

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



“GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN LA
CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ MEDIANTE UN MODELO
PARAMÉTRICO”

TESIS

PRESENTADO POR:

ALFREDO QUISPE MARRÓN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO - PERU

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

*“GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN LA CUENCA DEL RÍO
HUANCANÉ MEDIANTE UN MODELO PARAMÉTRICO”*

TESIS

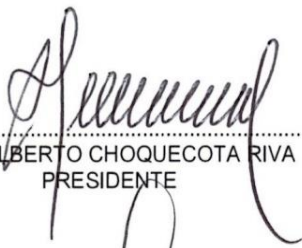
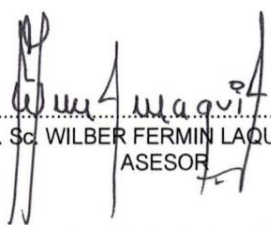
PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALFREDO QUISPE MARRÓN

A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
AGRÍCOLA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR:


M.Sc. ALBERTO CHOQUECOTA RIVA
PRESIDENTE
M.Sc. ALBERTO I. PILARES HUALLPA
1^{er} MIEMBRO
Ing. ROBERTO ALFARO ALEJO
2^{do} MIEMBRO
Dr. EDUARDO FLORES CONDORI
DIRECTOR DE TESIS
M. Sc. WILBER FERMIN LAQUI VILCA
ASESOR

PUNO – PERÚ

2,014

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Estudios hidrológicos

LÍNEA: Recursos Hídricos

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mi madre Casimira.

Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don, de la responsabilidad.

*¡Gracias por darme la vida!
¡Te quiero mucho!*

A mi padre Gabino.

A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.

A mis Hermanos:

Viky y Paul, por su ejemplo de lucha y honestidad, también Anita y Sandro, por su inteligencia y generosidad, a ellos de quienes aprendí aciertos y de momentos difíciles; gracias a la confianza y amistad que siempre me han brindado.

A mis Sobrinas:

Tatiana, Mitzy y Leydi, por ser mi motivación para ser cada día mejor.

A Sofía Irene:

A quien quiero agradecer de todo corazón por su amor, cariño y apoyo en todo momento y también su paciente espera para la culminación de este proyecto.

ALFREDO QUISPE MARRÓN

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Facultad de Ingeniería Agrícola, Carrera Profesional de Ingeniería Agrícola por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.
- Mis sinceros agradecimientos a cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme brindado directamente sus experiencias y conocimientos durante mis estudios.
- Al Ing. M.Sc. WilberFermin Laqui Vilca, asesor de la presente tesis, a quien expreso mi más sincero agradecimiento por su preocupación y permanente apoyo que me brindo para la realización de esta tesis que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.
- A los miembros del jurado: M.Sc. Alberto Choquecota Riva, M.Sc. Isidro Alberto Pilares Huallpa, y M.Sc. Roberto Alfaro Alejo, por sus comentarios y sugerencias y por toda la ayuda que me brindaron.
- A mi amigo Abner Guido, quien gracias a él he aprendido todo relacionado en cuanto al tema de hidrología además de su enorme experiencia y calidad humana.
- A mis amigos de toda la vida del ConstruConsultASS quienes me brindaron siempre su amistad, apoyo y motivaron en la culminación del presente investigación. Gracias por todo amigos míos, los quiero mucho.

GRACIAS

TOTALESS...

“GENERACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN LA CUENCA DEL RÍO
HUANCANÉ MEDIANTE UN MODELO PARAMÉTRICO”

INDICE GENERAL

LISTA DE CUADROS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION.....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. ANTECEDENTES.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. MODELOS HIDROLOGICOS.....	6
2.2. CLASIFICACION DE MODELOS HIDROLOGICOS.....	6
2.2.1. <i>MODELOS FÍSICOS</i>	6
2.2.2. <i>MODELOS ABSTRACTOS</i>	7
2.3. SELECCIÓN DE MODELOS	9
2.3.1. <i>USO DE LOS MODELOS ESTOCÁSTICO – EMPÍRICOS</i>	9
2.3.2. <i>MODELO DE RESERVIOS EN SERIE</i>	10
2.3.3. <i>PROGRAMAS DE CÓMPUTO PARA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE PRECIPITACIÓN – ESCORRENTÍA</i>	11
2.4. PRECIPITACIÓN	12
2.5. ESCURRIMIENTO	12
2.5.1. <i>FACTORES QUE AFECTAN EL ESCURRIMIENTO</i>	14
2.6. INFILTRACION.....	16
2.7. EVAPOTRANSPIRACIÓN	16
2.8. RELACIONES PRECIPITACION – ESCORRENTIA	17
2.9. MODELO HIDROLOGICO CONCEPTUAL.....	19
2.9.1. <i>MODELO SEAMOD</i>	19
2.9.2. <i>ESTRUCTURA DEL MODELO SEAMOD</i>	19
2.9.3. <i>BALANCE DE AGUA EN LAS RESERVAS DE LA CUENCA</i>	21
2.9.4. <i>RELACIÓN ENTRE LAS ENTRADAS, SALIDAS Y ALMACENAMIENTO</i>	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1. MATERIALES	28
3.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	28
3.2.1. <i>IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN</i>	28
3.2.1.1. <i>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</i>	30
3.2.2. <i>CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA</i>	32
3.2.3. <i>RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE SUELOS</i>	32
3.3. MÉTODOS	35
3.3.1. <i>ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA CARTOGRAFÍA EXISTENTE</i>	39
3.3.2. <i>RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA</i>	39

3.3.2.1.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	39
3.3.3.	COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA	50
3.3.4.	DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	51
3.3.5.	ANÁLISIS DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES.....	54
3.3.6.	MODELO HIDROLÓGICO SEAMOD	54
3.3.6.1.	ESTRUCTURA GENERAL DEL PROGRAMA SEAMOD	54
3.3.6.2.	CALIBRACIÓN DEL MODELO SEAMOD	56
3.3.6.2.1.	SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO	57
3.3.6.2.2.	ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS	58
3.3.6.3.	SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO	60
3.3.7.	PRUEBA DE BONDAD DEL MODELO.....	60
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1.	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA	61
4.1.1.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	61
4.1.1.1	ANÁLISIS VISUAL DE HIDROGRAMAS	61
4.1.1.2	ANÁLISIS DE DOBLE MASA	64
4.1.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS.....	65
4.1.1.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS	67
4.2.	COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.....	69
4.3.	DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	69
4.4.	ANÁLISIS DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES	70
4.5.	APLICACIÓN DEL MODELO SEAMOD A LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ.....	72
4.5.1.	ÁREA DE LA CUENCA	72
4.5.2.	PRECIPITACIONES	72
4.5.3.	DESCARGAS	73
4.5.4.	MESES HÚMEDOS Y SECOS.....	73
4.5.5.	EVAPORACIÓN	73
4.5.6.	CONDICIONES DE HUMEDAD DE LOS SUELOS.....	73
4.5.7.	CONDICIONES INICIALES.....	74
4.6.	PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO DEL MODELO SEAMOD	77
4.7.	CALIBRACIÓN DEL MODELO SEAMOD	82
4.8.	PROCESO DE SIMULACION Y VALIDACION DEL MODELO SEAMOD	83
4.9.	PRUEBA DE BONDAD DEL MODELO.....	93
4.10.	COMPARACION DEL MODELO	95
4.11.	APLICACIÓN DEL MODELO SEAMOD EN LA SUB CUENCA MUÑANI	99
4.11.1.	ÁREA DE LA SUB CUENCA MUÑANI	99
4.11.2.	PRECIPITACIONES E LA SUB CUENCA MUÑANI.....	100
4.11.3.	DESCARGAS	101
4.11.4.	PARÁMETROS OPTIMIZADOS.....	101
4.11.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA SUB CUENCA MUÑANI.....	101
4.11.6.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN EN LA SUB CUENCA MUÑANI	102
4.12.	CALCULO DE LA OFERTA HÍDRICA EN LA SUB CUENCA MUÑANI.....	104
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
5.1.	CONCLUSIONES	108
5.2.	RECOMENDACIONES.....	109

VI.	BIBLIOGRAFIA.....	111
VII.	ANEXOS.....	113
	<i>ANEXO 1</i>	<i>114</i>
	<i>ANEXO 2</i>	<i>131</i>
	<i>ANEXO 3</i>	<i>146</i>
	<i>ANEXO 4</i>	<i>154</i>
	<i>ANEXO 5</i>	<i>172</i>
	<i>ANEXO 6</i>	<i>175</i>
	<i>ANEXO 7</i>	<i>184</i>

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 2- 1 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS Y ÁREAS DE DRENAJE QUE PRODUCEN EL ESCURRIMIENTO.....	15
CUADRO N° 3- 1 GRUPO DE SUELOS.....	33
CUADRO N° 3- 2 CAPACIDAD DE CAMPO A PROFUNDIDAD.....	34
CUADRO N° 3- 3 CAPACIDAD DE CAMPO A PROFUNDIDAD.....	34
CUADRO N° 3- 4 CAPACIDAD DE CAMPO A PROFUNDIDAD.....	34
CUADRO N° 3- 5 INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA UTILIZADA.....	39
CUADRO N° 4- 1 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTÓRICOS DEL RÍO HUANCANÉ – ESTACIÓN PUENTE HUANCANÉ.....	62
CUADRO N° 4- 2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS DE LA SERIE DE LOS CAUDALES MEDIOS HISTÓRICOS DE LOS RÍOS HUANCANÉ, RAMIS E ILAVE.....	66
CUADRO N° 4- 3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL EN ESTUDIO.....	66
CUADRO N° 4- 4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS DE LAS SERIES DE EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL EN ESTUDIO.....	67
CUADRO N° 4- 5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS DE LOS CAUDALES MEDIOS HISTÓRICOS DE LOS RÍOS HUANCANÉ, RAMIS E ILAVE.....	67
CUADRO N° 4- 6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS DE LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL EN ESTUDIO.....	68
CUADRO N° 4- 7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS DE LAS SERIES DE EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL EN ESTUDIO.....	68
CUADRO N° 4- 8 COEFICIENTES PLUVIOMÉTRICOS DE THIESSEN MODIFICADO DE LA CUENCA HUANCANÉ.....	69
CUADRO N° 4- 9 CARACTERÍSTICAS ESTADÍSTICAS DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO HUANCANÉ – ESTACIÓN PUENTE HUANCANÉ (1964 - 2010) ...	70
CUADRO N° 4- 10 CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS DE LA CUENCA.....	72
CUADRO N° 4- 11 CAUDALES GENERADOS POR EL MODELO SEAMOD.....	89
CUADRO N° 4- 12 COMPARACIÓN DE LA MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA SERIE GENERADA POR EL MODELO CON LA SERIE HISTÓRICA.....	93
CUADRO N° 4- 13 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS MEDIAS.....	94
CUADRO N° 4- 14 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR.....	95
CUADRO N° 4- 15 CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS POR EL MODELO LUTZ SCHOLZ.....	96
CUADRO N° 4- 16 CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES PLUVIOMÉTRICOS DE THIESSEN MODIFICADO PARA LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA SUB CUENCA MUÑANI	101
CUADRO N° 4- 17 CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS POR EL MODELO SEAMOD, EN LA SUB CUENCA MUÑANI.....	104
CUADRO N° 4- 18 CÁLCULO DE PERSISTENCIA MÉTODO WEIBULL, MÓDULOS DE CAUDAL PROMEDIO MENSUAL (M3/S) DE LA SUB CUENCA MUÑANI.....	105
CUADRO N° 4- 19 CÁLCULO DE PERSISTENCIA MÉTODO WEIBULL, MÓDULOS DE CAUDAL PROMEDIO ANUAL (MMC) DE LA SUB CUENCA MUÑANI.....	106
CUADRO N° 8- 1 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ORIGINALES DE LA ESTACIÓN PUENTE – CARRETERA RAMIS.....	115
CUADRO N° 8- 2 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ORIGINALES DE LA ESTACIÓN PUENTE – CARRETERA ILAVE.....	116
CUADRO N° 8- 3 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN TARACO.....	117
CUADRO N° 8- 4 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN ARAPA.....	118
CUADRO N° 8- 5 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN HUANCANÉ.....	119
CUADRO N° 8- 6 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN HUARAYA - MOHO.....	120
CUADRO N° 8- 7 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN PROGRESO.....	121

