

ESTUDIO HIDROLÓGICO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS	7
2.1 ANALISIS DE CONSISTENCIA ENTRE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	7
3. CARÁCTERÍSTICAS DE LAS MICROCUENCAS	8
4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA	8
5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PRECIPITACIÓN	9
6. ESTIMACIÓN DE CAUDALES	10
6.1 DISPONIBILIDAD DE CAUDAL EN LAS MICROCUENCAS ANALIZADAS PARA SATISFACER LA DEMANDA	11
7. ESTUDIO DE CRECIDAS	12
ANEXOS	14
ANEXO 01. Mapas	15
Mapa de ubicación de microcuencas, sector Landapo en la Parroquia Lauro Guerrero	15
Mapa de ubicación de la microcuenca, Chinchal en la Parroquia Lauro Guerrero.	16
Mapa de ubicación de microcuencas, sector Payanas y San Luis en la Provincia de El Oro	17
Mapa de temperaturas medias anuales (°C), sector Landapo, Parroquia Lauro Guerrero	18
Mapa de temperaturas medias anuales (°C), Chinchal, sector Landapo, Parroquia Lauro Guerrero.	19
Mapa de temperaturas medias anuales (°C), sector de Payanas y San Luis. (Provincia de El Oro).	20
Mapa de cobertura vegetal de las microcuencas sector de Landapo, en la Parroquia Lauro Guerrero.	21
Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca, Chinchal, sector de Landapo, en la Parroquia Lauro Guerrero	22
Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Payanas.	23
Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca San Luis.	24
Ubicación de las microcuencas, sector Lauro Guerrero, Payanas y San Luis en el mapa de zonificación de intensidades elaborado por el INAMHI (1999).	25
Mapa de isolíneas de intensidad de precipitación, sector Landapo, Payanas y San Luis para un periodo de retorno $T_r = 50$ años en función de la máxima en 24 horas	26

ANEXO 02. ESTACIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO.....	28
Cuadro 01 (a). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0180 Zaruma.	28
Cuadro 01 (b). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0142 Saraguro.....	29
Cuadro 01 (c). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0432 San Lucas.	30
Cuadro 01(d). Precipitación Mensual (mm) de la Estación M-0542 El Cisne.	31
Cuadro 01(e). Precipitación Mensual (mm) en la estación M-0748 Salatí.	32
Cuadro 01(f). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-762 Mercadillo.	33
Cuadro 01(g). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0760 Lauro Guerrero.	34
Cuadro 01(h). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0753 Ciano.	35
Métodos empleados para relleno de datos	36
ANEXO 03. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA, ESTACIONES UTILIZADAS. ..	38
ANEXO 04. CÁLCULOS DE LA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MICROCUENCAS.	42
- Perímetro:.....	42
- Área:.....	42
- Factor de forma:	42
- Coeficiente de compacidad:	43
- Índice de alargamiento:	43
- Rectángulo equivalente:.....	44
- Pendiente media de la cuenca:.....	44
- Densidad de drenaje:	45
ANEXO 05. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN LAS MICROCUENCAS	46
Cuadro 02(a). Precipitación media ponderada para la microcuenca Landapo Derecha.	46
Cuadro 02(b). Precipitación media ponderada para la microcuenca Landapo Izquierda.	47
Cuadro 02(c). Precipitación media ponderada para la microcuenca Quebrada Honda.	48
Cuadro 02(d). Precipitación media ponderada para la microcuenca Tushe.	49
Cuadro 02(e). Precipitación media ponderada para la microcuenca Chinchal.	50
Cuadro 02(f). Precipitación media ponderada para la microcuenca Payanas.	51

Cuadro 02(g). Precipitación media ponderada para la microcuenca San Luis.....	52
CÁLCULO DE INTENSIDAD MÁXIMA PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS.....	53
ANEXO 06. CÁLCULO DE CAUDALES	54
Cuadro 03. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Landapo Derecha.....	54
Cuadro 04. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Landapo Izquierda.	55
Cuadro 05. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Quebrada Honda.....	56
Cuadro 06. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Tushe.	57
Cuadro 07. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Chinchal.....	58
Cuadro 08. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Payanas.....	59
Cuadro 09. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: San Luis.....	60
Cuadro 09(a). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Landapo Derecha.	61
Cuadro 09 (b). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Landapo Izquierda.....	62
Cuadro 09(c). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Quebrada Honda.	63
Cuadro 09(d). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Tushe.....	64
Cuadro 09(e). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Chinchal.	65
Cuadro 09(f). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Payanas.	66
Cuadro 09(g). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. San Luis.	68
Cuadro 10(a). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Landapo Derecha. (Periodo 1976-2002).....	70
Cuadro 10(b). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Landapo Izquierda. (Periodo 1976-2002).	71
Cuadro 10(c). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Quebrada Honda. (Periodo 1976-2002).....	72
Cuadro 10(d). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Tushe. (Periodo 1976-2002).	73
Cuadro 10(e). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Chinchal. (Periodo 1976-2002).....	74

Cuadro 10(f). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Payanas. (Periodo 1975-2010).....	75
Cuadro 10(g). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca San Luis. (Periodo 1975-2010).	76
Gráfico 01(a). Curva de duración general, microcuenca Landapo Derecha. Perido (1976-2002).....	77
Gráfico 01(b). Curva de duración general, microcuenca Landapo Izquierda. Perido (1976-2002).....	78
Gráfico 01(c). Curva de duración general, microcuenca Quebrada Honda. Perido (1976-2002).....	79
Gráfico 01(d). Curva de duración general, microcuenca Tushe. Perido (1976-2002).	80
Gráfico 01(e). Curva de duración general, microcuenca Chinchal. Perido (1976-2002).	81
Gráfico 01(f). Curva de duración general, microcuenca Payanas. Perido (1975-2010).	82
Gráfico 01(g). Curva de duración general, microcuenca San Luis. Perido (1975-2010).	83
Gráfico 02(a). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Landapo Derecha.	84
Gráfico 02(b). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Landapo Izquierda.....	85
Gráfico 02(c). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Quebrada Honda.	86
Gráfico 02(d). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Tushe.....	87
Gráfico 02(e). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Chinchal.	88
Gráfico 02(f). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Payanas.	89
Gráfico 02(g). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%.	90
Microcuenca San Luis.....	90
ANEXO 07. CÁLCULO DE CRECIDAS	91
Métodos utilizados para el cálculo de la crecida máxima en los sitios de captación:.....	91
Cuadro 11(a) Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Derecha. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. $T_r= 50$ años.....	93
Cuadro 11(b). Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Izquierda. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. $T_r= 50$ años.	94

Cuadro 11(c). Estudio de crecidas, microcuenca Quebrada Honda. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.....	95
Cuadro 11(d). Estudio de crecidas, microcuenca Tushe. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.	96
Cuadro 11(e) Estudio de crecidas, microcuenca Chinchal. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.	97
Cuadro 11(f). Estudio de crecidas, microcuenca Payanas. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.	98
Cuadro 11(g). Estudio de crecidas, microcuenca San Luis. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.	99
Cuadro 12(a). Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Derecha. Método Racional. Tr= 50 años.	100
Cuadro 12(b). Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Izquierda. Método Racional. Tr= 50 años.	100
Cuadro 12(c). Estudio de crecidas, microcuenca Quebrada Honda. Método Racional. Tr= 50 años.....	100
Cuadro 12(d). Estudio de crecidas, microcuenca Tushe. Método Racional. Tr= 50 años.....	101
Cuadro 12(e). Estudio de crecidas, microcuenca Chinchal. Método Racional. Tr= 50 años.....	101
Cuadro 12(f). Estudio de crecidas, microcuenca Payanas. Método Racional. Tr= 50 años.....	101
Cuadro 12(g). Estudio de crecidas, microcuenca San Luis. Método Racional. Tr= 50 años.....	102

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio hidrológico de las microcuencas de las vertientes Landapo derecha, Landapo izquierda, Tushe, Quebrada Honda y Chinchal ubicadas en la Parroquia Lauro Guerrero y las microcuencas de las vertientes Payanas y Río San Luis pertenecientes a la Cuenca del río Puyango, dicho estudio tiene por objeto proporcionar información hidrológica básica necesaria para realizar el proyecto denominado “Estudios y diseños definitivos del Plan Maestro Regional de Agua Potable para la Ciudad de Catacocha y los barrios de Puritaca, Velacruz, Sigiro, Las Cochas, Agua Rusia, Naranjo Palto, El Placer, La Supa, San Pedro Mártir, Chapango, Rancho Grande, El Sauce, El Puro Y Opoluca”, Cantón Paltas. En función de la información disponible, el presente estudio hidrológico tiene como fin, la generación de caudales que permitan determinar la garantía de abastecimiento así como la obtención de información necesaria para el diseño de las obras civiles.

Las microcuencas en estudio no cuentan con información hidrométrica, no existe una estadística de aforos secuenciales, curvas de descarga, niveles de agua. Para las vertientes ubicadas en la parroquia Lauro Guerrero, existen aforos puntuales realizados durante pocos días de un año específico.

Por lo antes mencionado, el presente estudio se ha realizado en base a la siguiente información disponible:

- Estadísticas mensuales de lluvia de estaciones que circundan las subcuencas
- Mapas de pendientes
- Cobertura vegetal y suelos desde el punto de vista hidrológico
- Características hidrológicas que permitan estimar la capacidad de generar escurrimientos importantes hasta los sitios de interés (captaciones)

La información recopilada corresponde a los datos de precipitaciones medias mensuales de 8 estaciones pluviométricas que circundan a las microcuencas en estudio obteniéndose datos pluviométricos del periodo 1976-2002 (26 años) para las estaciones cercanas al sector de Lauro Guerrero y datos pluviométricos del periodo 1975-2010 (35 años) para las estaciones cercanas a Payanas y San Luis.

Los vacíos existentes en la estadística de precipitaciones, han sido rellenados por varias metodologías, esto se ha realizado con el fin de homogeneizar la información pluviométrica disponible, la consistencia de la información se verificó realizando un análisis de doble masa.

En el presente estudio no ha sido posible utilizar modelos hidrológicos complejos, debido a que estos requieren información que no se dispone, por tal razón, se ha procedido a generar caudales mensuales probables por medio de modelos simplificados en función de la lluvia mensual ponderada precipitada sobre las microcuencas y en base a características de regulación natural de las mismas.

Las características físicas de las cuencas como hidrografía y orografía, se estudiaron con la ayuda de cartas topográficas del IGM a escala 1:50 000 (Ver anexo 01 mapas).

Para el diseño de las obras de captación, se realizó un estudio de crecidas empleando métodos empíricos que relacionan la precipitación con las características morfológicas de las cuencas como son el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder y el Método Racional.

2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS

Las microcuencas del sector Lauro Guerrero, Payanas y San Luis no cuentan con estaciones hidrométricas ni pluviográficas por lo tanto no existe un registro estadístico de aforos, por lo que los caudales han sido generados en función de precipitaciones mensuales registradas en las estaciones más cercanas a las microcuencas.

Las estaciones consideradas se encuentran ubicadas en la Cuenca del Río Puyango y se han dividido en Zona Alta para las microcuencas de Payanas y San Luis y Zona Media para las microcuencas de la parroquia Lauro Guerrero. A continuación en los cuadros N° 02 y N° 03 se muestran las estaciones consideradas y su ubicación:

Cuadro 02. Estaciones Pluviométricas circundantes al área de estudio. Zona Alta

ESTACION	TIPO	CODIGO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD	PERIODO DE REGISTRO		UBICACIÓN	INSTITUCION
			LATITUD	LONGITUD		DESDE	HASTA		
			S	W					
Zaruma	CO.	M-0180	3°41'56" S	79°36'41" W	1100	01/11/1963	Continúa	Portovelo	INAMHI
Saraguro	CO.	M-0142	3°36'43" S	79°14'2" W	2525	01/06/1963	Continúa	Saraguro	INAMHI
San Lucas	PV.	M-0432	3°43'55" S	79°15'41" W	2525	21/05/1963	Continúa	San Lucas	INAMHI
El Cisne	PV.	M-0542	3°51'8" S	79°25'37" W	2218	15/02/1971	Continúa	El Cisne	EX-PREDESUR
Salati	PV.	M-0748	3°45'0" S	79°32'0" W	1150	27395	Continúa	Salati	EX-PREDESUR

CO: Climatológica Ordinaria

PV: Pluviométrica

Cuadro 03. Estaciones Pluviométricas circundantes al área de estudio. Zona Media

ESTACION	TIPO	CODIGO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD	PERIODO DE REGISTRO		UBICACIÓN	INSTITUCION
			LATITUD	LONGITUD		DESDE	HASTA		
			S	W					
Mercadillo	PV	M-762	4G 1'10"	79G 59'5"	1125	01/01/1972	Continúa	Alamor	EX-PREDESUR
Lauro Guerrero	PV	M-760	3G 58'5"	79G 45'31"	1910	01/01/1972	Continúa	Lauro Guerrero	EX-PREDESUR
Ciano	PV	M-753	3G 55'35"	79G 57'40"	1470	02/1973	Continúa	Ciano	EX-PREDESUR

CO: Climatológica Ordinaria

PV: Pluviométrica

2.1 ANALISIS DE CONSISTENCIA ENTRE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Se ha utilizado el método de doble masa el cual considera que en una zona meteorológica homogénea, los valores de precipitación que ocurren en diferentes puntos de esa zona en periodos anuales o estacionales, guardan una relación de proporcionalidad que puede representarse gráficamente.

Se utiliza esta metodología para verificar que los datos de precipitación observados en las estaciones utilizadas para el presente estudio sean consistentes. Generalmente el método consiste en afrontar las precipitaciones acumuladas anuales de una estación con varias estaciones (estación índice), e ir realizando gráficas, donde en las ordenadas se coloca la precipitación de la estación comparada, y en las abscisas la sumatoria de las estaciones que son consideradas en el estudio. Para comprobar si la estación es confiable y sus datos son consistentes, los puntos en la gráfica deben dar como resultado una línea recta sin cambios de pendiente bruscos; se puede aceptar que los puntos generen dos líneas siempre y cuando estas sean paralelas, esto representa discontinuidad en la recolección de datos. Ver anexo N° 03 (análisis de doble masa).

Además se ha observado el coeficiente de variación de los datos de precipitación de cada estación empleada, y en el caso de las estaciones del sector de Lauro Guerrero presentan un CV similar de entre (1.4 a .45); para las estaciones del sector Payanas y San Luis el coeficiente de variación en cada estación varía entre (1.08 a 1.15).

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MICROCUENCAS

Las características geomorfológicas de las microcuencas hidrográficas en estudio hasta los sitios de interés como son los puntos de captación, se han determinado utilizando mapas a escala 1:50000.

En el Anexo 04 se presentan las metodologías utilizadas para la determinación de las principales características morfológicas de cada microcuenca en estudio hasta los sitios de interés.

Las características principales de las microcuenca hasta el punto de captación se presentan en el cuadro N° 4.

Cuadro 04. Parámetros morfológicos de las microcuencas en análisis.

Parámetro	Landapo Derecha	Landapo Izquierda	Quebrada Honda	Tushe	Chinchal	Payanas	San Luis
Área (Km ²)	0.37	0.81	0.28	1.15	0.39	6.74	17.67
Perímetro (Km)	2.94	3.53	2.67	5.28	2.57	9.91	17.92
Longitud axial de la cuenca (Km)	1.18	1.15	1.13	1.80	1.00	3.18	4.96
Ancho máximo (Km)	0.34	0.87	0.37	0.97	0.58	3.01	5.27
Kc	1.37	1.11	1.42	1.39	1.16	1.08	1.20
Forma	Oval redonda a oval oblonga.	Casi redonda a oval redonda.	Oval redonda a oval oblonga.	Oval redonda a oval oblonga.	Casi redonda a oval redonda	Casi redonda a oval redonda.	Casi redonda a oval redonda.
Tendencia a crecidas violentas y de gran magnitud	Media	Alta	Media	Media	Alta	Alta	Alta
Índice de alargamiento (la)	3.46	1.32	3.04	1.86	1.71	1.05	0.94
Pendiente media cuenca (%)	56.43	79.93	60.73	29.44	46.61	50.08	22.54
Longitud del cauce principal (Km)	1.10	0.68	0.93	1.74	0.91	3.44	5.89
Densidad de drenaje (Km/Km ²)	2.98	0.85	3.29	2.04	2.33	1.47	1.42

4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA

Como ya se ha mencionando anteriormente la falta de información hidrométrica en las microcuencas de interés, ha obligado a tomar las estadísticas de precipitaciones como la información básica para la obtención de series de escurrimiento expresadas como caudales mensuales.

Los vacíos o datos faltantes de las series de precipitación recopiladas han sido rellenados mediante técnicas estadísticas como: valor normal, Jansa-Guardiola y en el caso de lagunas con mas datos faltantes se rellenó utilizando el método de correlación ortogonal entre estaciones. Mediante el análisis de doble masa aplicado para las estaciones rellenadas se observó que existe una buena consistencia por lo tanto los datos son confiables.

Las estadísticas de precipitación se presentan en el Anexo N° 02.

5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PRECIPITACIÓN

Para definir en forma general como se distribuye geográficamente la precipitación de las estaciones circundantes al área de estudio, se procedió a realizar el trazado de isolíneas (isoyetas) de precipitación anual para el año medio.

Para el trazado de las curvas isoyetas se ha tomado en cuenta la influencia de los vientos que vienen del Oriente, que traen consigo la humedad presente en la Amazonía, esto tiene una gran repercusión en las microcuencas de la parte alta de la Cuenca del Río Puyango, garantizando un alto y constante nivel de humedad en el sector aumentando la probabilidad de contar con caudales seguros y constantes. Las isoyetas fueron generadas a partir de la precipitación media anual entre las estaciones Zaruma, Saraguro, San Lucas, El Cisne, Salatí, Mercadillo, Lauro Guerrero y Ciano, con estas estaciones que rodean al área de estudio se interpola entre la cantidad de lluvia y la distancia entre estaciones obteniendo un valor anual llamado medio anual, método de curvas isoyetas.

Las estaciones mencionadas anteriormente son las que cuentan con la mayor información de datos pluviométricos y las más cercanas al área de estudio, por cuanto en algunos casos no es posible establecer como mínimo una estación circundante en cada cuadrante con respecto al centro de gravedad de la cuenca. Se ha recopilado la mayor información posible para estimar la disponibilidad de caudal, indicando que lo óptimo sería contar con información de al menos 30 años.

Para la estimación de caudales de crecida máximos se ha empleado los mapas de isolíneas de intensidades de precipitación en función de la máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 50 años.

De acuerdo a la distribución de la precipitación (Anexo 05), se observan la siguientes variaciones:

Microcuenca	Precipitación máx. anual		Precipitación mín. anual		Precipitación media anual (mm)
	(mm)	año	(mm)	año	
Landapo derecha	3862.3	1998	835.5	1985	1950
Landapo izquierda	3867.2	1998	836	1985	1950
Quebrada Honda	3860.3	1998	835.3	1985	1950
Tushe	3853.6	1998	834.6	1985	1950
Chinchal	3853.0	1998	834	1985	1950
Payanas	2005.8	1993	789.7	1978	1353.6
San Luis	1888.4	1993	871.9	1987	1326

En el sector de la Parroquia Lauro Guerrero existen meses en los cuales se registra precipitaciones mínimas, incluso valores nulos, teniendo mas incidencia en los meses de julio y agosto, lo cual no aseguraría una permanencia de caudales, sin embargo según el Estudio Hidrológico realizado por el Dr. Laureano Andrade, 1995, indica que en la zona existe el efecto de condensación; vientos con humedad se condensan constantemente en dichas microcuencas, pues éstas se ubican en la parte más alta del sector de Lauro Guerrero y en dirección al sentido contrario al Valle de Casanga (hacia atrás de la Parroquia mencionada), es decir, en dirección a una zona de mayor humedad, lo cual se ha presenciado en las visitas de campo a la microcuencas, así mismo, las precipitaciones en las microcuencas Payanas y San Luis se ven influenciadas por los vientos húmedos del Oriente asegurándose la presencia constante de caudales.

6. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Considerando que el objeto principal del presente estudio consiste en determinar la garantía de caudales disponibles necesarios para llevar a cabo el Plan Maestro de agua potable de la ciudad de Catacocha y sus respectivos barrios aledaños. Se ha realizado un análisis de la disponibilidad de caudales en las microcuencas en estudio en base a la información pluviométrica y condiciones morfológicas de las microcuencas debido a las limitantes mencionadas con anterioridad.

Sin disponer de datos de caudales medidos en los diferentes sitios de captación, no es posible obtener resultados ajustados a la realidad, por cuanto se genera la información de caudales medios mediante métodos empíricos que relacionan la lluvia-escurrimiento, el método empleado para determinar caudales medios mensuales es el Método del Polinomio Ecológico, con los datos estimados se realiza las curvas de duración general y curvas de variación estacional que permiten observar los escurrimientos generados y así definir los caudales utilizables para satisfacer la demanda.

El método del Polinomio Ecológico permite determinar los caudales medios mensuales de una cuenca hidrográfica fundamentado en las características geomorfológicas, ecológicas y de regulación natural de una cuenca, mediante la adopción de ciertos coeficientes (parámetros hidrológicos) típicos de la zona en estudio. Además considera la relación de la evapotranspiración potencial y la precipitación preexistente. La ecuación que utiliza este método es:

$$Q = Kx A^n x (0.7P_i + 0.29P_{i-1} + 0.01P_{i-2})^m$$

Dónde:

Qi: Caudal en m³/s.

K, m y n: Coeficientes que depende de las condiciones de la cuenca.

A: Área de la cuenca en Km².

Pi: Precipitación mensual del mes actual.

Pi - 1: Precipitación del mes anterior.

Pi -2: Precipitación del mes tras anterior.

Los coeficientes K, m y n se los pondera dependiendo de las condiciones geomorfológicas de la cuenca; el coeficiente K relaciona la evapotranspiración y la precipitación con las zonas ecológicas de la cuenca (páramo, bosque y monte), n

considera las características de regulación natural de la cuenca y m depende de las características geomorfológicas.

La precipitación de las diferentes microcuencas necesaria para aplicar el Método del Polinomio Ecológico propuesto se ha generado utilizando la metodología del National Weather Service, este método estima la precipitación en un punto como un promedio ponderado de otras estaciones; se utiliza las estaciones más cercanas al centro de gravedad de las microcuencas en estudio. La lluvia que se genera está en función de la distancia de las estaciones y la precipitación; además, es la influencia que tiene la estación con respecto al área a generar la información.

Las precipitaciones generadas a los centros de gravedad de cada microcuenca que se han utilizado para la aplicación el método del Polinomio ecológico se presentan en el Anexo 06. Así mismo en el Cuadro 09 (a,b,c,d,e,f,g) del Anexo 06 se muestran los procedimientos realizados para calcular los coeficientes K, m y n en cada microcuenca.

Para el presente estudio se toma en cuenta las estaciones de Zaruma, Saraguro, San Lucas, El Cisne, Salatí, Mercadillo, Lauro Guerrero y Ciano por estar más cercanas a los sitios de interés (centro de gravedad de las microcuencas).

La ecuación utilizada por el US National Service se expresa de la siguiente manera:

$$P_x = \frac{P_1 * \frac{1}{d_1^2} + P_2 * \frac{1}{d_2^2} + P_x * \frac{1}{d_x^2}}{\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2} + \frac{1}{d_x^2}}$$

Donde:

P_x = Precipitación mensual generada al sitio de captación (centro de gravedad de la cuenca).

P_i = Precipitación de la estación de influencia.

d_i = Distancia de la estación de influencia al centro de gravedad de la cuenca.

6.1 DISPONIBILIDAD DE CAUDAL EN LAS MICROCUENCAS ANALIZADAS PARA SATISFACER LA DEMANDA

Los caudales disponibles en las vertientes Landapo derecha, Landapo izquierda, Quebrada Honda, Tushe, Chinchal, Payanas y San Luis, han sido determinados a través de las Curvas de Duración General y Variación Estacional elaboradas con los caudales mensuales generados con el método del Polinomio Ecológico, explicado anteriormente.

La curva de duración general indica el porcentaje de tiempo o el número de días o meses del total de ocurrencia en que un caudal es igualado o superado; esta curva puede representarse para un año o para un periodo de tiempo con caudales diarios o mensuales.

La curva de variación estacional, permite conocer el régimen hidrológico de un río o climático de una región, es decir la distribución de caudales o precipitaciones en función de la probabilidad de que dichos valores sean igualados o superados.

En las Gráficas N°01 y N°02 (a,b,c,d,e,f,g) del Anexo 06 se muestra las curvas de duración general y las curvas de variación estacional de caudales para cada microcuenca analizada.

El análisis de las curvas de duración general y variación estacional suministró como resultado que los caudales disponibles con una ocurrencia del 95 % del tiempo son los siguientes:

Cuadro N°06. Caudales al 95% de probabilidad de ocurrencia conservando el 10% como caudal ecológico para conservación de especies.

Parámetro	Landapo Derecha	Landapo Izquierda	Quebrada Honda	Tushe	Chinchal	Payanas	San Luis
Q95%(l/s)	6.2	8.7	6.0	11.0	6.2	87.9	291.7
Qecol.(l/s)	0.62	0.87	0.60	1.1	0.62	8.9	29.2
Qdisp(l/s)	34.31					79.10	262.50

De las curvas de duración general, se han considerado los caudales al 95% de probabilidad de ocurrencia de igualar o superar dicho caudales durante el año.

7. ESTUDIO DE CRECIDAS

En el estudio de crecidas se busca determinar caudales que pueden ocurrir en las cotas de captación y así diseñar las respectivas obras de protección considerando probabilidades de ocurrencia de tales eventos según la importancia de la obra, por tal razón, se determina caudales de crecida que tengan un buen nivel de confianza para el dimensionamiento de las obras.

La importancia de determinar caudales de crecida confiables radica en que la vida útil de toda la obra de captación depende de obras de protección que resistan los eventos extraordinarios de crecidas con respecto al periodo de diseño seleccionado, los efectos de la socavación del lecho, el transporte de sedimentos, derrumbes laterales de suelo, etc., garantizando así una buena funcionalidad de la estructura.

La selección de la metodología adecuada para la determinación de un caudal de crecida depende de la clase, cantidad y calidad de los datos disponibles y del tipo e importancia de la obra. Vale indicar que el método más refinado o con más parámetros no es necesariamente el más apropiado para un caso en particular.

Debido a la ausencia de datos de lluvias en los sitios de captación se ha empleado como tormenta de diseño a la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 50 años generada por el INAMHI en el “Estudio de lluvias intensas” publicado en el año 1999. (Ver Anexo 01 mapas, isolíneas de intensidad de precipitación en función de la máxima en 24 horas).

La adopción de un periodo de retorno de $T_r = 50$ años se ha basado en la importancia y riegos que pueden existir aguas abajo de las obras hidráulicas, en este caso las estructuras diseñadas son pequeñas, inclusive las áreas de drenaje de las microcuencas ubicadas en la Parroquia Lauro Guerrero son menores a 1.2 Km^2 , es

decir, no influyen riesgo alguno aguas abajo para la vida humana, siendo el periodo de retorno seleccionado lo suficientemente aceptable.

Para determinar la intensidad máxima de diseño se ha considerado un tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca. Se empleó las ecuaciones de las zonas de influencia, es decir, Zona 25 y Zona 28 generadas por el INAMHI (Estudio lluvias intensas 1999), ya que los sectores en estudio se encuentran dentro de estas zonas. Los cálculos de intensidad máxima se encuentran en el Anexo 04.

Al no contar con un registro histórico de caudales en las microcuencas estudiadas se emplean métodos empíricos que relacionan la precipitación con las características morfológicas de las cuencas. Los métodos empleados son: el Método del Hidrograma Unitario Sintético de Snyder y el Método Racional para estimar las crecidas máximas en cada punto de captación. Al conocer la intensidad de lluvia para un periodo de retorno asignado y las condiciones morfológicas se pueden calcular los caudales máximos mediante los métodos empíricos propuestos.

Los resultados de caudales de crecidas obtenidos se presentan a continuación en el Cuadro N° 07.

Cuadro N°07. Caudales de crecidas estimados para el proyecto.

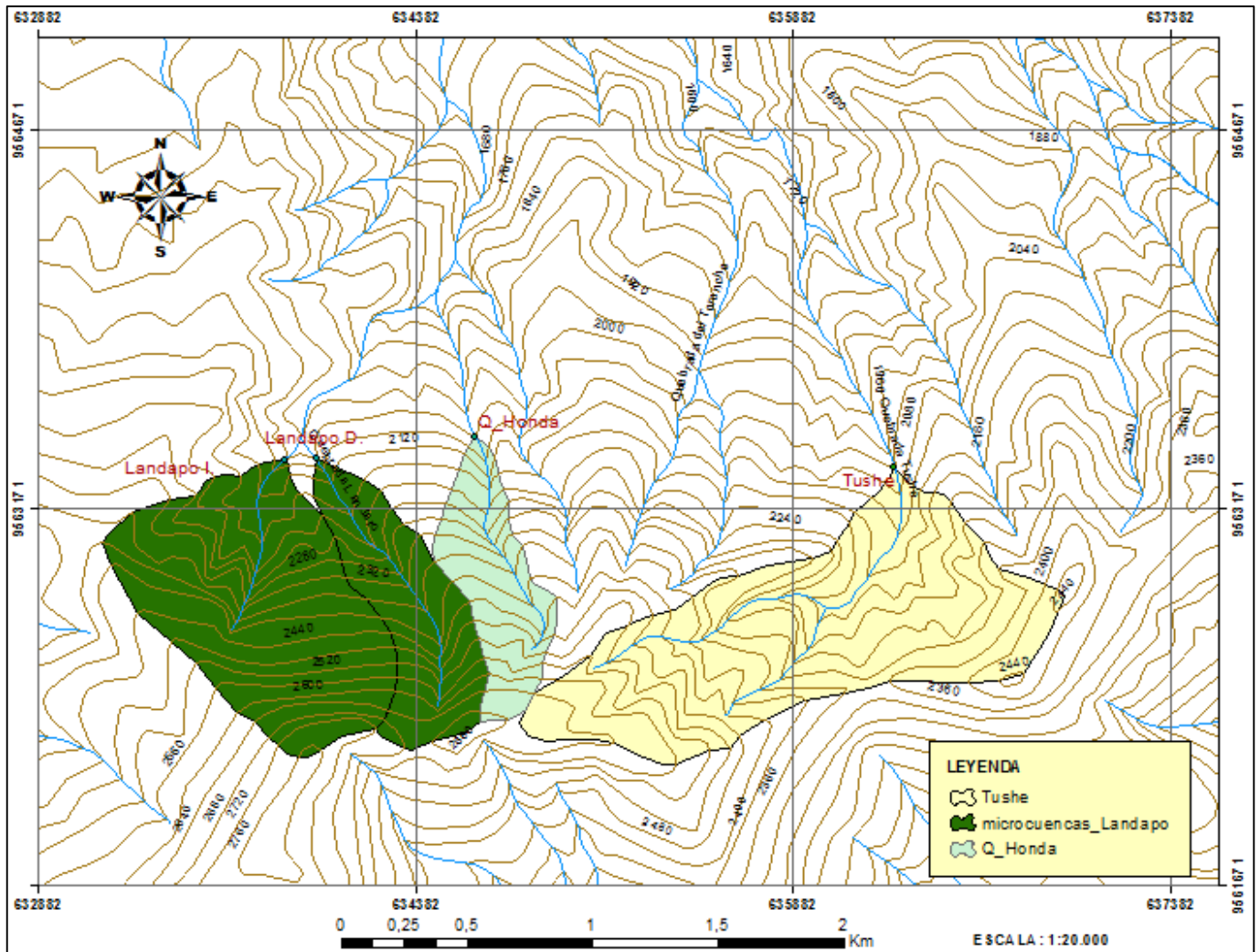
MÉTODO	Landapo Derecha	Landapo Izquierda	Quebrada Honda	Tushe	Chinchal	Payanas	San Luis
1. H.U. sintético de Snyder (m³/s)	1.32	3.48	1.12	2.86	1.60	15.52	22.91
2. Método Racional (m³/s)	0.95	2.35	0.82	2.98	1.01	20.33	50.39
Caudal adoptado (m³/s)	1.13	2.91	0.97	2.92	1.35	15.52	22.91

Analizando el cuadro anterior se ve una similitud en los caudales de crecidas estimados para las microcuencas del sector Lauro Guerrero, mientras que en Payanas y San Luis sus valores difieren notablemente entre ambas metodologías empleadas, esto se debe a que el Método Racional es recomendable para cuencas pequeñas con $A < 5 \text{Km}^2$ (Viessman y Hammer, 1993); áreas mayores sobreestiman caudales de crecidas. Se ha definido los caudales de crecida para las obras de protección de la captación como un promedio de los caudales de ambas metodologías correspondientes para Landapo Izquierda, Landapo Derecha, Quebrada Honda, Chinchal y Tushe, en las microcuencas Payanas y Tushe se adopta como caudales de crecida a los obtenidos por el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder. Los cálculos realizados para los caudales de crecida se pueden apreciar en el Anexo 07.

ANEXOS

ANEXO 01. Mapas

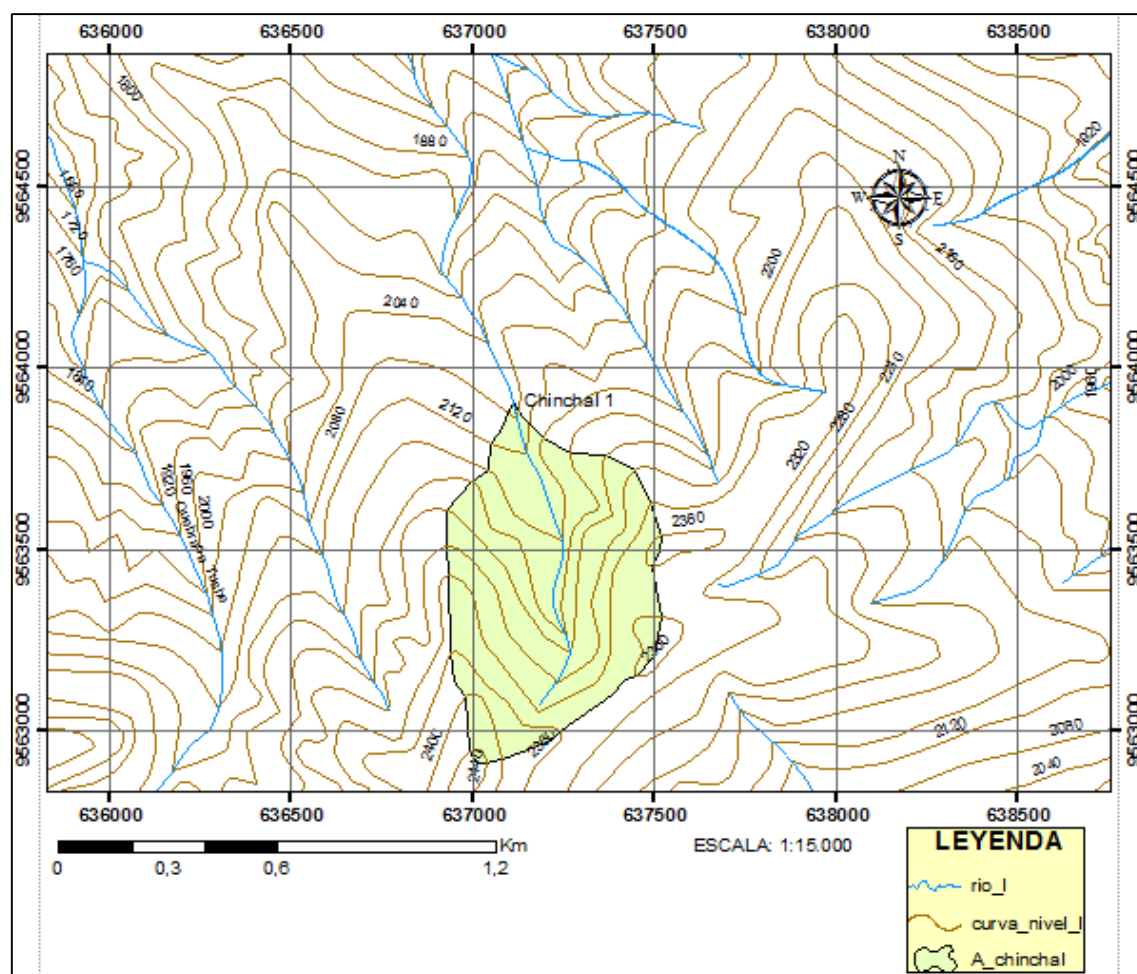
Mapa de ubicación de microcuencas, sector Landapo en la Parroquia Lauro Guerrero.



Fuente: Carta topográfica del IGM

Elaboración: El Consultor.

