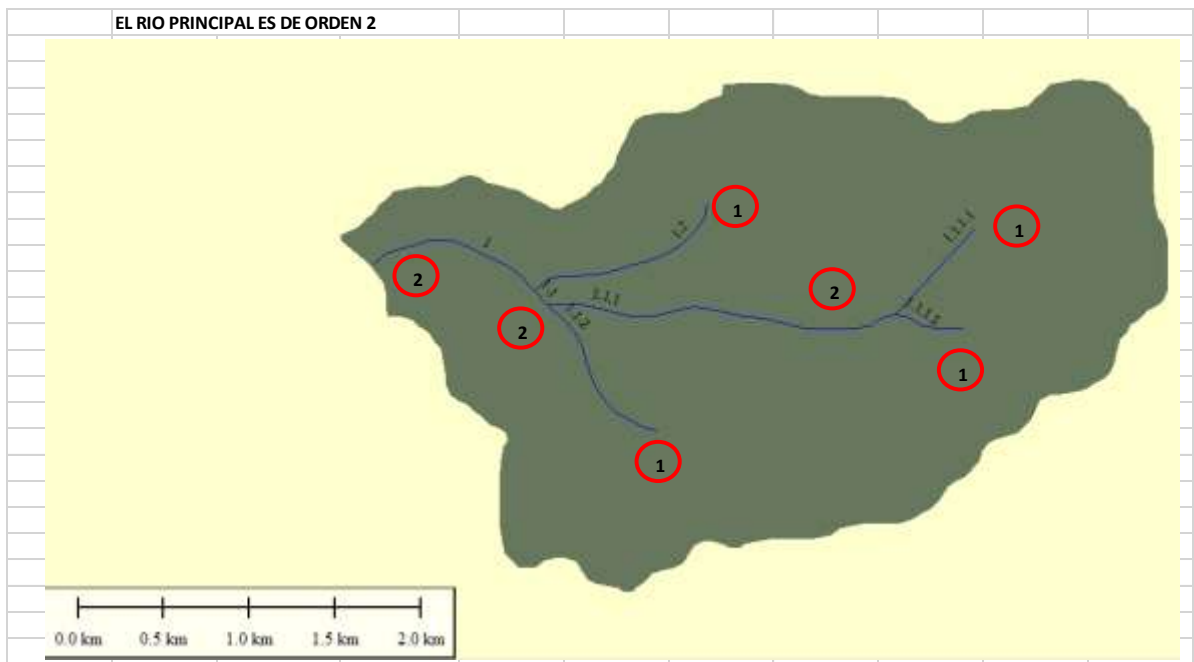


Figura 5. Afluentes al río principal cuenca Miraflores

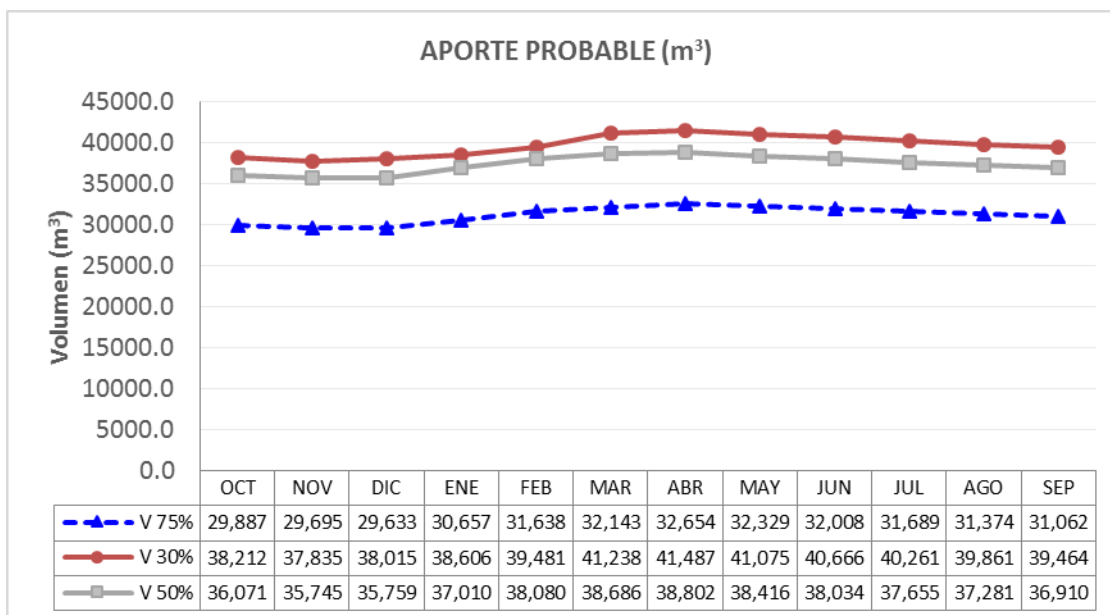


Figura 7. Aporte estimado para la cuenca Miraflora

(Fuente: Elaboración propia)

Con esta información estimada podemos caracterizar año húmedo, medio y seco (30, 50 y 75% de probabilidad de excedencia) como se muestra a continuación.