CUADRO N° 8- 8 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN MUÑANI	122
CUADRO N° 8- 9 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN PUTINA.....	123
CUADRO N° 8- 10 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN AZÁNGARO.	124
CUADRO N° 8- 11 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN ANANEA.	125
CUADRO N° 8- 12 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN CRUCERO.	126
CUADRO N° 8- 13 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN COJATA.....	127
CUADRO N° 8- 14 SERIE DE EVAPORACIÓN MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN HUARAYA - MOHO.....	128
CUADRO N° 8- 15 SERIE DE EVAPORACIÓN MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN JULI.....	129
CUADRO N° 8- 16 SERIE DE EVAPORACIÓN MENSUAL ORIGINAL DE LA ESTACIÓN PUNO.	130
CUADRO N° 8- 17 CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS PUENTE HUANCANÉ.	155
CUADRO N° 8- 18 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS PUENTE RAMIS.	156
CUADRO N° 8- 19 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS PUENTE ILAVE.	157
CUADRO N° 8- 20 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN TARACO.	158
CUADRO N° 8- 21 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN HUANCANÉ.	159
CUADRO N° 8- 22 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN ARAPA.	160
CUADRO N° 8- 23 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN HUARAYA - MOHO.	161
CUADRO N° 8- 24 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN PROGRESO.	162
CUADRO N° 8- 25 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN MUÑANI	163
CUADRO N° 8- 26 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN PUTINA.	164
CUADRO N° 8- 27 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN AZÁNGARO.	165
CUADRO N° 8- 28 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN ANANEA	166
CUADRO N° 8- 29 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN CRUCERO	167
CUADRO N° 8- 30 SERIE DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA ESTACIÓN COJATA.....	168
CUADRO N° 8- 31 SERIE DE EVAPORACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA ESTACIÓN HUARAYA - MOHO.....	169
CUADRO N° 8- 32 SERIE DE EVAPORACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA ESTACIÓN JULI.....	170
CUADRO N° 8- 33 SERIE DE EVAPORACIÓN MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA ESTACIÓN PUNO.....	171
CUADRO N° 8- 34 CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES PLUVIOMÉTRICOS DE THIESSEN MODIFICADO PARA LA CUENCA HUANCANÉ.....	173
CUADRO N° 8- 35 PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO HUANCANÉ POR EL MÉTODO DE THIESSEN MODIFICADO (MM)	174

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 2-1 CLASIFICACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS DE ACUERDO CON LA FORMA, LA ALEATORIEDAD Y LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS FENÓMENOS HIDROLÓGICOS. 8

FIGURA N° 2-2 METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE UN MODELO (DODGE, 1981)..... 9

FIGURA N° 2-3 MODELO DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA..... 11

FIGURA N° 2-4 DIAGRAMA DE ESCURRIMIENTO 13

FIGURA N° 2-5 DIVISIÓN DE LA CUENCA EN N SUB CUENCAS..... 20

FIGURA N° 2-6 ALMACENAMIENTOS EN UNA SUB CUENCA 20

FIGURA N° 2-7 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO HIDROLÓGICO CONCEPTUAL PARA SIMULACIÓN DE CUENCAS 21

FIGURA N° 2-8 DEFINICIÓN DE LAS RESERVAS SUPERFICIALES ST Y LAS ENTRADAS Y SALIDAS PARA LA SUB CUENCA L DURANTE EL INTERVALO DE TIEMPO J. . 21

FIGURA N° 2-9 DEFINICIÓN DE LAS RESERVAS DE AGUA EN LA ZONA NO SATURADA SH, LAS ENTRADAS Y SALIDAS PARA LA SUB CUENCA L DURANTE EL INTERVALO DE TIEMPO J..... 22

FIGURA N° 2-10 DEFINICIÓN DE LAS RESERVAS DE AGUA EN LA ZONA SATURADA SS, LAS ENTRADAS Y SALIDAS PARA LA SUB CUENCA L DURANTE EL INTERVALO DE TIEMPO J..... 23

FIGURA N° 2-11 CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN COMO FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD SH 25

FIGURA N° 2-12 EVAPOTRANSPIRACIÓN ACTUAL Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO, USADO EN EL MODELO MENSUAL..... 27

FIGURA N° 3- 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ 29

FIGURA N° 3- 2 HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ 31

FIGURA N° 3- 3 ESQUEMA METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN..... 36

FIGURA N° 3- 4 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL MODELO SEAMOD 37

FIGURA N° 3- 5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO SEAMOD..... 38

FIGURA N° 3- 6 POLÍGONO DE THIESSSEN MODIFICADO 53

FIGURA N° 4- 1 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTÓRICOS DEL RÍO HUANCANÉ 63

FIGURA N° 4- 2 SERIES DE CAUDALES MEDIOS ANUALES HISTÓRICOS DEL RÍO HUANCANÉ..... 63

FIGURA N° 4- 3 DIAGRAMA DE DOBLE MASA DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTÓRICOS DE LOS RÍOS HUANCANÉ, RAMIS E ILAVE 64

FIGURA N° 4- 4 MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO HUANCANÉ – ESTACIÓN PUENTE HUANCANÉ (1964 - 2010) 70

FIGURA N° 4- 5 COEFICIENTE DE SESGO Y VARIACIÓN DE LA SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO HUANCANÉ – ESTACIÓN PUENTE HUANCANÉ (1964 - 2010)..... 71

FIGURA N° 4- 6 MÁXIMO Y MÍNIMO DE LA SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RÍO HUANCANÉ – ESTACIÓN PUENTE HUANCANÉ (1964 - 2010)..... 71

FIGURA N° 4- 7 PRESENTACIÓN DEL MODELO SEAMOD Y TODAS SUS CARACTERÍSTICAS..... 77

FIGURA N° 4- 8 INFORMACIÓN GENERAL PARA LA CALIBRACIÓN. 77

FIGURA N° 4- 9 LONGITUD DE REGISTROS PARA LA CALIBRACIÓN..... 78

FIGURA N° 4- 10 INFORMACIÓN HISTÓRICA DE DESCARGAS CON FINES DE CALIBRACIÓN DEL MODELO..... 78

FIGURA N° 4- 11 INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN.	79
FIGURA N° 4- 12 INFORMACIÓN DE EVAPORACIÓN.	79
FIGURA N° 4- 13 PARÁMETROS DEL MODELO.	80
FIGURA N° 4- 14 CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO.	80
FIGURA N° 4- 15 COMPARACIÓN ENTRE DESCARGAS MEDIAS HISTÓRICAS Y CALCULADAS POR EL SEAMOD.....	81
FIGURA N° 4- 16 CALIBRACIÓN FINAL DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	82
FIGURA N° 4- 17 USO DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS OBTENIDOS EN LA CALIBRACIÓN A LA SIMULACIÓN.	85
FIGURA N° 4- 18 CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO EN LA SIMULACIÓN.	86
FIGURA N° 4- 19 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.....	87
FIGURA N° 4- 20 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	88
FIGURA N° 4- 21 GRAFICO DE CORRELACIÓN DE CAUDALES.....	90
FIGURA N° 4- 22 COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS MENSUALES HISTÓRICAS Y GENERADAS.....	90
FIGURA N° 4- 23 COMPARACIÓN DE LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR MENSUALES HISTÓRICAS Y GENERADAS.	91
FIGURA N° 4- 24 COMPARACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS MENSUALES HISTÓRICAS Y GENERADAS.	91
FIGURA N° 4- 25 COMPARACIÓN DE LOS VALORES MÍNIMOS MENSUALES HISTÓRICAS Y GENERADAS.....	92
FIGURA N° 4- 26 COMPARACIÓN DE VALORES MEDIOS MULTIANUALES DE LA SERIE HISTÓRICA Y GENERADA.....	92
FIGURA N° 4- 27 COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS MENSUALES HISTÓRICAS Y GENERADAS.	93
FIGURA N° 4- 28 COMPARACIÓN DE LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR MENSUALES HISTÓRICAS Y GENERADAS.	94
FIGURA N° 4- 29 COMPARACIÓN DE LOS CAUDALES MENSUALES ENTRE EL HISTÓRICO Y LOS MODELOS SEAMOD Y LUTZSCHOLZ.	97
FIGURA N° 4- 30 GRAFICO DE CORRELACIÓN DE CAUDALES ENTRE EL HISTÓRICO Y MODELO LUTZ SCHOLZ.	98
FIGURA N° 4- 31 COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS MENSUALES ENTRE EL HISTÓRICO Y LOS MODELOS SEAMOD Y LUTZ SCHOLZ.	98
FIGURA N° 4- 32 COMPARACIÓN DE LOS VALORES MEDIOS MENSUALES DE LAS SERIES HISTÓRICAS Y DE LOS MODELOS SEAMOD Y LUTZ SCHOLZ	99
FIGURA N° 4- 33 SUB CUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ	100
FIGURA N° 4- 34 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO SEAMOD EN LA SUB CUENCA MUÑANI	103
FIGURA N° 4- 35 VARIACIÓN MENSUAL DE LOS CAUDALES MEDIOS AL 75% DE PERSISTENCIA SUB CUENCA MUÑANI	107
FIGURA N° 8- 1 SERIE DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ORIGINALES DE LA ESTACIÓN PUENTE – CARRETERA RAMIS	132
FIGURA N° 8- 2 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN ARAPA	132
FIGURA N° 8- 3 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN CRUCERO.	133
FIGURA N° 8- 4 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN CRUCERO.	133
FIGURA N° 8- 5 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN ANANEA.	134
FIGURA N° 8- 6 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN ANANEA.	134
FIGURA N° 8- 7 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN AZÁNGARO	135
FIGURA N° 8- 8 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN AZÁNGARO.....	135
FIGURA N° 8- 9 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN PROGRESO.	136
FIGURA N° 8- 10 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN PROGRESO.	136