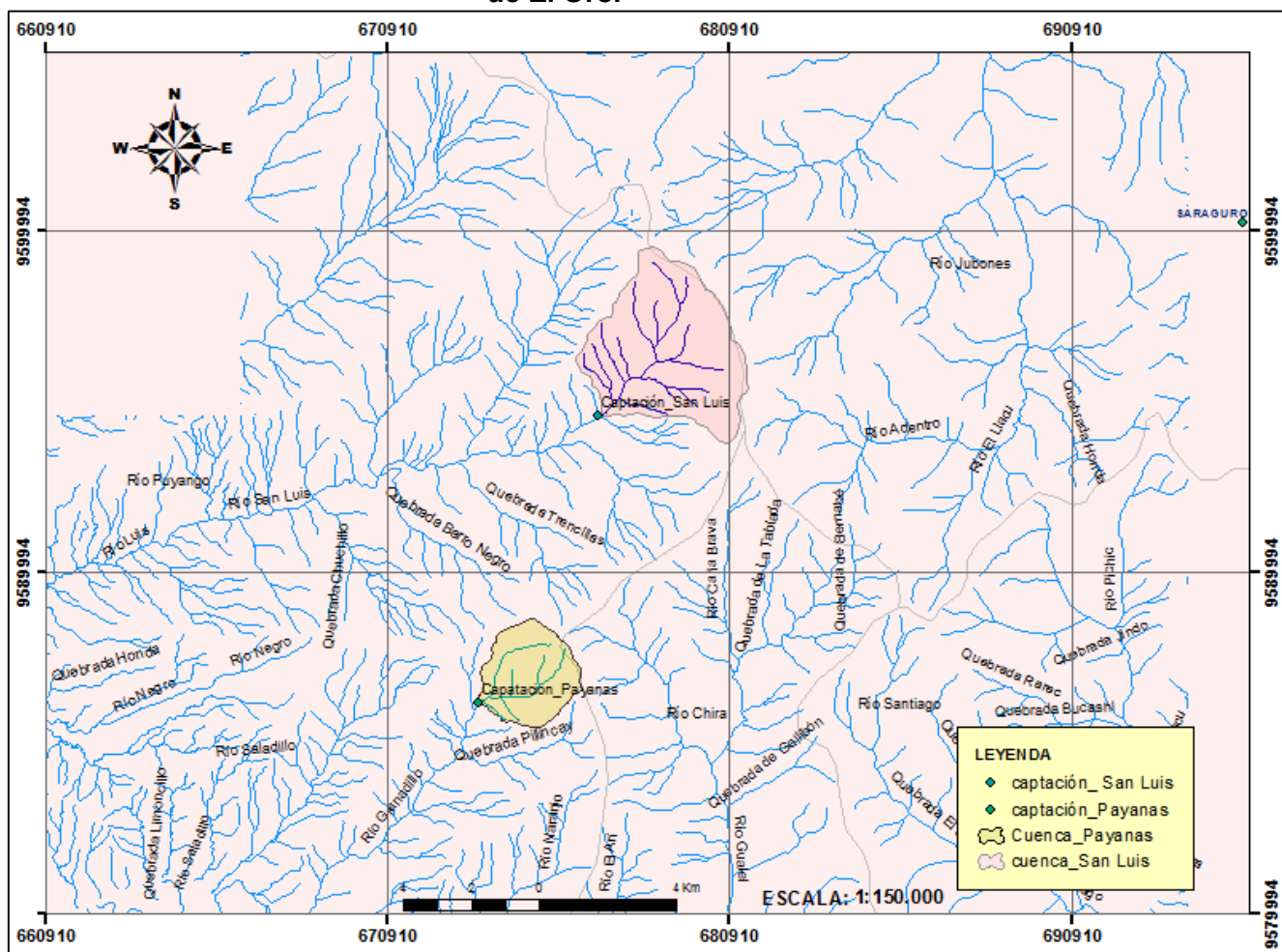
Mapa de ubicación de la microcuenca, Chinchal en la Parroquia Lauro Guerrero.



Fuente: Carta topográfica del IGM

Elaboración: El Consultor.

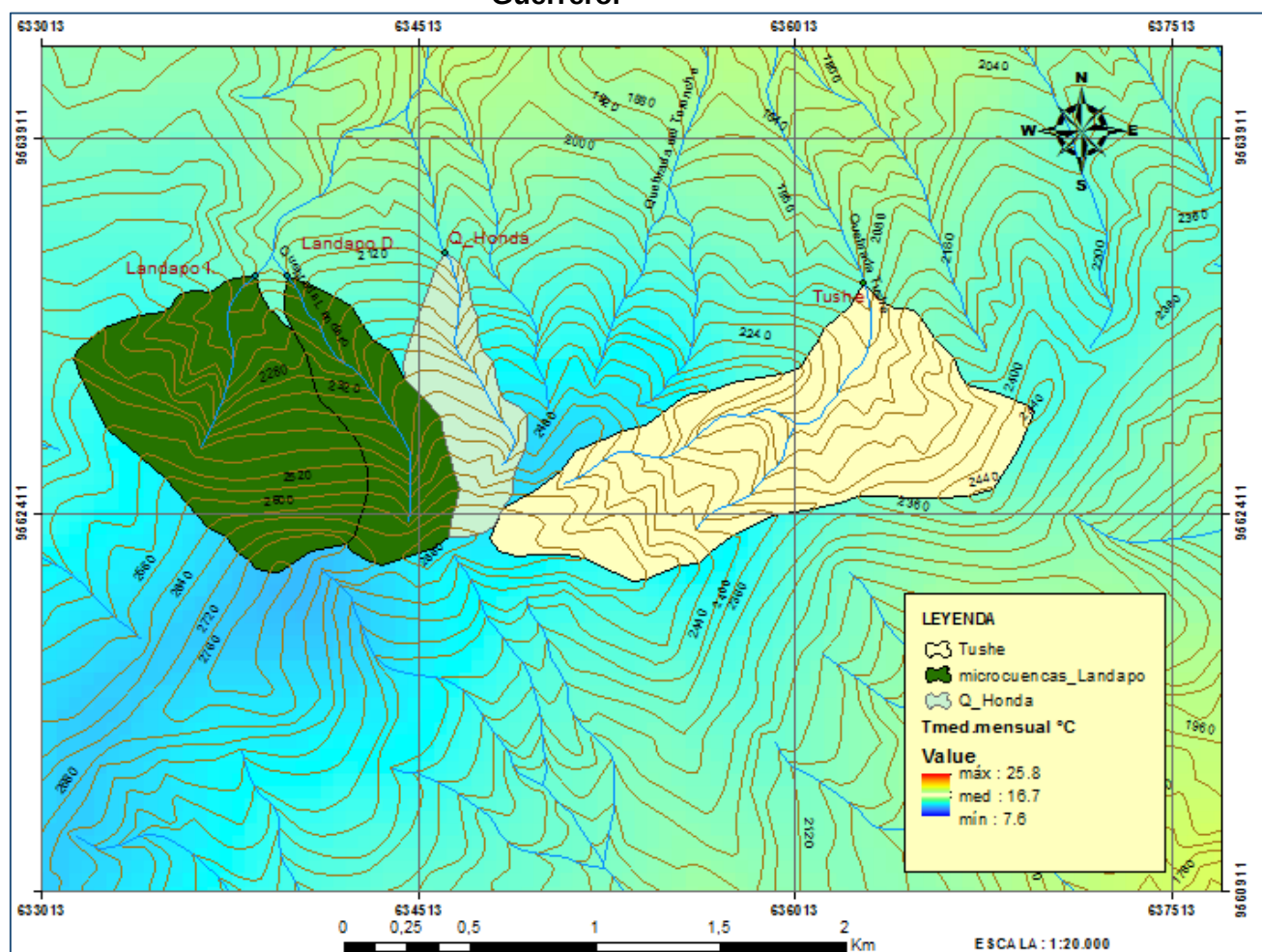
Mapa de ubicación de microcuencas, sector Payanas y San Luis en la Provincia de El Oro.



Fuente: Carta topográfica del IGM

Elaboración: El Consultor.

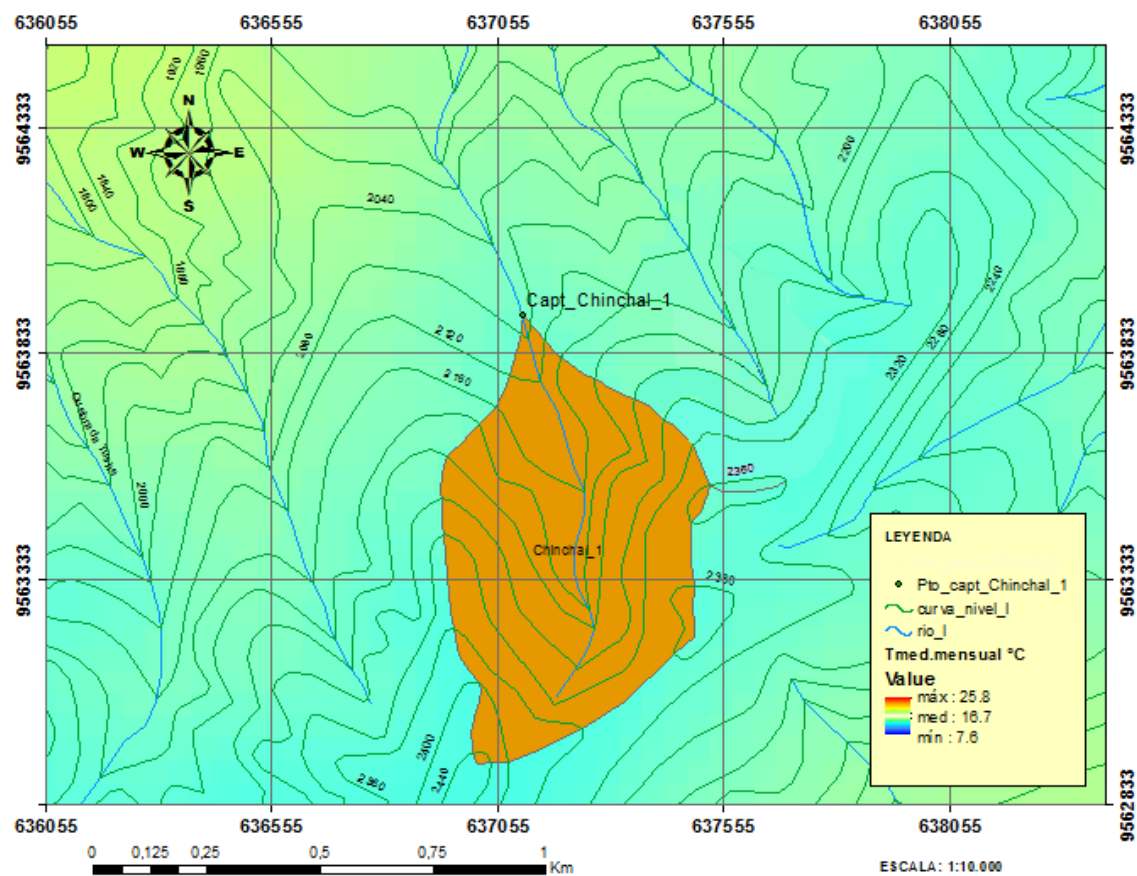
Mapa de temperaturas medias anuales (°C), sector Landapo, Parroquia Lauro Guerrero.



Fuente: Carta topográfica del IGM y datos de temperatura media del INAMHI

Elaboración: El Consultor.

Mapa de temperaturas medias anuales (°C), Chinchal, sector Landapo, Parroquia Lauro Guerrero.



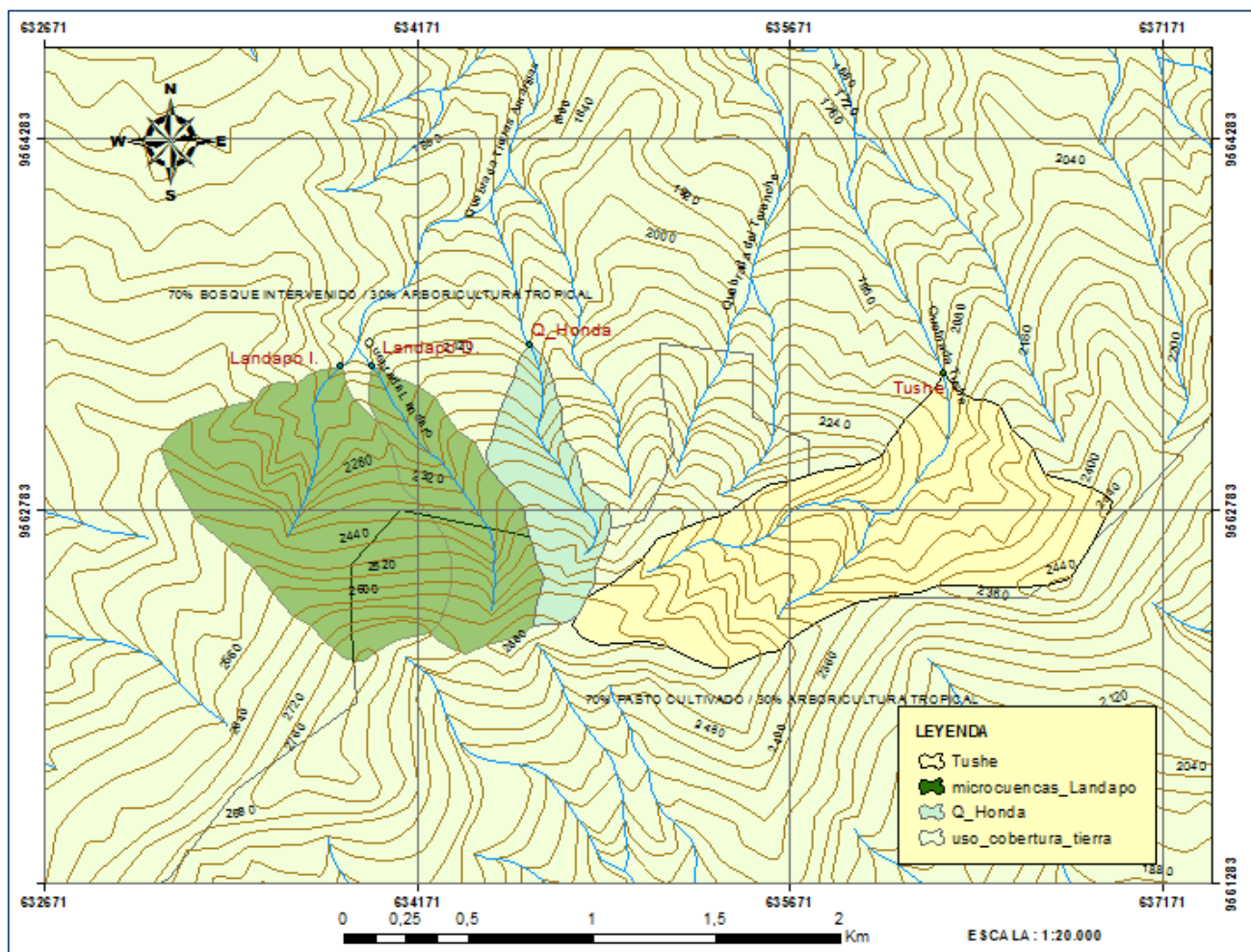
Fuente: Carta topográfica del IGM y datos de temperatura media del INAMHI

Elaboración: El Consultor.

[illegible]

Elaboración: El Consultor.

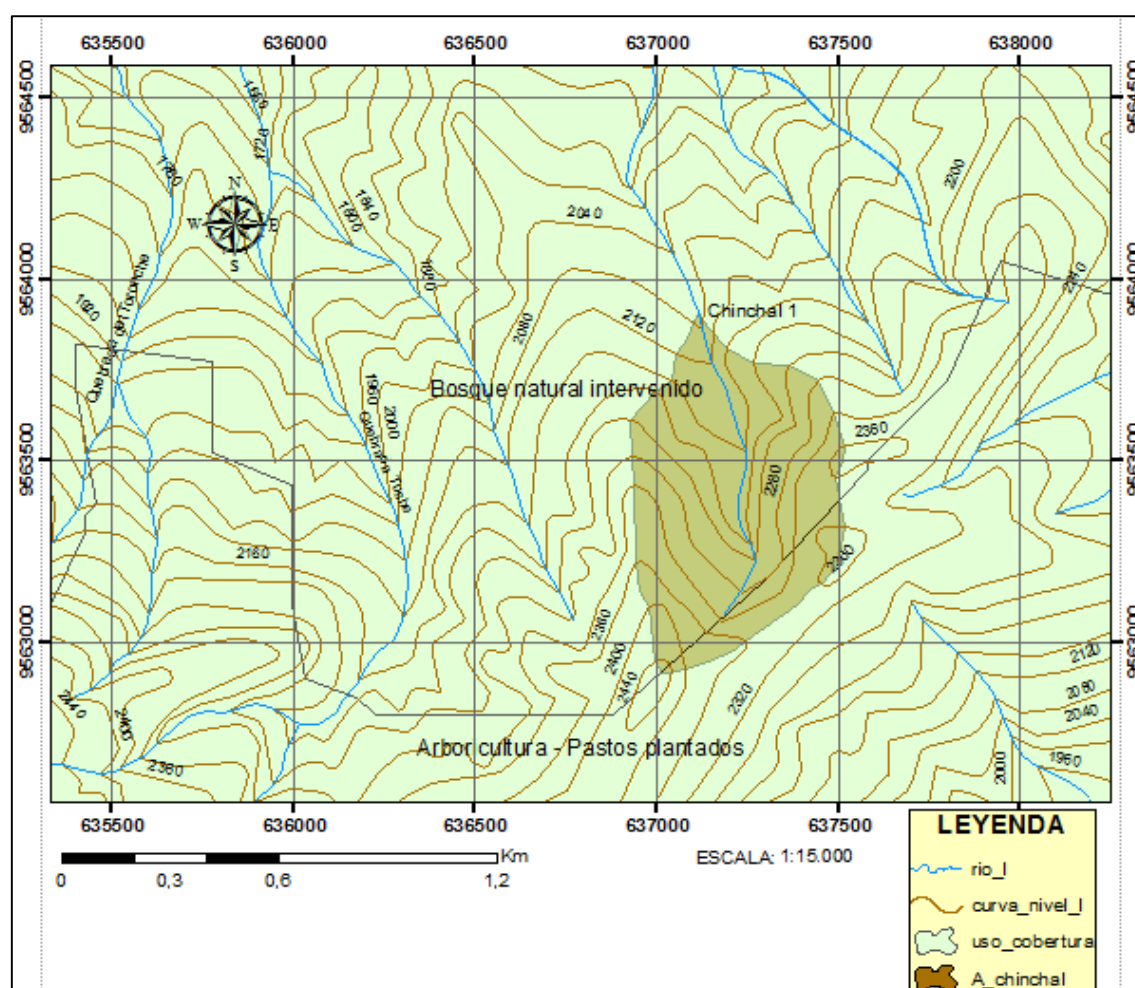
**Mapa de cobertura vegetal de las microcuencas sector de Landapo, en la
Parroquia Lauro Guerrero.**



Fuente: Carta topográfica del IGM

Elaboración: El Consultor.

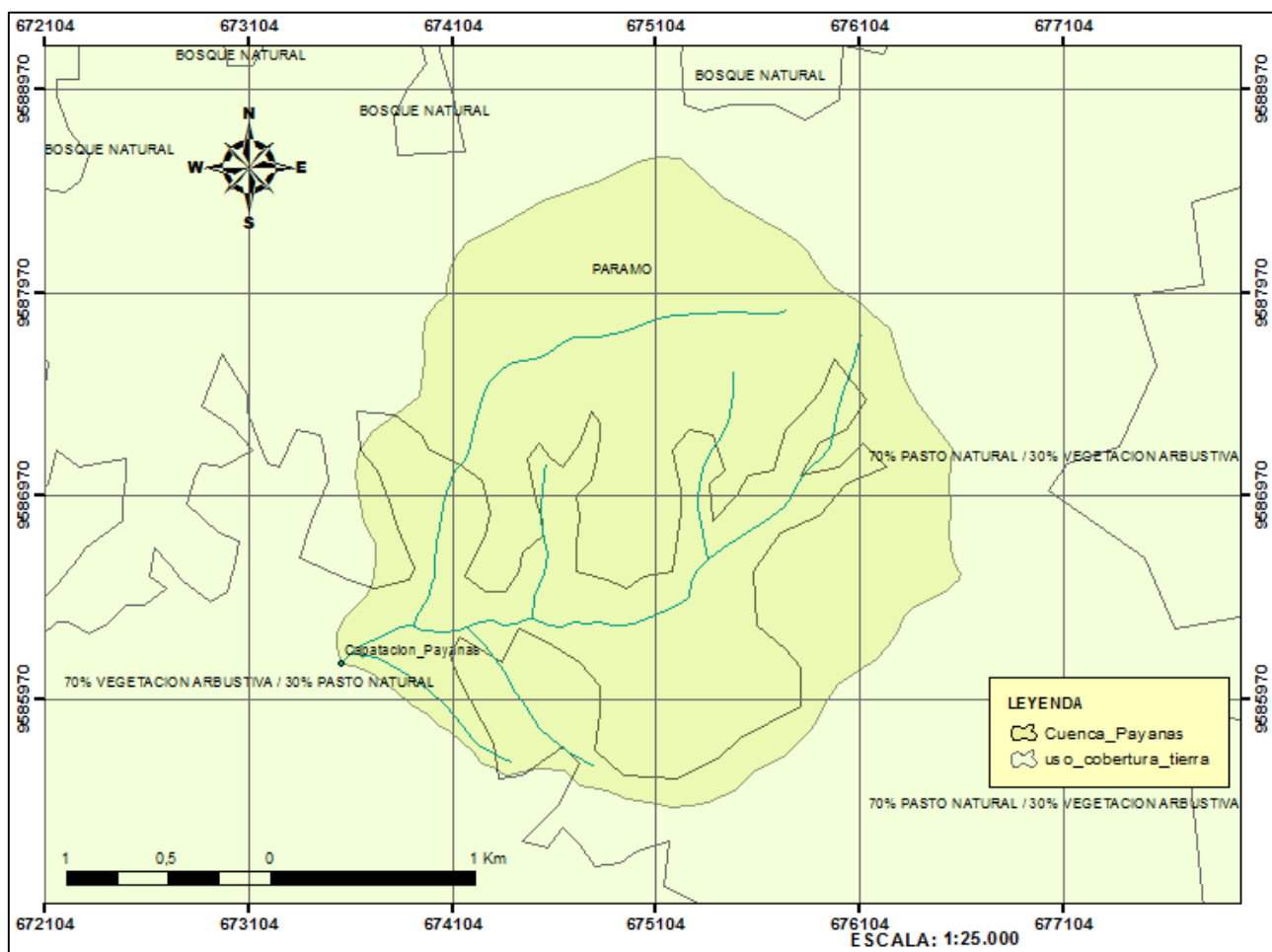
Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca, Chinchal, sector de Landapo, en la Parroquia Lauro Guerrero.



Fuente: Carta topográfica del IGM

Elaboración: El Consultor.

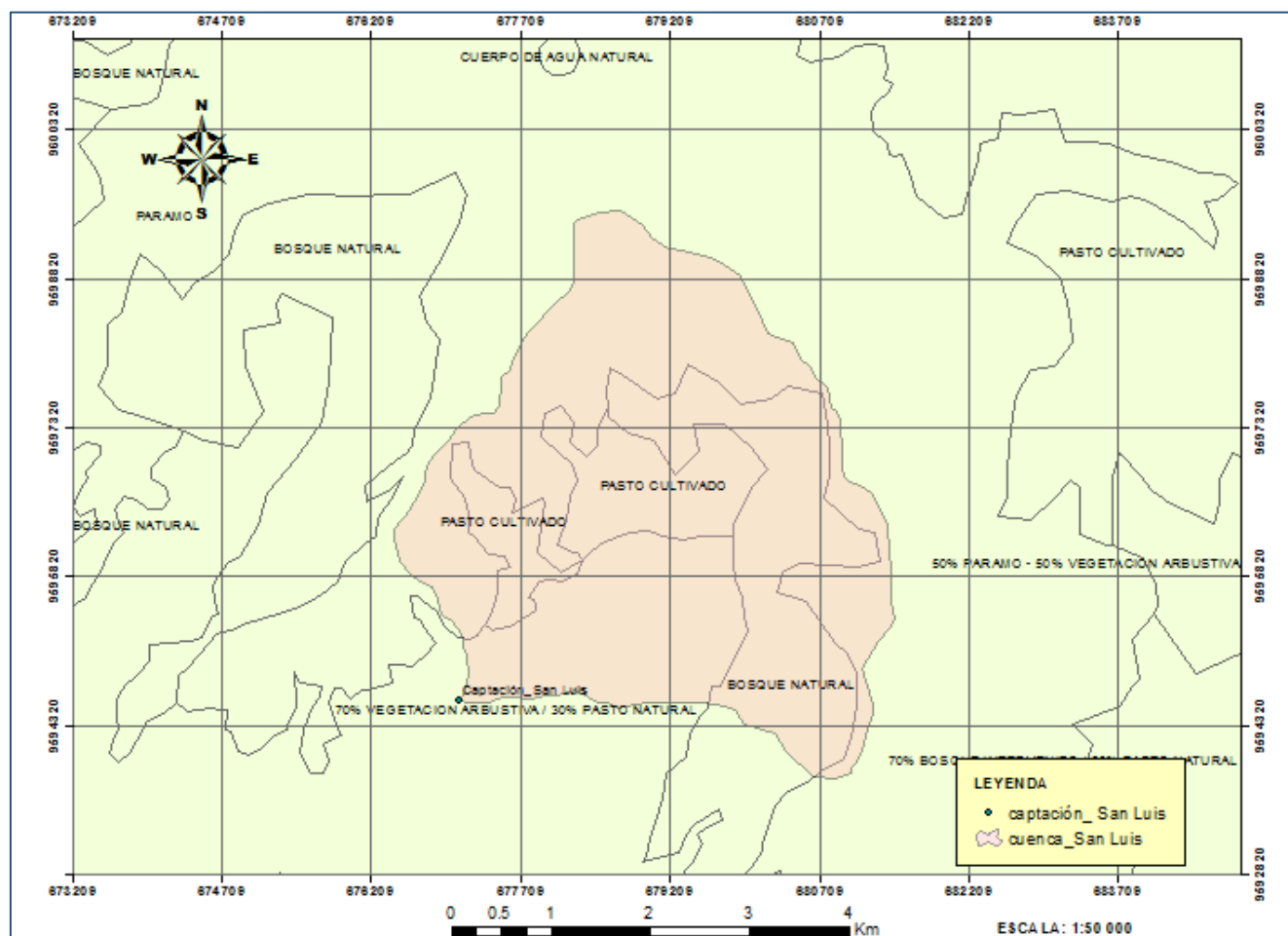
**Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Payanas.
(Provincia de El Oro).**



Fuente: Carta topográfica del IGM

Elaboración: El Consultor.

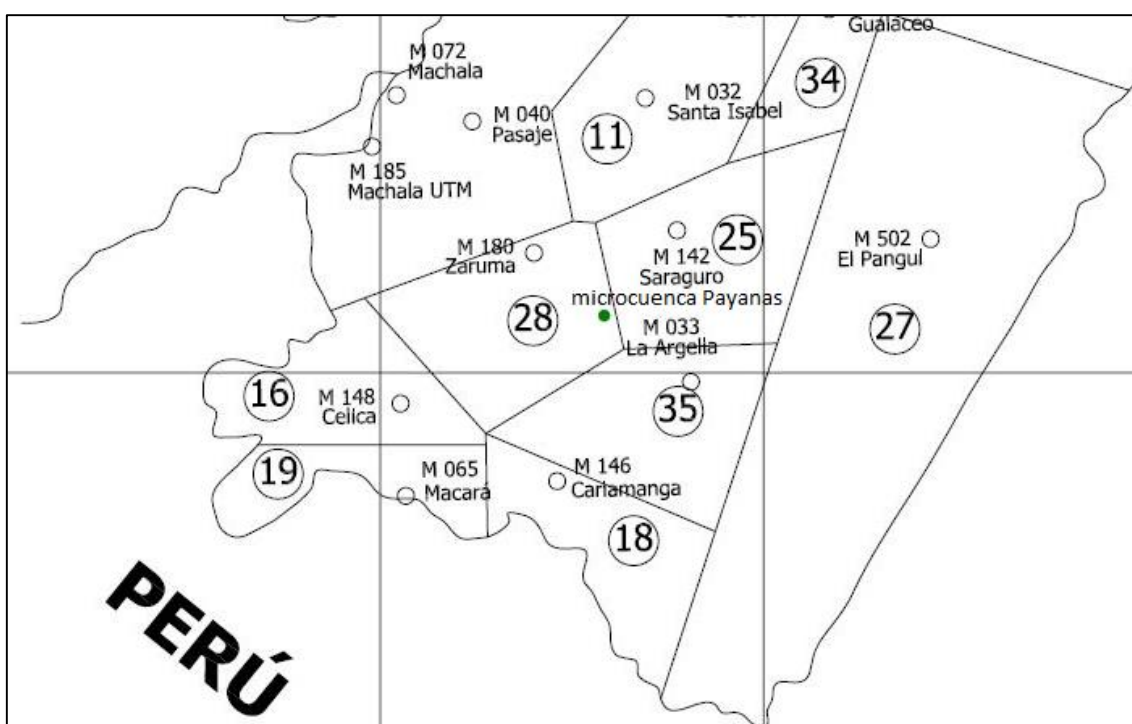
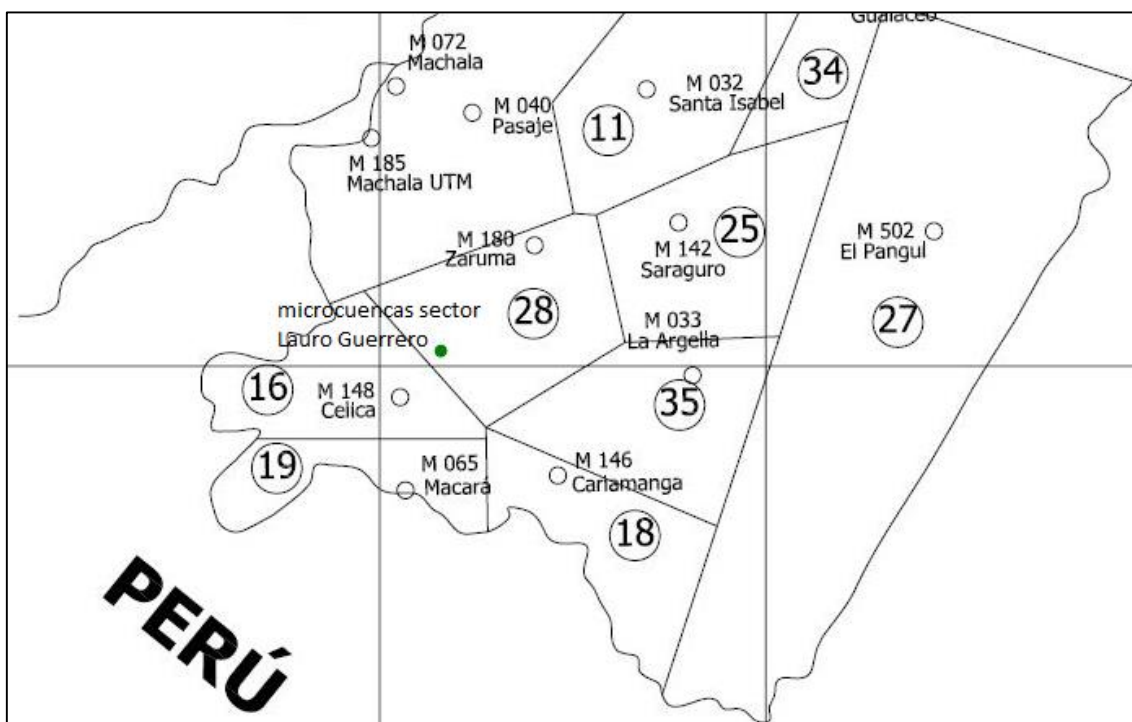
**Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca San Luis.
(Provincia de El Oro).**

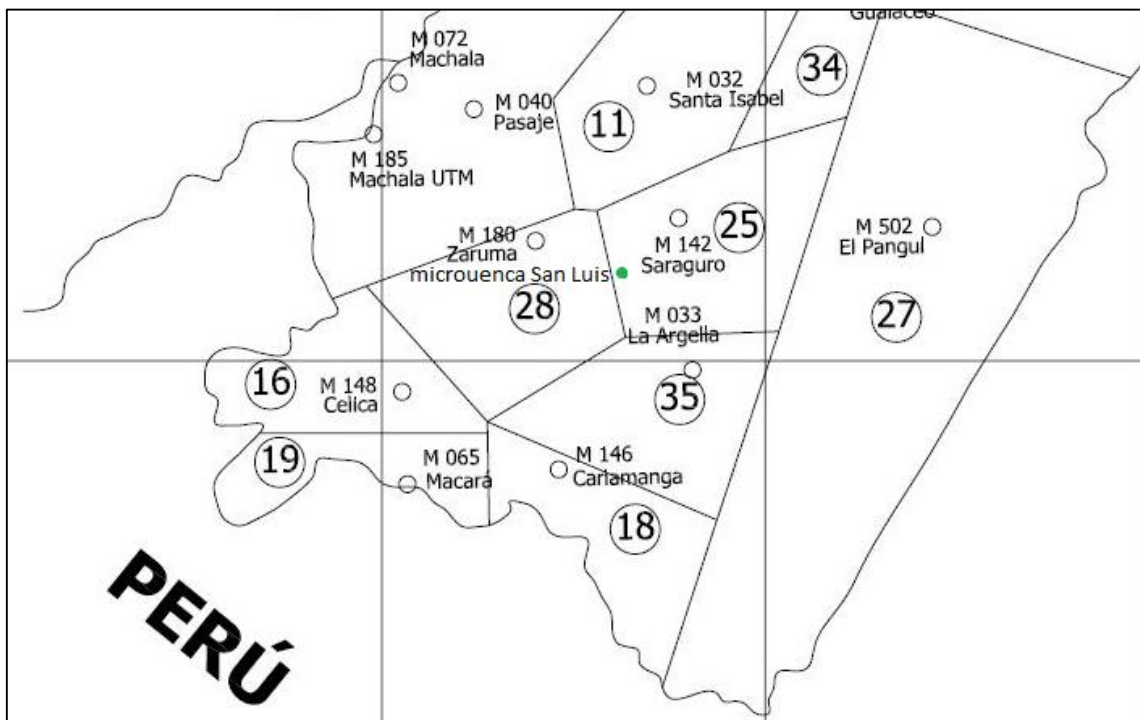


Fuente: Carta topográfica del IGM

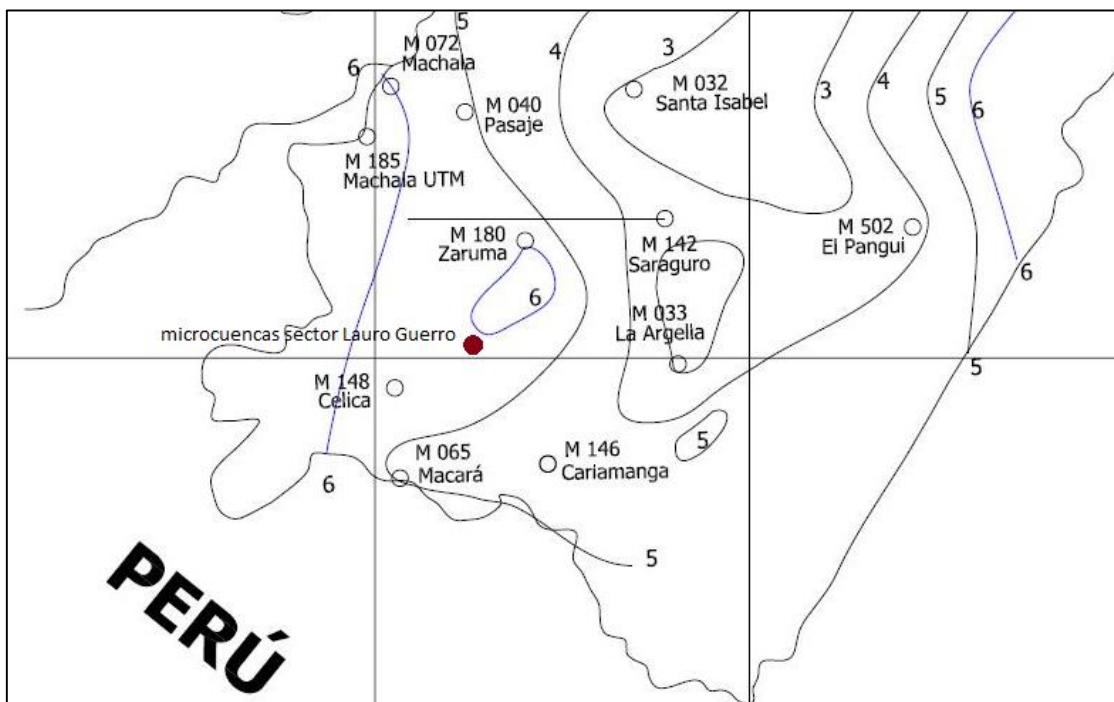
Elaboración: El Consultor.