Tabla 6. Volúmenes estimados cuenca Miraflora

MES	Año seco	Año medio	Año húmedo	Año seco	Año medio	Año húmedo
	Q 75%	Q 50%	Q 30%	V 75%	V 50%	V 30%
OCT	0.01116	0.01347	0.01427	29,887.10	36,071.21	38,212.64
NOV	0.01146	0.01379	0.01460	29,695.26	35,745.65	37,835.27
DIC	0.01106	0.01335	0.01419	29,633.78	35,759.24	38,015.94
ENE	0.01145	0.01382	0.01441	30,657.53	37,010.63	38,606.08
FEB	0.01308	0.01574	0.01632	31,638.38	38,080.22	39,481.10
MAR	0.01200	0.01444	0.01540	32,143.01	38,686.67	41,238.14
ABR	0.01260	0.01497	0.01601	32,654.73	38,802.72	41,487.96
MAY	0.01207	0.01434	0.01534	32,329.81	38,416.63	41,075.14
JUN	0.01235	0.01467	0.01569	32,008.12	38,034.38	40,666.44
JUL	0.01183	0.01406	0.01503	31,689.64	37,655.93	40,261.80
AGO	0.01171	0.01392	0.01488	31,374.32	37,281.25	39,861.19
SEP	0.01198	0.01424	0.01523	31,062.14	36,910.29	39,464.56
PROM	0.07714	0.11074	0.13874	374,773.81	448,454.81	476,206.27

4. PRECIPITACIONES MÁXIMAS

Las aportaciones máximas se estimaron a partir de las precipitaciones máximas de las estaciones circundantes a la sub-cuenca, eligiendo el mayor dato por año de las estaciones.

Tabla 7. Precipitaciones máximas en 24 hrs de las estaciones circundantes

AÑOS.	Incahuasi	Culpina	Villa Charcas	Santa Elena	Arpaja Alta	La Torre	Chillcara	Villa Abecia
1973		****						****
1974		****						****
1975		29.3						****
1976		45.2		****				****
1977		41		52				****
1978		28.3		66.2				****
1979		20.7		71.1		****		37.5
1980		19.6		****		23.5		19
1981		23		****		****		73.5
1982		22		****		****		17
1983	27.1	14.3		****		26.2		17
1984	63.2	25.3		7.2		25.8		50
1985	50	47.5		****		****		****
1986	41.5	****		****		28		****
1987	45	****		47.8		40.2		****
1988	40.7	50		****		34		****
1989	40.8	****		10		41.2		****
1990	20.9	25		8.5		19.8		28
1991	44.7	24.5		20		38.1		28
1992	32.5	29.3		45		57.3		45
1993	43.6	27		****	****	49		10
1994	****	23.5		****	40	28.4		17
1995	28.5	****		****	56	28.9		9
1996	31.5	****		40.2	32	28		30.4
1997	****	****		****	****	27.2		23
1998	22.5	18.7		39.6	****	29.5		20.3
1999	****	41		74.3	****	72		21.5
2000	150.2	****		****	****	32		20.5
2001	****	****		****	****	34		18.7
2002	52.5	21.5	****	****	****	53		20.1
2003	****	83	103	****	82.5	63		****
2004		16.5	28	****	27.1	20		****
2005		25.5	****	****	****	25	****	****
2006		40		60.4		28.3	21	51.9

AÑOS.	Incahuasi	Culpina	Villa Charcas	Santa Elena	Arpaja Alta	La Torre	Chillcara	Villa Abecia
2007		34.2		65.1		32.4	23.3	42.5
2008		24.1		****		28.5	****	****
2009		17.6		****		22		****
2010		43.2		51.4		51		59.5
2011		16.2		****		30		****
2012		37.4		****		65		****
2013		60.5		105.7		38		31.2
2014		34.6		****		45		40.2
2015		19.6		70.6		25		44.3
2016		20.1		****		50.2		****

Distribución de Frecuencias

Para el análisis de frecuencia la serie de datos de precipitaciones máximas anuales se realizara el análisis de ajuste a las diferentes leyes de regresión, como resumen se muestra en el siguiente cuadro los resultados del test X-Square y test Smirnov.-Kolmogorov