FIGURA N° 8- 11 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN HUANCANÉ.....	137
FIGURA N° 8- 12 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN HUANCANÉ	137
FIGURA N° 8- 13 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN TARACO	138
FIGURA N° 8- 14 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN TARACO	138
FIGURA N° 8- 15 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN PUTINA.....	139
FIGURA N° 8- 16 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN PUTINA	139
FIGURA N° 8- 17 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN COJATA	140
FIGURA N° 8- 18 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN COJATA.....	140
FIGURA N° 8- 19 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN MUÑANI	141
FIGURA N° 8- 20 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN MUÑANI.....	141
FIGURA N° 8- 21 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN HUARAYA - MOHO	142
FIGURA N° 8- 22 HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN ANUAL - ESTACIÓN HUARAYA - MOHO	142
FIGURA N° 8- 23 HISTOGRAMA DE EVAPORACIÓN MENSUAL - ESTACIÓN HUARAYA– MOHO.....	143
FIGURA N° 8- 24 HISTOGRAMA DE EVAPORACIÓN ANUAL - ESTACIÓN HUARAYA– MOHO	143
FIGURA N° 8- 25 HISTOGRAMA DE EVAPORACIÓN MENSUAL - ESTACIÓN JULI	144
FIGURA N° 8- 26 HISTOGRAMA DE EVAPORACIÓN ANUAL - ESTACIÓN JULI	144
FIGURA N° 8- 27 HISTOGRAMA DE EVAPORACIÓN MENSUAL - ESTACIÓN PUNO	145
FIGURA N° 8- 28 HISTOGRAMA DE EVAPORACIÓN ANUAL - ESTACIÓN PUNO	145
FIGURA N° 8- 29 CURVAS DE DOBLE MASA DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES ENTRE TODAS LAS ESTACIONES EN ESTUDIO (PERIODO 1964 – 2010)	147
FIGURA N° 8- 30 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES ARAPA VS HUARAYA – MOHO	148
FIGURA N° 8- 31 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES CRUCERO VS HUARAYA – MOHO.....	148
FIGURA N° 8- 32 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES ANANEA VS HUARAYA – MOHO.....	149
FIGURA N° 8- 33 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES AZANGARO VS HUARAYA – MOHO	149
FIGURA N° 8- 34 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES PROGRESO VS HUARAYA – MOHO	150
FIGURA N° 8- 35 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES HUANCANÉ VS HUARAYA – MOHO	150
FIGURA N° 8- 36 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES TARACO VS HUARAYA – MOHO	151
FIGURA N° 8- 37 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES PUTINA VS HUARAYA – MOHO	151
FIGURA N° 8- 38 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES COJATA VS HUARAYA – MOHO	152
FIGURA N° 8- 39 CURVA DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL ENTRE LAS ESTACIONES MUÑANI VS HUARAYA– MOHO	152
FIGURA N° 8- 40 CURVA DE DOBLE MASA DE LA EVAPORACIÓN ANUAL PERIODO 1964 - 2010	153

RESUMEN

El análisis de las características hidrológicas de una cuenca permite determinar las variables y parámetros que serán utilizados en las diferentes metodologías hidrológicas que servirán para el análisis de una cuenca y así determinar las potencialidades y problemas de la misma.

Es incuestionable que en la medida que se tenga un conocimiento más completo de la magnitud de los recursos hídricos, se podrá tener mayor control sobre ellos, dicho esto en muchas de las cuencas del Perú se presenta un déficit en registros de variables hidroclimatológicas, es por ello que, para entender el comportamiento espacial y temporal de estas variables en una cuenca hidrográfica, se requiere del uso de diferentes técnicas y modelos que permitan representar con suficiente precisión este comportamiento a partir de la escasa información existente.

En este contexto la información empleada para la elaboración del modelo paramétrico para la cuenca del río Huancané, corresponde a los datos de precipitaciones medias mensuales, evaporación media mensual y caudales medios históricos registrados en las estaciones que están dentro del área de estudio y también las características geomorfológicas propias de la cuenca. La información hidrometeorológica histórica tiene un periodo de 47 años (1964 - 2010), la información que correspondiente al periodo 1964 - 1988, fueron utilizados durante el proceso de calibración y/o estimación de parámetros del modelo, y la información correspondiente al periodo 1989 - 2010, fueron utilizados en el proceso de verificación y generación de caudales del modelo.

El modelo SEAMOD a partir de la información hidrometeorológica y las características físicas de la cuenca mediante la técnica de Rosenbrock nos permitió determinar los parámetros óptimos del modelo. Para la etapa de la validación del modelo SEAMOD se empleó 22 años de registro correspondiente al periodo 1989 - 2010, así como los parámetros óptimos resultantes del proceso de calibración del modelo, de donde el análisis de bondad efectuado nos indica la no existencia de diferencias significativas entre las series observadas y generadas, también la modelación fueron satisfactorios por la obtención de una correlación de $R^2 = 0.8107$, deduciéndose así que el modelo esta disponible para calcular descargas en cualquier punto de la cuenca.

I. INTRODUCCION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Siempre que se quiera administrar un recurso natural, es necesario obtener información tanto de su cantidad como de su calidad. En este caso el recurso agua, es fundamental para el desarrollo de una región, por lo que hace indispensable determinar su disponibilidad.

Desde el punto de vista de planificación y diseño hidrológico del aprovechamiento, las variables básicas como: población, dotación, tipos de cultivos factibles, demanda de riego, consumo energético, caudal ecológico, entre otros; que intervienen en la determinación de la demanda, son más factibles de conseguir o de calcular. En cuanto a las ofertas o aportes la situación difiere ya que la disponibilidad de datos de caudales es escasa en general y depende de la envergadura del curso fluvial a estudiar y las posibilidades de aprovechamiento.

El aprovechamiento de los recursos hídricos en nuestro país, se halla restringido debido a un factor importante que podemos resumir como la falta de información de las variables de precipitación y descargas. Otros factores, entre ellos el económico y la falta de interés en implementar estaciones hidrometeorológicas por parte de los organismos del estado, hacen a que no podamos conocer con aproximación el potencial hídrico de las cuencas.

En efecto, cuando existe falta de información sobre el recurso agua, los estudios para el desarrollo de las diferentes regiones se llevan a cabo imperativamente mediante métodos de simulación, para así evaluar diferentes alternativas y poder seleccionar la que mejor se adapte a la región a analizar, en este sentido se requiere estudios hidrológicos para determinar la disponibilidad de fuentes naturales y para saber si el abastecimiento de la fuente es adecuada en el tiempo, o si se requerirá de otras estructuras para corregir las deficiencias o para disponer de los volúmenes excedentes de agua.

En este contexto, a esta investigación centro sus esfuerzos en la aplicación del modelo paramétrico SEAMOD, para la generación de caudales medios mensuales a partir de información de los registros de precipitaciones, evaporación y características geomorfológicas de la cuenca del río Huancané, que nos permitan tomar decisiones en los proyectos de importancia desde el punto de vista técnico, económico y social.

¿Es posible simular adecuadamente los procesos de precipitación – escorrentía mediante el modelo SEAMOD en la cuenca del río Huancané?

¿A partir de la información de precipitación, evaporación y las características geomorfológicas de la cuenca del río Huancané es posible generar series de caudales medios mensuales del río Huancané?

¿El modelo SEAMOD tendrá mejores resultados frente a otros modelos de precipitación – escorrentías desarrolladas en la cuenca del río Huancané?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Es imprescindible conocer la oferta hídrica en una cuenca, ya que nos permite saber la oferta real de los recursos hídricos que existe y compararla con la demanda que se hace de la misma, para conocer si la cuenca se está sobre-explotando, o si existe disponibilidad adicional para utilizar mayores cantidades de agua en otros usos. La cuantificación del agua disponible en una región o en una cuenca que se estudia; implica determinar el proceso precipitación - escorrentía. Por lo que es necesario conocer con aproximación la disponibilidad presente y futura del recurso hídrico, con la finalidad de formular propuestas actuales y futuras para una adecuada gestión de los recursos hídricos, en consecuencia el modelo SEAMOD nos permitirá determinar los caudales medios mensuales para comparar con otros modelos hidrológicos desarrollados en la cuenca del río Huancané y así poder determinar modelos adecuados en la zona de estudio.

1.3. ANTECEDENTES

- En el año 1,999. Pacheco A. como parte de su trabajo de investigación titulado: “Modelo paramétrico de precipitación escorrentía en la cuenca del río Chillón”, para optar el título de Ing. Agrícola en la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima – Perú, donde aplica el modelo SEAMOD en la cuenca del río Chillón, obteniendo resultados adecuados en el proceso de generación de caudales medios mensuales.
- En el 2,005. El SENAMHI a través de la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos realizó el estudio de “Modelización Hidrológica de la Cuenca del Río Pampas - Apurímac”, para la extensión de caudales mensuales utilizando el modelo hidrológico de lluvia escorrentía SEAMOD, desarrollado por el Dr. Jose Salas de la Universidad de Colorado.

- En el año 2,008, el Ing. Wilber Fermin Laqui Vilca desarrollo como trabajo de investigación para optar el Grado de Magister en Recursos Hídricos titulado "predicción de caudales medios mensuales del rio Huancané utilizando modelos de redes neuronales artificiales ", en la Universidad Nacional Agraria la Molina, Escuela de Posta Grado – Maestría en Recursos Hídricos. Lima – Perú, donde llego a los resultados de que los modelos de redes neuronales artificiales desde la predicción de caudales mensuales, muestra un excelente comportamiento en términos de las estadísticas de los errores de predicción; más aún cuando de manera comparativa con un modelo autorregresivo periódico de primer orden – PAR (1), muestra grados superiores de eficiencia en las predicciones, ya que presentan porcentajes de ajuste superiores al 72%, en comparación al 59% que presenta el modelo de serie de tiempo estocástica.
- Tesis "Modelamiento estocástico de las descargas medias con fines de riego en la cuenca del Rio Huancane", presentado por Petrov Neil Arias Vásquez (2,006), donde llego a los resultados de que las series de las descargas de la cuenca de Huancané son consistentes y homogéneas después de haber hecho el análisis de consistencia (análisis gráfico, doble masa, pruebas estadísticas), por lo cual no ha sido necesario efectuar corrección alguna. Se aplicó en modelo SAMS donde presenta una buena respuesta en la autogeneración, se analizó en caudales medios mensuales se realizó el ajuste y validación del modelo periódico autoregresivo con media móvil PARMA (1.0), ya que este modelo es el que mejor se ajusta y describe las características estadísticas de la medida, desviación estándar, coeficiente de variación y coeficiente de asimetría.
- El Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca – PELT, realizo estudios hidrológicos del sistema hídrico, Ramis – Suches (2,001), determinándose las disponibilidades hídricas desde el punto de vista hidrológico a nivel de la vertiente del Titicaca.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, realizo el proyecto: Pronostico de sequias a nivel de cuencas para programas de prevención, donde uno de los objetivos específicos fue de la ; aplicación del modelo hidrológico SEAMOD, a las cuencas de los ríos Pampas y Apurímac..