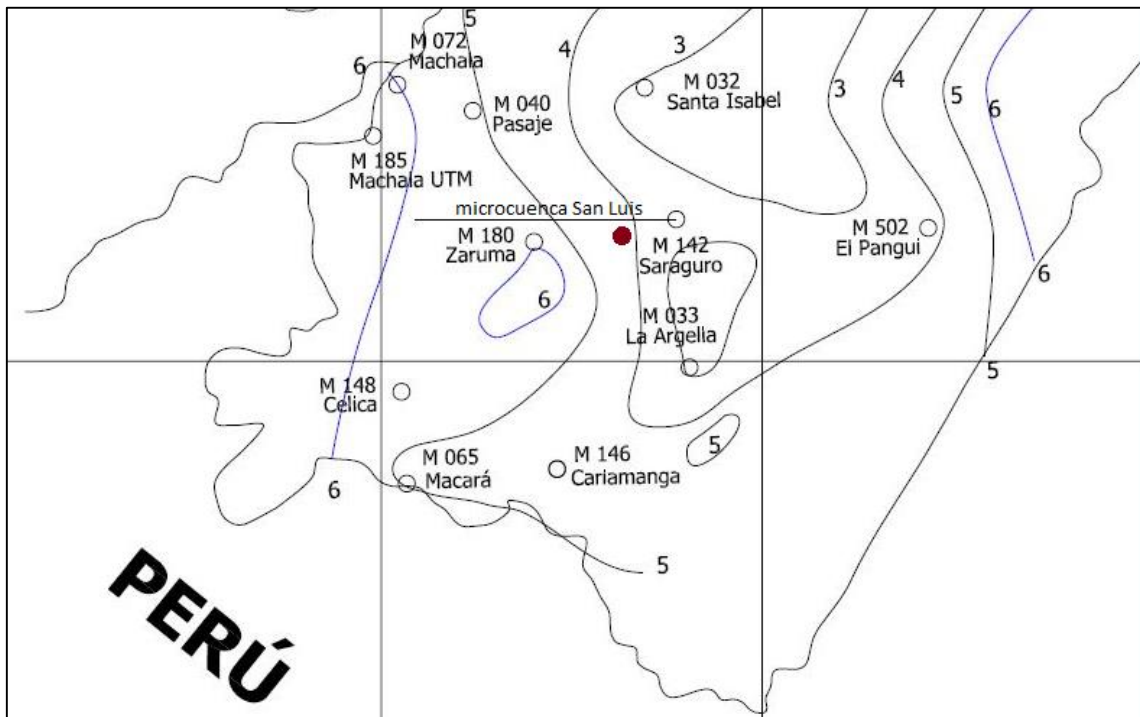
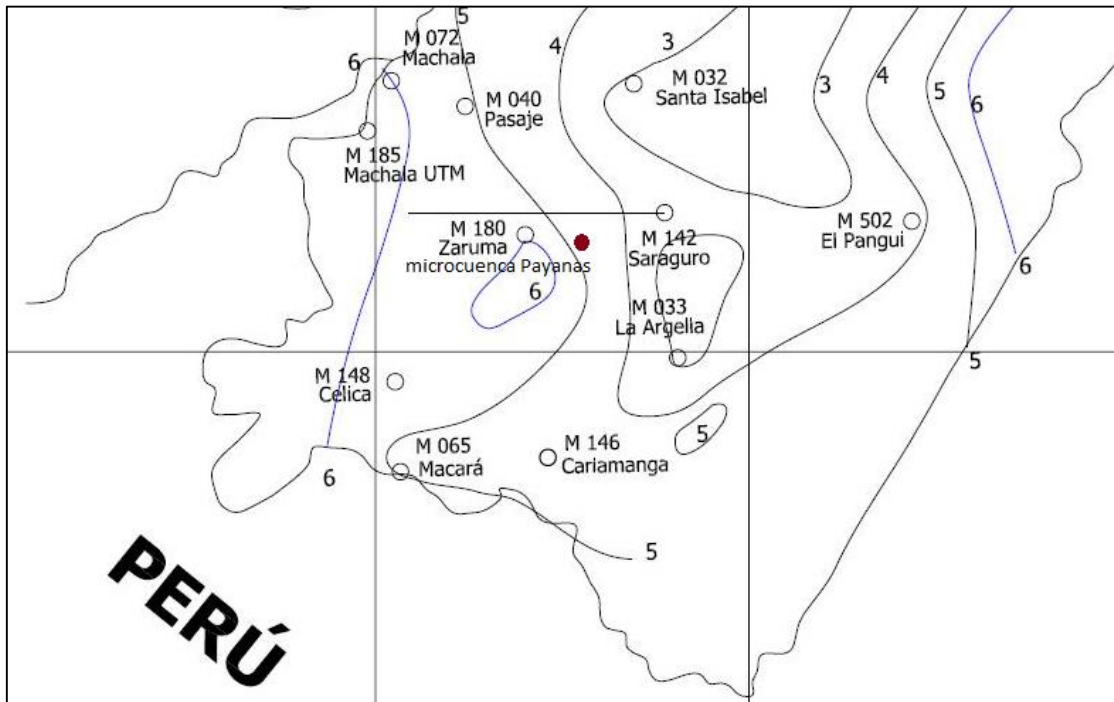
Ubicación de las microcuencas, sector Lauro Guerrero, Payanas y San Luis en el mapa de zonificación de intensidades elaborado por el INAMHI (1999).





Mapa de isolíneas de intensidad de precipitación, sector Landapo, Payanas y San Luis para un periodo de retorno $T_r = 50$ años en función de la máxima en 24 horas.





ANEXO 02. ESTACIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO.

Cuadro 01 (a). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0180 Zaruma.

Estación : Zaruma

Código : M-0180

Latitud : 3°41' 56" S

Longitud : 79°36' 41" W

Altitud : 1100 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	133,8	284,2	391,5	419,0	177,4	84,1	6,3	10,2	5,7	143,3	15,8	53,4	1724,8
1976	367,1	411,6	319,5	206,6	190,7	11,0	10,0	9,6	5,4	1,9	15,3	56,7	1605,4
1977	250,4	313,6	200,5	171,9	19,6	16,1	0,8	1,9	45,8	12,3	16,1	99,3	1148,3
1978	114,0	152,5	106,8	157,3	73,6	12,5	1,8	1,6	13,8	1,1	24,5	90,8	750,3
1979	225,8	271,1	460,7	120,5	70,1	2,1	0,4	18,0	68,9	11,2	1,5	23,7	1274,0
1980	203,6	228,9	141,0	346,6	8,4	7,8	1,3	15,3	71,8	5,4	39,2	148,1	1217,5
1981	124,4	397,5	352,2	199,4	5,6	7,0	4,1	3,9	0,0	4,6	13,9	128,6	1241,2
1982	306,6	250,8	240,4	172,5	81,5	5,5	8,2	0,0	108,0	95,9	156,1	347,2	1772,7
1983	286,6	143,5	351,1	349,0	336,8	97,4	24,4	11,6	25,7	62,7	41,5	236,8	1967,1
1984	48,5	504,1	353,0	333,1	98,0	34,8	27,5	9,0	10,7	106,2	67,4	191,7	1784,0
1985	205,4	88,8	158,6	37,8	48,9	3,4	0,1	6,2	36,9	14,8	6,9	165,0	772,8
1986	213,1	228,1	61,5	299,7	50,0	0,6	0,6	14,2	14,5	10,5	59,0	0,0	951,8
1987	264,2	85,4	70,9	129,0	34,4	2,0	16,4	12,8	6,6	17,3	61,1	39,8	739,9
1988	363,4	498,0	53,3	154,5	11,5	11,2	8,5	2,1	35,7	14,4	58,8	124,0	1335,4
1989	446,8	404,3	186,2	174,4	26,0	26,8	0,6	0,9	5,6	45,6	10,9	26,8	1354,9
1990	184,7	224,2	172,0	258,7	132,9	13,6	8,5	0,0	8,2	36,1	38,5	103,4	1180,8
1991	136,5	193,7	376,3	136,4	86,4	31,8	9,8	0,0	1,3	23,9	33,3	189,9	1219,3
1992	237,0	315,7	237,0	338,1	166,5	58,0	1,5	3,5	37,9	2,8	16,8	67,4	1482,2
1993	253,2	545,2	435,0	501,5	124,1	3,3	11,7	0,5	4,0	28,7	19,3	218,2	2144,7
1994	411,2	402,3	249,6	268,8	120,3	8,3	1,2	0,0	11,4	5,1	25,0	133,0	1636,2
1995	129,8	288,4	301,3	136,7	121,0	12,0	10,0	1,1	2,7	19,4	67,8	166,4	1256,6
1996	381,3	357,4	383,3	168,8	36,5	21,1	0,7	0,0	0,0	53,1	8,7	74,8	1485,7
1997	160,7	296,0	256,6	313,7	45,5	134,6	0,1	0,0	51,2	78,1	237,7	404,5	1978,7
1998	126,8	343,5	402,3	404,8	175,0	6,9	2,0	5,7	12,3	23,2	35,3	57,0	1594,8
1999	295,6	336,4	312,6	173,9	89,4	63,6	11,4	0,3	45,5	18,4	47,9	265,4	1660,4
2000	144,5	380,6	407,5	342,0	180,8	35,6	0,2	0,3	21,8	0,4	13,2	101,8	1628,7
2001	298,4	237,2	267,7	98,3	118,8	1,6	4,1	0,1	1,4	1,5	65,5	89,5	1184,1
2002	112,2	290,0	385,2	225,6	30,8	6,5	2,0	0,0	1,2	21,0	63,0	158,0	1295,5
2003	97,3	90,5	264,9	199,3	53,3	15,1	4,7	8,2	0,6	17,4	92,8	96,0	940,1
2004	170,3	264,6	240,4	245,4	79,1	6,2	2,2	1,5	47,5	25,1	21,5	59,4	1163,2
2005	199,1	276,3	475,9	82,8	22,8	9,4	0,0	0,1	1,2	15,8	17,1	76,3	1176,8
2006	204,1	432,4	461,3	221,5	12,9	24,3	6,7	1,3	8,2	14,6	18,5	282,2	1688,0
2007	208,1	58,1	408,4	265,3	103,8	7,6	18,9	3,4	0,0	10,5	29,7	94,1	1207,9
2008	349,7	338,6	320,3	479,6	136,3	33,7	8,4	15,4	6,9	55,7	64,7	51,3	1860,6
2009	352,0	336,4	220,1	209,7	196,1	11,0	3,6	1,7	2,5	2,8	24,9	171,7	1532,5
2010	220,5	320,1	330,7	213,3	103,5	22,2	27,5	15,0	5,3	18,7	38,7	159,4	1474,9
Anual	8226,7	10590,0	10355,6	8555,5	3368,3	848,7	246,2	175,4	726,2	1019,5	1567,9	4751,6	50431,8
Media	228,5	294,2	287,7	237,7	93,6	23,6	6,8	4,9	20,2	28,3	43,6	132,0	1400,9

Fuente : INAMHI

Elaboración : El Consultor

Rellenado por Jansa Guardiola

Rellenado por Valor Normal

Cuadro 01 (b). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0142 Saraguro.

Resultados del Análisis de Correlación Ortogonal

Coeficiente de Correlación de Pearson: 0.66

Ecuación 1 tramo recto.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es mayor que la media (Xm):

$$y = 36.36195 + 0.25673 * x$$

Ecuación 2 tramo
parabólico.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es menor que la media (Xm):

$$y = 0.56172x^{0.45703}$$

Estación : Saraguro

Codigo : M-0142

Latitud : 3°36' 43" S

Longitud : 79°14' 2" W

Altitud : 2525 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	45,4	188,4	66,3	95,8	67,4	128,1	63,9	79,6	29,8	108,7	49,6	33,8	956,8
1976	103,1	150,3	178,5	104,3	42,6	62,3	54,6	37,8	7,8	71,4	73,7	61,0	947,4
1977	88,7	44,8	58,4	125,8	22,6	58,5	10,4	41,7	59,8	62,2	14,0	52,0	638,9
1978	67,2	76,6	102,5	140,0	95,1	41,4	34,4	34,3	56,9	36,8	44,5	100,3	830,0
1979	31,0	52,8	172,9	115,6	49,8	10,3	19,5	64,4	58,6	12,8	11,1	64,9	663,7
1980	98,0	162,4	113,2	120,5	26,8	29,3	20,2	22,4	41,6	74,1	55,6	46,3	810,4
1981	60,9	72,0	210,0	75,4	33,3	29,5	27,3	18,8	8,7	55,6	69,1	109,3	769,9
1982	113,9	57,8	136,5	63,4	104,2	11,8	36,1	27,9	26,0	70,0	68,0	169,7	885,3
1983	151,3	51,8	129,6	85,7	77,6	4,2	6,1	15,5	41,4	82,0	11,9	152,3	809,4
1984	51,0	204,3	145,2	149,2	69,9	25,1	64,3	14,9	43,5	72,4	89,8	39,7	969,3
1985	129,9	67,2	75,2	47,2	93,7	46,6	51,6	44,0	43,4	53,1	39,7	128,9	820,5
1986	34,1	93,6	225,5	92,0	29,4	23,3	28,6	17,8	40,8	44,9	53,1	36,4	719,5
1987	27,4	37,0	141,4	104,1	58,0	12,6	49,4	37,4	28,0	37,9	66,7	39,2	639,1
1988	107,0	117,9	56,8	150,6	50,0	30,7	31,5	19,9	10,9	66,6	80,2	75,7	797,8
1989	178,2	160,6	270,1	28,4	75,2	22,1	18,2	30,9	23,1	112,3	9,6	38,7	967,4
1990	39,0	111,6	86,2	89,6	70,5	44,7	39,7	28,1	10,8	38,8	44,3	19,2	622,5
1991	32,0	60,2	124,6	28,6	48,1	28,9	16,6	28,4	18,2	51,1	70,6	94,0	601,3
1992	38,1	101,7	77,8	67,5	72,1	54,0	9,1	31,4	70,7	20,7	44,2	43,4	630,7
1993	76,5	172,9	404,0	139,2	20,6	21,2	26,3	13,4	35,5	65,5	66,4	156,3	1197,8
1994	131,9	85,0	173,5	141,0	30,8	56,5	22,5	81,5	55,1	43,2	66,0	78,6	965,6
1995	13,7	77,0	94,3	118,5	44,0	20,0	45,2	8,2	23,9	36,3	147,7	108,4	737,2
1996	75,2	98,7	100,6	66,9	48,6	63,1	51,8	14,9	29,7	99,6	29,4	47,0	725,5
1997	143,2	109,5	107,7	60,3	56,8	20,0	31,0	31,1	36,6	50,1	90,0	82,0	818,3
1998	39,1	67,0	187,1	79,4	89,3	10,0	30,5	28,6	29,9	84,7	45,9	42,5	734,0
1999	129,0	254,0	157,5	62,4	112,8	66,7	42,4	4,3	63,2	35,6	24,8	179,7	1132,4
2000	79,7	126,4	146,2	85,7	60,1	59,5	11,3	4,3	30,8	5,0	24,5	62,3	695,8
2001	113,0	82,8	122,1	43,2	61,7	53,2	16,7	26,6	23,6	29,8	79,2	66,8	718,7
2002	21,6	71,9	68,4	95,9	83,4	54,5	54,0	0,0	7,2	51,8	50,0	116,9	675,6
2003	26,4	48,6	119,5	97,4	54,0	28,9	15,3	13,6	46,8	43,8	65,3	79,4	639,0
2004	50,8	51,4	55,8	103,9	50,1	58,2	17,0	4,4	42,0	60,0	95,5	75,1	664,2
2005	48,0	104,0	218,0	81,9	36,7	28,4	11,2	6,8	27,9	37,9	7,4	150,0	758,2
2006	65,0	99,2	128,1	67,3	10,4	63,8	13,7	15,4	11,0	45,1	123,6	83,6	726,2
2007	105,8	42,0	85,3	120,8	44,6	39,4	15,6	48,2	22,5	69,4	65,5	117,8	776,9
2008	58,2	148,0	155,5	115,3	83,7	46,1	23,2	26,3	18,2	47,3	107,0	62,6	891,4
2009	150,7	87,0	108,2	56,0	41,5	21,4	26,3	22,0	20,4	68,3	41,0	63,8	706,6
2010	29,8	111,3	56,4	107,7	91,9	57,7	52,1	16,2	29,1	36,1	63,2	112,5	764,0
Anual	2753,8	3647,7	4858,9	3326,5	2107,3	1432,0	1087,6	961,0	1173,4	1980,9	2088,1	2990,1	28407,3
Media	76,5	101,3	135,0	92,4	58,5	39,8	30,2	26,7	32,6	55,0	58,0	83,1	789,1

Fuente : INAMHI

Elaboración : El Consultor

Rellenado por Correlación Lineal Simple

Cuadro 01 (c). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0432 San Lucas.

Resultados del Análisis de Correlación
Ortogonal
Coeficiente de Correlación de Pearson:
0.34

Ecuación 1 tramo recto.
Se utiliza para rellenar valores de Y
cuando X es mayor que la media (Xm)):

$$y = 79.70141 + 0.20244 * x$$

Ecuación 2 tramo parabólico.
Se utiliza para rellenar valores de Y
cuando X es menor que la media (Xm)):

$$y = 0.88997x^0.22746$$

Estación : San Lucas

Código : M-0432
Latitud : 3°43' 55" S
Longitud : 79°15' 41" W
Altitud : 2525 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	45,7	213,1	124,2	105,3	120,4	174,6	121,6	129,0	29,2	91,3	142,1	61,0	1357,5
1976	65,7	110,1	120,0	151,8	92,2	128,4	159,4	63,9	27,3	61,9	32,0	52,6	1065,3
1977	69,6	84,8	66,6	188,9	41,2	134,3	44,8	73,6	101,7	129,8	35,5	63,8	1034,6
1978	25,8	60,1	132,2	209,4	76,0	159,9	104,9	91,9	76,6	51,3	42,3	21,3	1051,7
1979	102,7	64,3	170,6	116,2	47,7	44,7	64,6	45,8	53,4	26,1	32,5	68,3	836,9
1980	112,8	143,5	138,0	189,0	55,8	75,8	58,3	39,4	91,4	127,4	93,9	45,0	1170,3
1981	108,2	160,2	126,3	94,4	22,5	32,0	65,1	30,2	3,9	43,2	56,9	88,2	831,1
1982	64,6	83,8	85,3	31,1	89,7	9,1	50,6	60,6	23,6	39,3	61,4	125,2	724,3
1983	128,5	44,6	168,2	155,2	86,1	23,9	32,4	58,8	51,1	151,3	81,7	127,6	1109,4
1984	26,4	217,2	167,8	137,8	51,7	78,5	87,5	24,4	53,9	134,8	85,4	44,7	1110,1
1985	86,1	49,0	48,5	80,0	117,9	132,2	94,9	90,5	37,2	81,3	64,3	103,9	985,8
1986	84,3	60,0	80,7	30,6	47,7	26,0	58,9	21,2	72,5	32,5	122,4	46,0	682,8
1987	61,2	74,2	103,7	52,6	116,2	58,2	50,2	51,0	11,6	27,5	66,8	52,0	725,2
1988	60,7	56,4	30,4	93,1	52,4	50,9	41,7	58,4	70,4	145,2	88,4	104,8	852,8
1989	170,2	161,5	117,4	115,0	73,4	149,6	90,7	126,8	67,0	117,8	60,3	73,9	1323,6
1990	81,8	125,1	114,5	132,1	106,6	63,4	25,5	0,0	45,1	123,3	80,3	146,9	1044,6
1991	114,5	95,5	227,5	134,2	250,1	106,0	274,9	122,2	27,0	99,5	151,2	43,1	1645,7
1992	76,0	89,3	247,1	84,0	88,1	216,4	326,0	54,6	27,7	267,1	229,8	258,0	1964,1
1993	93,7	167,2	256,4	142,5	58,3	63,1	40,4	29,8	21,5	139,4	94,0	228,7	1335,0
1994	113,4	102,2	117,0	69,6	212,0	156,6	103,3	71,3	114,4	32,5	84,8	81,3	1258,4
1995	33,4	75,3	77,3	220,4	81,6	133,7	25,6	17,8	19,0	29,0	71,7	127,4	912,2
1996	189,5	209,6	149,5	104,4	144,0	96,4	144,1	73,0	113,9	116,5	56,8	18,8	1416,5
1997	39,3	86,4	119,0	134,6	132,6	10,7	144,3	103,0	54,9	78,4	173,9	239,6	1316,7
1998	94,5	113,7	119,0	140,6	171,0	134,8	242,7	68,7	32,2	145,0	39,4	111,2	1412,8
1999	136,6	207,4	212,4	308,2	188,4	178,8	81,5	86,6	116,0	22,8	36,4	143,1	1718,2
2000	99,1	124,6	284,1	178,8	197,2	114,0	114,5	75,7	132,6	52,8	12,3	106,7	1492,4
2001	103,9	156,9	97,0	92,7	94,1	210,6	115,9	166,4	86,3	55,2	111,0	135,6	1425,6
2002	84,2	98,1	101,9	183,6	211,8	103,3	84,8	63,1	9,8	103,5	173,9	79,4	1297,4
2003	92,8	118,2	139,8	198,6	86,5	91,3	66,2	68,2	33,5	98,6	46,9	240,1	1280,7
2004	39,1	57,2	227,0	172,6	120,4	267,7	153,4	47,9	114,2	163,1	142,0	204,4	1709,0
2005	76,0	262,4	422,6	243,6	217,2	239,8	149,7	91,9	55,5	85,6	25,1	121,2	1990,6
2006	83,1	172,0	99,5	124,5	62,6	72,3	13,8	4,0	56,5	87,3	80,5	182,3	1038,4
2007	65,6	55,9	103,7	114,7	96,7	147,4	27,2	72,9	68,2	55,2	190,3	121,3	1119,1
2008	81,4	222,3	204,2	167,0	108,2	75,6	203,3	85,1	59,3	158,0	160,9	104,5	1629,8
2009	182,9	123,2	136,4	160,2	52,6	59,3	76,9	72,8	39,5	107,4	77,2	77,5	1165,9
2010	94,3	187,2	95,6	140,7	121,8	166,4	99,6	36,5	94,2	110,7	80,6	141,9	1369,5
Anual	3187,6	4432,5	5231,4	4998,0	3892,7	3985,7	3639,2	2377,0	2092,1	3391,6	3184,9	3991,3	44404,0
Media	88,5	123,1	145,3	138,8	108,1	110,7	101,1	66,0	58,1	94,2	88,5	110,9	1233,4

Fuente : INAMHI

Elaboración : El Consultor

Rellenado por Correlación Lineal Simple

Cuadro 01(d). Precipitación Mensual (mm) de la Estación M-0542 El Cisne.

Resultados del Análisis de Correlación

Ortogonal

Coeficiente de Correlación de Pearson: 0.92

Ecuación 1 tramo recto.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es mayor que la media (Xm):

$$y = 6.32343 + 0.65140 * x$$

Ecuación 2 tramo parabólico.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es menor que la media (Xm):

$$y = 0.70557x^{0.92323}$$

Estación : El Cisne

Codigo : M-0542

Latitud : 3°51' 8" S

Longitud : 79°25' 37" W

Altitud : 2218 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	65,10	409,30	95,40	180,90	105,40	42,30	19,40	25,50	0,30	101,40	49,00	32,30	1126,3
1976	189,00	174,70	170,60	66,20	30,30	3,80	19,00	8,40	18,40	13,80	17,10	35,10	746,4
1977	72,20	44,20	62,60	146,60	2,80	5,20	0,00	3,30	31,80	19,10	19,60	108,20	515,6
1978	73,20	31,80	143,90	81,20	31,10	7,00	2,20	4,00	11,40	11,80	14,90	67,70	480,2
1979	45,60	102,80	271,40	105,30	16,10	0,00	0,00	19,30	38,00	24,40	3,70	77,60	704,2
1980	206,20	151,00	94,20	120,00	13,60	1,40	1,20	1,60	55,00	29,10	87,10	93,40	853,8
1981	167,40	175,80	294,50	147,10	6,10	4,90	11,30	20,20	0,00	30,80	84,20	228,30	1170,6
1982	182,50	226,20	156,90	131,40	70,70	1,80	3,10	2,40	19,00	135,90	215,00	276,00	1420,9
1983	243,40	138,90	357,80	102,70	148,90	5,60	0,00	0,00	0,90	130,60	92,20	170,20	1391,2
1984	141,00	326,30	209,70	193,30	33,90	16,60	24,30	2,80	25,30	138,10	114,50	38,70	1264,5
1985	344,70	106,30	169,50	69,50	67,50	7,60	5,30	14,40	9,90	41,50	56,80	187,20	1080,2
1986	145,90	155,50	48,00	201,20	40,00	0,80	0,80	13,20	13,50	10,10	46,30	0,00	675,3
1987	178,50	64,10	54,40	92,30	28,80	2,40	15,00	12,10	6,70	15,70	47,80	32,80	550,6
1988	137,40	344,30	62,00	169,00	27,70	11,30	17,50	6,50	40,30	75,90	115,50	156,60	1164,0
1989	295,00	267,90	128,70	121,20	22,50	23,10	0,80	1,20	5,80	36,90	10,50	23,10	936,7
1990	90,20	216,30	74,00	128,60	45,50	12,40	24,20	4,30	11,00	65,20	74,60	135,20	881,5
1991	126,90	93,10	398,60	83,00	44,80	9,60	0,00	10,90	27,30	10,70	68,10	107,60	980,6
1992	161,20	211,40	161,20	225,70	116,20	45,60	1,80	3,90	31,40	3,20	15,30	52,10	1029,0
1993	171,50	357,80	287,50	329,90	89,10	3,70	11,20	0,70	4,30	24,60	17,30	149,20	1446,8
1994	272,30	266,60	169,20	181,40	86,70	8,30	1,50	0,00	10,90	5,40	21,80	94,80	1118,9
1995	92,80	194,00	202,20	97,20	87,10	11,40	9,70	1,40	3,10	17,40	52,40	116,10	884,8
1996	253,20	238,00	254,50	117,60	30,40	18,80	0,90	0,00	0,00	42,20	8,60	57,10	1021,3
1997	112,50	198,80	173,70	210,10	36,90	95,80	0,20	0,00	40,90	59,30	161,60	268,00	1357,8
1998	90,90	229,10	266,60	268,20	121,60	7,00	2,40	5,90	11,70	20,40	29,50	44,90	1098,2
1999	198,50	224,60	209,40	120,90	66,80	49,50	10,90	0,40	36,90	16,60	38,60	179,30	1152,4
2000	102,10	252,80	269,90	228,10	125,30	29,70	0,30	0,40	19,30	0,60	12,40	74,80	1115,7
2001	200,30	161,30	180,70	72,60	85,70	1,90	4,40	0,20	1,70	1,80	50,80	66,80	828,2
2002	81,50	195,00	255,70	153,90	26,20	6,70	2,40	0,00	1,50	18,70	49,10	110,80	901,5
2003	71,90	67,50	179,00	137,10	42,40	14,00	5,00	8,20	0,80	15,80	69,00	71,10	681,8
2004	118,60	178,80	163,30	166,50	60,00	6,40	2,60	1,80	38,30	21,80	19,10	46,60	823,8
2005	137,00	186,20	313,60	62,40	20,10	9,20	0,00	0,20	1,50	14,50	15,60	58,10	818,4
2006	140,20	285,80	304,30	151,30	12,20	21,20	6,80	1,60	8,20	13,60	16,70	190,00	1151,9
2007	142,70	45,70	270,50	179,20	76,10	7,60	17,00	3,80	0,00	10,10	25,30	69,80	847,8
2008	233,10	226,00	214,30	315,90	96,90	28,30	8,30	14,20	7,00	44,00	50,20	41,00	1279,2
2009	234,50	224,60	150,40	143,70	135,10	10,60	4,00	2,00	2,90	3,20	21,70	119,50	1052,2
2010	150,60	214,20	220,90	146,00	75,90	19,60	23,70	13,90	5,60	16,90	32,00	111,60	1030,9
Anual	5669,6	6986,7	7039,1	5447,2	2126,4	551,1	257,2	208,7	540,6	1241,1	1823,9	3691,6	35583,2
Media	157,5	194,1	195,5	151,3	59,1	15,3	7,1	5,8	15,0	34,5	50,7	102,5	988,4

Fuente : INAMHI

Rellenado por Correlación Lineal Simple

Elaboración : El Consultor

Cuadro 01(e). Precipitación Mensual (mm) en la estación M-0748 Salati.

Resultados del Análisis de Correlación

Ortogonal

Coeficiente de Correlación de Pearson: 0.87

Ecuación 1 tramo recto.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es mayor que la media (Xm):

$$y = -14.34158 + 1.90281 * x$$

Ecuación 2 tramo parabólico.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es menor que la media (Xm):

$$y = 1.76821x^{1.07612}$$

Estación : Salati

Codigo : M-0748

Latitud : 3°45' 0" S

Longitu : 79°32' 0" W

Altitud : 1150 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	266,7	478,5	68,9	782,9	157,7	84,2	5,5	22,5	90,5	261,5	31,0	110,0	2359,9
1976	500,7	677,5	878,7	416,5	0,0	16,4	14,5	1,5	17,0	1,0	44,0	155,0	2722,8
1977	462,1	582,4	367,2	312,8	30,5	24,7	8,7	2,4	43,2	113,2	24,7	210,0	2181,9
1978	202,6	275,8	188,9	285,0	126,5	18,8	2,3	2,1	20,9	1,4	38,7	158,6	1321,6
1979	415,3	501,5	862,3	214,9	120,1	2,8	0,5	27,8	117,9	16,7	1,9	37,4	2319,1
1980	409,5	381,0	289,6	471,0	205,0	23,0	2,0	23,3	123,1	7,6	64,2	267,5	2266,8
1981	222,4	742,0	655,8	365,1	7,9	10,1	5,7	5,4	0,0	6,4	21,0	230,4	2272,2
1982	666,0	635,8	669,4	657,5	745,2	16,5	0,0	0,0	48,2	313,1	423,7	275,3	4450,7
1983	597,2	313,1	472,2	414,5	391,5	146,7	69,1	32,5	20,1	111,0	90,9	472,5	3131,3
1984	83,3	907,0	382,4	501,4	180,0	75,6	24,6	4,4	6,1	157,5	56,4	204,4	2583,1
1985	349,6	184,7	340,3	139,4	107,1	5,5	0,0	5,0	25,8	0,0	42,2	331,1	1530,7
1986	536,6	384,4	53,5	386,6	93,9	3,5	0,0	0,0	36,0	47,2	64,5	230,3	1836,5
1987	637,8	274,6	170,5	245,6	223,7	2,6	32,6	16,5	2,0	22,2	118,2	63,6	1809,9
1988	473,2	526,9	71,7	404,3	92,0	26,5	7,0	24,0	37,5	45,5	41,5	280,6	2030,7
1989	835,8	755,0	340,0	317,5	41,3	42,7	0,7	1,1	7,9	75,6	16,2	42,7	2476,5
1990	337,1	412,3	312,9	477,9	261,0	0,0	19,0	0,0	5,0	62,0	44,0	232,5	2163,7
1991	341,5	356,6	655,0	347,4	140,9	57,8	1,3	0,0	2,0	57,3	64,8	251,9	2276,5
1992	436,6	586,4	436,6	629,0	302,5	97,9	1,9	4,8	61,9	3,8	25,8	115,1	2702,3
1993	467,5	1023,1	813,4	939,9	221,8	4,5	17,5	0,6	5,5	45,9	30,0	400,9	3970,6
1994	768,1	751,2	460,6	497,1	214,6	12,1	1,5	0,0	17,0	7,2	39,6	238,7	3007,7
1995	232,6	534,4	559,0	245,8	215,9	18,0	14,8	1,4	3,6	30,1	115,8	302,3	2273,7
1996	711,2	665,7	715,0	306,9	59,5	33,0	0,8	0,0	0,0	89,0	12,7	128,7	2722,5
1997	291,4	548,9	473,9	582,6	75,4	241,8	0,1	0,0	85,6	134,9	438,0	755,3	3627,9
1998	226,9	639,3	751,2	755,9	318,7	9,9	2,6	8,1	18,5	36,5	57,4	96,1	2921,1
1999	548,1	625,8	580,5	316,6	156,0	108,1	17,0	0,3	75,4	28,5	79,7	490,7	3026,7
2000	159,1	497,8	744,5	528,6	317,4	58,5	0,0	0,0	60,8	0,0	25,7	207,6	2600,0
2001	579,8	312,9	827,4	150,9	138,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,6	191,3	2259,9
2002	260,7	460,9	809,1	486,5	104,4	11,8	0,0	0,0	0,0	30,8	75,8	281,1	2521,1
2003	147,8	289,2	325,3	292,3	76,1	0,0	7,2	0,0	0,0	18,0	120,1	247,1	1523,1
2004	185,9	521,8	473,1	306,2	86,3	0,0	10,0	0,0	59,3	32,7	24,2	162,2	1861,7
2005	278,9	460,0	682,0	221,1	36,1	0,0	0,0	0,0	2,0	11,8	49,6	156,1	1897,6
2006	374,0	808,4	863,4	407,1	19,4	38,4	9,6	1,6	11,9	22,2	28,6	522,6	3107,2
2007	381,6	98,1	762,8	490,5	183,2	11,0	29,3	4,6	0,0	15,6	47,6	164,8	2189,1
2008	651,1	630,0	595,1	898,3	245,0	54,6	12,2	23,5	9,9	93,7	110,1	85,8	3409,3
2009	655,5	625,8	404,5	384,7	358,8	16,4	4,9	2,2	3,3	3,8	39,4	312,4	2811,7
2010	405,2	594,8	614,9	391,5	182,6	34,8	43,9	22,8	7,5	29,0	63,4	289,0	2679,4
Anual	15099,4	19063,6	18671,6	15571,8	6236,0	1308,2	366,8	238,4	1025,4	1932,7	2631,0	8701,6	90846,5
Media	419,4	529,5	518,7	432,6	173,2	36,3	10,2	6,6	28,5	53,7	73,1	241,7	2523,5

Fuente : INAMHI

Rellenado por Correlación Lineal Simple

Elaboración : El Consultor

Cuadro 01(f). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-762 Mercadillo.

Estación : Mercadillo

Código : M-0762
 Latitud : 4G 1' 10" S
 Longitud : 79G 59' 5" W
 Altitud : 1125 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	186,3	529,6	523,5	240,8	202,9	42,9	5,6	5,7	3,3	2,6	13,8	73,5	1830,5
1977	198,3	480,0	255,1	505,7	22,3	35,3	6,3	0,0	15,1	1,5	1,2	35,4	1556,2
1978	28,5	182,1	242,1	253,8	52,8	6,9	10,3	0,0	6,4	1,2	5,8	34,8	824,7
1979	136,0	238,5	408,5	221,9	46,4	14,5	0,0	16,2	8,6	0,9	0,0	20,3	1111,8
1980	42,9	128,8	208,3	202,9	44,0	3,5	0,0	0,0	1,4	16,2	5,1	74,2	727,3
1981	28,1	229,5	475,8	156,7	14,7	1,2	2,4	2,5	0,0	0,0	2,6	138,0	1051,5
1982	93,4	182,9	39,5	238,1	53,5	1,6	0,3	0,0	21,0	59,4	224,1	629,3	1543,1
1983	533,7	273,2	864,0	738,5	461,3	115,6	51,5	14,0	27,1	60,4	60,5	109,7	3309,5
1984	94,5	586,5	275,5	297,2	50,8	36,5	9,1	1,5	4,1	43,8	5,2	46,9	1451,6
1985	144,5	110,3	175,9	58,4	53,0	0,0	0,0	2,8	0,0	4,5	0,2	72,3	621,9
1986	345,0	376,6	79,5	247,4	99,5	0,0	0,0	0,0	1,8	20,1	24,2	142,5	1336,6
1987	338,6	162,0	288,9	248,5	104,7	7,1	7,1	32,6	0,0	33,6	9,0	26,7	1258,8
1988	233,3	222,1	9,1	114,7	20,7	1,8	1,6	7,6	1,3	4,0	11,7	54,6	682,5
1989	430,3	448,2	589,0	254,1	38,3	36,5	0,6	0,0	4,2	16,7	17,9	55,4	1891,3
1990	334,0	446,0	602,4	275,0	51,5	36,5	0,1	0,0	0,0	9,9	17,3	29,3	1802,0
1991	54,6	279,7	497,3	99,3	85,8	21,1	0,0	0,3	0,9	12,6	7,3	146,8	1205,7
1992	219,4	276,7	571,2	361,5	166,8	21,0	3,9	0,3	15,4	11,6	6,2	37,9	1691,9
1993	93,0	419,5	654,4	517,0	184,4	12,5	14,1	5,3	19,8	40,0	58,9	132,8	2151,7
1994	289,8	350,9	431,0	235,3	54,5	7,6	0,6	0,0	10,6	1,8	3,3	138,4	1523,8
1995	129,3	287,9	287,6	195,8	108,6	2,0	16,7	2,6	0,5	8,8	19,6	93,2	1152,6
1996	169,9	213,3	264,3	88,8	4,2	3,0	0,2	0,0	0,0	1,4	12,0	426,4	1183,5
1997	158,2	204,1	391,1	247,8	32,0	26,4	6,2	3,7	59,2	117,2	208,0	701,5	2155,4
1998	465,3	719,1	785,2	747,6	217,6	16,9	9,8	8,1	17,5	5,7	12,6	56,5	3061,9
1999	128,7	537,0	486,8	195,4	175,2	26,6	2,8	0,0	6,3	6,9	19,9	86,2	1671,8
2000	84,8	342,6	521,0	436,6	92,7	30,6	2,0	1,8	2,5	3,7	0,0	54,2	1572,5
2001	235,1	370,6	591,1	246,4	57,7	5,1	0,7	0,2	0,9	5,1	36,7	53,1	1602,7
2002	7,3	471,5	599,5	384,3	30,4	3,5	0,0	0,3	0,0	50,3	31,4	92,5	1671,0
Anual	5202,8	9069,2	11117,6	7809,5	2526,3	516,2	151,9	105,5	227,9	539,9	814,5	3562,4	41643,7
Media	200,1	348,8	427,6	300,4	97,2	19,9	5,8	4,1	8,8	20,8	31,3	137,0	1601,7

Fuente : INAMHI

Elaboración : El Consultor

Rellenado por Jansa Guardiola

Rellenado por Valor Normal

Cuadro 01(g). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0760 Lauro Guerrero.