Tabla 8. Parámetros de ajuste para precipitaciones máximas

Parámetro	All data
Data count	44
Non zero percent (%)	100
Mean value	56.6977
Standard deviation	24.258
Third central moment	22413.8
Skewness	1.57019
Kurtosis	4.13059
Mean value of $y=\ln(x)$	3.95864
Std. dev. of $y=\ln(x)$	0.39817
Third c. moment -//-	0.01099
Skewness r -//-	0.17413
LogNormal my	3.95368
LogNormal sy	0.41
Galton my	3.806
Galton sy	0.45988
Galton c	6.71193

Parámetro	All data
Exponential c	32.4397
Exponential Lambda	0.04122
Gamma Kappa	5.46288
Gamma Lambda	0.09635
Pearson III Kappa	1.6224
Pearson III Lambda	0.05251
Pearson III c	25.7995
Log Pearson III Kappa	131.916
Log Pearson III Lambda	28.8455
Log Pearson III c	-
	0.61457
EV-1 (Gumbel) Max Lambda	18.9212
EV-1 (Gumbel) Max Psi	2.41931
EV-2 Max Kappa	0.25135
EV-2 Max Lambda	11.6125
EV-1 (Gumbel) Min Lambda	18.9212

Parámetro	All data
EV-1 (Gumbel) Min Psi	3.57371
EV-3 (Weibull) Min Kappa	0.4009
EV-3 (Weibull) Min Lambda	25.6195
GEV Max Kappa	0.06245
GEV Max Lambda	17.2971
GEV Max Psi	2.6351
GEV Min Kappa	0.8508
GEV Min Lambda	25.5595
GEV Min Psi	2.2819
Pareto Kappa	0.08701
Pareto Lambda	28.5708
Pareto Psi	1.0645
LMoment: L1	56.6977
LMoment: L2	12.745
LMoment: L3	2.55327
LMoment: L4	28.0045
L-Skewness (tau-3)	0.20034
L-Kurtosis (tau-4)	2.1973
LM-Normal mx	56.6977
LM-Normal sx	22.5899
LM-Exponential c	31.2078
LM-Exponential Lambda	0.03923
LM-EV-1 (Gumbel) Max Lambda	18.3871
LM-EV-1 (Gumbel) Max Psi	2.50636
LM-EV-2 Max Kappa	0.29253
LM-EV-2 Max Lambda	12.8934
LM-EV-1 (Gumbel) Min Lambda	18.3871
LM-EV-1 (Gumbel) Min Psi	3.66076
LM-EV-3 (Weibull) Min Kappa	0.36734

Parámetro	All data
LM-EV-3 (Weibull) Min Lambda	23.4136
LM-GEV Max Kappa	0.04671
LM-GEV Max Lambda	17.5775
LM-GEV Max Psi	2.60009
LM-GEV Min Kappa	0.68364
LM-GEV Min Lambda	25.4918
LM-GEV Min Psi	2.36218
LM-Pareto Kappa	0.3324
LM-Pareto Lambda	39.6075
LM-Pareto Psi	0.68096
GEV Max (k spec.) Kappa	0.15
GEV Max (k spec.) Lambda	14.8013
GEV Max (k spec.) Psi	3.08069
GEV Min (k spec.) Kappa	0.15
GEV Min (k spec.) Lambda	22.1833
GEV Min (k spec.) Psi	3.00226

Tabla 9. Ajuste a distribución de frecuencias test X-Square

X-Square test for All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson Param.
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	29.25%	3.72727
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	32.67%	3.45455
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.12%	2.63636
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.51%	3.72727
Exponential	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.91%	8.36364
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.91%	8.36364
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.44%	3.18182
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.51%	3.72727
Log Pearson III					
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.12%	2.63636
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.35%	4.27273
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.53%	5.09091
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.53%	5.09091
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.51%	3.72727
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.51%	3.72727
Pareto	ACCEPT	REJECT	REJECT	2.63%	7.27273
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26.76%	2.63636
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.51%	3.72727
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.12%	2.63636
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11.61%	5.90909
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.53%	5.09091
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.44%	3.18182
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6.84%	5.36364
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.44%	3.18182
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.12%	2.63636
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26.15%	4
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	50.04%	2.36364

Tabla 10. Ajuste a distribución de frecuencias test Kolmogorov-Smirnov

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	71.71%	0.10319
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.81%	0.09256
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.61%	0.0753
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	87.35%	0.08758
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	58.40%	0.11514
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	51.45%	0.12157
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.17%	0.07805
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	67.59%	0.1069
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	86.95%	0.08804
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.88%	0.06532
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.77%	0.17026
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.57%	0.151
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	75.45%	0.09975
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	89.49%	0.08496
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	52.95%	0.12016
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.11%	0.17671
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.57%	0.08215
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.94%	0.07664
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.94%	0.07461
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	32.28%	0.14199
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	27.92%	0.14768
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	88.81%	0.08582
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	89.63%	0.08477
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	49.77%	0.12317
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	42.84%	0.13008
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	71.75%	0.10315
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	54.00%	0.11918

Como se ve en el cuadro anterior de las leyes que ajustan a los datos elegimos a la ley Gumbell, porque sus estimaciones son un tanto mayor que los demás que también ajustan, esto como medida de seguridad.