1.4. OBJETIVOS

Los objetivos de esta Tesis son:

OBJETIVO GENERAL

- Generar caudales medios mensuales en base a un modelo paramétrico de precipitación – escorrentía (SEAMOD), en la cuenca del río Huancané.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Calibrar y validar el modelo SEAMOD en la cuenca del río Huancané.
- Generar caudales medios mensuales en base a la precipitación, evaporación y características geomorfológicas de la cuenca del río Huancané.
- Determinar el grado de confiabilidad del modelo con respecto a otros modelos desarrollados en la cuenca del río Huancané.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MODELOS HIDROLOGICOS

Si el ciclo hidrológico se representa como un sistema, entonces este es posible representarlo mediante un modelo.

VASQUEZ (1997), dice que un modelo es una representación aproximada de un sistema real. Por lo tanto un modelo hidrológico tratara de representar en forma aproximada al ciclo hidrológico.

Un modelo hidrológico puede ser de dos clases: modelo físico y modelos abstractos. El primero trata de representar a escala el ciclo hidrológico y el segundo representa a éste en forma matemática.

En hidrología se usa mayormente el modelo abstracto o matemático que es una ecuación que relaciona las variables de entrada y salida del sistema hidrológico. En la práctica, la importancia del modelo matemático reside en que conociendo las entradas y estudiando la operación del sistema es posible predecir su salida. Las variables pueden ser funciones del tiempo y del espacio y también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias, más aun tratándose de la lluvia como entrada que es un fenómeno altamente aleatorio.

CHOW (1994), dice que un modelo de sistema hidrológico es una aproximación al sistema real; sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que conectan las entradas y las salidas.

2.2. CLASIFICACION DE MODELOS HIDROLOGICOS

CHOW (1994), menciona que los modelos hidrológicos pueden dividirse en dos categorías:

- a. Modelos Físicos
- b. Modelos Abstractos.

2.2.1. Modelos físicos.

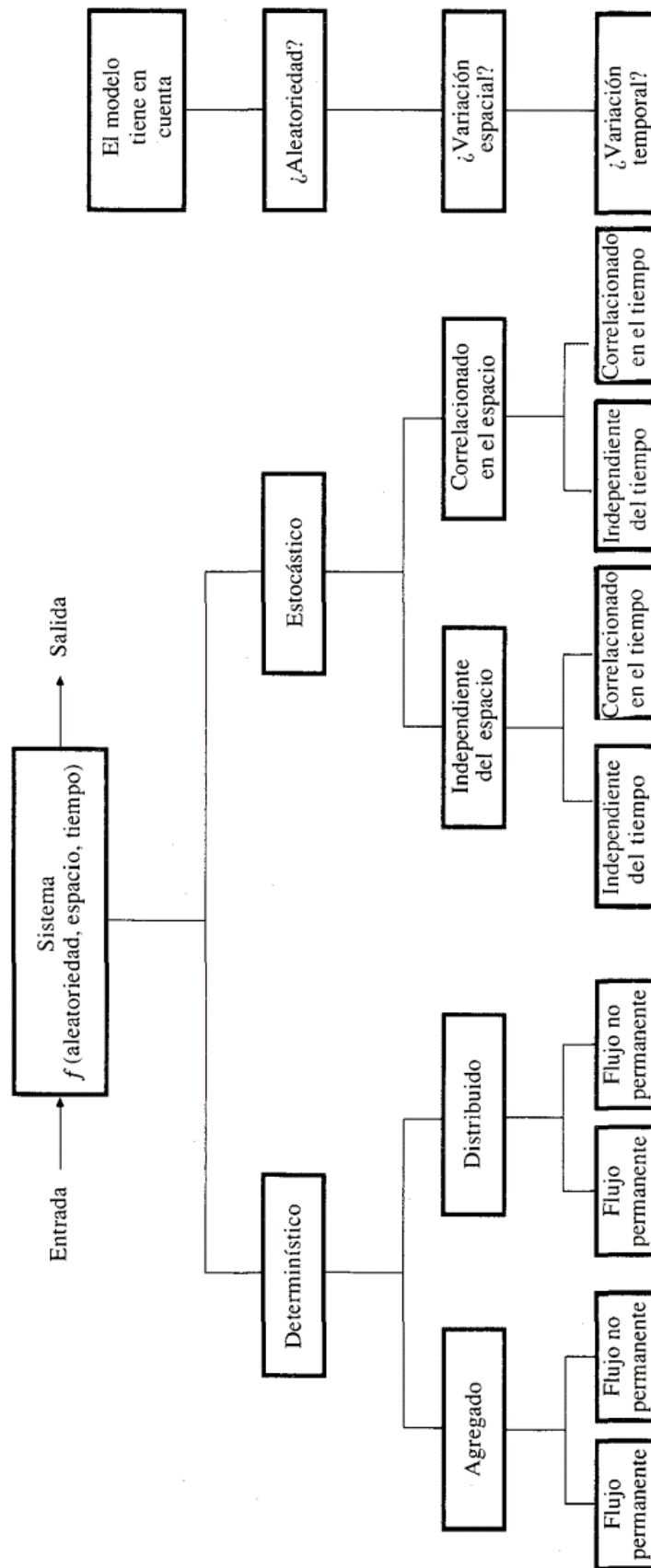
Estos incluyen modelos a escala que representan el sistema en una escala reducida, tal como un modelo hidráulico del vertedero de una presa; y modelos análogos, que usan otro sistema físico con propiedades similares a las del prototipo.

2.2.2. Modelos Abstractos.

Estos representan el sistema en forma matemática. La operación del sistema se describe por medio de un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables de entrada y salida. Estas variables pueden ser funciones del espacio y del tiempo, y también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias que no tienen un valor fijo en un punto particular del espacio y del tiempo, pero que están descritas a través de distribuciones de probabilidad.

Los modelos hidrológicos pueden clasificarse teniendo en cuenta las formas en que se lleva a cabo esta simplificación. Existen tres decisiones que deben tomarse en un modelo: ¿serán o no aleatorias las variables del modelo?, ¿variarán en el espacio o será uniformes?, ¿variarán en el tiempo o serán constantes? El modelo puede localizarse en un “árbol” de acuerdo con estas alternativas, tal como se muestra en la figura N° 2.1.

Figura N° 2-1 Clasificación de modelos hidrológicos de acuerdo con la forma, la aleatoriedad y la variabilidad espacial y temporal de los fenómenos hidrológicos.



FUENTE: CHOW (1994)

Todos los modelos hidrológicos son aproximaciones de la realidad, luego la salida de un sistema real nunca puede pronosticarse con certeza; así mismo, los fenómenos hidrológicos varían con las tres dimensiones del espacio y con el tiempo, pero la consideración simultánea de las cinco fuentes de variación (aleatoriedad, tres dimensiones espaciales, tiempo) se ha llevado a cabo solo para algunos pocos casos idealizados. Un modelo práctico usualmente considera una o dos fuentes de variación.

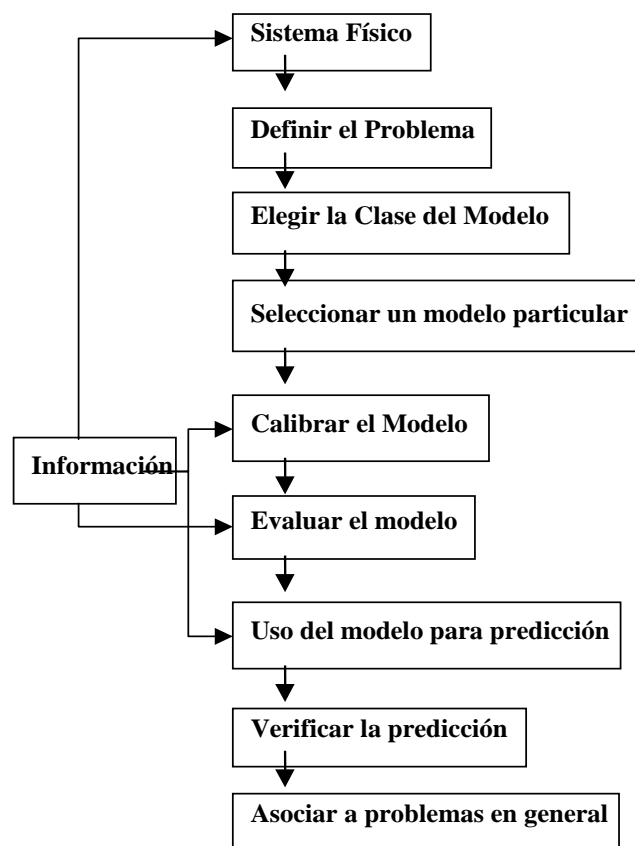
2.3. SELECCIÓN DE MODELOS

Para **PACHECO (1999)**, el modelo es seleccionado acorde a nuestro propósito, en líneas generales los pasos a seguir se muestra en la Figura N° 2.2

2.3.1. Uso de los Modelos Estocástico – Empíricos

Los modelos estocásticos – empíricos son usados para efectuar *predicciones* de las frecuencias de ocurrencias de ciertos eventos extremos de interés; es necesario tener mucho cuidado en usar estos modelos para propósitos de simulación, la facilidad con que estos modelos son ajustados y con los cuales la secuencia sintética de datos puede ser generados, no debe conducir a su uso indiscriminado.

Figura N° 2-2 Metodología para la selección de un modelo (Dodge, 1981)



Otra aplicación es con fines de investigación de reglas de operación; es decir las series generadas pueden ser usadas en el diseño y operación de reservorios, así como la posibilidad de proponer reglas de operación para liberar aguas desde sistemas complejos de reservorios interconectados.

También estos modelos se usan para extender registros cortos mediante correlación; cuando los registros son cortos es decir menor de 10 años en una estación, pero en otra se dispone registro de mayor longitud, en estos casos es permisible representar la relación de descargas o lluvias de estas estaciones mediante una ecuación de regresión.

La generación de series sintéticas de lluvias es otra aplicación, especialmente para modelos desarrollados para cuencas con precipitaciones como variable de entrada y las descargas como variables de salida. Si el modelo fue desarrollado a partir de secuencias sintéticas de lluvias los cuales pudieron ser generados a partir de sus propiedades estadísticas proveniente de una secuencia histórica de lluvias, la secuencia sintética de lluvias pudo ser usado como entrada al modelo para transformar a una secuencia sintética de descargas. Las secuencias derivadas de esta forma pueden ser examinadas para las frecuencias de eventos extremos. **PACHECO (1999)**

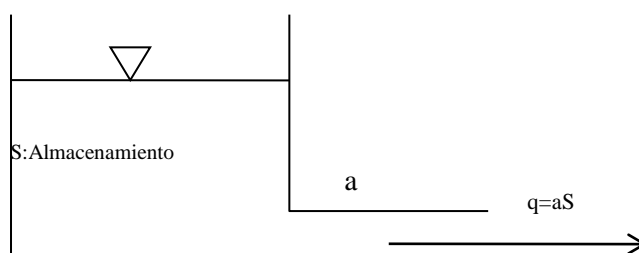
2.3.2. Modelo de Reservorios en Serie

ACHECO (1999), dice que si planteamos una serie de datos de descarga, podemos encontrar que la recesión en el hidrograma puede ser expresado mediante una ecuación tipo exponencial:

$$q(t) = q(0).exp(-a.t) \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Donde, $q(t)$ es la descarga para el tiempo t y $q(0)$ es la descarga inicial para el tiempo $t=0$. El parámetro, a , es el coeficiente de recesión, el cual corresponde al gradiente de la parte de recesión del hidrograma luego de una tormenta. Podemos suponer que el agua subterránea debe decrecer exponencialmente luego de un ascenso durante la tormenta debido a la infiltración de la precipitación. Sobre esta hipótesis, podemos seleccionar un modelo simple de reservorio para el flujo subterráneo, como se muestra en la Figura N°2.3

Figura N° 2-3 Modelo de flujo de agua subterránea



2.3.3. Programas de Cómputo

para Simulación del Proceso de Precipitación – escorrentía

PACHECO (1999), dice que existen programas de cómputo para la calidad y cantidad de las aguas superficiales, los cuales se halan agrupados con: i) modelos de precipitación – escorrentía y modelos de transito; ii) modelos de simulación continua de descargas; iii) modelos de hidráulicos de avenidas y iv) modelos de calidad de las aguas.