Resultados del Análisis de CORRELACIÓN ORTOGONAL

Coeficiente de Correlación de Pearson: 0.87

Ecuación 1 tramo recto.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es mayor que la media (Xm)):

$$y = 1.2808 + 1.1802 * x$$

Ecuación 2 tramo
parabólico.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es menor que la media (Xm)):

$$y = 1.1919x^{0.9901}$$

Estación : Lauro Guerrero

Codigo : M-0760
Latitud : 3G 58' 5" S
Longitud : 79G 45' 3" W
Altitud : 1910 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	255,0	805,8	542,4	353,8	18,9	4,6	6,9	7,0	4,1	3,2	16,8	88,0	2106,5
1977	235,3	567,8	302,4	598,1	27,0	42,5	7,7	0,0	53,4	1,6	0,0	18,2	1854,0
1978	34,4	216,2	287,0	300,8	63,4	8,5	12,6	0,0	7,8	1,5	7,1	42,0	981,3
1979	161,8	282,8	567,9	362,9	34,8	31,8	0,0	28,3	23,1	0,0	0,2	22,6	1516,2
1980	212,5	212,7	59,6	346,7	27,9	0,4	0,0	7,0	6,8	40,9	17,5	119,0	1051,0
1981	81,5	218,1	568,4	149,8	8,6	11,8	0,0	24,9	0,0	6,1	12,8	97,5	1179,5
1982	296,9	469,4	204,4	214,0	104,8	11,6	0,0	0,0	42,9	110,0	158,6	480,3	2092,9
1983	691,2	191,5	667,3	380,6	174,5	123,2	19,7	2,5	33,1	87,2	44,7	155,1	2570,6
1984	183,7	843,1	566,2	315,5	34,7	24,2	7,6	1,2	8,0	89,8	19,0	37,5	2130,5
1985	274,8	124,5	198,1	48,7	42,0	0,0	0,0	0,0	4,0	7,5	4,5	80,4	784,5
1986	356,0	409,8	187,8	454,7	117,2	0,0	0,0	7,7	0,3	35,6	41,9	68,5	1679,5
1987	279,8	110,8	290,6	196,0	110,2	0,0	6,0	5,1	2,2	11,5	9,5	0,5	1022,2
1988	345,3	569,7	14,9	242,8	35,1	2,4	0,0	0,0	11,5	20,1	37,8	86,2	1365,8
1989	509,1	530,3	696,5	301,2	46,1	44,0	0,8	0,0	5,2	20,3	21,7	66,5	2241,7
1990	395,5	527,7	712,3	394,1	90,6	19,4	12,3	0,0	3,7	23,0	34,0	40,1	2252,7
1991	144,4	289,5	591,4	174,2	106,8	41,2	0,0	0,0	0,5	14,3	44,4	205,9	1612,6
1992	153,7	360,4	384,7	401,2	118,0	13,0	0,0	0,0	62,4	18,9	11,9	65,5	1589,7
1993	216,2	815,9	811,5	396,3	77,9	0,0	9,7	0,9	16,3	72,7	40,1	217,7	2675,2
1994	452,6	414,5	501,2	248,5	86,9	1,0	1,1	0,0	13,4	3,0	6,3	141,4	1869,9
1995	145,7	345,1	326,0	117,6	92,4	0,9	5,2	0,5	1,4	0,5	33,4	203,9	1272,6
1996	272,7	438,6	609,2	159,9	14,9	9,7	0,0	0,0	10,0	102,9	20,8	32,0	1670,7
1997	175,3	198,5	462,9	293,7	38,6	31,9	7,6	4,6	71,0	139,6	246,8	829,2	2499,7
1998	550,5	850,0	928,0	883,6	258,1	20,5	0,0	1,6	29,5	26,0	15,9	56,0	3619,7
1999	153,2	635,1	575,8	231,9	208,1	77,2	35,5	0,0	19,9	3,5	14,2	180,7	2135,1
2000	101,3	405,6	616,2	516,6	110,7	36,9	2,5	2,2	3,1	4,6	0,0	65,1	1864,8
2001	278,8	438,7	698,9	292,1	69,2	6,3	0,9	0,3	1,1	6,3	44,2	63,7	1900,5
2002	8,9	557,8	708,8	454,9	36,7	4,3	0,0	0,4	0,0	60,4	37,9	110,4	1980,5
Anual	6966,10	11829,90	13080,40	8830,20	2154,10	567,30	136,10	94,20	434,70	911,00	942,00	3573,90	49519,9
Media	267,93	455,00	503,09	339,62	82,85	21,82	5,23	3,62	16,72	35,04	36,23	137,46	1904,6

Fuente : INAMHI

Elaboración : El Consultor

Rellenado por Correlación Lineal Simple

Cuadro 01(h). Precipitación Mensual (mm) de la estación M-0753 Ciano.

Resultados del Análisis de CORRELACIÓN ORTOGONAL

Coeficiente de Correlación de Pearson: 0.84

Ecuación 1 tramo recto.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es mayor que la media (Xm)):

$$y = -28.7386 + 1.7432 * x$$

Ecuación 2 tramo
parabólico.

Se utiliza para rellenar valores de Y cuando X es menor que la media (Xm)):

$$y = 1.4898x^{1.1700}$$

Estación : Ciano

Código : M-0753

Latitud : 3G 55' 35" S

Longitud : 79G 57' 40" W

Altitud : 1470 msnm.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976,0	302,3	479,5	644,2	221,6	182,0	28,9	2,2	0,9	9,9	7,7	10,1	70,3	1959,6
1977,0	199,5	366,0	190,2	246,8	55,9	28,5	3,8	0,2	20,7	0,0	1,5	42,8	1155,9
1978,0	108,7	293,1	195,0	302,5	75,7	6,5	12,0	0,0	6,6	2,1	15,9	77,7	1095,8
1979,0	218,7	404,2	773,8	261,2	81,6	13,6	1,0	6,4	7,6	0,5	0,0	37,9	1806,5
1980,0	219,9	207,5	195,6	230,9	84,6	18,4	0,8	12,4	5,0	29,7	18,4	142,1	1165,3
1981,0	14,4	442,2	758,5	279,1	107,0	0,0	8,0	26,0	46,0	0,0	0,0	408,3	2089,5
1982,0	200,3	341,4	117,1	414,8	96,4	0,0	0,0	0,0	19,6	238,6	610,6	1249,7	3288,5
1983,0	968,7	637,1	1530,1	1232,3	912,0	192,3	158,7	19,0	74,0	214,9	111,2	1120,2	7170,5
1984,0	220,0	977,0	751,4	508,9	55,4	27,8	0,0	0,0	0,0	5,0	6,8	88,6	2640,9
1985,0	351,4	181,8	243,4	146,2	61,4	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	102,9	1094,1
1986,0	659,5	501,9	211,2	555,4	84,8	0,0	0,0	0,0	0,0	65,7	38,6	87,0	2204,1
1987,0	447,2	350,0	169,8	123,7	56,8	7,0	24,0	11,4	3,4	8,6	3,7	37,8	1243,4
1988,0	417,3	165,2	0,0	72,8	43,6	1,5	0,0	5,5	1,5	22,8	4,8	126,7	861,7
1989,0	721,4	752,6	998,0	414,2	47,4	44,8	0,4	0,0	3,6	18,0	19,5	73,1	3093,0
1990,0	135,0	85,7	186,8	334,8	119,0	14,1	1,7	0,0	0,0	1,0	6,5	48,7	933,3
1991,0	218,5	322,2	498,4	149,1	82,4	54,7	0,0	0,0	0,0	12,9	2,0	208,3	1548,5
1992,0	353,7	453,6	967,0	601,4	262,0	23,5	3,3	0,2	16,3	11,7	5,6	46,9	2745,2
1993,0	134,0	702,5	1112,0	872,5	292,7	12,8	14,7	4,7	21,9	49,9	78,5	202,8	3499,0
1994,0	476,4	583,0	722,6	381,4	71,7	7,1	0,4	0,0	10,6	1,3	2,7	212,5	2469,7
1995,0	196,7	473,1	472,6	312,6	160,6	1,5	18,0	2,0	0,3	8,5	21,7	134,3	1801,9
1996,0	267,4	343,1	432,0	126,9	3,6	2,4	0,1	0,0	0,0	1,0	12,2	714,6	1903,3
1997,0	247,0	327,0	653,0	403,2	38,4	30,7	5,6	3,1	79,0	175,6	333,8	1194,1	3490,5
1998,0	782,4	1224,8	1340,0	1274,5	350,6	18,2	9,6	7,7	19,0	5,1	12,9	74,8	5119,6
1999,0	195,6	907,4	819,9	311,9	276,7	31,0	2,2	0,0	5,7	6,4	22,1	122,6	2701,5
2000,0	120,2	568,5	879,5	732,3	133,4	36,5	1,5	1,3	1,9	3,1	0,0	71,2	2549,4
2001,0	381,1	617,3	1001,7	400,8	76,6	4,5	0,4	0,1	0,6	4,5	45,1	69,5	2602,2
2002,0	6,8	793,2	1016,3	641,2	36,2	2,9	0,0	0,2	0,0	65,3	37,6	133,1	2732,8
Anual	8564,10	13500,90	16880,10	11553,00	3848,50	616,20	268,40	101,10	353,20	959,90	1421,80	6898,50	64965,7
Media	329,39	519,27	649,23	444,35	148,02	23,70	10,32	3,89	13,58	36,92	54,68	265,33	2498,7

Fuente : INAMHI

Elaboración : El Consultor

Rellenado por Correlación Lineal Simple

Métodos empleados para relleno de datos

Los valores faltantes en las estaciones se precedieron a rellenar por medio de los métodos de Valor Normal, Jansa-Guardiola y por el método de Correlación Lineal Simple de acuerdo al caso que se presente.

En ocasiones la única posibilidad de rellenar los datos faltantes es en base a la información de la misma estación, recomendándose, en estos casos seguir los métodos que se detallan a continuación:

a) Método de Valor Normal

Mediante este método el relleno de los datos mensuales faltantes se lo realiza en base a la serie registrada el año anterior, siempre y cuando esté completo. Algunas veces en la práctica se obtiene valores demasiado altos o bajos, si ello sucede es conveniente tomar como referencia otro año con el cual puedan alcanzarse resultados moderados. Se expresa según,

$$\frac{X1}{Pm1} = \frac{X2}{Pm2} = \dots = \frac{Xn}{Pmn} = \frac{X1 + X2 + \dots + Xn + \Sigma(\text{datos existentes del año incompleto})}{\Sigma(\text{datos año base})}$$

Donde:

X_i = Variable que representa al dato mensual faltante i del año a rellenar.

P_{mi} = Valor mensual del año base, correspondiente al mes i faltante.

b) Método de Jansa-Guardiola

Cuando en la serie original falta un término (existe una laguna), se debe encontrar un valor probable que se lo sustituya, para lo cual se puede utilizar la interpolación señalada por Jansa-Guardiola. El procedimiento a seguir es:

$$P_{mi} = P_{m_{\min}} + \frac{c * a}{a + b}$$

Donde:

P_{mi} = Precipitación del mes i que no se conoce (laguna).

a = Diferencia entre los dos términos que preceden a la laguna.

$$a = P_{m_{i-1}} - P_{m_{i-2}}$$

b = Diferencia entre los dos términos que lo siguen.

$$b = P_{m_{i+1}} - P_{m_{i+2}}$$

c = Diferencia entre los dos términos que la limitan.

$$c = P_{m_{i+1}} - P_{m_{i+2}}$$

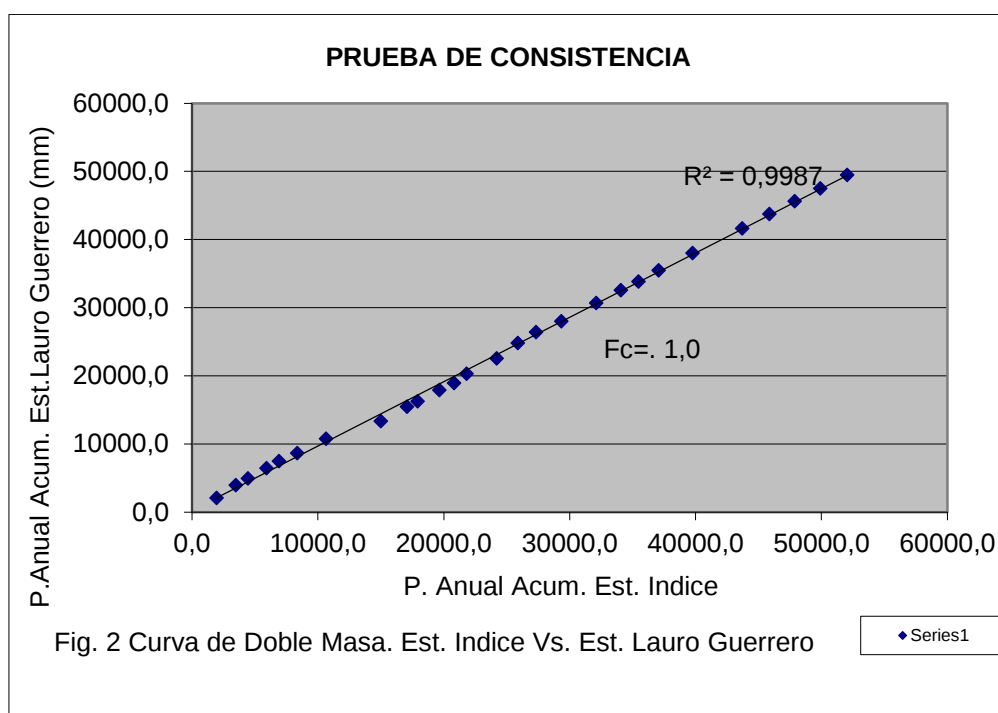
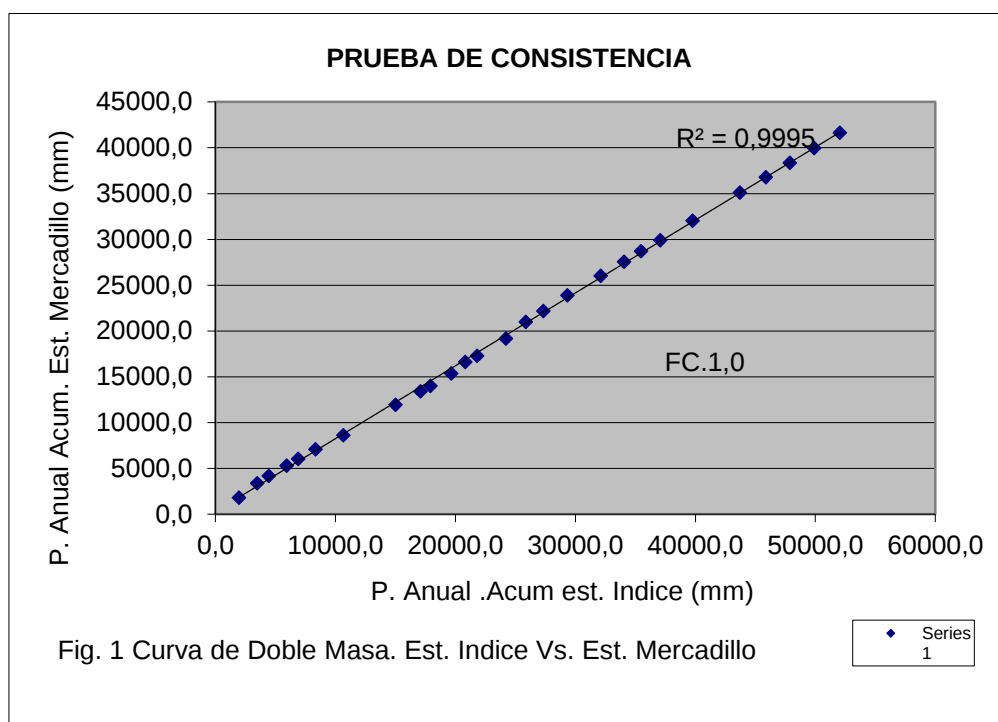
$Pm_{\min}$: Menor valor de entre los términos que preceden y siguen a la laguna

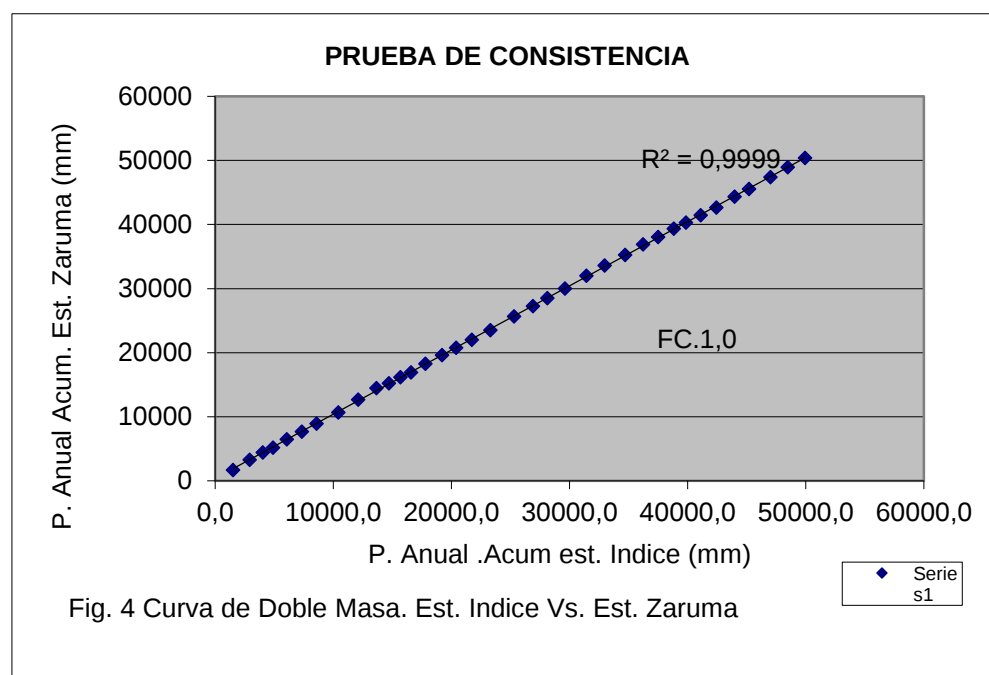
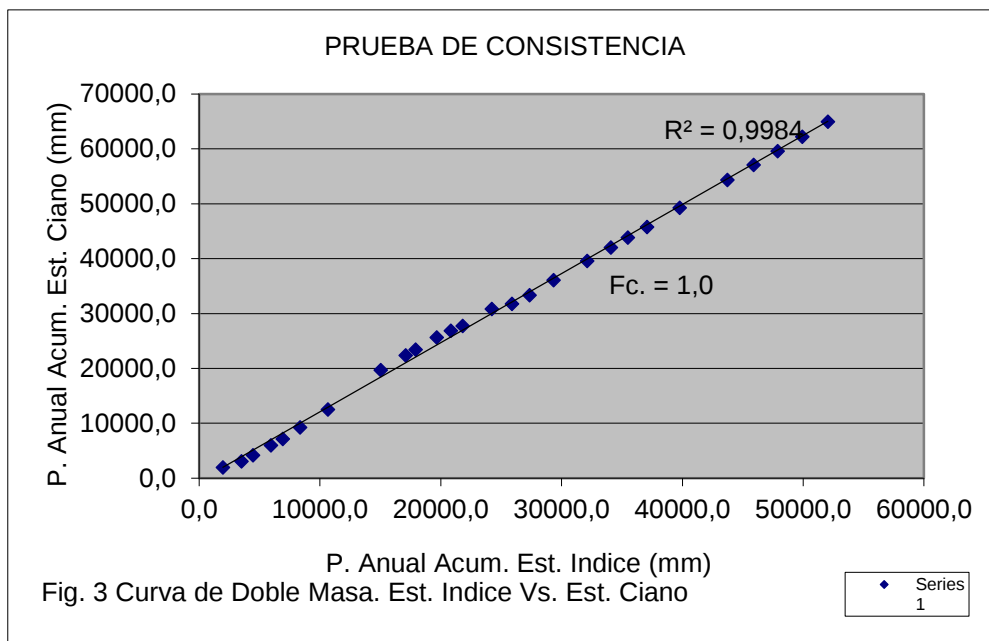
$$Pm_{i+1} \delta Pm_{i-1}$$

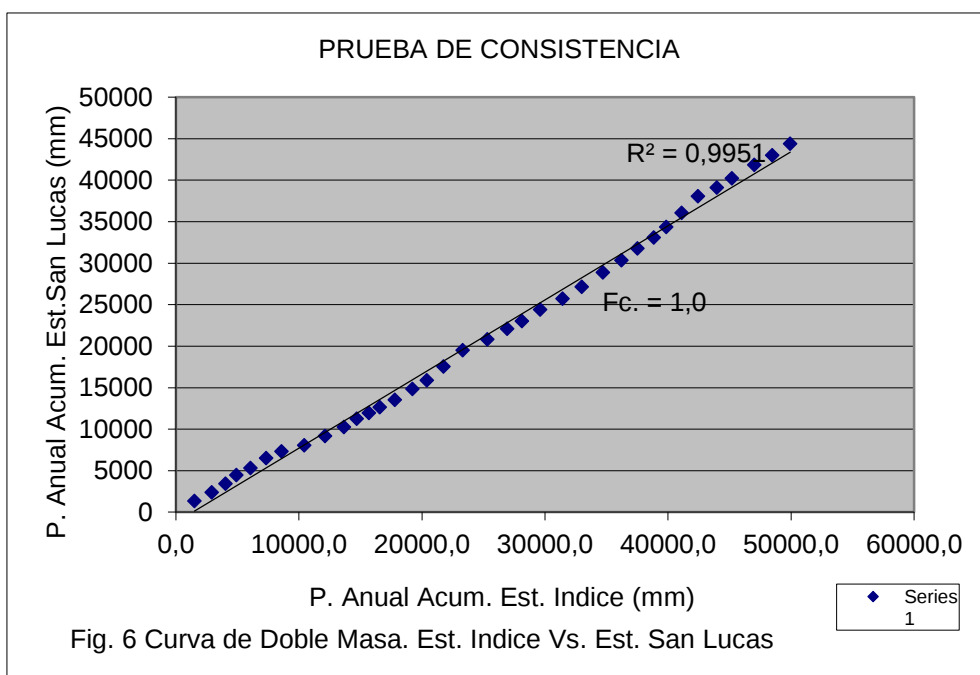
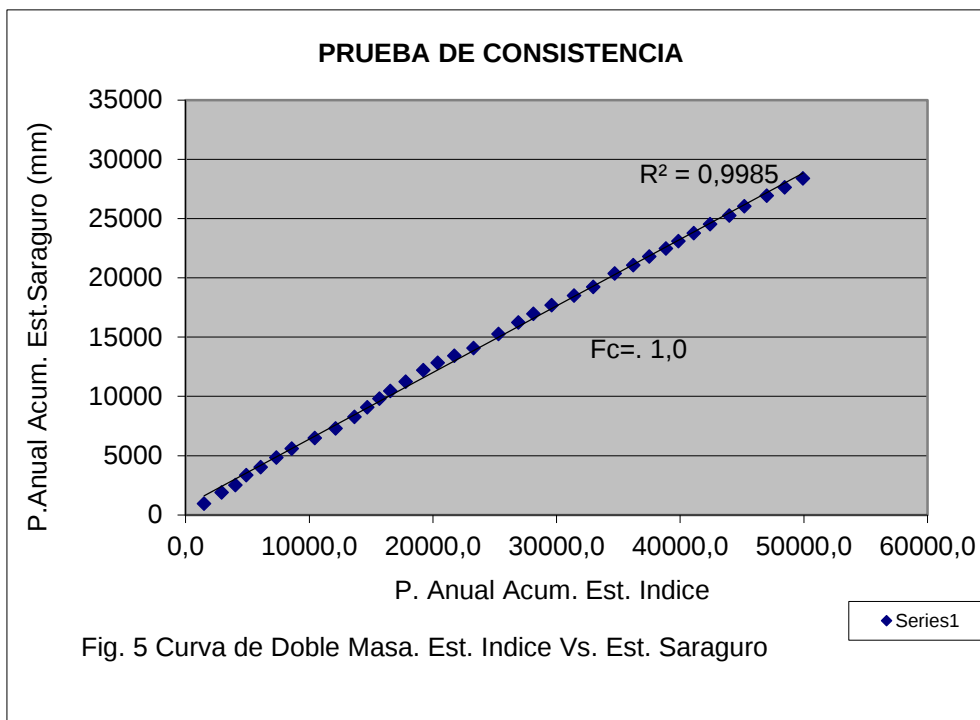
c) Método de Correlación Lineal

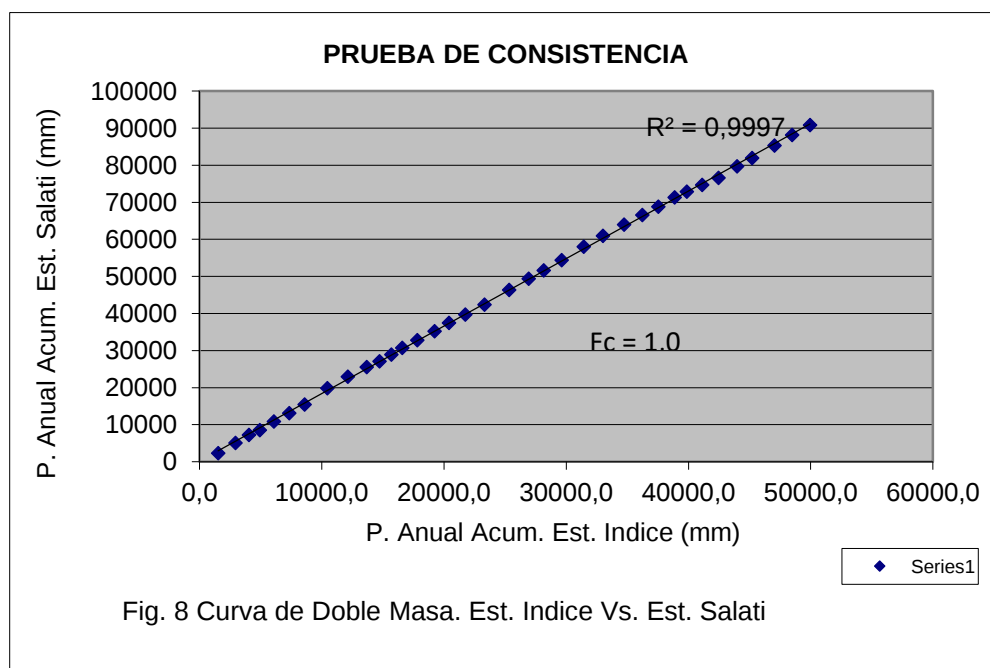
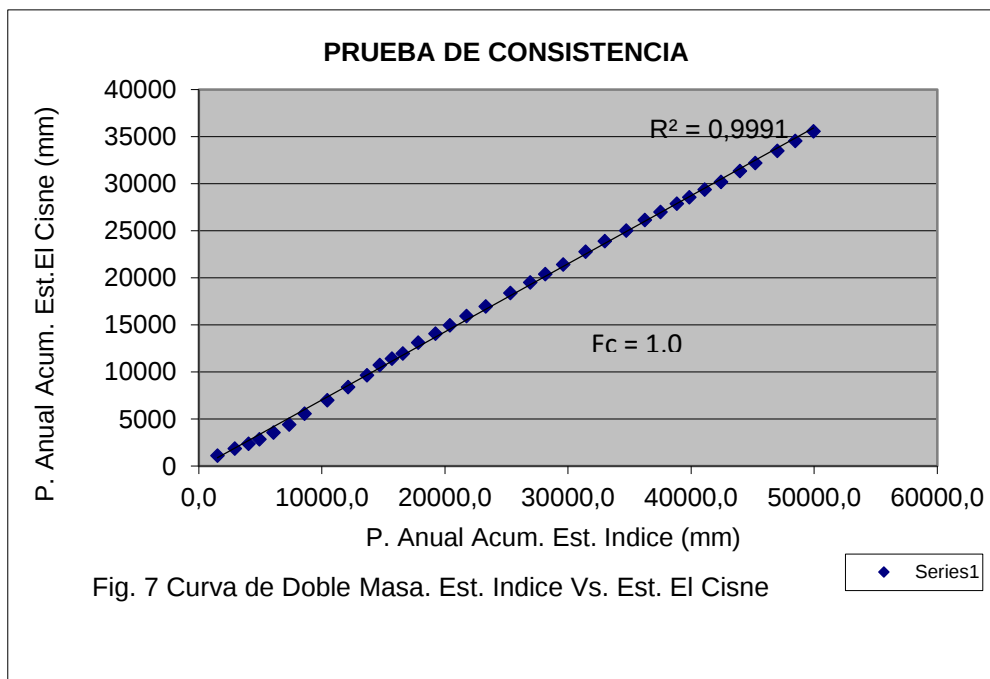
Para su desarrollo es conveniente elaborar una gráfica con las parejas de datos existentes, conservando la misma escala en los dos ejes y respetando con símbolos diferentes cada año. La recta de regresión lineal tiene la particularidad de que la suma al cuadrado de las distancias de cada punto a la recta es un valor mínimo, pudiendo recurrir, para el cálculo de la ecuación, al método de los mínimos cuadrados; las distancias son medidas perpendicularmente del punto a la recta.

ANEXO 03.ANÁLISIS DE CONSISTENCIA, ESTACIONES UTILIZADAS.









ANEXO 04. CÁLCULOS DE LA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MICROCUENCAS.

- **Perímetro:**

Para la delimitación nos basamos en que los ríos siempre pasan por la parte más baja del terreno, por esta razón entre dos cauces existe una línea divisoria más alta llamada *divortium aquarum*, por lo que trazando una línea por la divisoria de aguas que rodea al río en estudio y todos sus afluentes se delimita el área que drena todas las aguas precipitadas hacia el río o punto de interés (cuenca hidrográfica).

Con la ayuda del software *ArcGis 10.3* se ha creado diferentes capas que pasan por las divisorias de agua en la carta topográfica, delimitando cada microcuenca en estudio; se añadió una celda en la tabla de atributos para luego calcular automáticamente el perímetro en Km.

Los resultados obtenidos son:

Parámetro	Landapo Derecha	Landapo Izquierda	Quebrada Honda	Tushe	Chinchal	Payanas	San Luis
Perímetro (Km)	2.94	3.53	2.67	5.28	2.57	9.91	17.92

- **Área:**

Utilizando la herramienta *ArcGis 10.3* se ha creado una capa de limitación tipo polígono sobre la carta topográfica del sector para cada una de las microcuencas hasta las respectivas cotas de captación consideradas, se creó una nueva celda en la tabla de atributos y se calculó automáticamente las respectivas áreas de aporte.

El área quizá sea el parámetro más importante influyendo directamente en la cantidad de agua que la cuenca puede producir y consecuentemente en la magnitud de los caudales. Para las microcuencas en análisis se ha obtenido:

Parámetro	Landapo Derecha	Landapo Izquierda	Quebrada Honda	Tushe	Chinchal	Payanas	San Luis
Área (Km2)	0.37	0.81	0.28	1.15	0.39	6.74	17.67

- **Factor de forma:**

Este índice morfométrico expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca, propuesto por Gravelius.

$$Ff = \frac{\text{Ancho promedio}}{L_{axial}}$$

$$\text{Ancho promedio} = \frac{\text{Area}}{L_{axial}}$$

Este índice da alguna indicación de la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, es decir, indica si las crecidas que se producen en una cuenca serán de poca o gran magnitud.

Para el caso de una cuenca alargada, F_f tiende a cero; además cuando el valor tiende a la unidad la cuenca tiene tendencia a las crecidas mayores.

- **Coeficiente de compacidad:**

La expresión numérica de este índice relaciona el perímetro de la cuenca con el de un círculo de área equivalente a la de drenaje. En la Tabla N° 01 se puede observar la tendencia de crecidas de una cuenca con respecto a su coeficiente de compacidad K_c .

$$K_c = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi * A}}$$

Donde:

K_c = Coeficiente de compacidad.

P = Perímetro de la cuenca, Km

A = Área de la cuenca, Km^2

Tabla 01: Forma y tendencia de la cuenca según el coeficiente de compacidad de Gravelius

CLASE DE FORMA	RANGOS DE CLASE	FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA CRECIDAS
Clase K_c1	De 1,0 a 1,25	Casi redonda a oval redonda	ALTA
Clase K_c2	De 1,25 a 1,50	Oval redonda a oval oblonga	MEDIA
Clase K_c3	De 1,50 a 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga	BAJA

A medida que el coeficiente (K_c) tiende a 1.00, es decir, cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no presentan diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por lo tanto mayor será la posibilidad de que las ondas de crecida sean continuas.

- **Índice de alargamiento:**

Relaciona la longitud máxima de la cuenca con el ancho máximo (perpendicular a la dirección anterior).

$$I_a = \frac{L}{l}$$

Donde:

I_a = Índice de alargamiento.

L = Longitud máxima de la cuenca, Km

l = Ancho máximo (perpendicular a la dirección anterior), Km

Cuando la microcuenca tiene un valor cercano a uno o uno, presenta riesgo a las crecidas mayores.

- **Rectángulo equivalente:**

Desde el punto de vista hidrológico se suele admitir que una cuenca hidrográfica se comporta en forma análoga a un rectángulo, bajo condiciones equivalentes de área y perímetro.

Mediante el rectángulo equivalente, o de Gravelius, se establece un esquema simple representativo de la cuenca, a través de su transformación geométrica.

$$L_m = \frac{K_c * \sqrt{A}}{1,12} * \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

$$L_n = \frac{K_c * \sqrt{A}}{1,12} * \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

$$A_{\text{rectángulo}} = L_m * L_n$$

Donde:

A rectángulo = Área del rectángulo equivalente.
 Lm = Lado mayor del rectángulo equivalente, Km
 Ln = Lado menor del rectángulo equivalente, Km
 Kc = Coeficiente de Compacidad de Gravelius.
 A = Área cuenca (Km²)

- **Pendiente media de la cuenca:**

La pendiente de la cuenca tiene gran importancia pues guarda relación con el grado de infiltración, escorrentía y humedad del suelo, se la puede encontrar con los resultados del rectángulo equivalente, que admite que una cuenca se comporta hidrológicamente como un rectángulo que tuviera la misma área, perímetro, igual índice de compacidad e igual distribución de altura.

$$S_{mc} = \frac{H_{\text{max}} - H_{\text{min}}}{1000 * L} * 100$$

Donde:

S_{mc} = Pendiente media de la cuenca.
 H_{máx} = Nivel máximo de la cuenca.
 H_{mín} = Nivel mínimo de la cuenca (sitio de captación).
 L = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente.

- **Densidad de drenaje:**

Horton (1945) definió la densidad de drenaje de una cuenca como el cociente entre la longitud total de las corrientes de flujo pertenecientes a la red de drenaje y la superficie de la cuenca.

$$Dd = \frac{L_T}{A_T}$$

Dd= Densidad de drenaje.

Lt= Longitud total de cauces.

At= Área total de la cuenca.