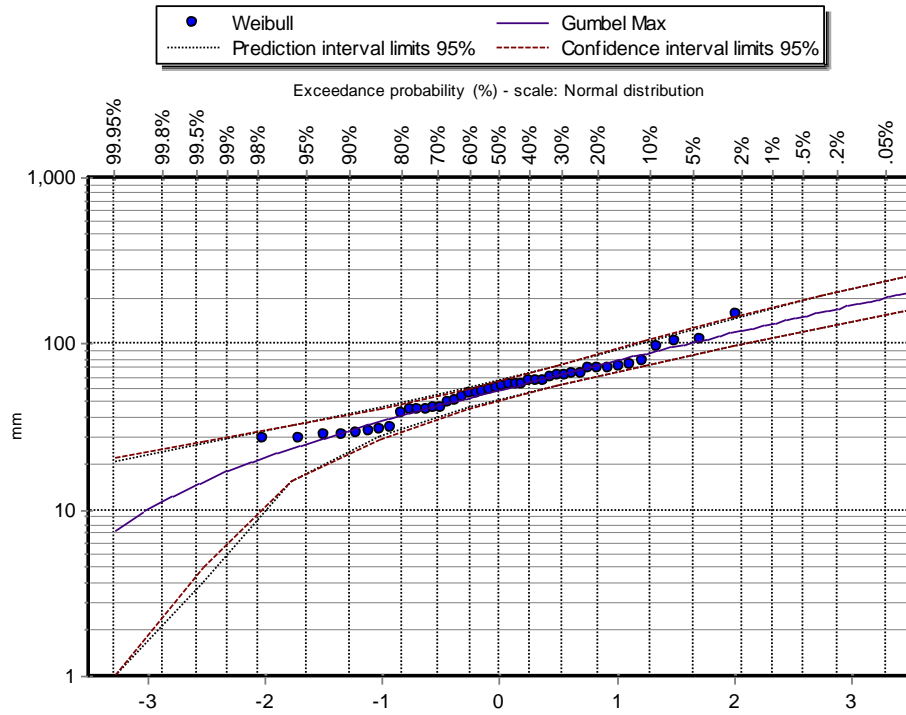


Figura 8. Límites de confianza Ajuste a Gumbel

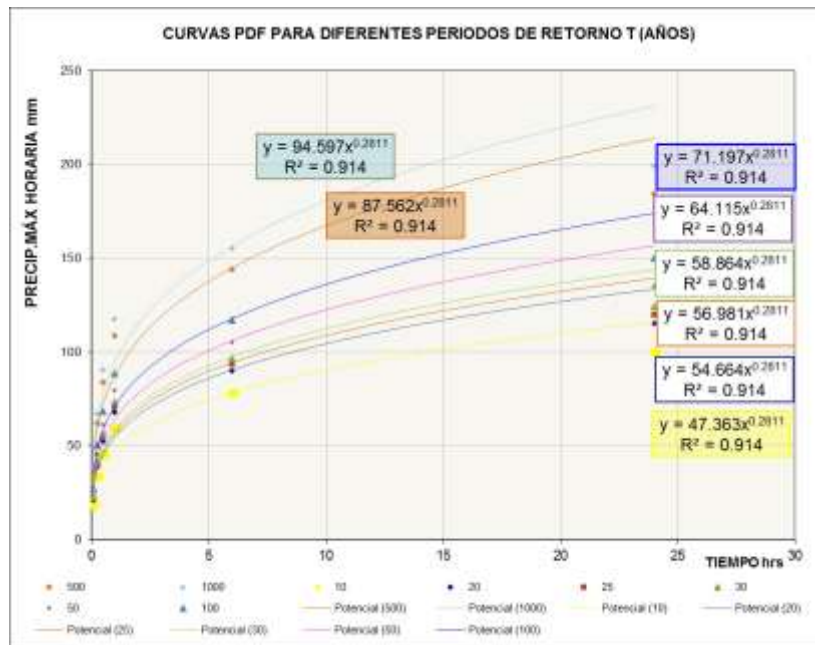


Figura 9. Curvas precipitación Duración y Frecuencia

Tabla 11. Tormenta de diseño

		Valores de precipitación (mm) según duración y periodo de retorno							
Duracion (hr)	Duracion (min)	PERIODO DE RETORNO T [años]							
		500	1000	10	20	25	30	50	100
0.05	3	37.72	40.75	20.40	23.55	24.55	25.36	27.62	30.67
0.10	6	45.84	49.52	24.79	28.62	29.83	30.81	33.56	37.27
0.15	9	51.37	55.50	27.79	32.07	33.43	34.53	37.61	41.77