En esta categoría de modelos podemos encontrar al HEC-1 y el TR-20 y modelos similares. Los procesos de cálculos se inician aguas arriban y culminan aguas debajo de una cuenca, y en general la secuencia del modelamiento es como sigue:

- i) Determinar la precipitación media por sub- cuencas
- ii) Determinación de la precipitación efectiva a partir de las pérdidas en el tiempo.
- iii) Generación del hidrograma de escorrentía directa a partir de la precipitación efectiva.
- iv) Adición del flujo base al hidrograma de escorrentía directa
- v) Tránsito en cursos de agua
- vi) Tránsito en reservorio
- vii) Combinación de los hidrogramas.

En estos modelos, el primer interés es el hidrograma pico, no es necesario calcular la evapotranspiración, variación del contenido de humedad en el suelo durante las tormentas o procesos detallados de cálculos del flujo base.

PACHECO (1999), el otro grupo de *modelos de simulación de descargas continuas*, tiene en cuenta en el tiempo la precipitación que cae sobre la cuenca y el movimiento del agua hasta su salida. En los periodos sin lluvia, el enfoque principal está dirigido a la deflección de la

humedad en la cuenca con énfasis en el contenido de humedad, evapotranspiración, y flujo sub superficial en las zonas no saturadas y saturadas. Estos modelos varían desde lo muy simple como el modelo Tanque o el API (antecedent precipitation index) a lo complejo como los modelos paramétricos distribuidos tales como el HSPF y el SHE.

Los procesos que se toman en cuenta en estos modelos son: i) la interceptación; ii) evapotranspiración; iii) deshielo; iv) escorrentía; v) flujo a través de los ríos y canales; vi) flujo en medio no saturado y flujo en medio saturado. La variación de estos espacial de estos procesos está representado por la variación espacial de la precipitación, parámetros de la cuenca, y la respuesta hidrológica. La variabilidad es modelada mediante la representación de la cuenca mediante sub cuencas o mediante el desarrollo de grids o elementos individuales sobre los cuales se formulan las características hidrológicas. La variabilidad vertical está representado por la zona sub superficial o estratos de los suelos para cada grid o elemento.

2.4. PRECIPITACIÓN

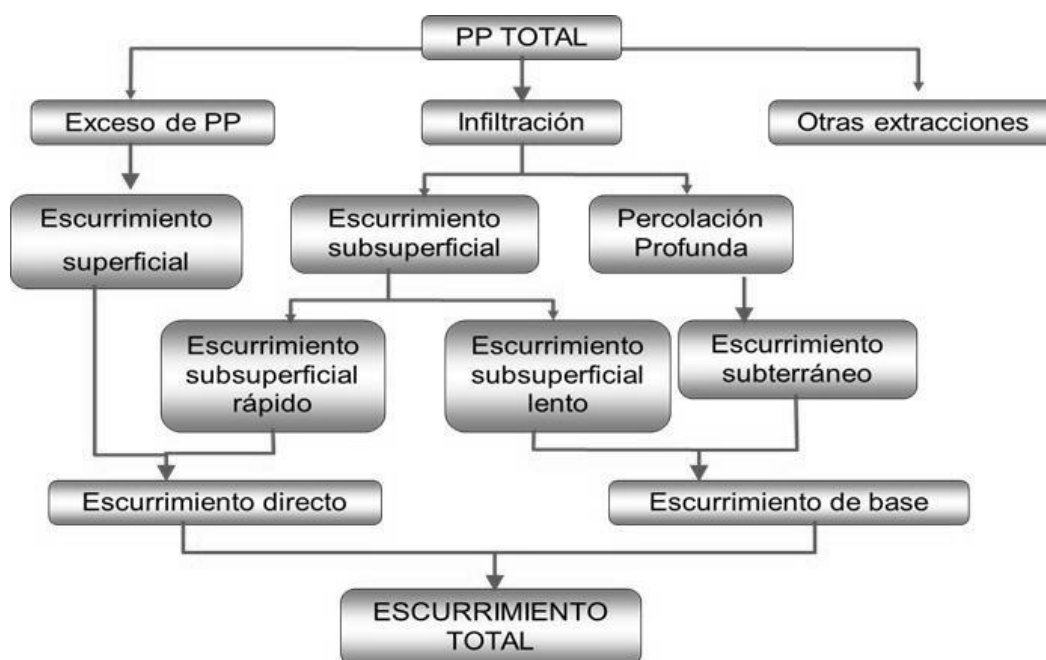
MEJIA (2001), dice que es una variable hidrológica que manifiesta más claramente su carácter aleatorio, variando más drásticamente en el tiempo (variación temporal) y en el espacio (variación espacial). Es común que, en un determinado periodo de tiempo, mientras que en una zona ocurre una lluvia, en otra zona próxima no hay precipitación ninguna. La forma más común y la que más interés tiene en la ingeniería, es la lluvia que viene a ser la causa de los más importantes fenómenos hidrológicos su cuantificación correcta es uno de los desafíos que el hidrólogo o el ingeniero enfrentan.

VASQUEZ (1997), manifiesta que toda forma de agua cuyo origen está en las nubes, y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo, garúa o nieve. En hidrología el tipo de precipitación de mayor importancia es la lluvia, por lo cual es la variable de entrada más significativa en el sistema hidrológico.

2.5. ESCURRIMIENTO

CHOW (1994), dice que el escurrimiento es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores. Dicho de otra manera, es el deslizamiento virgen del agua, que no ha sido afectado por obras artificiales hechas por el hombre. De acuerdo con las partes de la superficie terrestre en las que se realiza el escurrimiento, éste se puede dividir. Figura

Figura N° 2-4 Diagrama de Escurrimiento



FUENTE: CHOW (1994)

A. Escurrimiento superficial o escorrentía. Es la parte del agua que escurre sobre el suelo y después por los cauces de los ríos.

B. Escurrimiento subsuperficial. Es la parte del agua que se desliza a través de los horizontes superiores del suelo hacia las corrientes. Una parte de este tipo de escurrimiento entra rápidamente a formar parte de las corrientes superficiales y a la otra le toma bastante tiempo el unirse a ellas.

C. Escurrimiento subterráneo. Es aquél que, debido a una profunda percolación del agua infiltrada en el suelo, se lleva a cabo en los mantos subterráneos y que, posteriormente, por lo general, descarga a las corrientes fluviales. A la parte de la precipitación que contribuye directamente al escurrimiento superficial se le llama precipitación en exceso.

*El escurrimiento subterráneo y la parte retardada del escurrimiento subsuperficial constituyen el escurrimiento base de los ríos. La parte de agua de escurrimiento que entra rápidamente en el cauce de las corrientes es a lo que se llama escurrimiento directo y es igual a la suma del escurrimiento subsuperficial más la precipitación que cae directamente en los cauces.

2.5.1. Factores que Afectan el Escurrimiento.

Los factores que afectan al escurrimiento se refieren a las características del terreno (cuencas hidrográficas).

A. Factores Meteorológicos.

- Precipitación
- Intensidad
- Duración
- Distribución
- Frecuencia
- Precipitación Antecedente
- Agua en el Suelo
- Clima

B. Factores Fisiográficos.

- Tamaño y forma del área drenada
- Topografía
- Pendientes de laderas y cauces
- Distribución de la red de corrientes
- Tipo y uso de suelo

C. Factores de Tipo y Uso del Suelo

- La presencia o ausencia de cubierta vegetal
- Retención de la humedad del suelo
- Infiltración
- Permeabilidad e impermeabilidad

D. Presencia de almacenamientos naturales o artificiales amortiguadores

Cuadro N° 2- 1 Características de las cuencas y áreas de drenaje que producen el escurrimiento

DENOMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS. DE LA CUENCA	100 EXTREMO	75 ALTO	50 NORMAL	25 BAJO
RELIEVE	(40) Terreno Empinado y abrupto, con pendientes medias generalmente superiores al 30%	(30) Montañoso, con un promedio de pendiente del 10 al 30%	(20) Ondulante, con un promedio de pendiente del 10 al 30%	(10) Terreno relativamente plano, con un promedio de pendiente del 0 al 5%
INFILTRACION DEL SUELO	(20) Cubierta del suelo sin eficacia, ya sea rocosa con una delgada cubierta de suelo vegetal de capacidad de infiltración despreciable.	(15) Lento en absorber el agua, suelo arcilloso o de algún otro tipo con capacidad lenta de infiltración, tal como un gumbo pesado.	(10) Normal: migajón profundo con infiltración aprox. Igual a la del típico suelo de la pradera.	(5) Alta: suelo arenoso profundo, o algún otro tipo de suelo que absorbe el agua rápida y fácilmente.
CUBIERTA VEGETAL	(20) Cubierta vegetal sin eficacia, suelo desnudo o con cubierta muy rala	(15) De mala a regular: cultivos de escarda o cubierta natural pobre, menos del 10% de la superficie de drenaje con una buena cubierta.	(10) De regular a buena: el 50% aprox. De la superficie de drenaje cubierta con buenos pastos o árboles o con una cubierta equivalente, no más del 50% de la extensión con cultivos de escarda.	(5) De buena a excelente: el 90% aprox. De la superficie de drenaje cubierta con buena hierba, arbolado, o alguna cubierta equivalente.
ALMACENAMIENTO EN LA SUPERFICIE	(20) Despreciable: depresiones superficiales escasas y poco profundas, arroyos y cauces de drenaje empinados y pequeños, sin lagunetas ni marismas	(15) Poco; sistema bien definido de pequeños arroyos y cauces de drenaje, no hay lagunetas ni marismas.	(10) Normal; almacenamiento en las depresiones o los hundimientos superficiales, sistema de drenaje similar al de las tierra típicas de pradera, lagos, lagunetas y marismas en menos del 2% de la extensión de la superficie de drenaje.	(5) Alto; alto almacenamiento en los hundimientos o depresiones superficiales, sistema de drenaje no bien definido, gran almacenamiento por inundación de tierras planas o un gran número de lagos, lagunetas, ciénagas o marismas.

FUENTE: DUBERLY HUIISA HUMPIRI – HIDROLOGIA PARA PEQUEÑAS PRESAS

2.6. INFILTRACION

LINSLEY (1988), dice que la infiltración es el paso del agua através de la superficie del suelo hace el interior de la tierra. Aun cuando existe una diferencia con la percolación, que es el movimiento del agua del suelo, los dos fenómenos están relacionados íntimamente, puesto que la infiltración no puede continuar libremente sino cuando la percolación ha removido el agua de las capas superiores del suelo.