ANEXO 05. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN LAS MICROCUENCAS

Cuadro 02(a). Precipitación media ponderada para la microcuenca Landapo Derecha.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
3	Mercadillo	23,13
4	Lauro Guerreño	3,70
2	Ciano	19,46

Fc= 1.056

Microcuenca: Quebrada Landapo Derecha

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	269,2	832,2	576,0	366,0	30,5	6,7	7,1	7,1	4,5	3,5	17,4	91,9	2212,2
1977	246,3	590,1	314,1	616,6	29,4	44,2	8,0	0,0	54,2	1,6	0,1	20,5	1925,2
1978	38,9	230,2	298,6	316,5	67,1	8,9	13,2	0,0	8,2	1,6	7,8	45,5	1036,4
1979	172,3	301,9	603,1	376,0	38,7	32,5	0,0	28,8	23,5	0,0	0,2	24,4	1601,3
1980	220,4	222,3	71,6	358,3	31,9	1,1	0,0	7,4	7,0	42,2	18,2	125,4	1105,8
1981	82,3	238,7	604,7	163,0	12,8	11,8	0,3	25,8	1,7	6,1	12,8	115,2	1275,1
1982	304,9	483,8	208,5	233,8	109,1	11,6	0,0	0,0	43,9	119,5	185,4	538,7	2239,2
1983	735,9	220,4	740,8	441,7	218,1	132,4	26,6	3,5	36,3	96,0	50,0	197,4	2899,0
1984	193,0	888,6	597,2	339,7	37,8	26,0	7,8	1,2	8,1	90,6	19,3	41,7	2251,0
1985	289,6	133,2	210,3	55,2	45,3	0,3	0,0	0,1	4,0	7,6	4,5	85,5	835,5
1986	386,6	435,2	196,4	478,5	122,2	0,0	0,0	7,7	0,3	38,3	43,7	74,9	1783,8
1987	303,0	126,9	302,5	205,7	114,3	0,4	7,0	6,3	2,3	12,6	9,8	2,5	1093,5
1988	364,4	578,2	15,1	247,0	37,0	2,5	0,0	0,4	11,5	20,9	38,1	91,7	1406,8
1989	543,3	565,9	743,6	320,9	48,5	46,3	0,8	0,0	5,4	21,3	22,7	70,2	2389,0
1990	406,7	539,3	730,5	411,0	95,7	20,7	12,3	0,0	3,7	23,2	34,5	42,4	2320,0
1991	152,9	306,6	618,8	181,1	111,4	43,5	0,0	0,0	0,5	15,0	44,4	216,0	1690,3
1992	171,2	381,8	432,0	429,9	131,0	14,3	0,2	0,0	63,0	19,5	12,2	67,8	1723,0
1993	222,2	847,4	863,8	438,7	92,7	0,8	10,5	1,2	17,5	75,1	44,2	227,2	2841,4
1994	474,7	442,2	535,5	266,9	90,4	1,4	1,1	0,0	14,0	3,1	6,4	151,8	1987,4
1995	155,3	367,6	348,6	133,2	100,4	1,0	6,2	0,6	1,4	1,0	34,5	210,0	1359,9
1996	285,2	454,0	628,2	165,9	15,1	9,8	0,0	0,0	9,9	102,4	21,4	68,4	1760,3
1997	187,3	214,4	493,9	312,9	40,6	33,5	7,9	4,8	75,0	148,1	262,8	885,5	2666,7
1998	587,5	907,8	991,2	943,7	274,9	21,5	0,6	2,1	30,5	26,2	16,6	59,8	3862,3
1999	162,7	678,0	614,6	246,8	221,4	78,6	35,5	0,0	20,2	3,9	15,4	186,3	2263,3
2000	107,2	432,6	657,8	551,3	117,3	38,8	2,6	2,3	3,2	4,8	0,0	68,7	1986,5
2001	297,0	468,0	746,2	311,2	73,1	6,6	0,9	0,3	1,1	6,6	46,5	67,2	2024,7
2002	9,3	595,3	756,8	485,3	38,6	4,5	0,0	0,4	0,0	63,7	39,8	116,9	2110,7
Anual	7369,0	12482,6	13900,1	9397,0	2345,3	599,5	148,9	100,0	450,9	954,4	1008,8	3893,5	52650,0
Media	272,9	462,3	514,8	348,0	86,9	22,2	5,5	3,7	16,7	35,3	37,4	144,2	1950,0

Elaboración: El Consultor

Cuadro 02(b). Precipitación media ponderada para la microcuenca Landapo Izquierda.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
3	Mercadillo	22,59
4	Lauro Guerreño	4,23
2	Ciano	18,88

Fc= 1.053

Microcuenca: Quebrada Landapo Izquierda

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	268,6	823,6	575,7	362,4	34,1	7,3	7,0	7,0	4,6	3,6	17,3	91,3	2202,5
1977	244,9	585,3	311,5	609,8	29,7	43,8	7,9	0,0	53,4	1,6	0,1	21,0	1909,0
1978	39,7	230,3	296,3	315,4	67,0	8,8	13,2	0,0	8,1	1,6	7,9	45,7	1034,0
1979	172,3	302,3	602,8	372,5	39,3	32,0	0,0	28,3	23,1	0,1	0,2	24,5	1597,6
1980	218,4	221,0	74,5	354,7	32,7	1,4	0,0	7,4	6,9	41,7	18,1	125,0	1101,7
1981	80,8	241,1	604,9	164,3	14,1	11,5	0,5	25,5	2,2	5,9	12,5	119,2	1282,5
1982	301,1	478,5	205,5	236,0	108,2	11,3	0,0	0,0	43,3	120,4	191,3	548,5	2244,2
1983	736,3	226,2	751,6	454,6	229,5	132,9	28,6	3,8	36,7	97,2	50,9	208,8	2957,0
1984	192,2	885,9	595,6	341,2	38,1	26,1	7,7	1,2	7,9	88,9	19,0	42,3	2246,1
1985	288,8	133,5	210,1	56,4	45,6	0,3	0,0	0,1	3,9	7,4	4,4	85,5	836,0
1986	389,4	435,1	195,3	476,8	121,3	0,0	0,0	7,5	0,4	38,4	43,4	75,6	1783,1
1987	304,9	130,1	300,2	204,7	113,3	0,6	7,2	6,6	2,3	12,7	9,7	3,2	1095,6
1988	363,4	568,6	14,8	243,1	36,9	2,5	0,1	0,5	11,3	20,8	37,3	91,7	1391,0
1989	544,0	566,7	744,7	321,2	48,4	46,1	0,8	0,0	5,4	21,2	22,6	70,0	2391,0
1990	401,9	531,6	721,0	408,2	95,5	20,8	12,0	0,0	3,6	22,7	33,9	42,3	2293,5
1991	152,7	306,2	615,3	179,7	110,6	43,4	0,0	0,0	0,5	14,9	43,4	215,0	1681,8
1992	173,9	381,3	439,9	431,0	133,0	14,5	0,3	0,0	61,9	19,3	12,0	67,2	1734,4
1993	219,6	840,5	864,1	444,8	96,1	1,0	10,6	1,3	17,6	74,4	44,8	225,7	2840,4
1994	472,4	442,7	536,4	267,8	89,7	1,6	1,1	0,0	13,9	3,0	6,4	152,3	1987,2
1995	155,4	367,8	349,3	136,0	101,2	1,0	6,5	0,7	1,4	1,2	34,1	207,6	1362,3
1996	283,5	449,7	621,4	164,4	14,8	9,6	0,0	0,0	9,7	100,0	21,2	80,4	1754,7
1997	187,6	215,6	494,4	313,2	40,4	33,4	7,9	4,7	74,8	148,1	262,9	886,9	2669,8
1998	588,3	909,2	992,8	945,2	275,0	21,4	0,8	2,2	30,2	25,7	16,5	59,9	3867,2
1999	162,6	679,0	615,4	246,9	221,4	77,4	34,7	0,0	19,8	3,9	15,5	184,3	2261,0
2000	107,1	433,1	658,7	552,0	117,1	38,6	2,6	2,3	3,2	4,7	0,0	68,5	1987,8
2001	297,2	468,5	747,3	311,4	72,9	6,5	0,9	0,3	1,1	6,5	46,4	67,0	2026,1
2002	9,2	596,1	757,9	485,9	38,4	4,4	0,0	0,4	0,0	63,5	39,7	116,8	2112,4
Anual	7356,1	12449,5	13897,6	9399,9	2364,3	598,3	150,4	100,0	446,9	949,4	1011,4	3926,3	52650,0
Media	272,4	461,1	514,7	348,1	87,6	22,2	5,6	3,7	16,6	35,2	37,5	145,4	1950,0

Elaboración: El Consultor

Cuadro 02(c). Precipitación media ponderada para la microcuenca Quebrada Honda.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
3	Mercadillo	23,496
4	Lauro Guerreo	3,466
2	Ciano	19,789

Fc= 1.057

Microcuenca: Quebrada Honda

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	269,5	835,7	576,1	367,4	29,0	6,4	7,1	7,2	4,5	3,5	17,5	92,2	2216,2
1977	246,8	592,1	315,2	619,4	29,3	44,3	8,0	0,0	54,6	1,6	0,1	20,4	1931,8
1978	38,5	230,2	299,6	317,0	67,2	8,9	13,3	0,0	8,2	1,6	7,7	45,3	1037,4
1979	172,2	301,7	603,2	377,4	38,5	32,7	0,0	29,0	23,6	0,0	0,2	24,3	1602,8
1980	221,1	222,8	70,4	359,8	31,6	1,0	0,0	7,4	7,0	42,3	18,3	125,5	1107,4
1981	82,9	237,7	604,7	162,5	12,3	11,9	0,3	25,9	1,4	6,1	12,9	113,5	1272,1
1982	306,4	486,0	209,8	232,9	109,4	11,7	0,0	0,0	44,2	119,1	183,0	534,7	2237,2
1983	735,8	217,9	736,3	436,4	213,5	132,2	25,8	3,4	36,1	95,5	49,6	192,7	2875,2
1984	193,4	889,7	597,9	339,1	37,7	26,0	7,8	1,2	8,1	91,3	19,4	41,4	2253,0
1985	290,0	133,1	210,3	54,7	45,2	0,2	0,0	0,1	4,0	7,6	4,5	85,5	835,3
1986	385,4	435,3	196,9	479,2	122,5	0,0	0,0	7,7	0,3	38,2	43,8	74,6	1784,0
1987	302,2	125,6	303,4	206,1	114,7	0,4	6,9	6,2	2,3	12,6	9,9	2,3	1092,5
1988	364,8	582,2	15,2	248,6	37,1	2,5	0,0	0,3	11,6	21,0	38,4	91,7	1413,3
1989	543,0	565,6	743,2	320,8	48,6	46,4	0,8	0,0	5,4	21,3	22,8	70,3	2388,2
1990	408,7	542,4	734,4	412,2	95,8	20,7	12,4	0,0	3,7	23,3	34,7	42,4	2330,8
1991	153,0	306,8	620,2	181,7	111,7	43,5	0,0	0,0	0,5	15,0	44,8	216,4	1693,8
1992	170,1	382,0	428,7	429,4	130,2	14,2	0,2	0,0	63,5	19,6	12,3	68,1	1718,3
1993	223,3	850,3	863,6	436,2	91,3	0,7	10,5	1,2	17,5	75,4	44,0	227,8	2841,8
1994	475,6	442,0	535,1	266,5	90,7	1,4	1,1	0,0	14,0	3,1	6,5	151,6	1987,5
1995	155,2	367,5	348,3	132,0	100,1	1,0	6,1	0,6	1,4	1,0	34,6	211,0	1358,9
1996	285,9	455,8	631,0	166,5	15,2	9,9	0,0	0,0	10,0	103,4	21,5	63,5	1762,6
1997	187,1	213,9	493,6	312,8	40,7	33,6	7,9	4,8	75,0	148,2	262,7	885,0	2665,4
1998	587,2	907,2	990,5	943,1	274,8	21,5	0,5	2,0	30,6	26,4	16,6	59,8	3860,3
1999	162,7	677,6	614,2	246,8	221,4	79,1	35,8	0,0	20,3	3,9	15,4	187,2	2264,3
2000	107,3	432,4	657,4	551,0	117,3	38,9	2,6	2,3	3,2	4,8	0,0	68,8	1985,9
2001	296,9	467,8	745,8	311,1	73,1	6,6	0,9	0,3	1,1	6,6	46,6	67,3	2024,1
2002	9,3	595,0	756,3	485,1	38,6	4,5	0,0	0,4	0,0	63,8	39,9	117,0	2110,0
Anual	7374,4	12496,2	13901,1	9395,8	2337,4	600,1	148,3	100,0	452,5	956,4	1007,8	3880,1	52650,0
Media	273,1	462,8	514,9	348,0	86,6	22,2	5,5	3,7	16,8	35,4	37,3	143,7	1950,0

Elaboración: El Consultor

Cuadro 02(d). Precipitación media ponderada para la microcuenca Tushe.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
3	Mercadillo	24,609
4	Lauro Guerreo	2,384
2	Ciano	21,043

Fc= 1.061

Microcuenca: Quebrada Tushe

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	270,4	847,6	576,4	372,4	24,0	5,6	7,2	7,3	4,4	3,4	17,7	93,0	2229,5
1977	248,7	598,7	318,8	628,8	29,0	44,8	8,1	0,0	55,8	1,7	0,0	19,8	1954,2
1978	37,4	230,0	302,7	318,6	67,3	9,0	13,3	0,0	8,2	1,6	7,6	45,0	1040,8
1979	172,1	301,1	603,5	382,2	37,6	33,3	0,0	29,6	24,2	0,0	0,2	24,2	1608,0
1980	223,8	224,7	66,5	364,8	30,5	0,7	0,0	7,4	7,1	43,0	18,5	126,1	1113,1
1981	85,0	234,4	604,5	160,7	10,5	12,3	0,1	26,2	0,6	6,3	13,3	107,9	1261,9
1982	311,6	493,4	214,0	229,9	110,5	12,1	0,0	0,0	45,0	117,9	174,9	521,1	2230,3
1983	735,3	209,8	721,1	418,5	197,7	131,5	23,1	3,0	35,6	93,9	48,4	176,9	2794,8
1984	194,4	893,5	600,2	337,0	37,2	25,8	8,0	1,3	8,3	93,7	19,9	40,5	2259,8
1985	291,2	132,7	210,5	53,0	44,9	0,1	0,0	0,0	4,2	7,8	4,7	85,5	834,6
1986	381,5	435,5	198,4	481,6	123,7	0,0	0,0	8,0	0,3	38,0	44,2	73,6	1784,9
1987	299,6	121,2	306,6	207,4	116,1	0,2	6,6	5,8	2,3	12,4	10,0	1,3	1089,4
1988	366,1	595,5	15,5	254,0	37,2	2,5	0,0	0,1	12,0	21,2	39,4	91,7	1435,2
1989	542,0	564,6	741,7	320,5	48,8	46,6	0,8	0,0	5,5	21,5	22,9	70,5	2385,5
1990	415,4	553,0	747,4	416,0	96,1	20,7	12,8	0,0	3,8	24,0	35,5	42,5	2367,3
1991	153,3	307,4	625,1	183,7	112,7	43,7	0,0	0,0	0,5	15,1	46,2	217,8	1705,5
1992	166,3	382,7	417,6	427,8	127,5	14,0	0,1	0,0	65,1	19,9	12,5	69,0	1702,4
1993	227,0	860,0	863,2	427,8	86,5	0,3	10,4	1,0	17,4	76,5	43,2	229,9	2843,2
1994	478,8	441,2	533,8	265,2	91,6	1,2	1,2	0,0	14,1	3,1	6,6	150,9	1987,8
1995	155,0	367,2	347,3	128,1	99,1	1,0	5,8	0,6	1,5	0,7	35,1	214,3	1355,6
1996	288,2	461,7	640,4	168,5	15,5	10,1	0,0	0,0	10,4	106,8	21,9	46,9	1770,3
1997	186,7	212,3	492,8	312,5	40,9	33,8	8,0	4,9	75,3	148,3	262,5	883,1	2661,0
1998	586,1	905,2	988,3	941,0	274,6	21,7	0,2	1,8	31,0	27,1	16,8	59,6	3853,6
1999	162,8	676,3	613,1	246,7	221,3	80,8	36,9	0,0	20,8	3,8	15,2	190,0	2267,5
2000	107,5	431,7	656,1	550,0	117,5	39,1	2,6	2,3	3,3	4,9	0,0	69,0	1984,1
2001	296,6	467,0	744,2	310,8	73,4	6,6	0,9	0,3	1,2	6,6	46,8	67,5	2022,1
2002	9,4	593,9	754,8	484,3	38,9	4,5	0,0	0,4	0,0	64,0	40,1	117,2	2107,5
Anual	7392,4	12542,2	13904,6	9391,7	2310,8	601,8	146,3	100,1	457,9	963,3	1004,2	3834,6	52650,0
Media	273,8	464,5	515,0	347,8	85,6	22,3	5,4	3,7	17,0	35,7	37,2	142,0	1950,0

Elaboración: El Consultor

Cuadro 02(e). Precipitación media ponderada para la microcuenca Chinchal.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
3	Mercadillo	26,04
4	Lauro Guerreño	2,49
2	Ciano	22,22

$F_c = 1.061$

Microcuenca: Quebrada Chinchal

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	270,4	847,8	576,4	372,5	23,9	5,6	7,2	7,3	4,4	3,4	17,7	93,0	2229,7
1977	248,8	598,8	318,8	628,9	29,0	44,8	8,1	0,0	55,9	1,7	0,0	19,8	1954,5
1978	37,4	230,0	302,8	318,6	67,3	9,0	13,3	0,0	8,2	1,6	7,6	44,9	1040,8
1979	172,1	301,1	603,5	382,3	37,6	33,3	0,0	29,6	24,2	0,0	0,2	24,1	1608,1
1980	223,9	224,7	66,4	364,9	30,5	0,7	0,0	7,4	7,1	43,0	18,5	126,1	1113,2
1981	85,1	234,4	604,5	160,6	10,5	12,3	0,1	26,2	0,6	6,3	13,3	107,8	1261,7
1982	311,7	493,5	214,1	229,8	110,6	12,1	0,0	0,0	45,0	117,9	174,7	520,9	2230,2
1983	735,2	209,7	720,9	418,2	197,4	131,5	23,0	3,0	35,6	93,9	48,4	176,6	2793,4
1984	194,5	893,6	600,2	337,0	37,2	25,8	8,0	1,3	8,3	93,7	19,9	40,5	2259,9
1985	291,2	132,7	210,5	53,0	44,9	0,1	0,0	0,0	4,2	7,8	4,7	85,5	834,6
1986	381,4	435,5	198,5	481,6	123,7	0,0	0,0	8,0	0,3	38,0	44,2	73,6	1785,0
1987	299,5	121,1	306,6	207,4	116,1	0,2	6,6	5,8	2,3	12,4	10,0	1,3	1089,3
1988	366,1	595,7	15,6	254,1	37,2	2,5	0,0	0,1	12,0	21,2	39,4	91,7	1435,6
1989	542,0	564,6	741,7	320,5	48,8	46,6	0,8	0,0	5,5	21,5	23,0	70,5	2385,4
1990	415,5	553,2	747,6	416,1	96,1	20,7	12,8	0,0	3,8	24,0	35,5	42,5	2367,9
1991	153,3	307,4	625,2	183,7	112,8	43,7	0,0	0,0	0,5	15,1	46,2	217,9	1705,7
1992	166,2	382,7	417,4	427,8	127,5	14,0	0,1	0,0	65,1	19,9	12,5	69,0	1702,1
1993	227,1	860,2	863,1	427,7	86,4	0,3	10,4	1,0	17,4	76,5	43,2	229,9	2843,2
1994	478,8	441,2	533,8	265,2	91,7	1,2	1,2	0,0	14,1	3,1	6,6	150,9	1987,8
1995	155,0	367,2	347,3	128,0	99,0	1,0	5,8	0,6	1,5	0,7	35,1	214,3	1355,5
1996	288,2	461,8	640,6	168,5	15,6	10,1	0,0	0,0	10,4	106,9	21,9	46,6	1770,4
1997	186,7	212,3	492,8	312,5	40,9	33,8	8,0	4,9	75,3	148,3	262,5	883,0	2661,0
1998	586,1	905,2	988,3	941,0	274,6	21,7	0,2	1,8	31,0	27,1	16,8	59,6	3853,5
1999	162,8	676,2	613,1	246,7	221,3	80,8	36,9	0,0	20,8	3,8	15,2	190,0	2267,6
2000	107,5	431,7	656,1	550,0	117,5	39,1	2,6	2,3	3,3	4,9	0,0	69,0	1984,1
2001	296,6	467,0	744,2	310,8	73,4	6,6	0,9	0,3	1,2	6,6	46,8	67,5	2022,1
2002	9,4	593,9	754,8	484,2	38,9	4,5	0,0	0,4	0,0	64,0	40,1	117,2	2107,5
Anual	7392,7	12543,0	13904,7	9391,6	2310,3	601,9	146,2	100,1	458,0	963,4	1004,2	3833,8	52650,0
Media	273,8	464,6	515,0	347,8	85,6	22,3	5,4	3,7	17,0	35,7	37,2	142,0	1950,0

Elaboración: El Consultor

Cuadro 02(f). Precipitación media ponderada para la microcuenca Payanas.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
1	Saraguro	24,76
1	San Lucas	17,78
2	Zaruma	21,42
4	El Cisne	13,21
3	Salati	12,56

Fc= 0.862

Microcuenca: Quebrada Payanas

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	116,5	315,9	105,8	335,1	112,3	77,9	29,4	38,4	33,0	136,6	47,2	56,4	1404,5
1976	245,9	307,2	358,3	186,5	43,0	29,8	36,9	15,5	14,7	18,2	28,6	71,2	1355,8
1977	192,5	225,0	155,2	181,1	19,0	33,6	9,8	15,3	44,1	61,8	19,9	111,1	1068,4
1978	97,0	116,7	128,6	158,7	69,5	34,4	19,0	17,5	25,5	13,6	26,7	82,5	789,7
1979	170,3	210,4	400,5	126,0	56,1	8,2	10,9	26,1	62,5	16,9	7,1	47,8	1142,6
1980	214,5	203,6	149,6	236,4	73,2	20,8	10,9	15,9	72,8	34,0	62,4	125,5	1219,4
1981	139,5	326,0	332,9	181,7	10,1	11,6	16,3	12,9	1,2	20,6	42,5	158,7	1253,9
1982	286,3	282,1	278,8	248,9	260,7	7,9	11,5	11,4	34,7	145,3	206,6	215,3	1989,9
1983	292,3	150,2	296,6	208,6	202,2	56,9	27,3	20,0	18,9	99,6	66,7	232,6	1672,0
1984	72,8	440,8	233,7	257,6	82,7	42,5	33,4	7,5	20,3	116,1	71,4	96,9	1475,7
1985	231,9	101,3	169,8	76,7	76,9	26,3	18,8	22,0	22,1	27,8	39,7	184,2	997,4
1986	227,4	188,6	62,1	203,9	51,3	6,7	10,8	9,2	28,7	25,2	57,8	75,4	946,9
1987	266,2	117,2	95,3	122,4	96,0	10,8	25,7	19,2	6,7	18,9	66,8	41,0	886,2
1988	223,9	306,4	50,5	199,5	45,9	21,2	15,7	18,6	35,6	59,9	66,2	154,0	1197,4
1989	398,0	361,0	186,1	158,3	36,3	43,9	14,8	21,2	15,6	60,9	17,8	34,3	1348,2
1990	152,9	222,7	148,7	221,5	120,3	16,9	19,2	3,2	12,4	58,8	50,5	134,4	1161,5
1991	163,1	163,7	370,2	156,0	99,9	39,5	41,9	22,4	13,0	39,6	66,4	132,0	1307,9
1992	204,2	274,5	231,6	289,4	151,3	80,6	48,5	12,9	38,8	42,0	49,2	93,3	1516,3
1993	222,7	476,9	417,4	435,4	108,9	13,2	16,8	5,7	8,8	47,2	33,4	219,5	2005,8
1994	357,6	345,3	230,2	236,6	128,6	33,0	17,4	16,2	29,3	11,8	36,5	123,6	1566,2
1995	109,4	248,6	260,6	149,5	111,4	29,9	14,8	4,0	6,6	21,9	74,7	159,5	1190,9
1996	340,1	325,3	337,8	155,1	52,8	34,9	25,0	11,6	18,5	65,8	17,0	65,3	1449,1
1997	144,8	258,7	231,3	276,3	58,9	110,5	23,0	17,0	50,8	76,7	222,6	366,5	1837,3
1998	117,6	298,0	355,2	352,4	171,3	25,4	38,6	16,4	16,4	45,1	36,6	63,9	1536,9
1999	267,0	319,5	293,8	188,1	106,2	80,7	23,6	12,9	57,0	20,2	44,7	247,3	1660,8
2000	106,5	273,1	375,3	276,5	174,1	48,7	17,3	11,3	45,9	8,1	15,5	108,9	1461,2
2001	271,0	183,6	333,6	88,3	91,6	34,7	19,4	25,9	14,7	10,7	58,5	105,4	1237,3
2002	120,7	230,8	356,1	235,1	76,3	24,6	16,9	9,0	2,4	34,4	69,3	145,0	1320,7
2003	85,9	129,9	194,7	174,7	54,5	20,3	14,4	13,7	8,5	28,3	73,1	139,1	937,2
2004	110,3	234,2	238,4	187,6	69,1	44,9	27,0	7,8	51,1	45,3	41,4	99,3	1156,4
2005	149,6	252,8	400,6	128,7	51,6	39,7	22,3	13,7	11,1	23,8	24,1	95,8	1213,9
2006	180,5	380,7	395,9	200,7	19,7	34,0	8,2	2,7	15,3	27,2	35,0	259,4	1559,2
2007	184,2	56,8	350,5	238,7	99,7	29,9	19,7	16,6	11,4	21,2	55,2	100,7	1184,8
2008	297,7	315,6	298,7	419,4	130,6	40,6	37,3	26,1	15,2	69,9	81,9	59,9	1792,8
2009	321,0	295,1	204,3	195,4	167,9	18,6	15,8	13,4	9,1	22,6	33,5	153,4	1450,0
2010	192,8	292,8	284,2	199,3	106,5	45,3	39,6	18,1	19,8	33,1	46,5	156,2	1434,2
Anual	7274,6	9231,1	9312,9	7686,4	3386,2	1278,5	797,6	551,2	892,3	1609,0	1992,9	4715,4	48728,2
Media	202,1	256,4	258,7	213,5	94,1	35,5	22,2	15,3	24,8	44,7	55,4	131,0	1353,6

Elaboración: El Consultor

Cuadro 02(g). Precipitación media ponderada para la microcuenca San Luis.

CUADRANTE	ESTACIÓN	DISTANCIA (Km)
1	Saraguro	17,55
4	San Lucas	16,62
3	Zaruma	25,47
4	El Cisne	22,73
3	Salati	19,61

Fc= 0.972

Microcuenca: Quebrada San Luis

Método: Weather Service

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	100,5	289,6	122,5	279,6	115,8	111,0	53,2	63,7	33,6	133,7	65,7	57,2	1426,2
1976	210,7	271,8	309,4	181,5	61,9	55,1	63,4	29,2	15,9	36,6	39,5	71,1	1346,3
1977	170,2	190,4	136,3	184,3	25,3	58,2	16,5	31,3	60,6	76,7	22,6	98,2	1070,7
1978	86,8	111,1	131,1	176,7	81,6	59,7	37,9	34,5	42,0	25,0	34,9	81,5	902,8
1979	149,3	174,6	349,6	131,0	59,0	15,4	22,5	38,5	65,3	18,3	12,6	55,7	1091,8
1980	188,0	201,4	151,6	230,2	64,7	33,3	21,5	22,7	75,3	59,0	68,8	106,5	1223,1
1981	126,4	277,5	297,1	159,8	17,3	19,4	27,6	17,2	3,2	31,6	50,3	143,7	1170,9
1982	237,3	222,9	237,8	191,3	215,0	9,5	24,0	23,6	37,4	119,7	165,3	209,4	1693,2
1983	256,9	122,7	262,1	199,3	179,4	48,2	26,6	27,4	31,0	109,0	61,1	216,2	1539,9
1984	62,0	391,7	227,0	238,3	82,5	48,7	51,0	12,6	31,4	117,4	80,5	89,5	1432,5
1985	197,2	91,5	140,9	74,9	91,3	49,9	39,2	39,1	31,4	42,8	44,4	170,6	1013,2
1986	181,8	163,2	101,4	170,1	50,1	13,6	23,2	13,7	40,3	31,7	72,4	66,3	927,8
1987	204,3	102,0	112,0	116,0	97,6	20,0	36,1	29,4	12,1	25,3	71,5	45,5	871,9
1988	197,0	254,6	51,3	183,4	49,7	29,4	23,9	26,6	39,1	77,3	75,3	138,8	1146,4
1989	347,4	316,2	204,4	138,0	52,6	60,8	29,4	42,5	26,9	84,8	24,7	44,3	1372,0
1990	132,0	199,1	143,9	199,7	119,1	31,5	24,8	7,5	18,4	68,7	56,5	121,6	1122,8
1991	139,8	146,2	321,5	139,1	123,7	52,2	80,2	41,7	16,3	55,0	84,7	121,4	1321,9
1992	166,0	230,8	222,2	234,0	136,7	104,4	91,6	24,4	45,8	79,2	82,4	118,5	1536,2
1993	189,6	402,4	419,1	362,1	91,5	24,1	23,8	11,6	16,7	69,7	52,3	225,5	1888,4
1994	300,1	280,5	217,5	207,8	133,5	60,9	34,2	39,2	50,7	22,1	52,9	117,0	1516,5
1995	86,3	205,1	217,4	166,7	101,7	47,8	23,4	7,4	12,5	27,4	93,6	156,2	1145,5
1996	289,6	286,9	286,1	141,2	71,2	53,2	52,2	23,5	38,2	85,6	27,3	58,6	1413,7
1997	137,4	220,5	206,1	231,9	75,2	84,5	46,8	35,6	52,4	77,5	205,7	318,3	1691,9
1998	107,4	245,1	309,9	291,0	168,4	42,8	74,5	28,7	22,8	72,8	41,5	72,5	1477,3
1999	238,6	312,0	276,1	198,5	129,2	100,5	38,7	24,7	72,3	25,0	42,7	235,3	1693,5
2000	109,0	242,6	344,6	245,4	169,3	65,3	33,9	21,7	60,7	15,7	17,7	107,4	1433,4
2001	232,6	174,8	274,9	87,1	93,8	70,7	36,7	51,8	29,6	22,7	76,1	110,5	1261,2
2002	103,9	196,1	284,1	216,7	105,6	45,4	36,8	17,2	4,8	51,9	88,7	139,3	1290,4
2003	82,2	120,7	187,3	177,8	63,9	35,6	24,4	24,0	20,7	45,3	72,9	154,3	1009,1
2004	96,2	186,5	219,2	184,6	79,7	88,6	48,4	14,5	63,9	71,4	71,9	119,2	1244,2
2005	129,8	245,5	401,8	148,0	80,6	74,5	43,4	26,7	22,6	38,7	22,6	117,3	1351,4
2006	155,4	320,3	324,4	177,3	26,6	48,6	10,7	5,5	22,5	42,7	62,2	232,2	1428,6
2007	162,9	57,9	284,5	213,1	96,0	53,8	21,6	33,4	24,0	37,6	84,1	114,9	1183,9
2008	237,8	291,5	277,8	350,3	127,5	50,5	65,5	38,0	24,3	85,6	106,1	72,3	1727,1
2009	289,2	248,4	189,7	177,4	136,8	27,3	29,3	26,1	17,1	47,4	44,7	134,8	1368,3
2010	159,4	262,3	230,1	186,8	114,2	71,5	55,0	22,1	35,6	49,2	58,8	157,1	1402,0
Anual	6261,4	8056,5	8472,8	6991,0	3487,9	1866,0	1391,7	977,5	1217,4	2080,3	2334,7	4598,8	47736,0
Media	173,9	223,8	235,4	194,2	96,9	51,8	38,7	27,2	33,8	57,8	64,9	127,7	1326,0

Elaboración: El Consultor

CÁLCULO DE INTENSIDAD MÁXIMA PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS

Para obtener la intensidad de la lluvia, se consideró la ecuación de la Zona 28 para las microcuencas Landapo Izquierda, Landapo Derecha, Quebrada Honda, Tushe, Chinchal y Payanas, y la ecuación de la Zona 25 que influye a la microcuenca de San Luis, ya que los sectores en estudio se encuentran dentro de estas zonas; estudio de lluvias intensas otorgado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) con publicación 1999.

Ecuación para una duración de 5 - 46 min (Zona 28)

$$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$$

Ecuación para una duración de 5 - 197 min (Zona 25)

$$I_{TR} = 97,389 * t^{-0,6117} * Id_{TR}$$

Donde:

I_{TR} = Intensidad máxima.

t = Tiempo de duración de la lluvia.

Id_{TR} = Intensidad máxima en 24 horas, en un periodo de retorno.

Las isólinas de intensidades de precipitación en función de la máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 50 años considerado para el proyecto.

Los cálculos de intensidad máxima son:

Microcuenca	Ecuación de intensidad máx. INAMHI	Id_{TR}	t_c = duración de lluvia(min)	Duración de lluvia adoptado(min)	I_{TR} (mm/hr)
Landapo I.	$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$	5.0	4.23	10.0	139.5
Landapo D.	$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$	5.0	5.69	10.0	139.5
Q. Honda	$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$	5.0	4.94	10.0	139.5
Tushe	$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$	5.0	9.81	10.0	139.5
Chinchal	$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$	5.0	4.9	10.0	139.5
Payanas	$I_{TR} = 82,756 * t^{-0,4722} * Id_{TR}$	4.64	15.46	15.46	105.3
San Luis	$I_{TR} = 97,389 * t^{-0,6117} * Id_{TR}$	4.32	28.21	28.21	54.5

ANEXO 06. CÁLCULO DE CAUDALES

Cuadro 03. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Landapo Derecha.

A (Km2) =	0.37
m =	0.75
n =	0.60
K =	0.007362

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	205,6	526,7	518,7	382,7	158,5	34,1	17,8	17,6	14,1	11,1	28,1	97,2	2012,3
1977	214,3	418,0	357,1	445,6	217,0	71,0	36,3	8,6	61,9	33,6	4,3	29,9	1897,7
1978	55,8	192,5	273,8	299,0	166,1	50,3	26,9	11,3	15,2	10,3	15,5	57,0	1173,6
1979	159,1	263,0	434,7	389,0	166,4	61,5	22,4	38,9	44,9	17,6	2,0	34,0	1633,6
1980	183,0	230,7	143,6	272,1	152,9	28,7	3,0	13,9	17,5	53,9	45,2	121,5	1265,9
1981	122,2	208,6	423,1	285,4	89,6	28,6	11,0	35,7	20,4	13,5	24,0	112,6	1374,6
1982	251,8	380,5	283,5	237,9	170,0	66,8	12,4	0,8	52,8	124,3	186,0	383,0	2149,9
1983	534,2	343,1	483,7	444,1	282,7	182,1	86,3	25,3	47,5	105,8	90,6	176,4	2801,8
1984	209,2	538,2	536,9	374,9	156,5	55,1	28,3	10,1	15,6	93,4	64,1	59,0	2141,2
1985	227,0	196,7	205,8	128,7	75,8	29,1	2,5	0,4	8,8	16,4	14,3	88,5	993,8
1986	288,0	373,4	267,4	359,0	235,8	64,5	4,7	14,2	7,9	47,8	66,3	93,0	1822,3
1987	242,0	196,5	255,3	241,0	166,9	58,8	15,8	16,4	10,4	22,0	23,7	13,0	1261,8
1988	258,6	434,1	200,2	201,2	125,6	30,7	4,4	1,7	19,6	35,3	55,4	103,5	1470,1
1989	366,4	461,9	544,2	392,3	159,6	75,7	30,0	3,1	11,0	33,0	41,3	82,7	2201,2
1990	295,2	424,9	533,4	430,6	209,7	71,8	31,7	10,9	8,5	34,3	53,0	64,2	2168,1
1991	146,2	261,3	442,4	298,1	161,6	92,0	28,8	2,2	1,9	23,8	58,7	185,4	1702,6
1992	201,0	305,2	371,5	381,7	231,5	78,6	14,7	1,3	69,2	54,3	30,5	77,4	1816,9
1993	194,8	525,3	637,8	469,1	215,6	54,2	20,2	11,2	27,2	84,6	79,3	192,5	2511,6
1994	360,6	394,6	432,4	324,6	169,8	51,7	7,1	1,8	22,4	15,9	14,6	135,6	1930,9
1995	175,7	294,2	328,6	213,4	139,6	53,3	14,8	7,5	4,7	4,4	44,5	179,3	1459,9
1996	262,4	363,3	474,1	293,4	92,4	27,5	9,2	0,7	17,3	102,6	70,0	81,8	1794,8
1997	174,2	219,0	368,1	337,1	150,3	62,3	31,8	15,5	80,5	151,5	236,9	548,6	2375,9
1998	532,7	616,4	698,7	695,5	411,9	131,8	21,7	6,4	41,0	48,1	37,5	72,5	3314,3
1999	156,9	441,7	507,3	332,5	240,8	148,1	75,8	24,5	30,0	20,2	26,3	160,0	2164,1
2000	154,9	317,1	482,0	478,3	253,0	94,3	29,6	8,6	9,1	12,1	5,3	73,9	1918,1
2001	237,0	371,2	526,9	387,6	172,2	50,4	9,9	2,6	3,7	13,4	57,5	87,8	1920,2
2002	47,1	375,1	551,5	468,5	194,7	37,0	6,0	1,8	0,8	69,8	71,8	122,1	1946,2
Anual	6256,0	9673,1	11283,0	9563,4	4966,5	1790,0	603,1	293,0	663,7	1253,1	1446,5	3432,2	51223,5
Media	231,7	358,3	417,9	354,2	183,9	66,3	22,3	10,9	24,6	46,4	53,6	127,1	1897,2

Elaboración: El Consultor

Cuadro 04. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Landapo Izquierda.