0.20	12	55.70	60.17	30.13	34.77	36.24	37.44	40.78	45.29
0.25	15	59.30	64.07	32.08	37.02	38.59	39.87	43.42	48.22
0.30	18	62.42	67.44	33.76	38.97	40.62	41.96	45.71	50.75
0.35	21	65.19	70.42	35.26	40.69	42.42	43.82	47.73	53.00
0.40	24	67.68	73.12	36.61	42.25	44.04	45.50	49.56	55.03
0.45	27	69.96	75.58	37.84	43.67	45.52	47.03	51.22	56.88
0.50	30	72.06	77.85	38.98	44.99	46.89	48.44	52.76	58.59
0.50	30	72.06	77.85	38.98	44.99	46.89	48.44	52.76	58.59

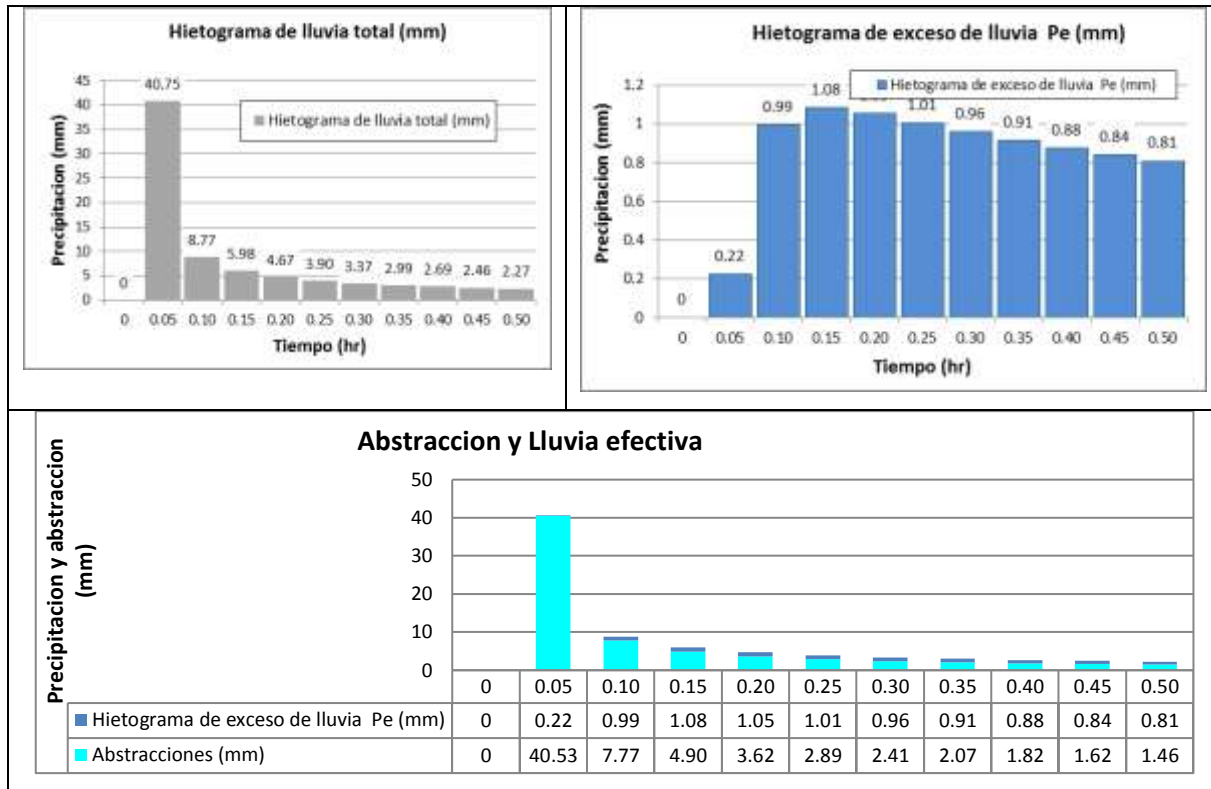
Hietograma de precipitación para T=1000 Años