LINSLEY (1988), menciona que la permeabilidad del suelo es activada por medio de canales no capilares a través de los cuales drena el agua de gravedad desde la superficie hasta el nivel del agua subterránea, siguiendo la trayectoria de menor resistencia. Las fuerzas capilares derivan agua continuamente hacia los espacios capilares, de modo que a medida que el agua desciende hacia los niveles inferiores su volumen va disminuyendo paulatinamente. Este proceso se manifiesta en un aumento en la resistencia al flujo en las capas superficiales y una tasa de infiltración que disminuye a medida que progresa la tormenta. La tasa de infiltración en las primeras etapas de una tormenta es menor si los espacios capilares han sido llenados previamente por una tormenta.

2.7. EVAPOTRANSPIRACIÓN

MONSALVE (1998), dice que es el conjunto de los fenómenos de evaporación y transpiración.

- *Evapotranspiración Potencial*: Pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso de que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.
- *Evapotranspiración Real*: Pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, en las condiciones reinantes atmosféricas y de humedad del suelo, por fenómenos de evaporación y de transpiración de las plantas.

VILLÓN (2002), menciona que está constituido por las pérdidas totales, es decir que la evaporación de la superficie evaporante (del suelo y agua) + transpiración de las plantas.

El término evapotranspiración potencial fue introducido por Thornthwaite y se define como la pérdida total del agua, que ocurriría si en ningún momento existiera deficiencia de agua en el suelo, para el uso de la vegetación.

Se define como el uso consuntivo, la suma de la evapotranspiración y el agua utilizada directamente

MONSALVE (1998), define como la pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento. En donde la tasa de evaporación se mide por unidad de área.

2.8. RELACIONES PRECIPITACION – ESCORRENTIA

CHEREQUE (1994), dice que el poder inferir el caudal proveniente de una precipitación tiene múltiples aplicaciones. Por ejemplo, permite obtener los caudales en un río sin estaciones hidrométricas; o extender los registros cortos de caudales a fin de someterlos a análisis estadístico. Por éstas y otras razones, un problema clásico en Hidrología está constituido por la obtención de la escorrentía directa que corresponde a una determinada lluvia, en un lugar específico.

El primer método es a través del coeficiente de escorrentía. El segundo método es mediante la separación en el histograma usando la curva de infiltración. El tercer método consiste en el empleo de los índices de infiltración, de los cuales el índice es el más conocido. Existen todavía otros métodos, como el que usa los datos de suelos y cubierta vegetal, el método racional y los métodos de simulación por computadora. Se hace notar que todos los métodos reseñados son para el cálculo de la escorrentía por tormenta individual; en la práctica se requiere también el cálculo para períodos largos de tiempo (mensual o anual).

HUISA (1999), dice que en la actualidad existen una gran variedad de modelos matemáticos, para la generación sintética de la escorrentía superficial, a partir de datos de precipitación, de los cuales son pocos los que se adaptan a las condiciones del Perú, ya que la mayor parte de las cuencas solo cuenta con datos hidrométricos en las partes bajas de las cuencas (como es el caso de la cuenca del lago Titicaca) y no existen estaciones en los puntos de interés de un proyecto.

Los modelos precipitación – escorrentía más extendidos en hidrología son aquellos que estiman el balance entre las entradas (precipitación) de agua al sistema y las salidas del mismo (evaporación, transpiración, escorrentía superficial y aporte a los acuíferos) reproduciendo simplificadaamente el proceso del ciclo hidrológico.

Estos procesos se representan por relaciones y parámetros cuyos valores habrá que calibrar en la cuenca a estudiar bien con datos de aforos (si los hay), o bien por analogía con otras cuencas en que exista esta información (análisis regional).

Dentro de los modelos de precipitación – escorrentía de acuerdo al número de parámetros se puede nombrar:

- Los de elevado número de parámetros, estos realizan un cálculo continuo, trabajan normalmente con datos horarios o diarios y utilizan del orden de 15 a 20 parámetros.
- Los de reducido número de parámetros, en este tipo de modelos se suele trabajar a escala temporal mayor, usualmente mensual, y se reproducen solo las partes del ciclo hidrológico coherentes con dicha escala. Son modelos que manejan pocos parámetros (2 a 6), y se utilizan en estudios de ámbito regional siendo muy adecuados cuando existen escasez de datos.

La selección del modelo se realiza en función de las características del estudio, la información existente y los modelos que se han utilizado dentro de la cuenca.

SANCHEZ (2004), menciona que el corazón de la hidrología superficial es calcular la escorrentía se va a generar si se produce una precipitación determinada (calcular el hidrograma que va a generar un hietograma), se plantean actuaciones diversas:

- **Un evento concreto o el proceso continuo:** A veces estudiamos que caudales generará cierto precipitación, o bien queremos conocer el proceso de un modo continuo, por ejemplo, el funcionamiento de la cuenca a lo largo de un año.
- **Precipitaciones reales o supuestas:** Podemos desear calcular los caudales generados por unas precipitaciones reales o bien trabajamos con una tormenta diseño para calcular el hidrograma de diseño. Si se va a construir una obra (canal, presa, etc.), debe hacerse sobre caudales teóricos que calculamos que se producirán por unas precipitaciones teóricas que se producirán una vez cada 500 años.

En el estudio de una cuenca real con datos reales es necesario utilizar un modelo ordenador, en el que se introducen las características físicas de la cuenca.

NANIA (2003), menciona que una vez que se ha estudiado el régimen de precipitaciones de una cuenca, obtenido una lluvia de diseño asociada a un determinado periodo de retorno y estimado las pérdidas con alguno de los modelos disponibles, de manera tal de encontrar la lluvia neta o efectiva, el paso siguiente es transformar esa lluvia efectiva en esorrentía o caudal. Esta transformación puede llevarse a cabo mediante diferentes métodos. El más popular es el del hidrograma unitario, introducido por Sherman en los años '30. También es posible la utilización modelos de depósito y, si el nivel de información es el adecuado, también se pueden usar modelos basados en las ecuaciones del movimiento del fluido, especialmente en zonas urbanas.

2.9. MODELO HIDROLOGICO CONCEPTUAL

2.9.1. Modelo SEAMOD

PACHECO (1999), dice que el modelo de simulación conceptual SEAMOD, tiene como objetivo simular varios procesos hidrológicos que ocurren en la cuenca a escala de tiempo estacional o mensual. El modelo se basa en la determinación del balance de agua en varios almacenamientos de la cuenca donde algunas de las variables de entrada y salida son determinadas por relaciones paramétricas.

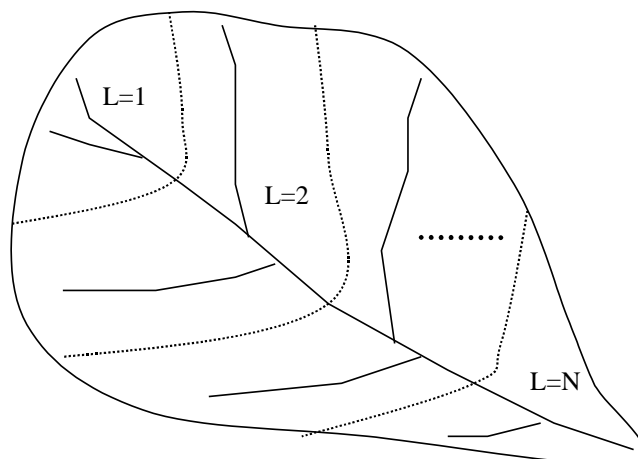
Los parámetros del modelo son estimados mediante funciones objetivos de minimización de la suma de cuadrados de los errores entre las descargas históricas y simuladas.

El modelo SEAMOD, permiten extender registros cortos de descargas basándose en registros largos de precipitación; también puede ser aplicado para la determinación de las descargas en lugares sin registros de descargas; como se sabe frecuentemente los estudios de planificación de recursos hídricos requieren de registros estacionales o mensuales de descargas.

2.9.2. Estructura del Modelo SEAMOD

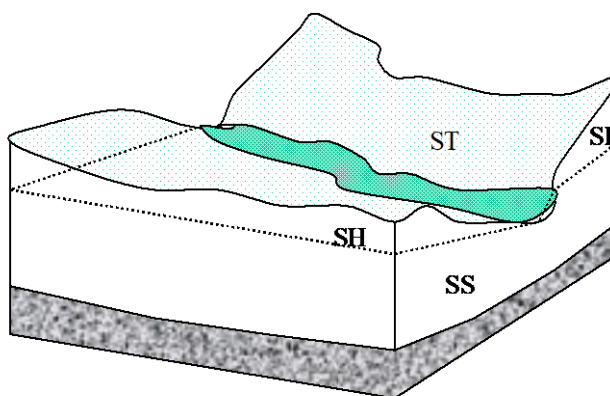
PACHECO (1999) El modelo asume que la cuenca puede ser sub dividida en sub cuencas, tal como se muestra en la Figura N° 2.5; cada sub cuenca deberá ser homogénea y debe estar compuesto por tres almacenamientos: almacenamiento superficial; sub superficial en la zona no saturada del suelo y almacenamiento en la zona saturada; tal como se muestra en la Figura N° 2.6

Figura N° 2-5 División de la cuenca en N sub Cuencas



De la Figura N° 2.6 En cada uno de estos almacenamientos tienen variables de entrada y salidas que son medidos o calculados mediante relaciones paramétricas. Además, los diferentes almacenamientos de cada sub cuenca están relacionados con otros mediante procesos hidrológicos como se muestra en la Figura N° 2.7

Figura N° 2-6 Almacenamientos en una sub cuenca

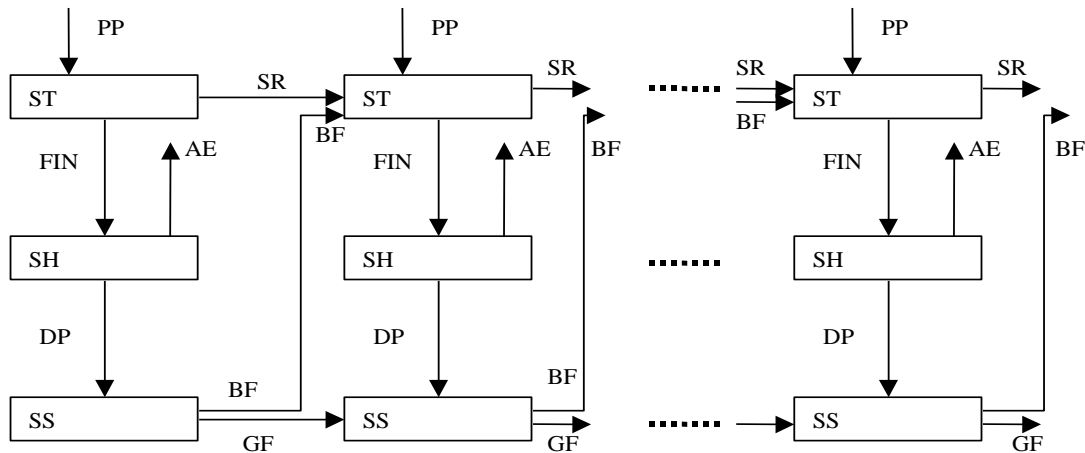


Donde:

- ST = Almacenamiento superficial
- SH = Almacenamiento de la zona no saturada
- SS = Almacenamiento en el acuífero

Los procesos básicos considerados en el modelo son: la escorrentía superficial, infiltración, evapotranspiración, percolación profunda, flujo base y flujo subterráneo.