A (Km2) =	0.81
m =	0.75
n =	0.60
K =	0.007354

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	328,31	836,61	827,11	609,40	255,72	58,02	28,91	27,90	22,62	17,93	44,70	154,78	3212,0
1977	341,40	664,81	567,73	707,22	344,85	113,09	57,73	13,73	97,85	53,17	6,84	48,59	3017,0
1978	90,71	308,37	436,21	476,54	265,05	80,29	42,83	17,97	24,20	16,44	24,94	91,67	1875,2
1979	254,64	421,15	695,35	619,75	265,42	98,08	35,58	61,54	70,94	27,88	3,15	54,59	2608,1
1980	290,91	367,18	232,07	433,19	243,89	46,83	5,27	22,28	27,74	85,49	71,86	193,84	2020,6
1981	193,58	335,35	677,67	457,76	145,53	46,21	17,61	56,78	33,52	21,78	37,72	184,42	2207,9
1982	401,03	603,62	449,23	381,38	271,97	106,05	19,55	1,29	83,55	199,63	303,44	621,86	3442,6
1983	857,60	553,61	783,02	722,76	466,08	296,49	140,88	42,48	76,71	170,83	146,57	293,48	4550,5
1984	338,25	859,14	857,01	600,31	251,19	88,47	45,10	15,98	24,67	147,23	101,16	95,04	3423,6
1985	362,56	314,56	329,19	207,14	122,21	46,84	4,15	0,88	13,79	25,81	22,45	141,49	1591,1
1986	463,12	598,10	426,81	572,67	375,82	102,73	7,47	22,37	12,52	76,77	105,75	149,50	2913,7
1987	389,07	318,09	407,65	383,97	265,55	93,67	25,91	27,03	16,90	35,38	37,74	22,29	2023,2
1988	413,16	687,26	316,27	317,98	199,07	48,93	7,05	3,31	30,90	56,05	87,53	165,16	2332,7
1989	586,72	739,70	871,55	628,05	255,30	120,73	47,88	4,94	17,48	52,61	65,74	131,96	3522,6
1990	468,23	672,77	844,76	683,89	334,09	114,78	50,25	17,23	13,37	53,99	83,63	102,20	3439,2
1991	233,66	417,53	705,16	474,60	257,09	146,71	46,01	3,50	3,03	38,00	92,55	295,32	2713,2
1992	323,71	488,67	600,21	613,90	372,49	127,03	23,96	2,24	109,21	85,91	48,40	122,84	2918,6
1993	308,83	834,97	1018,66	754,65	350,21	89,15	32,74	18,24	43,69	134,42	127,13	306,74	4019,4
1994	574,64	630,85	692,47	520,35	271,33	82,46	11,40	2,86	35,62	25,26	23,13	217,37	3087,7
1995	281,32	470,84	526,25	344,13	225,28	85,81	24,33	12,32	7,57	7,64	70,69	284,41	2340,6
1996	417,49	577,37	752,55	465,87	146,73	43,44	14,56	1,15	27,21	161,16	110,33	145,27	2863,1
1997	283,80	351,71	589,69	539,69	240,36	99,37	50,71	24,58	128,45	242,26	379,04	878,62	3808,3
1998	853,10	987,15	1119,11	1114,01	659,52	210,82	35,00	10,83	65,14	76,04	59,52	116,04	5306,3
1999	250,92	707,19	812,45	532,31	385,34	235,66	119,59	38,59	47,33	32,20	42,26	254,05	3457,9
2000	246,87	507,50	771,86	765,93	404,87	150,62	47,23	13,67	14,41	19,19	8,35	117,92	3068,4
2001	379,27	594,36	843,86	620,59	275,48	80,39	15,68	4,09	5,91	21,25	91,73	140,14	3072,7
2002	75,21	600,58	883,28	750,21	311,62	59,09	9,50	2,82	1,31	111,35	114,59	195,05	3114,6
Anual	10008,1	15449,1	18037,2	15298,2	7962,1	2871,8	966,9	470,6	1055,7	1995,7	2311,0	5524,6	81950,8
Media	370,7	572,2	668,0	566,6	294,9	106,4	35,8	17,4	39,1	73,9	85,6	204,6	3035,2

Elaboración: El Consultor

Cuadro 05. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Quebrada Honda.

A (Km2) =	0.28
m =	0.75
n =	0.60
K =	0.007349

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	175,59	450,78	443,19	327,22	134,82	28,38	15,07	15,09	12,05	9,45	24,03	83,14	1718,8
1977	183,23	357,57	305,51	381,51	185,72	60,67	31,07	7,40	53,11	28,86	3,63	25,36	1623,6
1978	47,36	164,18	234,10	255,50	141,85	42,96	22,97	9,63	12,99	8,81	13,17	48,57	1002,1
1979	135,69	224,38	370,98	332,59	142,21	52,59	19,23	33,38	38,50	15,11	1,69	28,98	1395,3
1980	156,53	197,29	122,04	232,63	130,62	24,28	2,46	11,89	14,94	46,14	38,72	103,79	1081,3
1981	104,66	177,71	360,92	243,33	75,98	24,29	9,34	30,53	17,17	11,46	20,59	95,09	1171,1
1982	215,28	325,83	242,94	202,89	145,05	57,15	10,64	0,70	45,22	105,96	157,43	324,90	1834,0
1983	455,24	291,76	410,82	376,26	238,22	154,31	73,00	21,10	40,32	89,99	76,97	148,03	2376,0
1984	177,73	459,75	458,56	319,82	133,32	46,94	24,14	8,63	13,43	80,13	55,01	50,21	1827,7
1985	193,82	167,86	175,63	109,58	64,50	24,72	2,10	0,34	7,53	14,05	12,25	75,52	847,9
1986	245,32	318,51	228,42	306,74	201,53	55,19	4,02	12,24	6,82	40,78	56,66	79,24	1555,5
1987	206,13	166,91	218,08	206,06	142,73	50,26	13,39	13,78	8,80	18,69	20,21	10,76	1075,8
1988	220,83	372,00	171,69	172,51	107,60	26,26	3,75	1,29	16,77	30,22	47,56	88,36	1258,8
1989	312,60	394,07	464,24	334,65	136,23	64,63	25,65	2,65	9,40	28,23	35,26	70,62	1878,2
1990	252,80	364,14	457,03	368,51	179,26	61,33	27,14	9,40	7,32	29,42	45,45	54,86	1856,7
1991	124,85	223,06	378,15	254,93	138,20	78,67	24,62	1,86	1,63	20,37	50,42	158,55	1455,3
1992	171,11	260,31	315,77	325,00	197,03	66,83	12,49	1,05	59,40	46,56	26,16	66,21	1547,9
1993	166,81	449,51	544,64	399,39	182,80	45,65	17,11	9,51	23,18	72,39	67,60	164,53	2143,1
1994	308,20	336,79	368,83	276,82	144,97	44,15	6,02	1,54	19,14	13,60	12,52	115,59	1648,1
1995	149,83	251,00	280,28	181,45	118,65	45,38	12,54	6,29	4,05	3,68	38,04	153,53	1244,7
1996	224,40	310,87	405,95	251,17	79,15	23,59	7,91	0,62	14,89	88,18	60,09	66,52	1533,3
1997	147,57	186,64	313,97	287,62	128,27	53,22	27,21	13,22	68,71	129,37	202,15	468,00	2026,0
1998	454,42	525,77	596,00	593,29	351,39	112,49	18,44	5,31	35,05	41,28	32,15	61,86	2827,5
1999	133,88	376,76	432,79	283,70	205,50	126,64	65,05	21,07	25,72	17,31	22,36	137,00	1847,8
2000	132,45	270,51	411,18	408,03	215,89	80,54	25,32	7,36	7,76	10,33	4,49	63,09	1636,9
2001	202,25	316,72	449,50	330,68	147,01	43,02	8,43	2,21	3,18	11,43	49,14	74,99	1638,6
2002	40,28	319,96	470,48	399,66	166,17	31,63	5,11	1,52	0,70	59,58	61,36	104,23	1660,7
Anual	5338,9	8260,6	9631,7	8161,5	4234,7	1525,8	514,2	249,6	567,8	1071,4	1235,1	2921,5	43712,7
Media	197,7	305,9	356,7	302,3	156,8	56,5	19,0	9,2	21,0	39,7	45,7	108,2	1619,0

Elaboración: El Consultor

Cuadro 06. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Tushe.

A (Km2) =	1.15
m =	0.60
n =	0.60
K =	0.007333

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	185,35	396,31	389,29	305,91	148,32	39,82	25,47	26,26	21,67	17,68	37,90	102,25	1696,2
1977	192,29	328,82	290,04	347,11	194,90	79,38	46,60	14,79	72,02	44,21	8,29	38,66	1657,1
1978	63,72	175,03	233,92	250,69	156,34	60,12	36,49	18,20	23,14	16,93	23,11	65,81	1123,5
1979	150,38	224,83	336,53	309,78	156,79	70,79	31,84	49,64	55,66	26,31	4,54	43,60	1460,7
1980	169,87	204,20	136,68	232,85	146,43	37,13	5,35	21,47	25,96	64,08	55,61	121,82	1221,4
1981	123,54	185,77	328,76	239,47	93,01	37,55	17,62	45,93	27,83	20,62	33,90	110,12	1264,1
1982	218,80	306,12	242,38	207,20	158,73	75,95	19,93	2,25	63,18	123,00	165,70	297,57	1880,8
1983	394,83	274,99	360,26	333,63	227,81	163,50	89,50	31,92	56,34	107,29	94,42	153,88	2288,4
1984	184,53	400,49	399,64	298,52	147,80	64,10	37,92	16,77	24,02	100,28	74,18	67,41	1815,7
1985	200,52	178,47	185,02	126,01	82,31	38,21	5,11	0,76	15,15	24,93	22,37	94,21	973,1
1986	240,36	297,44	228,87	289,94	207,37	73,69	9,06	22,40	13,97	57,33	75,08	97,37	1612,9
1987	209,14	175,27	220,46	211,21	157,63	68,31	22,99	23,26	16,52	30,58	32,89	18,10	1186,4
1988	222,54	341,05	184,14	184,75	126,28	40,65	8,52	2,38	28,63	45,64	65,98	107,03	1357,6
1989	293,14	352,78	402,16	309,59	151,02	83,38	39,83	6,49	17,90	43,06	51,43	89,47	1840,2
1990	249,90	335,26	401,94	337,32	188,91	79,83	41,94	18,09	14,84	45,01	63,63	73,29	1850,0
1991	140,99	224,26	343,09	250,61	153,63	97,70	38,51	4,87	4,39	33,15	69,28	171,32	1531,8
1992	179,87	253,16	292,52	300,86	201,47	84,45	21,92	2,73	78,88	64,75	40,74	85,46	1606,8
1993	179,25	395,17	458,31	354,72	187,68	60,85	28,24	17,63	36,44	91,71	85,97	176,34	2072,3
1994	291,34	311,64	334,53	265,65	158,87	61,47	12,35	4,22	31,59	24,08	22,61	132,05	1650,4
1995	162,72	246,04	268,55	188,14	133,80	62,22	21,77	12,41	9,10	7,64	54,77	167,68	1334,8
1996	226,40	294,23	364,79	248,35	98,63	37,64	15,71	2,03	26,21	108,69	79,71	73,17	1575,5
1997	157,63	193,42	294,01	274,30	143,92	71,41	41,80	23,50	87,52	144,99	206,99	404,76	2044,2
1998	395,34	444,22	491,06	489,28	321,90	129,56	30,18	10,46	51,31	58,87	48,01	80,24	2550,4
1999	148,92	340,34	380,22	271,32	209,73	143,24	84,84	34,54	40,36	29,16	35,35	152,95	1871,0
2000	148,29	261,20	364,97	362,74	218,14	99,34	39,43	14,72	15,37	19,31	9,92	81,74	1635,2
2001	207,06	296,26	391,92	306,65	160,52	60,19	16,39	5,64	7,54	20,92	66,99	93,88	1634,0
2002	57,14	298,63	406,47	356,78	176,93	47,08	10,98	4,17	2,26	78,09	80,00	122,04	1640,6
Anual	5393,8	7735,4	8730,5	7653,4	4508,9	1967,6	800,3	437,5	867,8	1448,3	1609,4	3222,2	44375,0
Media	199,8	286,5	323,4	283,5	167,0	72,9	29,6	16,2	32,1	53,6	59,6	119,3	1643,5

Elaboración: El Consultor

Cuadro 07. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Chinchal.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1976	96,6	206,6	203,0	159,5	77,3	20,7	13,3	13,7	11,3	9,2	19,8	53,3	884,3
1977	100,3	171,4	151,2	181,0	101,6	41,4	24,3	7,7	37,6	23,1	4,3	20,1	864,0
1978	33,2	91,2	122,0	130,7	81,5	31,3	19,0	9,5	12,1	8,8	12,0	34,3	585,7
1979	78,4	117,2	175,4	161,5	81,7	36,9	16,6	25,9	29,0	13,7	2,4	22,7	761,5
1980	88,6	106,5	71,2	121,4	76,3	19,3	2,8	11,2	13,5	33,4	29,0	63,5	636,8
1981	64,4	96,8	171,4	124,8	48,5	19,6	9,2	23,9	14,5	10,7	17,7	57,4	659,0
1982	114,1	159,6	126,4	108,0	82,8	39,6	10,4	1,2	32,9	64,1	86,4	155,1	980,5
1983	205,8	143,3	187,8	173,9	118,7	85,2	46,6	16,6	29,4	55,9	49,2	80,2	1192,6
1984	96,2	208,8	208,4	155,6	77,0	33,4	19,8	8,7	12,5	52,3	38,7	35,1	946,6
1985	104,5	93,0	96,5	65,7	42,9	19,9	2,7	0,4	7,9	13,0	11,7	49,1	507,3
1986	125,3	155,1	119,3	151,2	108,1	38,4	4,7	11,7	7,3	29,9	39,1	50,8	840,9
1987	109,0	91,4	114,9	110,1	82,2	35,6	12,0	12,1	8,6	15,9	17,1	9,4	618,4
1988	116,0	177,8	96,0	96,3	65,8	21,2	4,4	1,2	14,9	23,8	34,4	55,8	707,9
1989	152,8	183,9	209,7	161,4	78,7	43,5	20,8	3,4	9,3	22,4	26,8	46,6	959,4
1990	130,3	174,8	209,6	175,9	98,5	41,6	21,9	9,4	7,7	23,5	33,2	38,2	964,6
1991	73,5	116,9	178,9	130,7	80,1	50,9	20,1	2,5	2,3	17,3	36,1	89,3	798,6
1992	93,8	132,0	152,5	156,8	105,0	44,0	11,4	1,4	41,1	33,8	21,2	44,6	837,6
1993	93,5	206,0	238,9	184,9	97,8	31,7	14,7	9,2	19,0	47,8	44,8	91,9	1080,4
1994	151,9	162,5	174,4	138,5	82,8	32,0	6,4	2,2	16,5	12,6	11,8	68,8	860,4
1995	84,8	128,3	140,0	98,1	69,7	32,4	11,3	6,5	4,7	4,0	28,6	87,4	695,9
1996	118,0	153,4	190,2	129,5	51,4	19,6	8,2	1,1	13,7	56,7	41,6	38,0	821,4
1997	82,1	100,8	153,3	143,0	75,0	37,2	21,8	12,3	45,6	75,6	107,9	211,0	1065,7
1998	206,1	231,6	256,0	255,1	167,8	67,5	15,7	5,4	26,8	30,7	25,0	41,8	1329,6
1999	77,6	177,4	198,2	141,4	109,3	74,7	44,2	18,0	21,0	15,2	18,4	79,8	975,4
2000	77,3	136,2	190,3	189,1	113,7	51,8	20,6	7,7	8,0	10,1	5,2	42,6	852,5
2001	107,9	154,5	204,3	159,9	83,7	31,4	8,5	2,9	3,9	10,9	34,9	48,9	851,8
2002	29,8	155,7	211,9	186,0	92,2	24,5	5,7	2,2	1,2	40,7	41,7	63,6	855,3
Anual	2812,0	4032,9	4551,6	3990,0	2350,5	1025,7	417,2	228,1	452,5	755,1	839,1	1679,6	23134,2
Media	104,1	149,4	168,6	147,8	87,1	38,0	15,5	8,4	16,8	28,0	31,1	62,2	856,8

Elaboración: El Consultor

Cuadro 08. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: Payanas.

A (Km2) =	6.74
m =	0.58
n =	0.54
K =	0.00631

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	225,10	435,83	340,88	449,01	352,56	239,01	157,96	140,56	136,79	261,41	211,03	178,30	3128,4
1976	366,40	466,72	517,03	418,31	234,91	138,25	137,65	104,92	84,78	91,14	114,57	185,34	2860,0
1977	327,49	393,80	351,38	349,29	201,47	128,05	89,95	80,75	138,87	181,46	131,55	229,23	2603,3
1978	253,83	269,05	288,07	319,88	247,38	161,17	110,63	94,02	108,35	91,04	107,85	198,46	2249,7
1979	312,18	375,87	517,66	385,68	222,28	108,72	68,76	103,89	172,23	126,58	68,66	139,39	2601,9
1980	337,54	384,30	339,72	390,46	283,30	144,82	82,21	82,68	180,46	159,60	177,79	262,43	2825,3
1981	301,04	450,47	505,23	407,44	193,95	77,20	83,98	80,60	43,26	83,95	139,49	286,49	2653,1
1982	427,80	462,18	460,00	438,75	438,35	228,43	77,54	71,85	120,39	270,44	364,26	391,70	3751,7
1983	449,74	369,88	435,00	414,19	384,11	254,16	143,80	106,75	97,69	215,14	215,67	359,80	3445,9
1984	280,34	507,93	471,64	433,42	301,38	181,62	141,26	85,42	89,80	234,10	228,77	237,90	3193,6
1985	368,83	306,81	321,12	259,07	218,95	152,03	104,02	102,81	105,50	116,27	140,22	308,85	2504,5
1986	392,73	378,46	253,98	335,80	246,85	104,22	66,80	65,23	107,60	116,08	165,62	205,61	2439,0
1987	388,14	332,66	258,26	273,98	258,62	141,55	105,57	102,52	68,63	85,50	174,05	166,13	2355,6
1988	343,73	459,99	290,22	329,51	239,12	126,43	92,50	93,12	127,26	174,24	195,76	291,77	2763,6
1989	500,69	540,56	419,73	342,69	211,42	155,06	109,33	98,32	91,38	164,32	126,74	125,58	2885,8
1990	277,74	379,25	344,82	379,10	320,38	167,44	98,27	58,41	65,77	158,99	174,48	266,82	2691,5
1991	325,01	336,58	486,56	398,24	280,08	185,13	152,82	121,75	87,62	130,18	184,93	270,66	2959,6
1992	358,34	433,61	424,66	452,97	369,94	258,02	186,31	110,46	129,45	150,60	163,54	222,64	3260,5
1993	360,11	565,30	592,25	590,58	385,88	159,78	89,69	62,60	58,43	139,29	142,64	337,28	3483,8
1994	492,05	521,63	445,60	416,58	333,78	193,42	108,18	89,87	114,41	90,46	124,28	249,29	3179,6
1995	271,68	386,22	436,48	359,32	286,94	178,68	100,01	55,99	49,25	91,56	186,02	299,59	2701,7
1996	464,96	504,31	509,89	389,27	231,03	151,68	121,47	86,56	89,31	172,47	128,92	172,05	3021,9
1997	282,26	404,09	419,22	443,87	286,54	249,21	167,08	98,85	150,50	203,63	354,55	498,89	3558,7
1998	368,48	427,26	511,70	526,03	406,09	207,68	140,28	107,79	89,44	141,16	146,51	180,67	3253,1
1999	384,96	480,51	479,82	400,19	297,37	237,02	151,08	89,82	157,14	127,97	143,88	363,28	3313,1
2000	316,33	404,90	517,61	483,68	384,96	234,25	121,12	79,07	139,11	97,04	79,83	223,88	3081,8
2001	401,63	387,54	469,13	333,15	242,98	172,94	112,24	110,94	93,66	74,19	157,81	239,63	2795,8
2002	275,58	375,99	494,88	450,75	288,52	152,54	98,96	72,26	41,97	113,12	185,68	284,20	2834,5
2003	257,53	277,91	350,26	356,29	239,47	130,33	89,29	80,99	67,00	106,54	187,39	279,96	2423,0
2004	279,18	375,66	416,68	381,74	260,83	175,98	132,29	80,15	145,23	162,74	154,55	225,77	2790,8
2005	300,13	401,55	528,23	388,20	218,51	157,58	120,19	89,02	73,99	99,62	110,44	213,27	2700,7
2006	325,87	497,02	557,06	439,94	216,05	129,72	86,83	42,55	72,48	109,34	132,16	369,74	2978,8
2007	383,58	247,14	444,41	449,92	311,11	173,84	109,36	92,75	77,71	94,64	159,30	233,31	2777,1
2008	418,99	486,53	482,23	552,11	395,91	206,79	147,17	124,79	95,42	176,48	219,00	199,80	3505,2
2009	423,73	479,16	412,44	377,52	351,90	195,04	94,07	81,42	68,26	95,58	126,27	277,90	2983,3
2010	355,93	443,20	465,67	405,27	301,76	196,70	153,03	112,27	98,11	123,76	153,96	285,88	3095,6
Anual	12599,6	14949,9	15559,5	14522,2	10444,6	6254,5	4151,7	3261,7	3637,3	5030,7	5978,2	9261,5	105651,4
Media	350,0	415,3	432,2	403,4	290,1	173,7	115,3	90,6	101,0	139,7	166,1	257,3	2934,8

Elaboración: El Consultor

Cuadro 09. Caudales Medios Mensuales por el Método de Polinomio Ecológico: San Luis.

A (Km2) =	17.67
m =	0.74
n =	0.52
K =	0.006104

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1975	628,56	1516,30	1209,78	1527,23	1170,77	898,11	630,35	566,94	433,44	838,57	723,42	561,71	10705,2
1976	1177,95	1612,19	1822,79	1456,21	809,36	547,49	565,54	409,52	250,74	339,70	402,33	569,75	9963,6
1977	1045,64	1274,92	1111,95	1207,97	642,94	488,01	324,11	312,52	500,38	636,77	404,14	665,97	8615,3
1978	750,56	838,45	959,94	1167,81	872,26	607,68	449,24	381,26	412,81	335,45	352,25	609,36	7737,1
1979	980,72	1186,36	1819,61	1333,29	708,77	328,70	255,55	364,18	538,79	352,56	198,85	435,79	8503,2
1980	1087,89	1339,64	1187,03	1395,21	895,12	447,48	295,93	270,64	555,60	582,02	599,85	784,99	9441,4
1981	932,53	1516,72	1787,21	1363,31	568,62	250,05	293,68	250,68	120,38	276,95	447,18	906,08	8713,4
1982	1400,89	1489,21	1523,84	1385,00	1401,07	632,08	263,43	280,41	361,74	783,97	1103,61	1337,95	11963,2
1983	1566,02	1166,07	1466,49	1442,64	1288,39	740,16	370,73	313,43	334,47	726,40	656,78	1206,39	11278,0
1984	854,79	1808,05	1710,92	1538,94	984,26	561,40	492,93	284,73	302,35	762,54	758,51	736,61	10796,0
1985	1178,37	944,43	973,06	780,01	735,44	573,39	435,37	408,39	365,37	410,14	443,26	1004,41	8251,6
1986	1243,28	1198,69	933,15	1100,09	725,27	299,29	254,43	214,68	354,75	367,47	560,54	611,24	7862,9
1987	1168,89	996,49	874,65	901,68	833,14	440,29	351,85	345,55	223,83	262,30	541,75	508,73	7449,2
1988	1108,99	1535,17	884,29	1076,42	744,74	390,05	299,43	300,10	377,96	597,61	662,14	931,05	8907,9
1989	1762,15	1938,67	1546,80	1147,64	684,03	553,58	404,77	405,70	346,73	610,14	430,50	406,82	10237,5
1990	847,90	1247,81	1151,71	1275,63	1059,64	549,16	315,86	178,06	203,84	513,69	556,63	828,13	8728,1
1991	1009,87	1067,23	1691,42	1319,55	989,99	651,30	642,59	509,76	286,74	441,85	661,63	874,95	10146,9
1992	1111,63	1413,87	1478,76	1509,89	1183,65	904,04	789,46	449,71	414,69	619,28	698,29	860,67	11433,9
1993	1194,86	2002,05	2317,65	2179,51	1222,68	466,92	289,03	203,69	203,54	515,26	538,26	1225,03	12358,5
1994	1724,21	1768,43	1538,88	1415,92	1131,17	712,78	436,53	398,92	468,49	340,04	444,35	799,75	11179,5
1995	784,03	1204,68	1421,76	1266,95	942,19	590,25	345,47	175,35	160,92	274,05	649,59	1026,71	8842,0
1996	1597,95	1772,12	1771,96	1281,81	776,60	554,14	507,50	352,10	367,99	634,35	447,06	487,33	10550,9
1997	894,64	1333,12	1407,07	1479,34	943,57	711,94	545,35	409,17	470,21	625,05	1189,97	1757,72	11767,1
1998	1203,36	1388,89	1784,35	1815,76	1386,19	702,07	601,26	430,62	293,03	544,20	491,25	582,66	11223,6
1999	1301,14	1780,99	1770,80	1468,87	1103,45	873,24	541,86	331,28	546,17	404,28	397,53	1243,76	11763,4
2000	1071,81	1378,50	1890,69	1715,79	1324,94	798,65	447,51	298,84	482,42	325,29	225,27	693,92	10653,6
2001	1329,94	1313,47	1581,30	1058,16	776,34	675,32	467,51	470,87	384,14	292,82	559,78	812,95	9722,6
2002	847,97	1197,74	1634,71	1536,37	1042,76	590,07	414,10	276,49	134,15	398,12	673,05	953,89	9699,4
2003	807,99	872,79	1189,67	1257,52	803,63	453,77	318,84	286,12	263,69	398,53	588,58	986,81	8227,9
2004	890,97	1153,16	1401,91	1332,57	883,05	735,06	561,53	293,67	484,45	617,44	637,13	844,66	9835,6
2005	967,14	1412,65	2071,12	1471,08	834,95	672,02	508,63	351,45	284,25	367,06	312,07	747,77	10000,2
2006	1061,39	1698,83	1930,23	1465,52	647,89	440,79	265,27	120,06	224,70	387,11	532,01	1262,90	10036,7
2007	1268,12	754,78	1446,60	1518,13	999,43	610,51	348,64	336,50	307,56	364,69	626,42	845,91	9427,3
2008	1362,43	1715,89	1749,09	1961,68	1327,21	664,14	570,79	459,87	324,07	608,67	810,89	705,36	12260,1
2009	1480,47	1642,98	1398,18	1266,58	1094,48	562,92	333,26	310,01	246,48	401,76	453,43	861,54	10052,1
2010	1105,43	1512,94	1549,41	1360,17	1024,78	722,94	561,32	352,26	350,27	451,64	529,64	975,02	10495,8
Anual	40750,5	49994,3	53988,8	49780,2	34562,8	21399,8	15499,6	12103,6	12381,1	17407,8	20308,0	30654,3	358830,7
Media	1132,0	1388,7	1499,7	1382,8	960,1	594,4	430,5	336,2	343,9	483,5	564,1	851,5	9967,5

Elaboración: El Consultor

Cuadro 09(a). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Landapo Derecha.

- Cálculo para determinar el valor K, interpolando en la tabla de ETP/P.

Tabla de valores de K.

EPT/P	MONTE	PARAMO	EPT/P	K
0.125	0.0082	0.007	0.125	0.0082
0.25	0.0076	0.0064	0.25	0.0076
0.5	0.007	0.0058	0.5	0.007
1	0.0064	0.0052	1	0.0064
2	0.0058	0.0046	2	0.0058
4	0.0052	0.004	4	0.0052
8	0.0046		8	0.0046
16	0.004		16	0.004

ETP 680.59 - Evapotranspiración media anual (mm/año)

=

P = 1950.0 - Precipitación media anual (mm)

$$ETP/P = 680.59 / 1950.0 = 0.34902$$

0.25	0.0076
0.34902	X
0.5	0.007
	0.00736

- Cálculo de m ponderado

Terreno escarpado, pendiente > 50%	0.9
Bosques, buena cubierta vegetal	0.6
	0.75

- Factor n

Elevación (msnm)	Montañas altas
2000-3000	0.60

Cuadro 09 (b). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Landapo Izquierda.

- Cálculo para determinar el valor K, interpolando en la tabla de ETP/P.

EPT/P	K
0.125	0.0082
0.25	0.0076
0.5	0.007
1	0.0064
2	0.0058
4	0.0052
8	0.0046
16	0.004

ETP = 687.0 - Evapotranspiración media anual (mm/año)

=

P = 1950.0 - Precipitación media anual (mm)

$$ETP/P = 687.0 / 1950.0 = 0.35231$$

0.25	0.0076
0.35231	X
0.5	0.007
	0.00735

- Cálculo de *m* ponderado

Terreno escarpado, pendiente > 50%	0.9
Bosques, buena cubierta vegetal	0.6
	0.75

- Factor *n*

Elevación (msnm)	Montañas altas
2000-3000	0.60

Cuadro 09(c). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Quebrada Honda.

- Cálculo para determinar el valor *K*, interpolando en la tabla de ETP/P.

Tabla de valores de *K*.

EPT/P	MONTE	PARAMO
0.125	0.0082	0.007
0.25	0.0076	0.0064
0.5	0.007	0.0058
1	0.0064	0.0052
2	0.0058	0.0046
4	0.0052	0.004

EPT/P	K
0.125	0.0082
0.25	0.0076
0.5	0.007
1	0.0064
2	0.0058
4	0.0052
8	0.0046
16	0.004

ETP 691.54 - Evapotranspiración media anual (mm/año)

=

P = 1950.0 - Precipitación media anual (mm)

ETP/P= 691.54/ 1950.0= 0.35463

0.25	0.0076
0.345463	X
0.5	0.007
	0.00735

- Cálculo de *m* ponderado

Terreno escarpado, pendiente > 50%	0.9
Bosques, buena cubierta vegetal	0.6
	0.75

- Factor *n*

Elevación (msnm)	Montañas altas
2000-3000	0.60

Cuadro 09(d). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Tushe.

- Cálculo para determinar el valor *K*, interpolando en la tabla de ETP/P.

Tabla de valores de *K*.

EPT/P	MONTE	PARAMO	EPT/P	K
0.125	0.0082	0.007	0.125	0.0082
0.25	0.0076	0.0064	0.25	0.0076
0.5	0.007	0.0058	0.5	0.007
1	0.0064	0.0052	1	0.0064
2	0.0058	0.0046	2	0.0058
4	0.0052	0.004	4	0.0052
			8	0.0046
			16	0.004

ETP 704.20 - Evapotranspiración media anual (mm/año)

=

P = 1950.0 - Precipitación media anual (mm)

$$ETP/P = 704.20 / 1950.0 = 0.36113$$

0.25	0.0076
0.36113	X
0.5	0.007
	0.00733

- Cálculo de *m* ponderado

Bosques, buena cubierta vegetal	0.6
	0.60

- Factor *n*

Elevación (msnm)	Montañas altas
2000-3000	0.60

Cuadro 09(e). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Chinchal.

- Cálculo para determinar el valor K , interpolando en la tabla de ETP/P.

Tabla de valores de K .

EPT/P	MONTE	PARAMO	EPT/P	K
0.125	0.0082	0.007	0.125	0.0082
0.25	0.0076	0.0064	0.25	0.0076
0.5	0.007	0.0058	0.5	0.007
1	0.0064	0.0052	1	0.0064
2	0.0058	0.0046	2	0.0058
4	0.0052	0.004	4	0.0052
8	0.0046		8	0.0046
16	0.004		16	0.004

ETP 714.70 - Evapotranspiración media anual (mm/año)

=

P = 1950.0 - Precipitación media anual (mm)

$$ETP/P = 714.70 / 1950.0 = 0.36651$$

0.25	0.0076
0.36651	X
0.5	0.007
	0.00732

- Cálculo de m ponderado

Bosques, buena cubierta vegetal	0.60
	0.60

- Factor n

Elevación (msnm)	Montañas altas
2000-3000	0.60

Cuadro 09(f). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. Payanas.

- Cálculo para determinar el valor K, interpolando en la tabla de ETP/P.

Tabla de valores de K.

EPT/P	MONTE	PARAMO
0.125	0.0082	0.007
0.25	0.0076	0.0064
0.5	0.007	0.0058
1	0.0064	0.0052
2	0.0058	0.0046
4	0.0052	0.004
8	0.0046	
16	0.004	
32		
64		

	Área	ponderador
monte	2.74	0.41
páramo	4.00	0.59
TOTAL	6.74Km2	1.00

EPT/P	0.41 (1)	0.59 (2)
0.125	0.0033	0.0042
0.25	0.0031	0.0038
0.5	0.0028	0.0034
1	0.0026	0.0031
2	0.0024	0.0027
4	0.0021	0.0024
8	0.0019	
16	0.0016	

EPT/P	K ponderado (1)+(2)
0.125	0.0075
0.25	0.0069
0.5	0.0063
1	0.0057
2	0.0051
4	0.0045
8	0.0019
16	0.0016

ETP 663.52 - Evapotranspiración media anual (mm/año)

=

P = 1353.6 - Precipitación media anual (mm)

$$ETP/P = 663.52 / 1353.6 = 0.4902$$

0.25	0.0069
0.4902	X 0.00631
0.5	0.0063

- Cálculo de *m* ponderado

Presencia de páramos	0.59	0.42
Bosques, buena cubierta vegetal	0.41	0.24
	1.00	0.66
La cuenca con topografía ondulada A< 100Km2		0.50
		0.58

- Cálculo de *n* ponderado

Elevación (msnm)		Área (Km2)	ponderador	
2000-3000	Montañas altas	2.43	0.36	0.22
3000-3500	R. subandina	4.31	0.64	0.32
	TOTAL	6.74	1.00	0.54

Cuadro 09(g). Determinación de coeficientes K,m,n para el método del Polinomio Ecológico. San Luis.

- Cálculo para determinar el valor K, interpolando en la tabla de ETP/P.

Tabla de valores de K.

EPT/P	MONTE	PARAMO
0.125	0.0082	0.007
0.25	0.0076	0.0064
0.5	0.007	0.0058
1	0.0064	0.0052
2	0.0058	0.0046
4	0.0052	0.004
8	0.0046	
16	0.004	

	Área	ponderador
monte	4.14	0.23
páramo	13.53	0.77
TOTAL	17.67Km2	1.00

EPT/P	0.23 (1)	0.77 (2)
0.125	0.0019	0.0054
0.25	0.0018	0.0049
0.5	0.0016	0.0044
1	0.0015	0.0040
2	0.0014	0.0035
4	0.0012	0.0031
8	0.0011	
16	0.0009	

EPT/P	K ponderado (1)+(2)
0.125	0.0073
0.25	0.0067
0.5	0.0061
1	0.0055
2	0.0049
4	0.0043
8	0.0011
16	0.0009

ETP 650.6 - Evapotranspiración media anual (mm/año)
 =
 P = 1326.0 - Precipitación media anual (mm)
 ETP/P= 650.6/ 1326.0 = 0.4907

0.25	0.0069
0.4907	X 0.00610
0.5	0.0063

- Cálculo de *m* ponderado

Presencia de páramos	0.77	0.42
Bosques, buena cubierta vegetal	0.23	0.24
		0.66

Cuenca con terreno empinado A>10Km2	1.00	0.80
		0.74

- Cálculo de *n* ponderado

Elevación (msnm)		Área (Km2)	ponderador	ponderado
2000-3000	Montañas altas	3.59	0.20	0.12
3000-3500	R. subandina	14.08	0.80	0.40
	TOTAL	17.67	1.00	0.52

Cuadro 10(a). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Landapo Derecha. (Periodo 1976-2002).

CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº OCURRE	Nº DEFICIT	Nº MESES	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
600	649,35	698,7	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	320	4	1,23
500	549,95	599,9	2	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	307	17	5,25
400	449,95	499,9	0	5	7	6	1	0	0	0	0	0	0	0	19	288	36	11,11
300	349,95	399,9	2	9	4	10	0	0	0	0	0	0	0	1	26	262	62	19,14
250	274,95	299,9	5	3	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	19	243	81	25
200	224,95	249,9	7	3	2	4	6	0	0	0	0	0	1	0	23	220	104	32,1
150	174,95	199,9	7	3	0	0	13	1	0	0	0	1	1	5	31	189	135	41,67
100	124,95	149,9	2	0	1	1	2	2	0	0	0	3	0	5	16	173	151	46,6
70	84,95	99,9	0	0	0	0	3	6	2	0	1	2	4	9	27	146	178	54,94
50	59,95	69,9	1	0	0	0	0	11	0	0	3	3	6	3	27	119	205	63,27
45	47,45	49,9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	5	114	210	64,81
40	42,45	44,9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	4	110	214	66,05
35	37,45	39,9	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1	0	6	104	220	67,9
30	32,45	34,9	0	0	0	0	0	2	3	0	1	3	1	1	11	93	231	71,3
25	27,45	29,9	0	0	0	0	0	4	4	1	1	0	2	1	13	80	244	75,31
20	22,45	24,9	0	0	0	0	0	0	3	1	2	3	2	0	11	69	255	78,7
15	17,45	19,9	0	0	0	0	0	0	2	3	5	3	1	0	14	55	269	83,02
10	12,45	14,9	0	0	0	0	0	0	4	6	3	5	2	1	21	34	290	89,51
5	7,45	9,9	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	1	0	13	21	303	93,52
1	2,95	4,9	0	0	0	0	0	0	4	7	3	1	2	0	17	4	320	98,77
0	0,45	0,9	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	4	0	324	100
TOTAL															324			

Cuadro 10(b). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Landapo Izquierda. (Periodo 1976-2002).

CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	N° OCURRENCIA	N° DEFICIT	N° MESES SUPERVIT	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
1000	1492,05	1984,1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	321	3	0,93
800	899,95	999,9	2	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	307	17	5,25
700	749,95	799,9	0	2	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	11	296	28	8,64
600	649,95	699,9	0	6	4	7	1	0	0	0	0	0	0	1	19	277	47	14,51
500	549,95	599,9	2	5	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	14	263	61	18,83
450	474,95	499,9	2	2	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	9	254	70	21,6
400	424,95	449,9	3	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11	243	81	25
350	374,95	399,9	3	2	0	2	4	0	0	0	0	0	1	0	12	231	93	28,7
300	324,95	349,9	5	4	2	2	3	0	0	0	0	0	1	1	18	213	111	34,26
250	274,95	299,9	5	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	4	20	193	131	40,43
200	224,95	249,9	2	0	1	1	3	2	0	0	0	1	0	1	11	182	142	43,83
160	179,95	199,9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	4	9	173	151	46,6
140	149,95	159,9	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	1	5	12	161	163	50,31
120	129,95	139,9	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	2	8	153	171	52,78
100	109,95	119,9	0	0	0	0	0	4	1	0	1	1	4	3	14	139	185	57,1
80	89,95	99,9	1	0	0	0	0	9	0	0	2	2	4	2	20	119	205	63,27
60	69,95	79,9	1	0	0	0	0	0	0	1	3	2	3	0	10	109	215	66,36
40	49,95	59,9	0	0	0	0	0	7	8	2	2	4	4	2	29	80	244	75,31
35	37,45	39,9	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	2	0	8	72	252	77,78
30	32,45	34,9	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	4	68	256	79,01
25	27,45	29,9	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	9	59	265	81,79
20	22,45	24,9	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	3	1	14	45	279	86,11
15	17,45	19,9	0	0	0	0	0	0	3	4	2	3	0	0	12	33	291	89,81
10	12,45	14,9	0	0	0	0	0	0	2	4	4	0	0	0	10	23	301	92,9
5	7,45	9,9	0	0	0	0	0	0	4	0	2	1	2	0	9	14	310	95,68
1	2,95	4,9	0	0	0	0	0	0	1	9	2	0	1	0	13	1	323	99,69
0	0,45	0,9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	324	100
TOTAL															324			

Cuadro 10(c). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Quebrada Honda. (Periodo 1976-2002).

CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº OCURREN	Nº DEFICIT	Nº MESES	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
500	548,00	596,0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	320	4	1,23
450	474,95	499,9	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	311	13	4,01
400	424,95	449,9	0	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	303	21	6,48
350	374,95	399,9	0	5	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	15	288	36	11,11
300	324,95	349,9	2	6	3	7	0	0	0	0	0	0	0	1	19	269	55	16,98
250	274,95	299,9	1	4	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12	257	67	20,68
200	224,95	249,9	6	2	4	4	4	0	0	0	0	0	1	0	21	236	88	27,16
150	174,95	199,9	7	6	2	2	5	1	0	0	0	0	1	3	27	209	115	35,49
100	124,95	149,9	7	0	1	1	14	2	0	0	0	2	0	5	32	177	147	45,37
70	84,95	99,9	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	1	7	17	160	164	50,62
50	59,95	69,9	0	0	0	0	1	9	1	0	3	1	6	6	27	133	191	58,95
40	44,95	49,9	2	0	0	0	0	6	0	0	2	4	3	1	18	115	209	64,51
30	34,95	39,9	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	4	0	11	104	220	67,9
20	24,95	29,9	0	0	0	0	0	6	7	2	2	4	5	2	28	76	248	76,54
10	14,95	19,9	0	0	0	0	0	0	8	5	8	8	3	1	33	43	281	86,73
5	7,45	9,9	0	0	0	0	0	0	5	8	6	2	0	0	21	22	302	93,21
1	2,95	4,9	0	0	0	0	0	0	4	7	3	1	3	0	18	4	320	98,77
0	0,45	0,9	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	4	0	324	100
TOTAL															324			

Cuadro 10(d). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Tushe. (Periodo 1976-2002).

CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	N° OCURREN	N° DEFICIT	N° MESES SUPERVIT	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
450	470,55	491,1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	321	3	0,93
400	424,95	449,9	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	315	9	2,78
350	374,95	399,9	2	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	15	300	24	7,41
300	324,95	349,9	0	6	4	8	1	0	0	0	0	0	0	0	19	281	43	13,27
250	274,95	299,9	2	7	4	7	0	0	0	0	0	0	0	1	21	260	64	19,75
220	234,95	249,9	4	3	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	15	245	79	24,38
190	204,95	219,9	5	2	0	2	5	0	0	0	0	0	1	0	15	230	94	29,01
160	174,95	189,9	6	4	2	2	4	1	0	0	0	0	1	3	23	207	117	36,11
130	144,95	159,9	5	0	1	0	12	1	0	0	0	1	0	3	23	184	140	43,21
100	114,95	129,9	1	0	0	1	1	1	0	0	0	4	0	5	13	171	153	47,22
70	84,95	99,9	0	0	0	0	3	10	2	0	3	2	6	9	35	136	188	58,02
60	64,95	69,9	1	0	0	0	0	7	0	0	1	2	4	2	17	119	205	63,27
50	54,95	59,9	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	0	9	110	214	66,05
40	44,95	49,9	0	0	0	0	0	2	3	2	1	4	2	1	15	95	229	70,68
30	34,95	39,9	0	0	0	0	0	5	7	2	2	2	4	1	23	72	252	77,78
20	24,95	29,9	0	0	0	0	0	0	5	5	7	6	3	0	26	46	278	85,8
10	14,95	19,9	0	0	0	0	0	0	6	8	6	3	0	1	24	22	302	93,21
5	7,45	9,9	0	0	0	0	0	0	4	2	2	1	2	0	11	11	313	96,60
1	2,95	4,9	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	1	0	10	1	323	99,69
0	0,45	0,9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	324	100
TOTAL															324			

Cuadro 10(e). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Chinchal. (Periodo 1976-2002).

Microcuenca: Quebrada Chinchal Periodo: 1976-2002																		
CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº OCURRENCIA	Nº DEFICIT	Nº MESES SUPERVIT	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
220	238,00	256,0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	320	4	1,23
180	199,95	219,9	2	4	10	4	0	0	0	0	0	0	0	1	21	299	25	7,72
140	159,95	179,9	2	11	8	11	1	0	0	0	0	0	0	1	34	265	59	18,21
100	119,95	139,9	9	7	4	8	6	0	0	0	0	0	1	0	35	230	94	29,01
60	79,95	99,9	12	4	3	3	17	3	0	0	0	2	1	8	53	177	147	45,37
40	49,95	59,9	0	0	0	0	3	6	2	0	2	5	4	10	32	145	179	55,25
20	29,95	39,9	2	0	0	0	0	14	6	2	6	8	11	6	55	90	234	72,22
10	14,95	19,9	0	0	0	0	0	4	10	7	9	9	7	0	46	44	280	86,42
5	7,45	9,9	0	0	0	0	0	0	5	8	6	2	1	1	23	21	303	93,52
2	3,45	4,9	0	0	0	0	0	0	4	5	3	1	2	0	15	6	318	98,15
0	0,95	1,9	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	6	0	324	100
TOTAL															324			

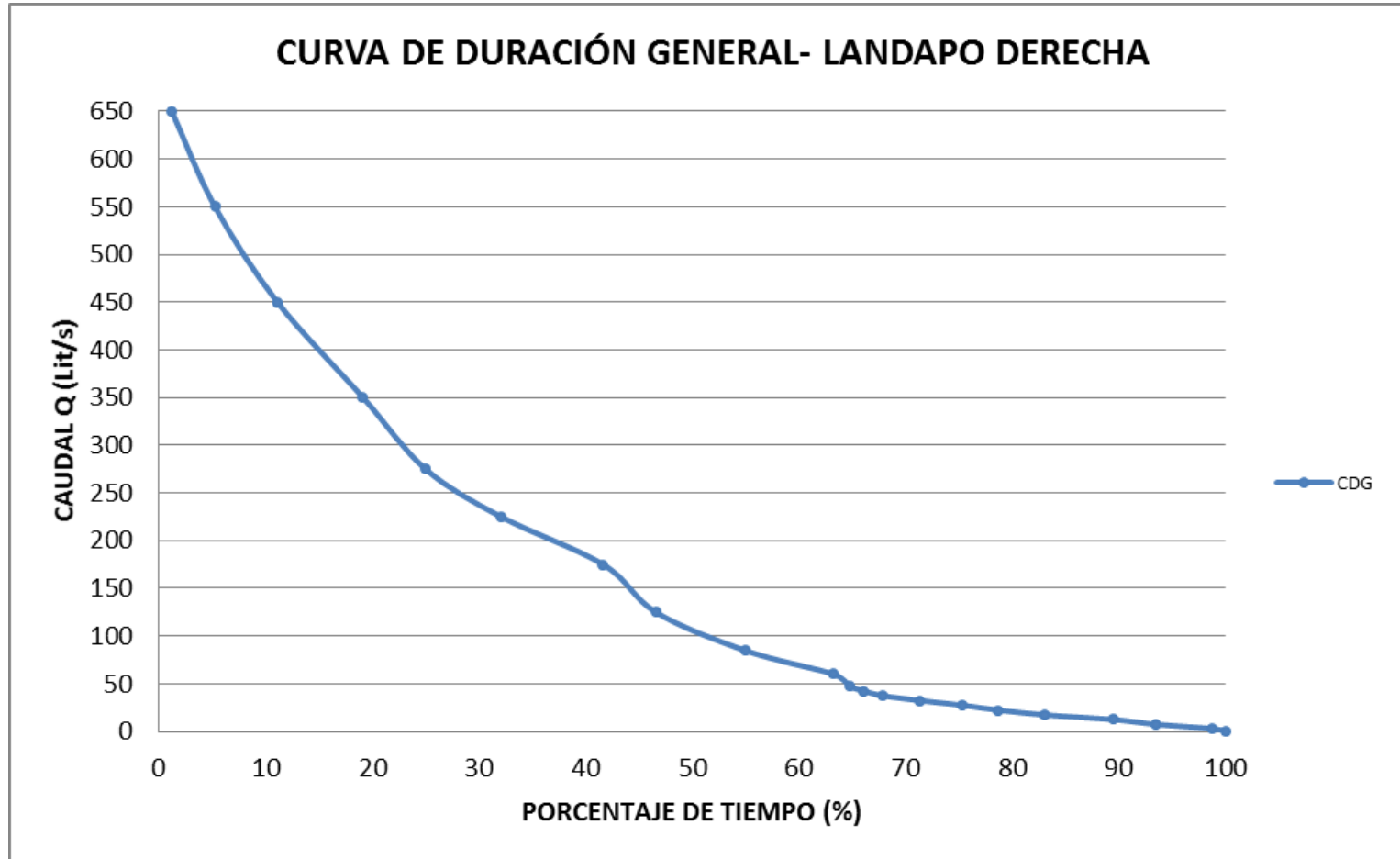
Cuadro 10(f). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca Payanas. (Periodo 1975-2010).

CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº OCURREN	Nº DEFICIT	Nº MESES SUPERVIT	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
550	571,1	592,2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	427	5	1,16
500	524,95	549,9	1	4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	414	18	4,17
450	474,95	499,9	2	8	8	3	0	0	0	0	0	0	0	1	22	392	40	9,26
400	424,95	449,9	5	7	9	12	2	0	0	0	0	0	0	0	35	357	75	17,36
350	374,95	399,9	10	10	2	10	7	0	0	0	0	0	2	4	45	312	120	27,78
300	324,95	349,9	9	3	4	6	5	0	0	0	0	0	0	2	29	283	149	34,49
250	274,95	299,9	8	2	4	2	8	2	0	0	0	2	0	10	38	245	187	43,29
200	224,95	249,9	1	1	0	0	13	7	0	0	0	3	4	10	39	206	226	52,31
150	174,95	199,9	0	0	0	0	1	17	6	0	4	9	14	7	58	148	284	65,74
100	124,95	149,9	0	0	0	0	0	9	17	12	11	11	14	2	76	72	360	83,33
50	74,95	99,9	0	0	0	0	0	1	13	23	18	11	2	0	68	4	428	99,07
0	24,95	49,9	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	4	0	432	100
TOTAL															432			

Cuadro 10(g). Datos para la elaboración de la curva de duración general de la microcuenca San Luis. (Periodo 1975-2010).

CAUDAL Q (Lit/s)			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº OCURREN	Nº DEFICIT	Nº MESES SUPERVIT	% DE TIEMPO
Desde	Medio	Hasta																
2200	2258,85	2317,7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	431	1	0,23
2100	2149,95	2199,9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	430	2	0,46
2000	2049,95	2099,9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	428	4	0,93
1900	1949,95	1999,9	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	425	7	1,62
1800	1849,95	1899,9	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	420	12	2,78
1700	1749,95	1799,9	2	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14	406	26	6,02
1600	1649,95	1699,9	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	401	31	7,18
1500	1549,95	1599,9	2	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	16	385	47	10,88
1400	1449,95	1499,9	2	3	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	19	366	66	15,28
1300	1349,95	1399,9	3	5	1	7	3	0	0	0	0	0	0	1	20	346	86	19,91
1200	1249,95	1299,9	3	3	1	6	2	0	0	0	0	0	0	4	19	327	105	24,31
1100	1149,95	1199,9	7	5	4	3	4	0	0	0	0	0	2	0	25	302	130	30,09
1000	1049,95	1099,9	5	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	2	14	288	144	33,33
900	949,95	999,9	3	2	3	1	5	1	0	0	0	0	0	5	20	268	164	37,96
800	849,95	899,9	6	2	2	0	7	2	0	0	0	1	1	7	28	240	192	44,44
700	749,95	799,9	2	1	0	1	6	7	1	0	0	3	2	5	28	212	220	50,93
600	649,95	699,9	1	0	0	0	3	7	3	0	0	7	8	4	33	179	253	58,56
500	549,95	599,9	0	0	0	0	1	9	8	2	4	5	9	4	42	137	295	68,29
400	449,95	499,9	0	0	0	0	0	6	8	8	7	5	9	3	46	91	341	78,94
300	349,95	399,9	0	0	0	0	0	2	8	13	12	11	3	0	49	42	390	90,28
200	249,95	299,9	0	0	0	0	0	2	8	10	10	4	1	0	35	7	425	98,38
100	149,95	199,9	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	7	0	432	100
0	49,95	99,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	100
TOTAL															432			

Gráfico 01(a). Curva de duración general, microcuenca Landapo Derecha. Perido (1976-2002).

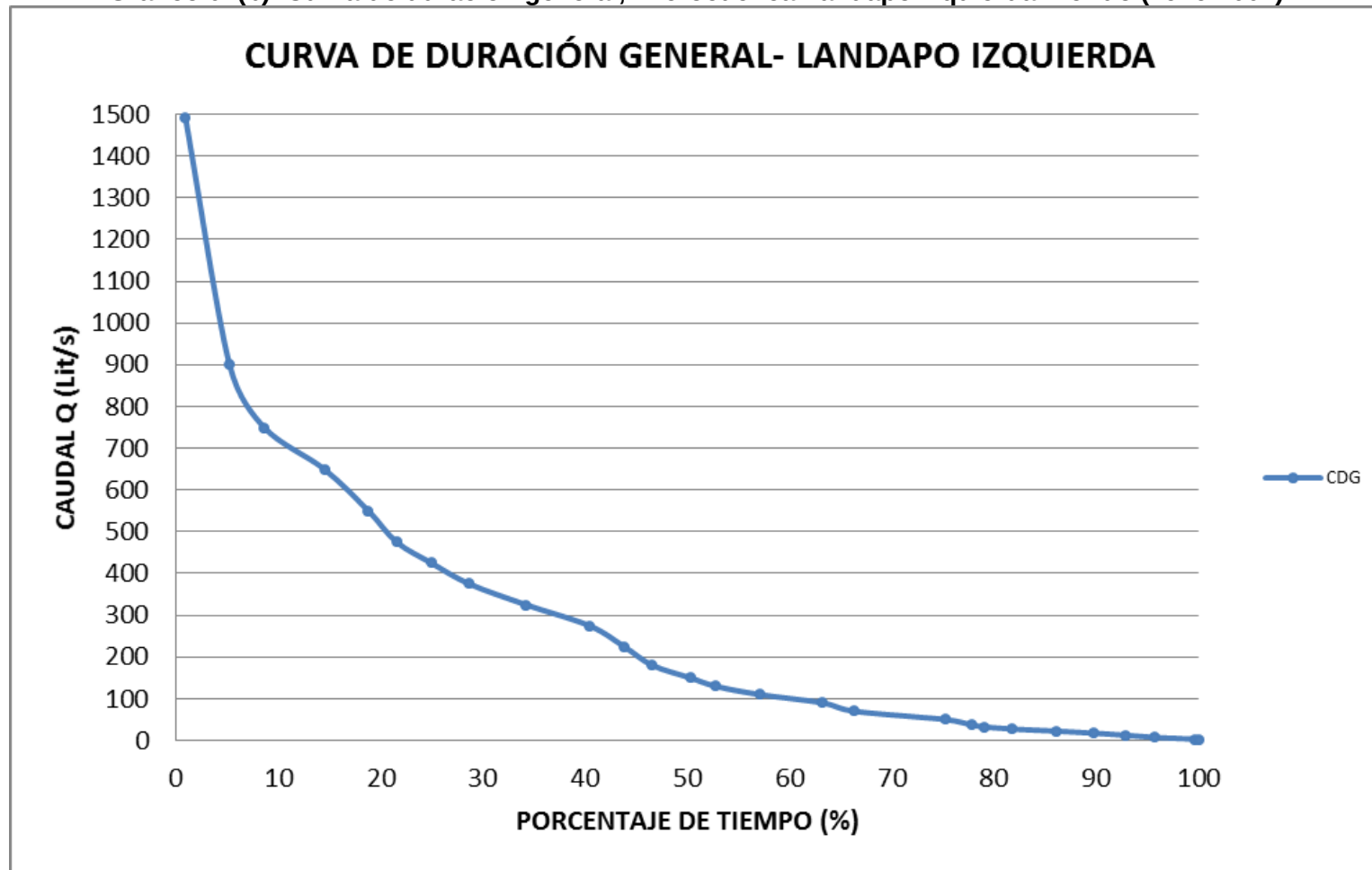


Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 11.8 lit/s; caudal igualado o superado el 90% del tiempo; así mismo se tiene un caudal de 6.2 lit/s al 95% del tiempo.

Q90%= 11.8 l/s

Q95%= 6.2 l/s

Gráfico 01(b). Curva de duración general, microcuenca Landapo Izquierda. Perido (1976-2002).

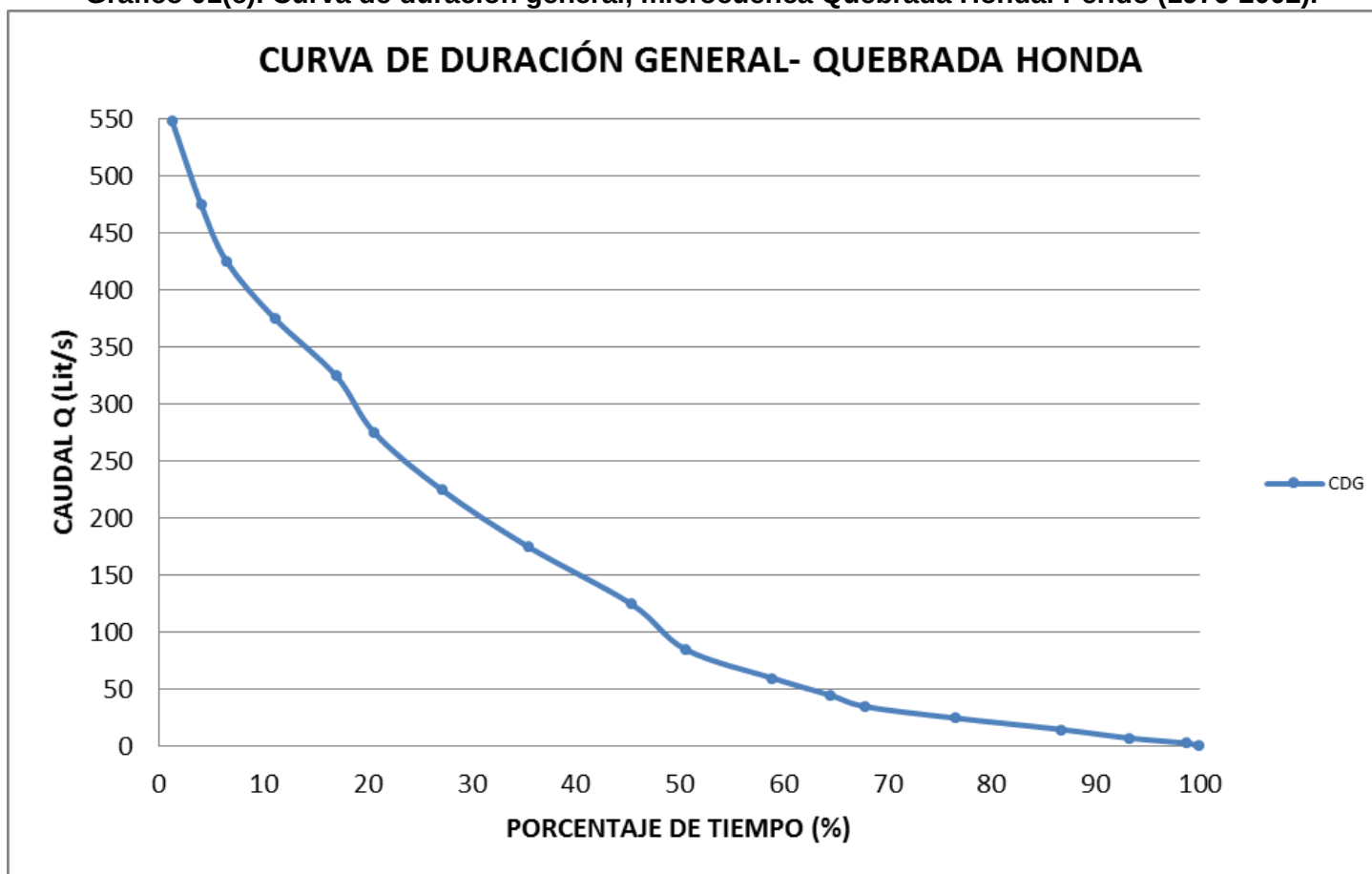


Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 17.1 lit/s; caudal igualado o superado el 90% del tiempo; así mismo se tiene un caudal de 8.7 lit/s al 95% del tiempo.

Q90%= 17.1 l/s

Q95%= 8.7 l/s

Gráfico 01(c). Curva de duración general, microcuenca Quebrada Honda. Perido (1976-2002).

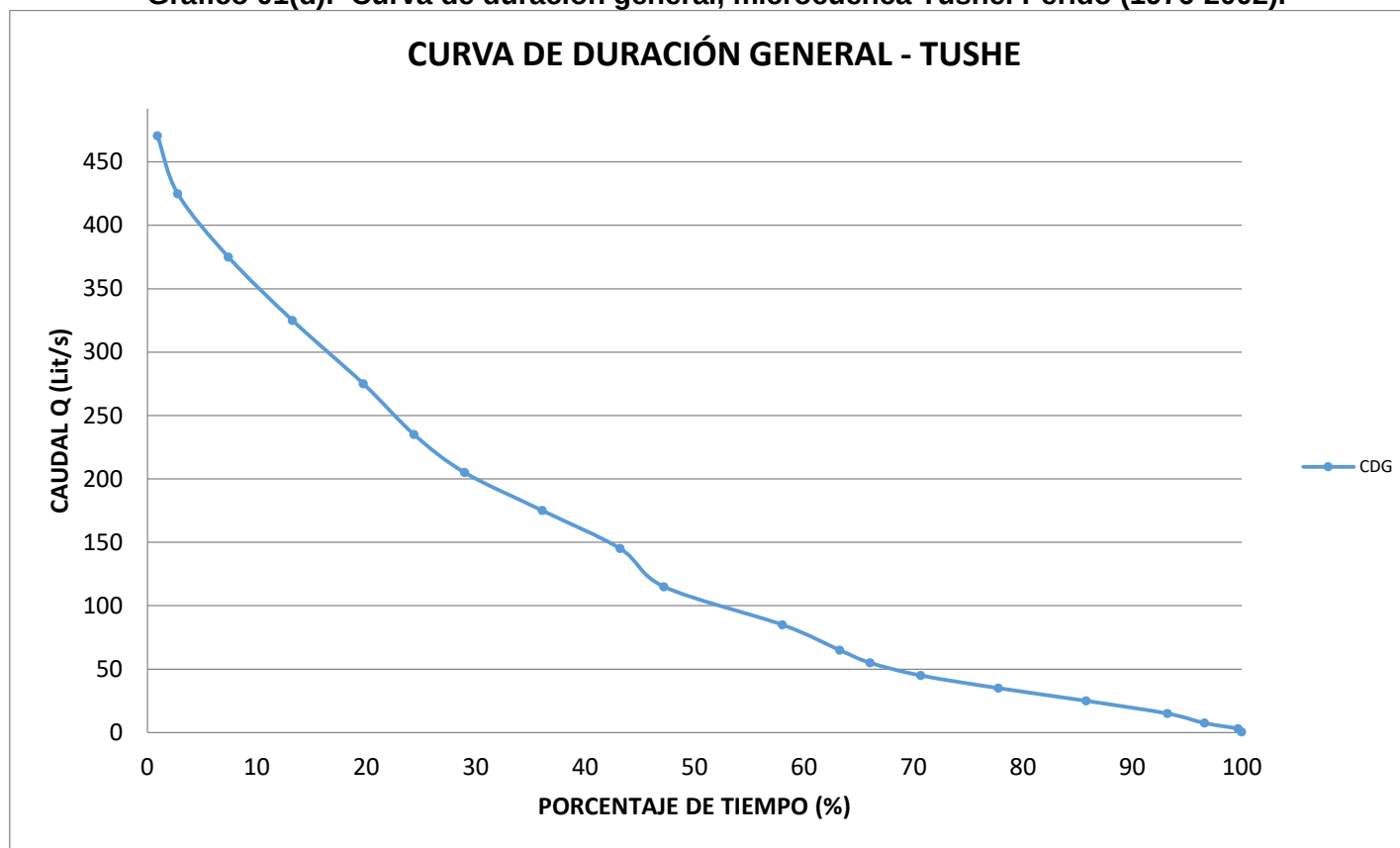


Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 11.2 lit/s; caudal igualado o superado el 90% del tiempo; así mismo se tiene un caudal de 6.0 lit/s al 95% del tiempo.

Q90%= 11.2 l/s

Q95%= 6.0 l/s

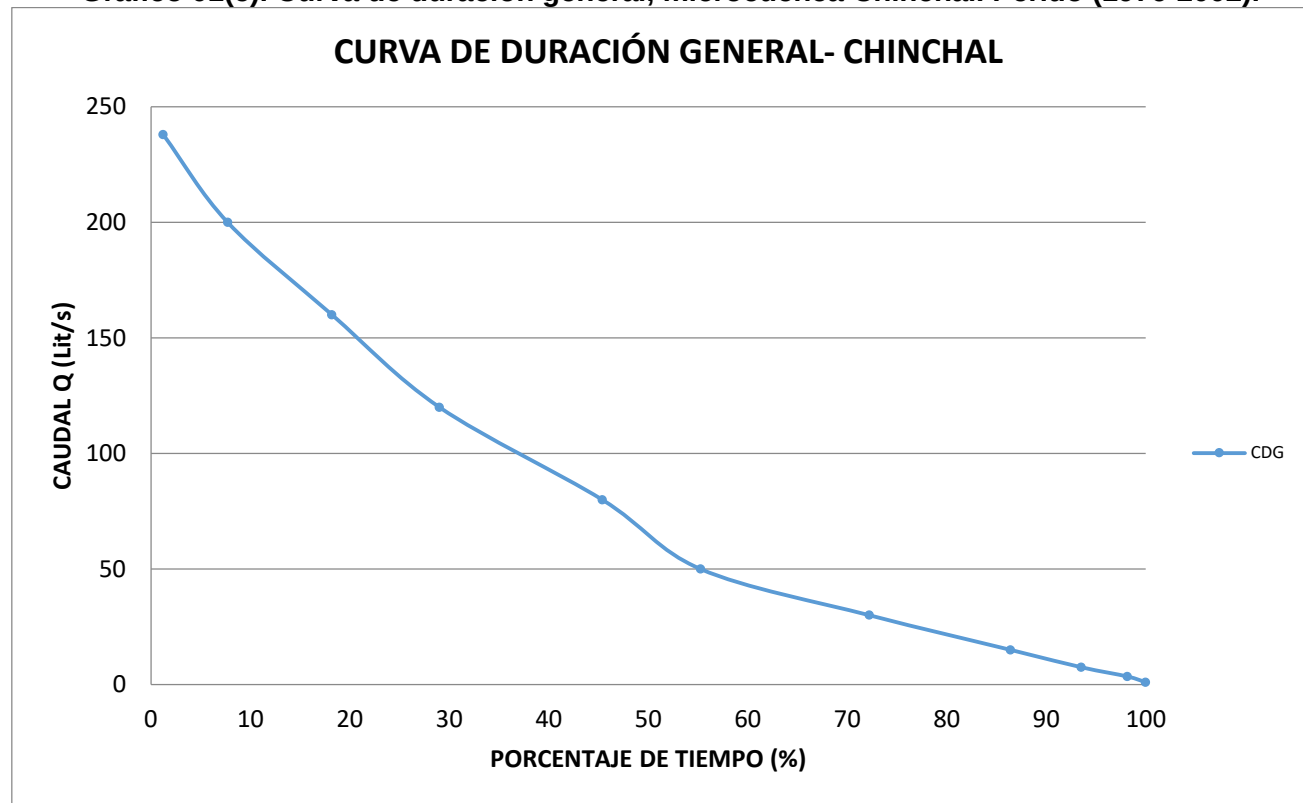
Gráfico 01(d). Curva de duración general, microcuenca Tushe. Período (1976-2002).



Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 19.3 lit/s; caudal igualado o superado el 90% del tiempo; así mismo se tiene un caudal de 11.0 lit/s al 95% del tiempo.

Q90%= 19.3 l/s
Q95%= 11.0 l/s

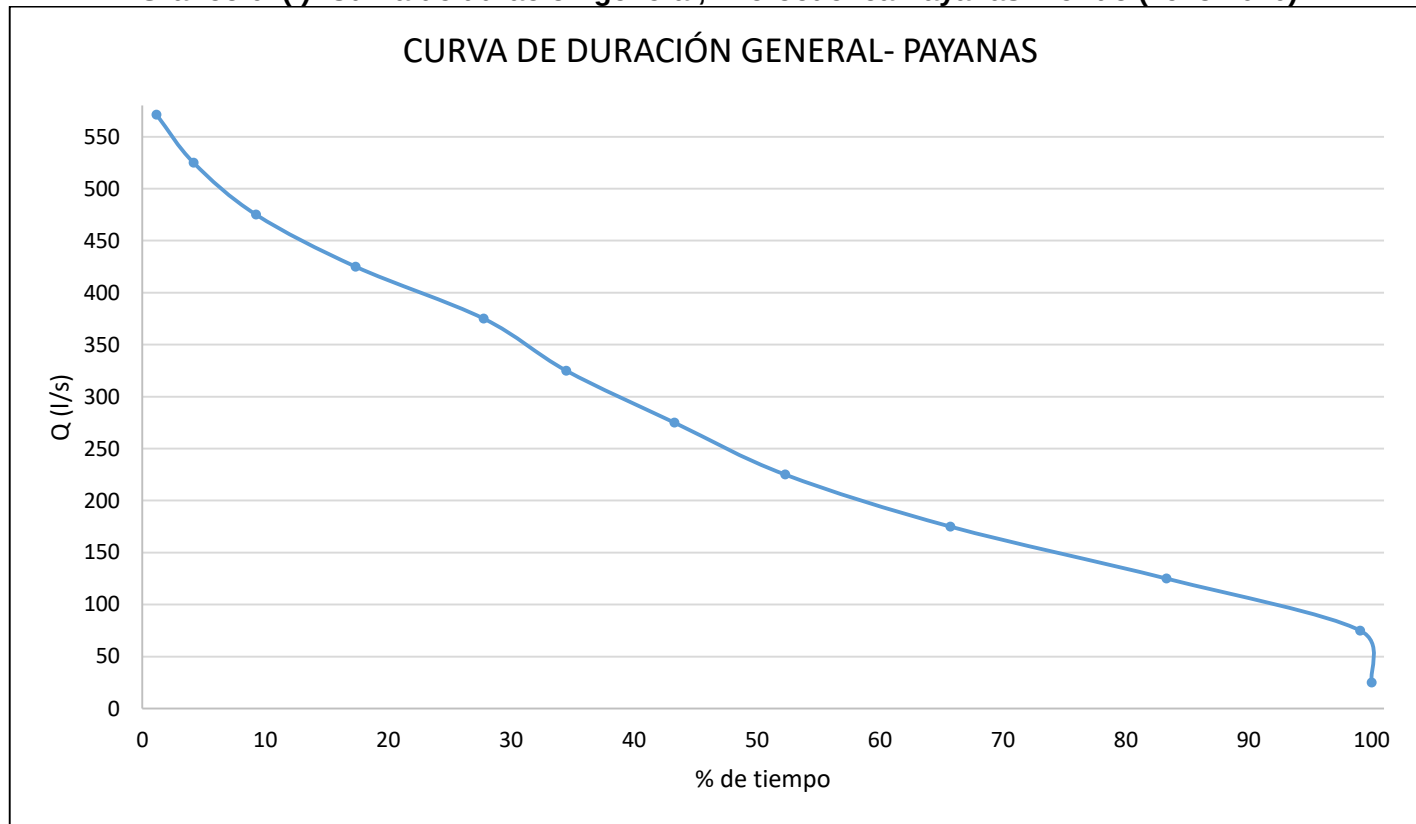
Gráfico 01(e). Curva de duración general, microcuenca Chinchal. Perido (1976-2002).



Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 6.2 lit/s; caudal igualado o superado el 95% del tiempo.

Q95%= 6.2 l/s

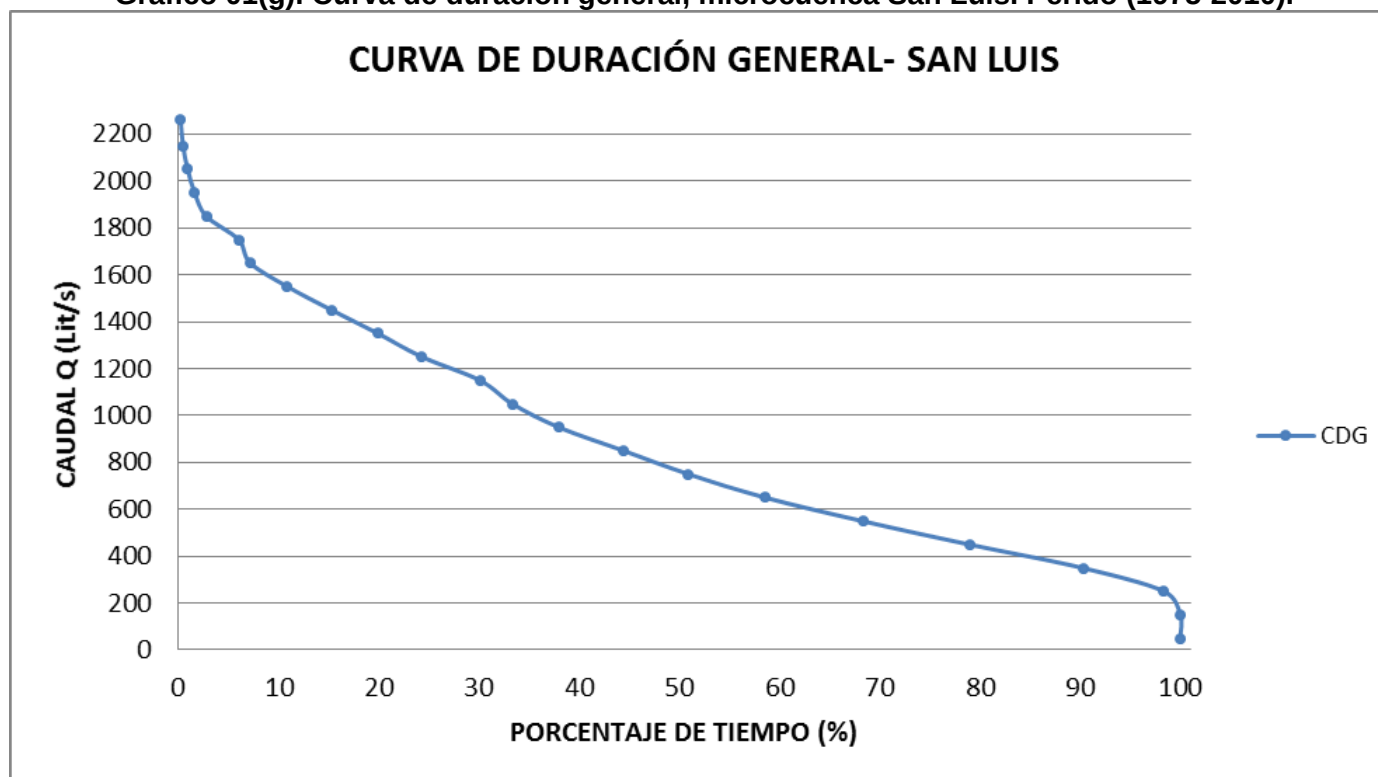
Gráfico 01(f). Curva de duración general, microcuenca Payanas. Período (1975-2010).



Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 103.8 lit/s; caudal igualado o superado el 90% del tiempo, o el caudal que ha sido igualado o superado por 346 días; así mismo se tiene un caudal de 87.9 lit/s al 95% del tiempo.

Q90%= 103.8 l/s
Q95%= 87.9 l/s

Gráfico 01(g). Curva de duración general, microcuenca San Luis. Perido (1975-2010).

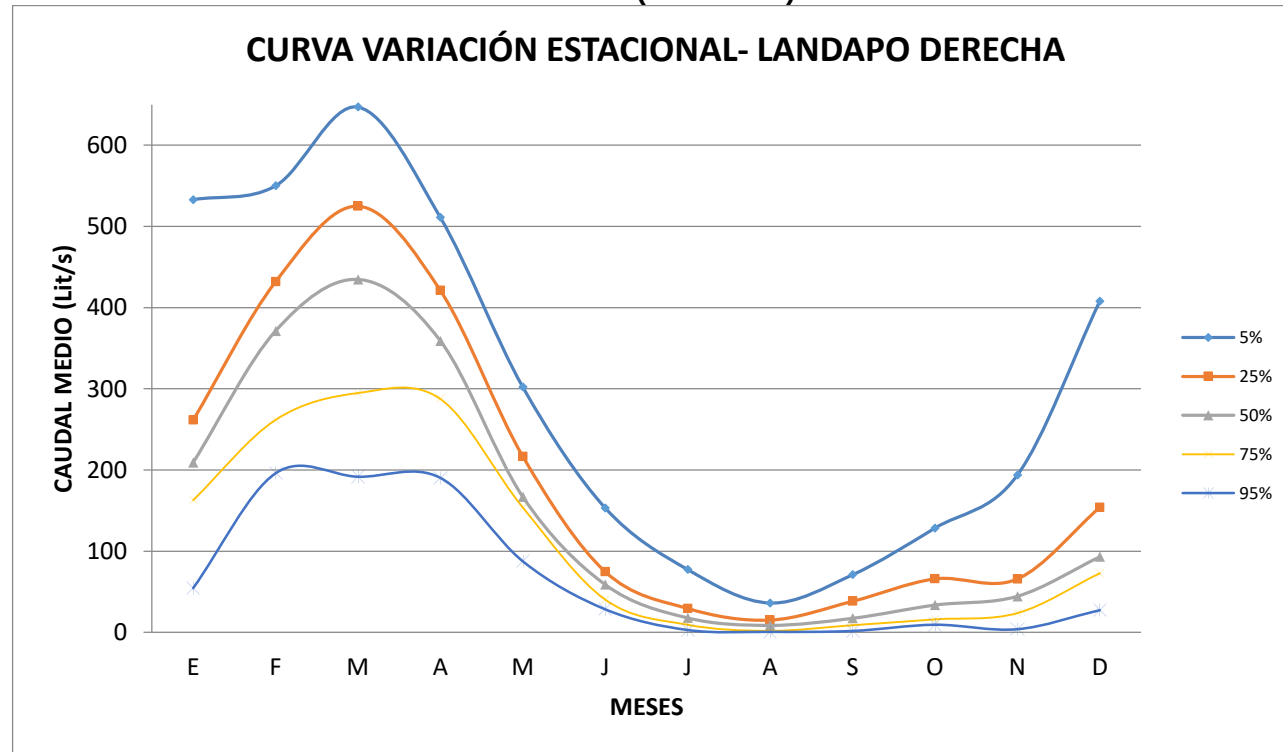


Se obtiene de la curva de duración general de caudales un caudal de 352.4 lit/s; caudal igualado o superado el 90% del tiempo, o el caudal que ha sido igualado o superado por 346 días; así mismo se tiene un caudal de 291.7 lit/s al 95% del tiempo.

Q90%= 352.4 l/s

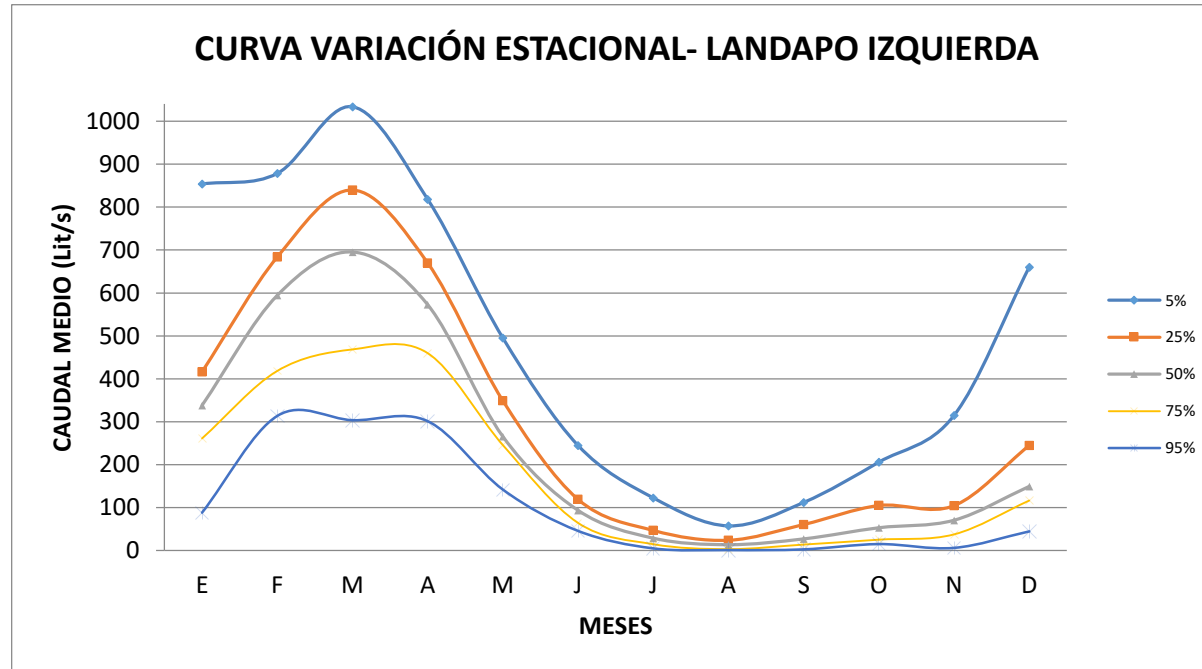
Q95%= 291.7 l/s

Gráfico 02(a). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Landapo Derecha. Periodo (1976-2002)



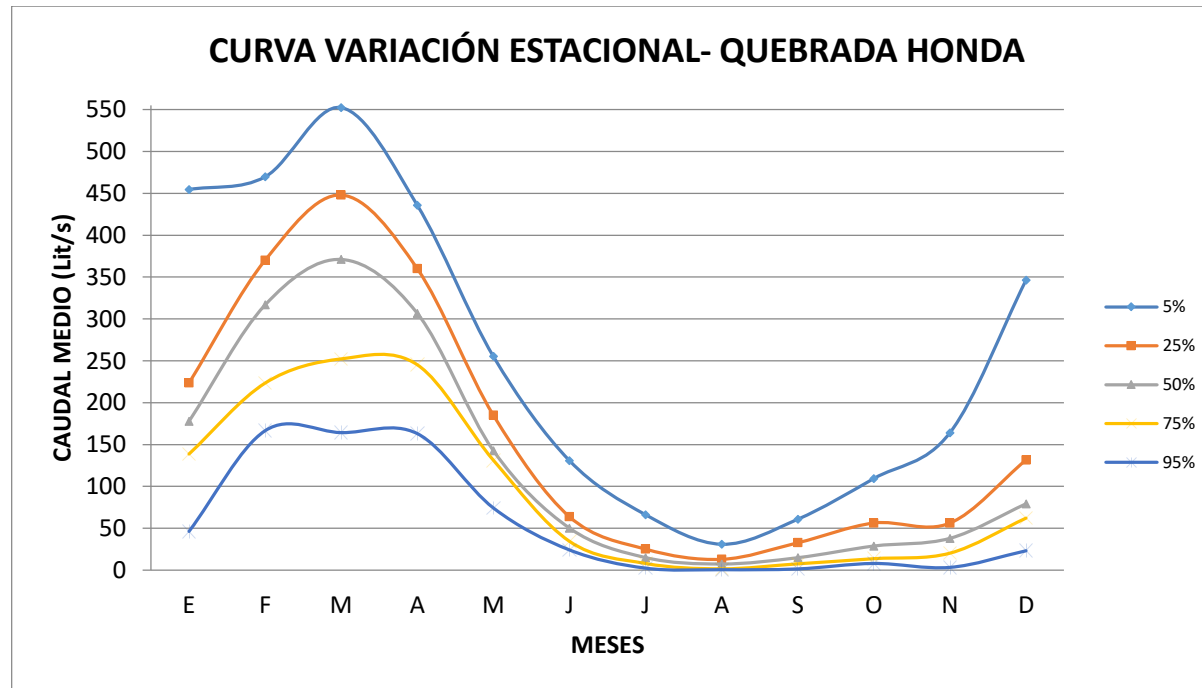
Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
5%	532.9	550.0	646.9	510.9	302.1	153.2	77.4	36.2	70.9	128.4	193.6	407.9	3610.4
25%	261.4	431.8	524.9	421.0	216.7	74.7	29.4	15.1	38.2	65.9	65.8	153.9	2298.8
50%	209.2	371.2	434.7	359.0	166.9	58.8	17.8	8.6	17.3	33.6	44.5	93.0	1814.7
75%	162.8	261.7	294.8	287.4	153.8	40.3	9.4	1.9	8.8	16.0	23.7	72.8	1333.6
95%	54.5	195.9	191.7	190.3	87.5	28.4	2.9	0.7	1.7	9.4	3.9	27.4	794.5

Gráfico 02(b). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Landapo Izquierda. Periodo (1976-2002)



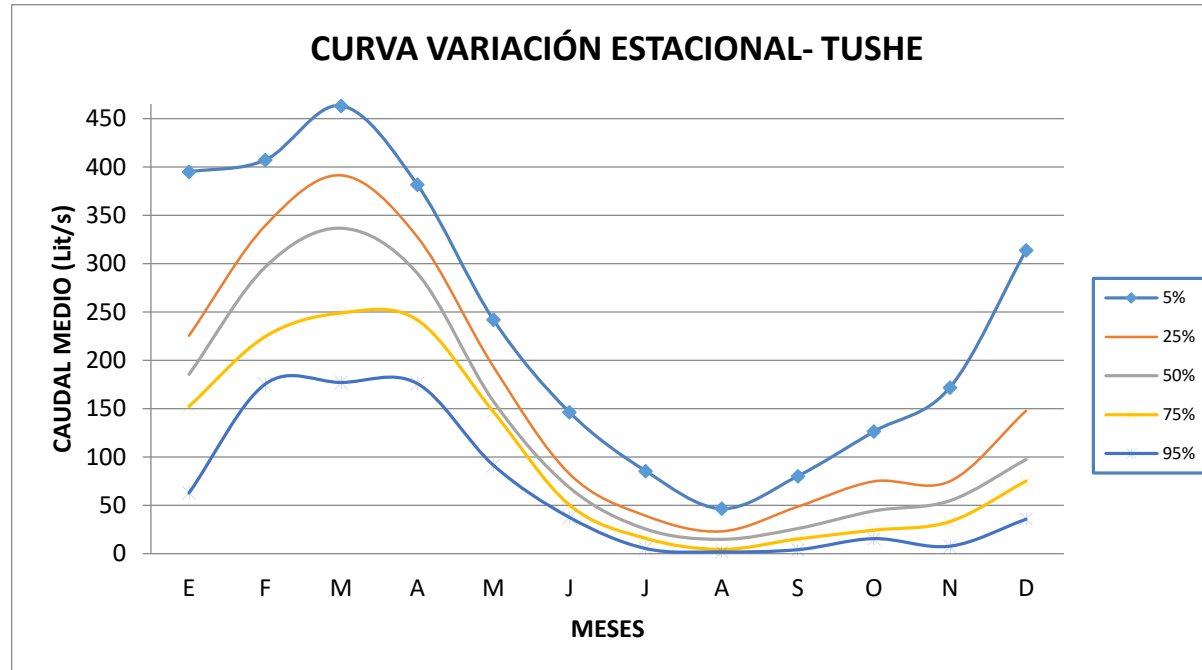
Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annual
5%	853.8	878.3	1033.7	818.1	495.1	244.8	122.8	57.5	112.1	206.0	314.8	660.4	5797.4
25%	416.4	683.6	839.7	669.9	348.9	119.2	46.9	24.0	60.7	105.0	104.6	244.9	3663.9
50%	338.3	594.4	695.4	572.7	265.5	93.7	28.9	13.7	27.2	53.2	70.7	149.5	2903.1
75%	261.3	418.4	468.5	459.8	245.7	64.4	14.8	3.4	13.9	25.4	37.7	116.5	2129.9
95%	88.4	313.6	303.6	301.4	142.0	45.8	5.1	1.1	2.8	15.1	6.3	44.6	1269.9

Gráfico 02(c). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Quebrada Honda.
Periodo (1976-2002)



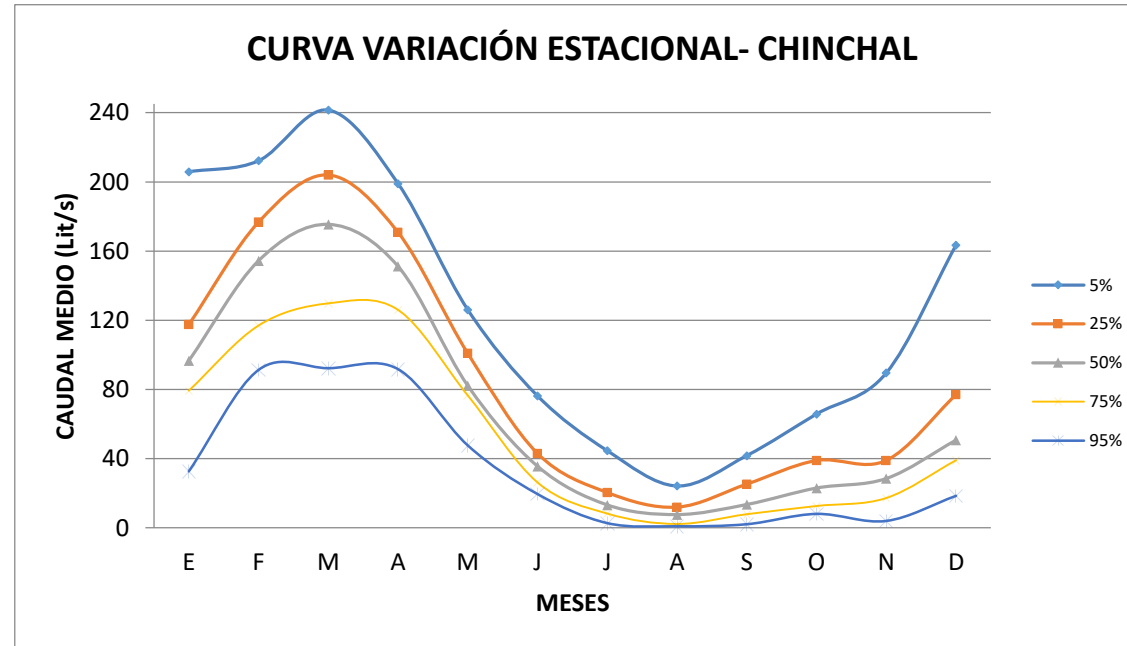
Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
5%	454.5	469.7	552.3	435.8	255.2	130.8	66.2	31.0	60.8	109.5	164.1	346.4	3076.3
25%	223.5	370.0	447.9	360.0	185.0	63.8	25.1	13.0	32.7	56.3	56.2	131.6	1965.4
50%	177.7	316.7	371.0	306.7	142.7	50.3	15.1	7.4	14.9	28.9	38.0	79.2	1548.7
75%	138.7	223.4	252.3	245.3	131.3	34.5	8.0	1.6	7.6	13.7	20.3	62.2	1138.8
95%	46.3	166.5	164.2	163.1	74.3	24.2	2.4	0.6	1.5	8.0	3.3	23.2	677.6

Gráfico 02(d). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Tushe.
Periodo (1976-2002)



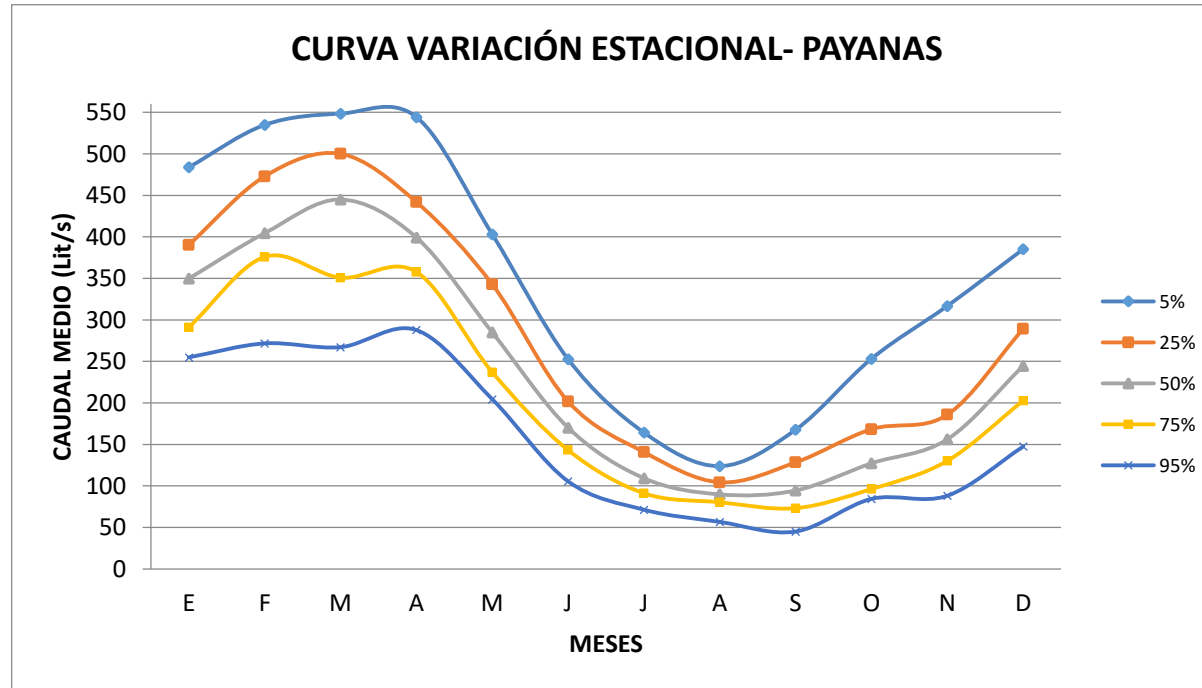
Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annual
5%	394,9	407,1	463,2	381,7	241,9	146,3	85,5	46,5	80,2	126,3	171,9	313,6	2859,1
25%	225,4	339,1	391,3	327,7	193,4	82,5	39,2	23,0	48,6	74,8	74,9	147,7	1967,5
50%	185,4	296,3	336,5	289,9	157,6	68,3	25,5	14,8	26,0	44,2	54,8	97,4	1596,6
75%	152,2	224,4	248,9	241,7	146,8	50,3	15,9	4,4	15,2	24,3	33,1	75,0	1232,2
95%	62,7	175,2	177,0	175,9	91,4	37,5	5,3	1,8	4,1	15,5	7,7	35,6	789,9

Gráfico 02(e). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Chinchal.
Periodo (1976-2002)



Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
5%	205,9	212,2	241,5	199,0	126,1	76,3	44,6	24,2	41,8	65,8	89,6	163,5	1490,5
25%	117,5	176,8	204,0	170,8	100,8	43,0	20,4	12,0	25,3	39,0	39,0	77,0	1025,7
50%	96,6	154,5	175,4	151,2	82,2	35,6	13,3	7,7	13,5	23,1	28,6	50,8	832,4
75%	79,3	117,0	129,8	126,0	76,5	26,2	8,3	2,3	7,9	12,7	17,3	39,1	642,4
95%	32,7	91,3	92,3	91,7	47,6	19,5	2,8	1,0	2,1	8,1	4,0	18,5	411,8

Gráfico 02(f). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%. Microcuenca Payanas.
Periodo (1975-2010)

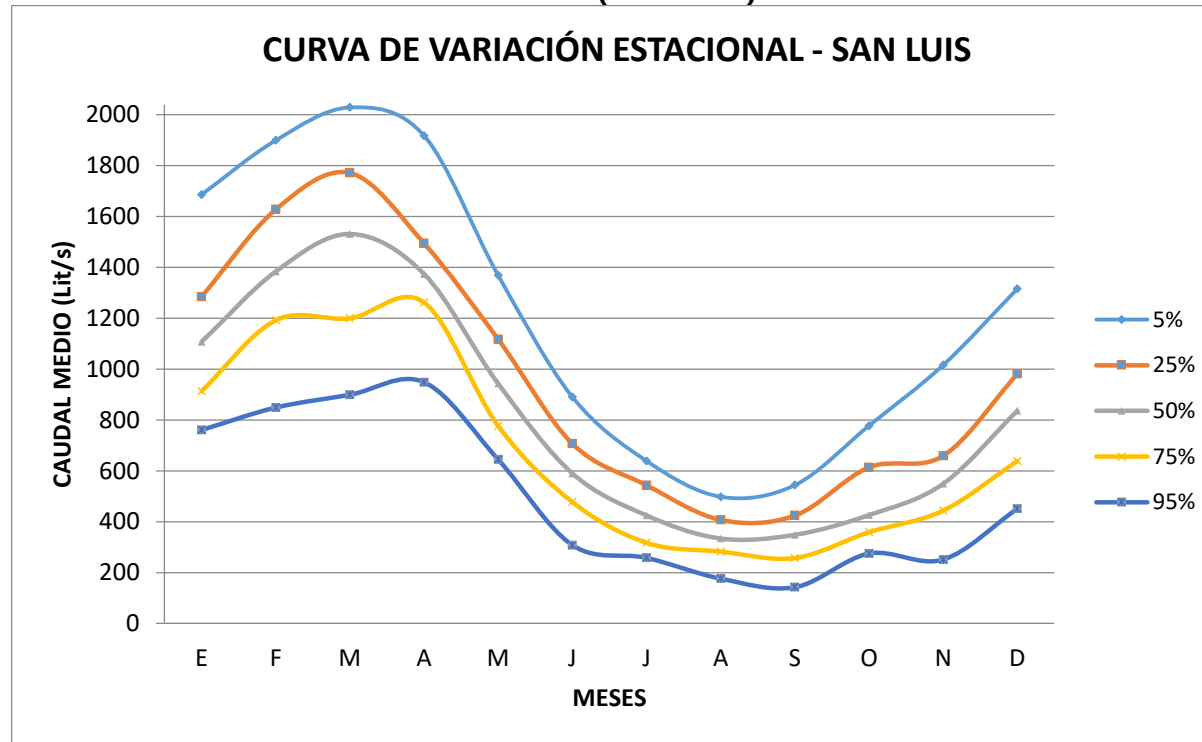


Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annual
5%	483,9	534,9	548,4	544,3	403,0	252,7	164,3	123,9	167,7	253,2	316,8	385,1	4178,3
25%	390,4	472,9	500,1	441,9	342,8	201,7	140,8	104,4	128,4	168,4	185,9	289,1	3366,8
50%	349,8	404,5	445,0	399,2	284,9	170,2	109,3	89,8	94,5	127,3	156,2	244,5	2875,3
75%	291,2	375,9	350,8	357,8	237,0	143,2	91,2	80,4	73,2	96,3	130,2	202,7	2430,0
95%	254,9	271,7	267,2	287,8	204,5	105,6	71,4	56,7	45,1	84,4	88,2	147,4	1884,9

Gráfico 02(g). Curva de variación estacional de caudales con probabilidad de ocurrencia del 5%, 25%,50%,75% y 95%.

Microcuenca San Luis.

Periodo (1975-2010)



Prob.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
5%	1686.3	1899.5	2028.9	1917.9	1368.5	890.6	638.9	498.1	544.0	777.5	1015.8	1315.4	14581.5
25%	1284.6	1627.6	1771.4	1494.6	1117.3	707.0	543.6	407.0	424.1	613.8	659.2	980.9	11631.1
50%	1107.2	1383.7	1531.4	1374.2	942.9	590.2	424.7	333.9	348.5	426.0	549.2	836.4	9848.2
75%	913.6	1192.1	1199.7	1262.0	776.5	477.5	317.3	282.6	257.2	358.6	443.8	638.6	8119.5
95%	760.6	848.8	898.9	948.6	644.4	308.1	257.9	176.2	142.2	274.9	251.3	451.3	5963.2

ANEXO 07. CÁLCULO DE CRECIDAS

Métodos utilizados para el cálculo de la crecida máxima en los sitios de captación:

Método Racional, estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente C (coeficiente de escorrentía) estimado sobre la base de las características hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca. Muy útil para cuencas pequeñas en el orden $A < 5 \text{ Km}^2$ (Viessman y Hammer, 1993), donde no existe suficiente información de caudales.

La validez de este método depende de la fiabilidad de los valores del coeficiente de escorrentía (C) y del tiempo de concentración empleados en el cálculo.

Se debe tener en cuenta que el Método Racional supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es pequeña. La expresión utilizada por el Método Racional es:

$$Q = 0.278C * I * A$$

Donde:

Q = Caudal de crecida (m³/s)
 C = Coeficiente de escorrentía
 I = Intensidad de la lluvia
 A = Área de la cuenca (Km²)

Hidrograma Unitario sintético de Snyder, el hidrograma unitario permite evaluar una crecida en función de la precipitación conocidas las características del hidrograma de crecida. Cuando no se dispongan de datos sobre hidrogramas unitarios producidos por precipitaciones uniformes ni para la cuenca considerada ni para las vecinas; entonces, nos valemos de la teoría desarrollada por Snyder (1938), para construir lo que se llama el Hidrograma Unitario Sintético. Para su desarrollo Snyder (1938) propone las siguientes ecuaciones:

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

$$Qp = \frac{7 * Cp * A}{tp}, \text{ para una } Pe = 1 \text{ pulg.}$$

Ct es el coeficiente de retardo de Snyder (1938), varía entre 1,35 y 1,65 para las áreas de montaña, con inclinación a tomar valores más bajos cuando se trata de cuencas con pendientes altas, depende también de la cobertura de la cuenca; Cp 0.56 para llanura y 0.69 para montaña.

Cuando se trata de analizar una lluvia de una duración TR distinta de la unitaria (tr) definida por Snyder, el tiempo de retardo resulta modificado y se expresa recalculado en función de la nueva duración:

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

de modo que el caudal pico se recalcula haciendo:

$$Qp = \frac{7 * Cp * A}{tpr}$$

Donde,

tp= Tiempo desde el comienzo del hidrograma hasta su valor pico, en horas.

tpr= Tiempo de retardo modificado, en horas.

Ct= Coeficiente que depende de las características de la cuenca.

L= Longitud del cauce principal, en Km.

Lc= Distancia desde el centro de gravedad de la cuenca hasta el sitio de captación, Km.

tr= Duración normal de la lluvia en horas.

Qp= Caudal pico, m3/s.pulg.

I= intensidad de lluvia mm/hr

Cp= Coeficiente que depende del área de la cuenca y de las características del hidrograma.

T= Tiempo base del hidrograma.

A= Área total de la cuenca, en Km2.

El caudal pico máximo será:

$$Qp \text{ max} = Qp * I * tr$$

Cuadro 11(a) Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Derecha. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.

LANDAPO DERECHA

t duración lluvia= 0,167 hr
 L = 1,096 Km
 Lc = 0,707 Km
 Ct = 1,350 Pendiente fuerte, con un valor de %
 Cp= 0,690 asumido para montañas
 A= 0,368 Km²

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

tp= 1,250 hr

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

tr= 0,227 hr

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

T= 3,156 días

no aplicable en cuencas muy pequeñas

Tiempo de retardo modificado (tpr):

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

tR= 0,167 hr

tpr= 1,235 hr

Qp= 1,439 m³/s*pulg → para una lluvia he= 1 pulg.

Qp= 0,057 m³/s*mm

Caudal maximo pico Qpmx :

Qp= 0,057 m³/s*mm

I= 139,5 mm/hr

tr= 0,167 hr

$$Qpmx = Qp * I * tr$$

Qpmx= 1,32 m³/s

Cuadro 11(b). Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Izquierda. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.

LANDAPO IZQUIERDA

t duración lluvia= 0,167 hr
 L = 0,683 Km
 Lc = 0,594 Km
 Ct = 1,350 Pendiente fuerte, con un valor de %
 Cp = 0,690 asumido para montañas
 A = 0,807 Km²

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

tp = 1,030 hr

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

tr = 0,187 hr

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

T = 3,129 días

no aplicable en cuencas muy pequeñas

Tiempo de retardo modificado (tpr):

tR = 0,167 hr

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

tpr = 1,025 hr

$$Qp = \frac{7 * Cp * A}{tpr}$$

Qp = 3,803 m³/s*pulg → para una lluvia he = 1 pulg.

Qp = 0,150 m³/s*mm

Caudal maximo pico Qpmx :

Qp = 0,150 m³/s*mm

I = 139,50 mm/hr

tr = 0,167 hr

$$Qpmx = Qp * I * tr$$

Qpmx = 3,48 m³/s

Cuadro 11(c). Estudio de crecidas, microcuenca Quebrada Honda. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.

QUEBRADA HONDA

t duración lluvia= 0,167 hr
L= 0,934 Km
Lc= 0,583 Km
Ct= 1,350 Pendiente fuerte, con un valor de %
Cp= 0,690 asumido para montañas
A= 0,284 Km²

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

tp= 1,125 hr

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

tr= 0,205 hr

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

T= 3,141 días

no aplicable en cuencas muy pequeñas

Tiempo de retardo modificado (tpr):

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

tR= 0,167 hr

tpr= 1,116 hr

Qp= 1,228 m³/s*pulg → para una lluvia he= 1 pulg.

Qp= 0,048 m³/s*mm

Caudal maximo pico Qpmx :

Qp= 0,048 m³/s*mm

I= 139,50 mm/hr

tr= 0,167 hr

$$Qpmx = Qp * I * tr$$

Qpmx= 1,12 m³/s

Cuadro 11(d). Estudio de crecidas, microcuenca Tushe. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. $T_r = 50$ años.

TUSHE	
t duración lluvia=	0,163 hr
L =	1,741 Km
Lc =	0,752 Km
Ct =	1,650 Pendiente suave e, con un valor de %
Cp =	0,690 asumido para montañas
A =	1,155 Km ²
$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$	tp= 1,789 hr
$tr = \frac{tp}{5.5}$	tr= 0,325 hr
$T = 3 + \frac{tp}{8}$	T= 3,224 días no aplicable en cuencas muy pequeñas
Tiempo de retardo modificado (tpr):	
$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$	tR= 0,163 hr tpr= 1,749 hr
	Qp= 3,189 m ³ /s*pulg → para una lluvia he= 1 pulg.
	Qp= 0,126 m ³ /s*mm
Caudal maximo pico Qpmx :	
	Qp= 0,126 m ³ /s*mm
	I= 139,50 mm/hr
	tr= 0,163 hr
$Qpmx = Qp * I * tr$	Qpmx= 2,86 m ³ /s

Cuadro 11(e) Estudio de crecidas, microcuenca Chinchal. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.

CHINCHAL 1

t duración lluvia= 0,167 hr

L= 0,909 Km

Lc= 0,533 Km

Ct= 1,350 Pendiente fuerte, con un valor de %

Cp= 0,690 asumido para montañas

A= 0,390 Km²

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

tp= 1,086 hr

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

tr= 0,197 hr

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

T= 3,136 días

no aplicable en cuencas muy pequeñas

Tiempo de retardo modificado (tpr):

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

tR= 0,167 hr

tpr= 1,078 hr

$$Qp = \frac{7 * Cp * A}{tpr}$$

Qp= 1,747 m³/s*pulg → para una lluvia he= 1 pulg.

Qp= 0,069 m³/s*mm

Caudal maximo pico Qpmx :

Qp= 0,069 m³/s*mm

I= 139,50 mm/hr

tr= 0,167 hr

$$Qpmx = Qp * I * tr$$

Qpmx= 1,60 m³/s

Cuadro 11(f). Estudio de crecidas, microcuenca Payanas. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.

PAYANAS

t duración lluvia= 0,258 hr
L = 3,440 Km
Lc = 1,667 Km
Ct = 1,350 Pendiente fuerte con un valor de %
Cp= 0,690 asumido para montañas
A= 6,740 Km²

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

tp= 2,280 hr

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

tr= 0,414 hr

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

T= 3,285 días

no aplicable en cuencas muy pequeñas

Tiempo de retardo modificado (tpr):

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

tR= 0,258 hr

tpr= 2,241 hr

Qp= 14,530 m³/s*pulg → para una lluvia he= 1 pulg.

Qp= 0,572 m³/s*mm

Caudal maximo pico Qpmx :

Qp= 0,572 m³/s*mm

I= 105,26 mm/hr

tr= 0,258 hr

$$Qpmx = Qp * I * tr$$

Qpmx= 15,52 m³/s

Cuadro 11(g). Estudio de crecidas, microcuenca San Luis. Método del Hidrograma Unitario de Snyder. Tr= 50 años.

SAN LUIS

t duración lluvia= 0,470 hr
L= 5,890 Km
Lc= 2,779 Km
Ct= 1,650 Pendiente suave e, con un valor de %
Cp= 0,690 asumido para montañas
A= 17,670 Km²

$$tp = Ct(L * Lc)^{0.3}$$

tp= 3,817 hr

$$tr = \frac{tp}{5.5}$$

tr= 0,694 hr

$$T = 3 + \frac{tp}{8}$$

T= 3,477 días

no aplicable en cuencas muy pequeñas

Tiempo de retardo modificado (tpr):

$$tpr = tp + \frac{tR - tr}{4}$$

tR= 0,470 hr

tpr= 3,761 hr

Qp= 22,694 m³/s*pulg → para una lluvia he= 1 pulg.

Qp= 0,893 m³/s*mm

Caudal maximo pico Qpmx :

Qp= 0,893 m³/s*mm

I= 54,550 mm/hr

tr= 0,470 hr

$$Qpmx = Qp * I * tr$$

Qpmx= 22,91 m³/s

Cuadro 12(a). Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Derecha. Método Racional. Tr= 50 años.

LANDAPO DERECHA

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

se adopta una duración de lluvia 10 min
para cuencas muy pequeñas

Pendiente 56,43 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

$$Qp = 0,95 \text{ m}^3/s$$

DATOS:	
$C=$	0,4
$I=$	139,5 mm/hr
$A=$	0,3681 Km2

Cuadro 12(b). Estudio de crecidas, microcuenca Landapo Izquierda. Método Racional. Tr= 50 años.

LANDAPO IZQUIERDA

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

se adopta una duración de lluvia 10 min
para cuencas muy pequeñas

Pendiente 79,93 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

$$Qp = 2,35 \text{ m}^3/s$$

DATOS:	
$C=$	0,45
$I=$	139,5 mm/hr
$A=$	0,8069 Km2

Cuadro 12(c). Estudio de crecidas, microcuenca Quebrada Honda. Método Racional. Tr= 50 años.

QUEBRADA HONDA

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

se adopta una duración de lluvia 10 min
para cuencas muy pequeñas

Pendiente 60,73 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

$$Qp = 0,82 \text{ m}^3/s$$

DATOS:	
$C=$	0,45
$I=$	139,5 mm/hr
$A=$	0,2835 Km2

Cuadro 12(d). Estudio de crecidas, microcuenca Tushe. Método Racional. Tr= 50 años.

TUSHE

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

se adopta una duración de lluvia 10 min
para cuencas muy pequeñas

Pendiente 29,44 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

DATOS:	
C=	0,4
I=	139,5 mm/hr
A=	1,15 Km2

$$Qp = 2,98 m^3/s$$

Cuadro 12(e). Estudio de crecidas, microcuenca Chinchal. Método Racional. Tr= 50 años.

CHINCHAL 1

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

se adopta una duración de lluvia 10 min
para cuencas muy pequeñas

Pendiente 46,61 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

DATOS:	
C=	0,4
I=	139,5 mm/hr
A=	0,39 Km2

$$Qp = 1,01 m^3/s$$

Cuadro 12(f). Estudio de crecidas, microcuenca Payanas. Método Racional. Tr= 50 años.

PAYANAS

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

Pendiente 50,08 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

DATOS:	
C=	0,4
I=	105,26 mm/hr
A=	6,74 Km2

$$Qp = 20,33 m^3/s$$

Cuadro 12(g). Estudio de crecidas, microcuenca San Luis. Método Racional. Tr= 50 años.

SAN LUIS

$$Qp = 0.278CIA$$

Donde:

Qp : caudal maximo (pico), en m^3/s .

C : coeficiente de escorrentia de la cuenca.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/hr.

A : área de la cuenca, en Km^2 .

$$Qp = 50,39 \text{ m}^3/s$$

Pendiente 22,54 %
Cobertura Bosques y vegetacion densa
Suelo Semipermeable

DATOS:	
C=	0,4
I=	54,55 mm/hr
A=	17,67 Km2