CN = 59.61

S = 172.08 mm

Ia = 34.42 mm

Tiempo (hr)	Hietograma de lluvia total (mm)	Lluvia acum (mm)	Abstracciones acumuladas (mm)		Exceso de lluvia (mm)	Hietograma de exceso de lluvia Pe (mm)	Abstracciones (mm)	Tiempo (min)
			Ia	Fa				
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	40.75	40.75	34.4162	6.11	0.22	0.22	40.53	3
0.10	8.77	49.52	34.4162	13.88	1.22	0.99	7.77	6
0.15	5.98	55.50	34.4162	18.78	2.30	1.08	4.90	9
0.20	4.67	60.17	34.4162	22.40	3.35	1.05	3.62	12
0.25	3.90	64.07	34.4162	25.29	4.36	1.01	2.89	15
0.30	3.37	67.44	34.4162	27.70	5.32	0.96	2.41	18
0.35	2.99	70.42	34.4162	29.78	6.23	0.91	2.07	21
0.40	2.69	73.12	34.4162	31.59	7.11	0.88	1.82	24
0.45	2.46	75.58	34.4162	33.22	7.95	0.84	1.62	27
0.50	2.27	77.85	34.4162	34.68	8.75	0.81	1.46	30



Cálculo del Hidrograma unitario del SCS

TR = 0.300 horas

Tc = 0.500 horas

D = 0.067 h

Tp = 0.333 h

Up = 5252 ft³/s/pulg

Up = 5.855 m³/s/mm

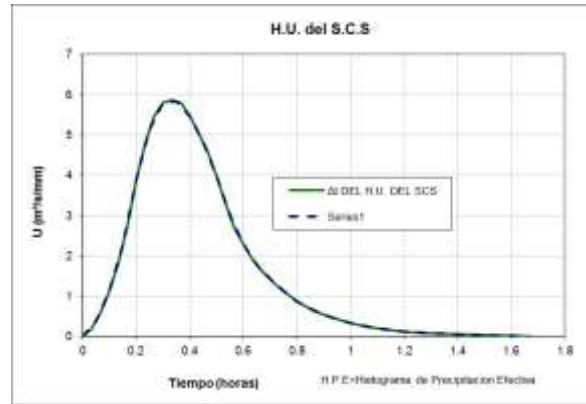
TR = Tiempo de rezago TR = 0.6*Tc

Tc = Tiempo de concentración

D = Tiempo de duración de lluvia efectiva D = 0.133*Tc

Tp = Tiempo al pico Tp = TR + D/2

Up = Caudal Pico Up = 484 * A / Tp



CONVOLUCION PARA EL HIDROGRAMA UNITARIO DE SCS (HIDROGRAMA DE ESCORRENTIA DIRECTA)

SCS (Soil Conservation Service) ahora NRCS (National Resources Conservation Service)