Figura N° 2-7 Representación esquemática del Modelo Hidrológico Conceptual para Simulación de Cuencas

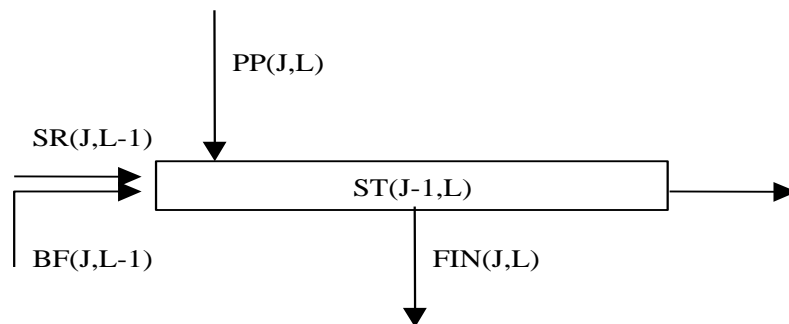


2.9.3. Balance de agua en las reservas de la Cuenca

a. Balance de Agua en la Reserva Superficial

PACHECO (1999), menciona que las reservas de agua superficial en la sub cuenca L al inicio del intervalo de tiempo J esta definido por $ST(J-1,L)$. Estas reservas varían debido a las precipitaciones, $PP(J,L)$ en la sub cuenca L durante el intervalo de tiempo J , la escorrentía superficial proveniente de las sub cuenca aguas arriba $L-1$ denotada como $SR(J,L-1)$ y el flujo base $BF(J,L-1)$ proveniente de las reservas subterráneas de la sub cuenca aguas arriba. La reserva superficial ST también varia debido a las salidas tales como la infiltración $FIN(J,L)$, el cual alimenta las reservas de la zona no saturada, y la escorrentía superficial $SR(J,L)$ alimenta la reserva superficial de la sub cuenca inmediata aguas abajo. Adicionalmente, la evaporación de la reserva superficial puede ser incluida como otra variable de salida. La forma de como estas variables interactúan con las reservas superficiales de la sub cuenca L durante el periodo de tiempo J se muestra en la Figura N° 2.8

Figura N° 2-8 Definición de las reservas superficiales ST y las entradas y salidas para la sub cuenca L durante el intervalo de tiempo J .



La precipitación **PP(J,L)** representa la precipitación media sobre la sub cuenca *L* durante el intervalo *J* y generalmente es expresado en mm de agua sobre el área considerada. Esta es información base del modelo es cual esta generalmente disponible de registros o pueden ser obtenidas sintéticamente.

La escorrentía superficial (**SR**) transporta agua desde las reservas superficiales aguas arriba hacia el siguiente aguas abajo. La cantidad transferida mediante este mecanismo es función de las reservas superficiales. El flujo base **BF(J,L-1)** representa la contribución del acuífero aguas arriba a las reservas superficiales aguas abajo. Se asume que el flujo base es función de las reservas de la zona saturada. La infiltración **FIN (J,L)** corresponde a transferencia de masa de agua desde las reservas superficiales a las reservas de la zona no saturada de la misma sub cuenca. Por consiguiente, la ecuación de balance para las diferentes reservas de agua en la cuenca puede ser escrita como:

$$ST(J,L)=ST(J-1,L)+[PP(J,L)-FIN(J,L)].AR(L)+SR(J,L-1)+BF(J,L-1) SR(J,L).....(2.2)$$

Donde *AR (L)* es el área de la sub cuenca *L*.

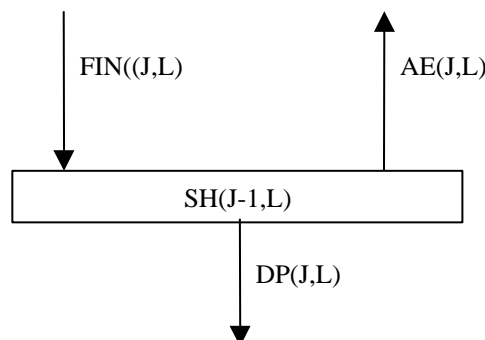
b. Balance de Agua en Zona No Saturada

PACHECO (1999), menciona que la cantidad de agua en la zona no saturada del perfil del suelo al inicio del intervalo de tiempo *J* es denotado por **SH(J-1,L)** donde *L* es la sub cuenca considerada.

Esta cantidad varia debido a las entradas de agua por infiltración **FIN(J,L)** y debido a las salidas tales como la evapotranspiración **AE(J,L)** y la contribución a la zona saturada a través de la **DP(J,L)**, percolación profunda. Estas variables están expresadas en mm de agua.

FIGURA. N° 2.9 muestra las variables consideradas en el balance de agua en la zona no saturada.

Figura N° 2-9 Definición de las reservas de agua en la zona no saturada SH, las entradas v salidas para la sub cuenca L durante el intervalo de tiempo J.



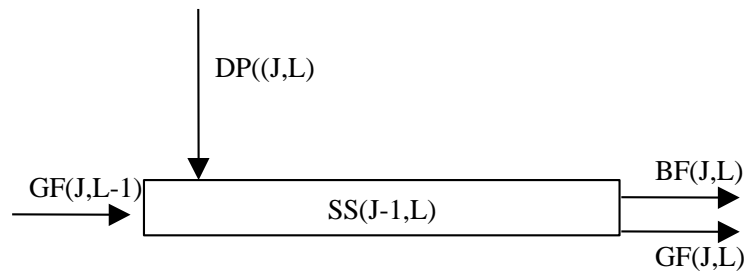
El balance de agua en la zona no saturada podemos expresarlo como:

$$SH(J,L)=SH(J-1,L) + FIN(J,L) - AE(J,L) -DP(J,L) \dots\dots\dots(2.3)$$

c. Balance de Agua en la Zona Saturada

PACHECO (1999), menciona que el agua almacenada en la zona saturada al inicio del periodo de tiempo **J** es denotada por **SS(J-1,L)** donde **L** es la sub cuenca considerada. La variación en su volumen es resultado del ingreso de agua, tal como la percolación profunda desde la zona no saturada de la misma sub cuenca, **DP(J,L)** y el flujo subterráneo desde el acuífero de la sub cuenca aguas arriba denotado como **GF(J,L-1)**. Las salidas de agua son denominadas flujo base, **BF(J,L)** el cual se convierte en caudal de entrada para las reservas superficiales aguas abajo y las reservas del acuífero aguas abajo, **GF(J,L)**. Estas variables son mostradas en la Figura N° 2.10

Figura N° 2-10 Definición de las reservas de agua en la zona saturada SS, las entradas v salidas para la sub cuenca L durante el intervalo de tiempo J.



La ecuación de balance para la zona saturada puede ser escrita como:

$$SS(J,L)=SS(J-1,L)+DP(J,L)+GF(J,L-1)-BF(J,L)-GF(J,L)\dots\dots\dots(2.4)$$

2.9.4.Relación entre las entradas, salidas y almacenamiento

PACHECO (1999), dice que las ecuaciones 2.2 al 2.4 nos proporcionan en líneas generales el balance de agua en cada una de las reservas acorde con las variables de entrada y salida. El proceso que une las reservas dentro de la sub cuenca y desde una sub cuenca hacia el siguiente, constituye la parte dinámica del modelo. Los procesos han sido modelados asumiendo funciones lineales y no lineales. La aproximación lineal ha sido usada en muchos de los modelos de precipitación – escorrentía, debido a su simplicidad. Sin embargo, muchos procesos hidrológicos son no lineales.

Los procesos considerados en el modelo son: escorrentía superficial, infiltración, evapotranspiración, percolación profunda, flujo base y flujo subterráneo. Cada uno de estos procesos corresponde a la transferencia de agua desde una reserva a otra o hacia la atmósfera.

a. Escorrentía Superficial

La escorrentía superficial, $SR(J,L)$ de la sub cuenca L durante el intervalo J, se asume como una función lineal de las reservas superficiales, $ST(J,L)$.

Para la estación húmeda

$$SR(J,L) = X_2 \cdot ST(J,L) \quad L= 1,2,\dots,N \quad (2.5)$$

Para la estación seca

$$SR(J,L) = X_3 \cdot ST(J,L) \quad L= 1,2,\dots,N \quad (2.6)$$

Donde X_2 y X_3 son parámetros con restricciones $0 \leq X_2 \leq 1$ y $0 \leq X_3 \leq 1$, ambas variables SR y ST son expresados en unidades de volumen.

b. Infiltración

La infiltración es el proceso de ingreso del agua hacia el perfil del suelo, juega un rol importante en la distribución y magnitud de la escorrentía superficial. El proceso de infiltración es altamente dependiente de la intensidad de precipitación que de la lamina total precipitada. Cuando se pretende simular a escala estacional o mensual y solo se dispone de datos de la precipitación total durante un tiempo relativamente largo, pueden ser algunas horas, cualquier intento de representar el proceso de infiltración mediante relaciones basadas en procesos físicos, no tienen sentido. El problema básico es como definir la capacidad de infiltración a escala mensual o estacional.

Para determinar la cantidad de agua infiltrada durante la estación J en la sub cuenca L, $FIN(J,L)$, definimos la capacidad de infiltración como, $CI(J,L)$, de modo que:

$$FIN(J,L) = PP(J,L) \quad \text{si} \quad PP(J,L) \leq CI(J,L), \text{ y} \quad (2.7)$$

$$FIN(J,L) = CI(J,L) \quad \text{si} \quad PP(J,L) > CI(J,L) \quad (2.8)$$

FIN y CI están expresados en mm de agua. La capacidad de infiltración $CI(J,L)$ es considerado como la cantidad máxima de agua que el suelo permite a que se infiltre durante el

periodo de tiempo J . Para evitar demasiado numero de parámetros, es necesario asumir valores constantes de la capacidad de infiltración para los periodos húmedo y seco y los mismos valores para todas las sub cuencas.

Por consiguiente:

Para el periodo húmedo:

$$CI(J,L) = X_6 \quad ; \quad L = 1,2,\dots,N \quad (2.9)$$

J= periodo húmedo

Para el periodo seco:

$$CI(J,L) = X_7 \quad ; \quad L = 1,2,\dots,N \quad (2.10)$$

J= periodo seco

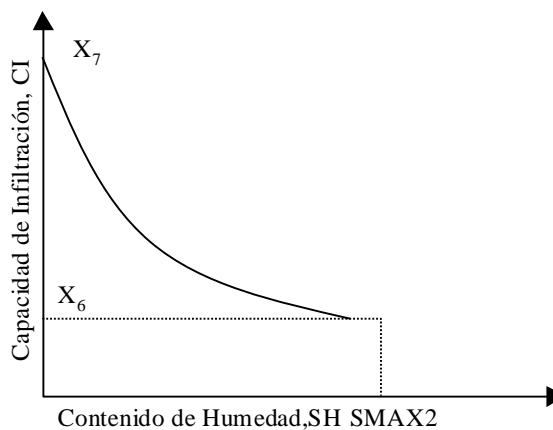
Con la restricción $0 \leq X_6 \leq X_7$; desde que la capacidad de infiltración decrece durante los meses húmedos. De esta forma los parámetros X_6 y X_7 pueden ser incorporados en la calibración automática del modelo.