CONVOLUCION PARA UN PERIODO DE RETORNO DE Tr = 1000 años												
Tiempo (min)	0.000	3.000	6.000	9.000	12.000	15.000	18.000	21.000	24.000	27.000	30.000	
Precipitación efectiva	0.000	0.225	0.994	1.082	1.052	1.005	0.958	0.914	0.875	0.840	0.808	
Tiempo (horas)	Hidrograma unitario Q(m³/s/mm)	P1*HU	P2*HU	P3*HU	P4*HU	P5*HU	P6*HU	P7*HU	P8*HU	P9*HU	P10*HU	Total (m³/s)
0.00	0.00	0.00										0.00
0.05	0.38	0.09	0.00									0.09
0.10	1.11	0.25	0.38	0.00								0.63
0.15	2.28	0.51	1.11	0.41	0.00							2.03
0.20	3.87	0.87	2.27	1.20	0.40	0.00						4.74
0.25	5.12	1.15	3.84	2.47	1.17	0.38	0.00					9.02
0.30	5.80	1.30	5.09	4.18	2.40	1.12	0.36	0.00				14.46
0.35	5.83	1.31	5.76	5.54	4.07	2.30	1.07	0.35	0.00			20.39
0.40	5.44	1.22	5.79	6.27	5.39	3.89	2.19	1.02	0.33	0.00		26.10
0.45	4.80	1.08	5.41	6.30	6.10	5.15	3.70	2.09	0.97	0.32	0.00	31.13
0.50	3.98	0.90	4.77	5.89	6.13	5.83	4.91	3.53	2.00	0.93	0.31	35.19
0.55	2.98	0.67	3.95	5.19	5.73	5.85	5.55	4.69	3.38	1.92	0.90	37.84
0.60	2.28	0.51	2.96	4.31	5.05	5.47	5.58	5.30	4.48	3.25	1.85	38.76
0.65	1.78	0.40	2.27	3.23	4.19	4.82	5.21	5.33	5.07	4.30	3.12	37.95
0.70	1.42	0.32	1.77	2.47	3.14	4.00	4.60	4.98	5.10	4.87	4.14	35.38
0.75	1.12	0.25	1.42	1.93	2.40	3.00	3.81	4.39	4.76	4.89	4.68	31.54
0.80	0.86	0.19	1.12	1.54	1.88	2.29	2.86	3.64	4.20	4.57	4.71	27.00
0.85	0.68	0.15	0.85	1.22	1.50	1.79	2.19	2.73	3.48	4.03	4.40	22.34
0.90	0.54	0.12	0.68	0.93	1.18	1.43	1.71	2.09	2.61	3.34	3.88	17.97
0.95	0.42	0.09	0.53	0.74	0.90	1.13	1.36	1.63	2.00	2.51	3.21	14.12
1.00	0.32	0.07	0.42	0.58	0.72	0.86	1.08	1.30	1.56	1.92	2.41	10.92
1.05	0.26	0.06	0.32	0.45	0.57	0.69	0.82	1.03	1.25	1.50	1.84	8.52
1.10	0.20	0.05	0.25	0.35	0.44	0.54	0.66	0.79	0.98	1.20	1.44	6.69
1.15	0.16	0.04	0.20	0.28	0.34	0.42	0.52	0.63	0.75	0.94	1.15	5.26
1.20	0.12	0.03	0.16	0.22	0.27	0.32	0.40	0.49	0.60	0.72	0.91	4.12
1.25	0.10	0.02	0.12	0.17	0.21	0.26	0.31	0.38	0.47	0.57	0.69	3.21
1.30	0.08	0.02	0.10	0.13	0.17	0.20	0.25	0.29	0.37	0.45	0.55	2.52
1.35	0.06	0.01	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.28	0.35	0.43	1.98
1.40	0.05	0.01	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22	0.27	0.34	1.55
1.45	0.04	0.01	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.18	0.21	0.26	1.21
1.50	0.03	0.01	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.14	0.17	0.21	0.96
1.55	0.02	0.00	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.75
1.60	0.01	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13	0.59
1.65	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.46
1.70	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.08	0.35
1.75			0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.26
1.80				0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.19
1.85					0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.13
1.90						0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.09
1.95							0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.05
2.00								0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
2.05									0.00	0.00	0.01	0.01
2.10										0.00	0.00	0.00
2.15											0.00	0.00
												Qmax (m³/s)= 38.76

Figura 10. Convulación de hidrogramas con diferentes pulsos para estimar caudal máximo

La estimación del tirante máximo en el vertedor lo estimamos a partir del análisis de laminación a partir de la cota de la cresta de 3085.25 los resultados se muestran a continuación.



Figura 11. Hidrograma de crecidas e hidrograma de salida

Tabla 12. Resultados Laminación

T [años]	Q _{máx} [m ³ /s]	Longitud de vertido	Q diseño vertedor [m ³ /s]	H _o	Cota NAME
1000	38.76	12.00	11.59	0.62000	3085.87

5. CONCLUSIONES

- Se generó una base de datos de precipitaciones, evapotranspiración, escorrentías y caudales regionalizada para las sub cuencas de la cuenca.
- Se ha obtenido información de las estaciones cercanas a la cuenca, con estas se ha generado un registro tratado y complementado de información de precipitación y evapotranspiración y se estimó escorrentías y caudales para la cuenca Miraflores.
- Se ha utilizado un modelo sobre el proceso lluvia escorrentía para la estimación de aportes regionalizado.
- Se complementado el análisis hidrológico de sobre el potencial hídrico de la cuenca de aporte Miraflores. Según la revisión del estudio hidrológico del estudio TESA se verifico que todo el dimensionamiento y planificación de operación en la presa se realizó a base de caudales medios mensuales. Con la complementación realizada, se valora tanto el dimensionamiento como operación para una serie de caudales a nivel mensual para un intervalo de 32 años. Esta información se utilizó para verificar el comportamiento del almacenamiento en la presa del proyecto en situación de condición seca y húmeda de acuerdo a las guías de riego mayor.
- Se ha descrito una metodología de estimación de caudales en cuenca con escasa información. El método utilizado es muy similar a la del modelo de Temez y está basado en el balance hídrico a nivel de cuenca de aporte.
- Se ha estimado la disponibilidad de agua en la cuenca Miraflores para probabilidades excedencia de 30, 50 y 75% respectivamente.
- La longitud del vertedor deberá ser de $L=12$ m verificado para $T=1000$ años

ANEXO 3: TOPOGRAFÍA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO

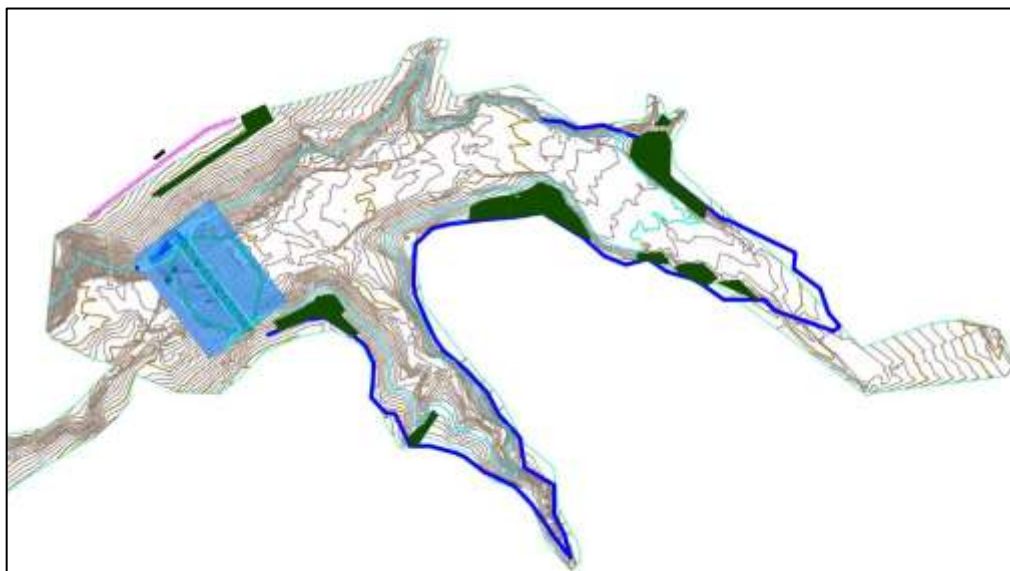


Figura 1. Topografía del vaso de almacenamiento

Tabla 1. Cotas vs Áreas

Cota m.s.n.m.	Área				
	Parcial (m ²)	Acum. (m ²)	Acum. (ha)	% parcial	% Acum.
3068	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3069	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00
3070	216.68	217.58	0.02	0.20	0.20
3071	1,710.19	1,927.77	0.19	1.59	1.79
3072	3,241.88	5,169.65	0.52	3.01	4.80
3073	4,028.78	9,198.43	0.92	3.74	8.54
3074	4,411.63	13,610.06	1.36	4.10	12.64
3075	5,116.48	18,726.54	1.87	4.75	17.39
3076	5,025.09	23,751.63	2.38	4.67	22.06
3077	5,328.83	29,080.46	2.91	4.95	27.01
3078	6,788.49	35,868.95	3.59	6.30	33.31
3079	6,911.32	42,780.27	4.28	6.42	39.73
3080	8,022.72	50,802.99	5.08	7.45	47.18
3081	7,263.71	58,066.70	5.81	6.75	53.92
3082	6,697.87	64,764.57	6.48	6.22	60.14
3083	6,850.63	71,615.20	7.16	6.36	66.51
3084	9,158.41	80,773.61	8.08	8.51	75.01
3085	9,123.78	89,897.39	8.99	8.47	83.48
3086	9,099.52	98,996.91	9.90	8.45	91.93
3087	8,647.32	107,644.23	10.76	8.03	99.97
3088	37.52	107,681.75	10.77	0.03	100.00

Tabla 2. Cotas vs Volumen

Cota		Volumen		
m.s.n.m.	Parcial (m³)	Acum. (m³)	% parcial	% Acum.
3068	0.00	0.00	0.00	0.00
3069	0.45	0.45	0.00	0.00
3070	109.24	109.69	0.01	0.01
3071	1,072.68	1,182.37	0.13	0.14
3072	3,548.71	4,731.08	0.41	0.55
3073	7,184.04	11,915.12	0.84	1.39
3074	11,404.25	23,319.36	1.33	2.72
3075	16,168.30	39,487.66	1.89	4.61
3076	21,239.09	60,726.75	2.48	7.09
3077	26,416.05	87,142.79	3.08	10.17
3078	32,474.71	119,617.50	3.79	13.96
3079	39,324.61	158,942.11	4.59	18.55
3080	46,791.63	205,733.74	5.46	24.01
3081	54,434.85	260,168.58	6.35	30.37
3082	61,415.64	321,584.22	7.17	37.54
3083	68,189.89	389,774.10	7.96	45.50
3084	76,194.41	465,968.51	8.89	54.39
3085	85,335.50	551,304.01	9.96	64.35
3086	94,447.15	645,751.16	11.02	75.37
3087	103,320.57	749,071.73	12.06	87.43
3088	107,662.99	856,734.72	12.57	100.00