Otra aproximación puede ser considerar la capacidad de infiltración como una función del contenido de humedad del suelo representado por $SH(J,L)$. Definiendo la capacidad de saturación del suelo $S_{MAX2}(L)$ como el volumen máximo de agua que el suelo puede retener, una capacidad de infiltración exponencialmente decreciente puede ser expresada como:

$$CI(J,L) = X_6 + (X_7 - X_6) \exp \left[- \frac{SH(J,L) \cdot X_6}{S_{MAX2}(L) - SH(J,L)} \right] \quad (2.11)$$

Con la restricción $0 \leq X_6 \leq X_7$. Esta relación se muestra gráficamente en la Figura N° 2.11

Figura N° 2-11 Capacidad de infiltración como función del contenido de humedad SH



c. Percolación Profunda

Este proceso consiste en transferir agua desde la zona no saturada hacia el acuífero de una misma sub cuenca. Se asume que la percolación profunda, $DP(J,L)$ ocurre cuando la humedad del suelo SH es mayor que la capacidad de campo del suelo, $FC(L)$, de lo contrario es cero. Desde que SH varia con el intervalo de tiempo $J-1$ a J , el contenido de humedad medio en aquel intervalo es:

$$SH(J,L) = 0.50 [SH(J-1,L) + SH(J,L)] \quad (2.12)$$

Luego la percolación profunda es expresada como:

$$DP(J,L) = 0 \quad \text{si} \quad SHA(J,L) \leq FC(L) \quad (2.13)$$

Y

$$DP(J,L) = SHA(J,L) - FC(L) \quad \text{si} \quad SHA(J,L) > FC(L) \quad (2.14)$$

d. Evapotranspiración

La evapotranspiración actual $AE(J,L)$ es considerado como una función de la evapotranspiración potencial y las condiciones de humedad del suelo.

Asumiendo que la evaporación de tanque $EV(J,L)$ se encuentre disponible, la evapotranspiración potencial puede ser calculado como el producto del parámetro X_1 y $EV(J,L)$. Por consiguiente, la evapotranspiración actual $AE(J,L)$ puede ser escrita como:

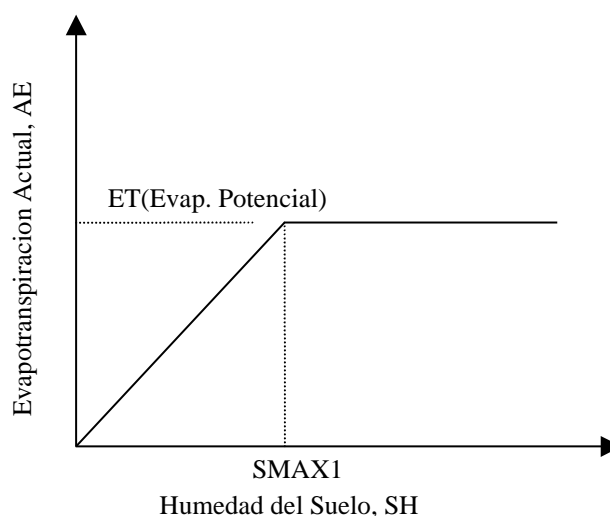
$$AE(J,L) = X_1 EV(J,L) \quad \text{si} \quad SH(J-1,L) \geq SMAX1(L) \quad (2.15)$$

Y

$$AE(J,L) = X_1 EV(J,L) \cdot SH(J-1,L)/SMAX1(L) \quad \text{si} \quad SH(J-1,L) < SMAX1(L) \quad (2.16)$$

Donde X_1 es un parámetro con restricción $0 \leq X \leq 1$. El valor de $SMAX1(L)$ puede ser tomado proporcional a la capacidad de campo, dependiendo del tipo del suelo, tal como se muestra en la Fig. 2.11. Nótese que cuando $J=1$, $SH(J-1,L) = SH(0,L) = SHI(L)$, donde $SHI(L)$ es el valor inicial de la humedad en el suelo en la zona no saturada.

Figura N° 2-12 Evapotranspiración actual y el contenido de humedad del suelo, usado en el modelo mensual



e. Flujo Subterráneo

El agua del acuífero alimenta las reservas superficiales aguas abajo como flujo base, BF(J,L) o recarga al acuífero de la sub cuenca aguas abajo, GF(J,L).

El flujo base representa la contribución del acuífero a las reservas superficiales aguas abajo. Se asume que el BF es una función lineal de las reservas del medio saturado, SS(J,L).

Luego

$$BF(J,L) = X_5 SS(J,L) \tag{2.17}$$

Igualmente, el flujo subterráneo, GF(J,L) es obtenido como:

$$GF(J,L) = X_4 SS(J,L) \tag{2.18}$$

Donde X tiene como restricción $0 \leq X_4 \leq 1$. De las ecuaciones 2.27 y 2.28, la restricción adicional para el parámetro X_4 y X_5 es $0 \leq X_4 + X_5 \leq 1$. Cuando $J=1$, $SS(J-1,L) = SS(0,L) = SSI(L)$, donde SSI(L) es la reserva inicial en el acuífero

f. Calculo de la Escorrentía

La escorrentía en la salida de la sub cuenca L es la suma de la escorrentía superficial SR(J,L) y el flujo base BF(J,L); es decir:

$$QCOM(J,L) = SR(J,L) + BF(J,L) \tag{2.19}$$

Durante la calibración del modelo, únicamente QCOM(J,N) es comparado con las descargas observadas en el punto de aforo de cualquier sub cuenca o cuenca en general.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

Dentro de los materiales utilizados en la ejecución de esta investigación se tienen los siguientes:

- Equipo de Cómputo e impresión.
- Programas de computo (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, AutoCAD, Surfer 8, Hec 04, ArcGIS, SEAMOD, etc.)
- Información cartográfica: Cartas Nacionales escala 1:100,000 elaboradas por el Instituto Geográfico Militar – IGM, Hojas 30v, 30x, 30y, 31v, 31x, 31y.
- Información hidrometeorológica: Registros históricos de caudales medios mensuales de los ríos de Huancané, Ramis e llave, series históricas de precipitación total mensual de las estaciones Muñani, Huancané, Progreso, Arapa, Putina, Azángaro, Cojata, Huaraya – Moho, Taraco, Ananea, Crucero; registro histórico de evaporación mensual de las estaciones Huaraya – Moho, Puno y Juli.
- Material bibliográfico adquirido y existente.
- Útiles de escritorio.

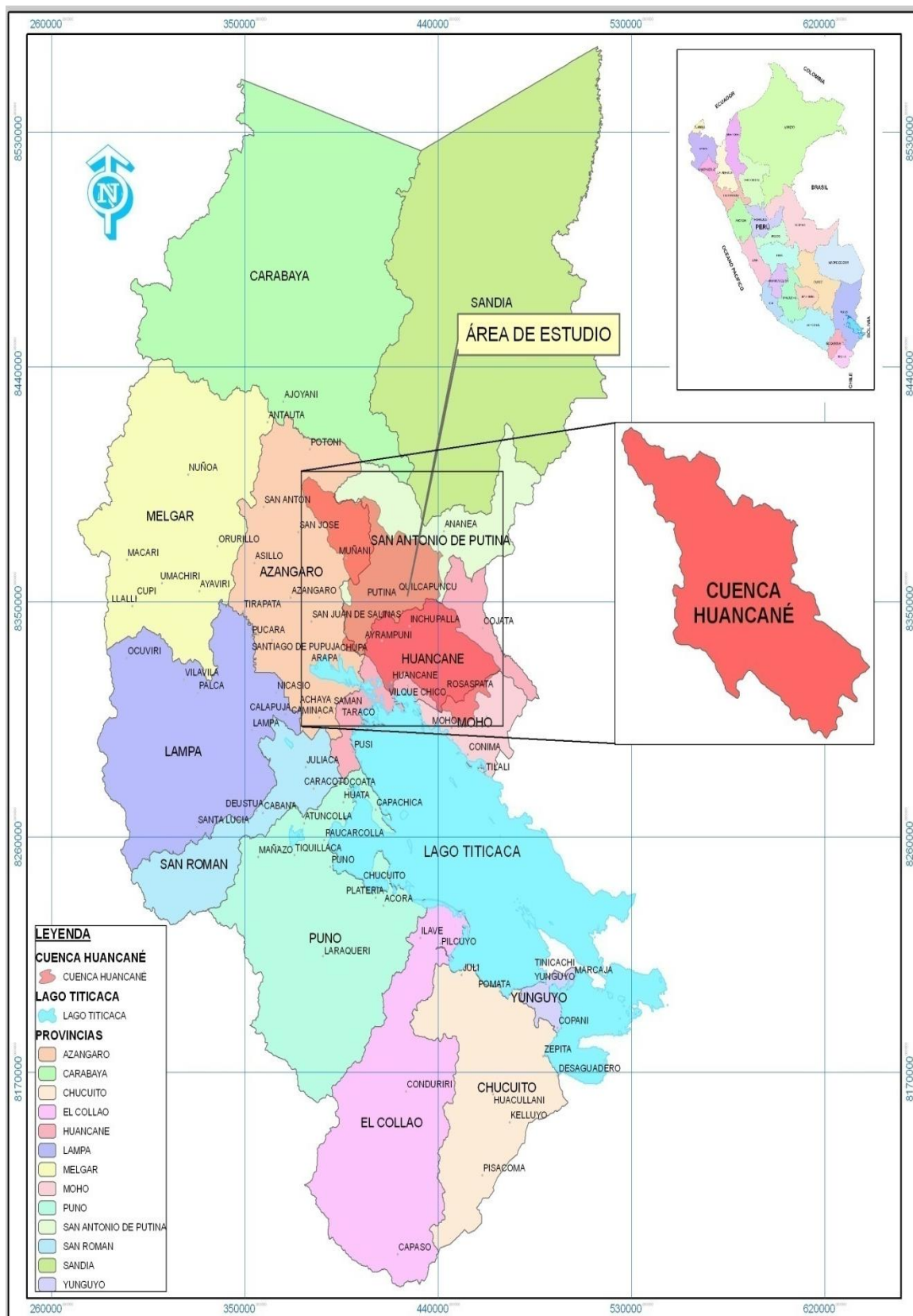
3.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se identifica como área de estudio a la Cuenca del río Huancané, comprendida desde sus nacientes, hasta la Estación Hidrométrica Puente Huancané (próxima a la desembocadura al Lago Titicaca).

3.2.1. Identificación y ubicación

Políticamente la cuenca del río Huancané se ubica en la región Puno, en las provincias de Huancané, San Antonio de Putina, San Pedro de Moho y Azangaro, se encuentra localizada en la parte noreste de la región Puno, en el extremo sureste del Perú. Ver Figura N° 3.1

Figura N° 3- 1 Ubicación geográfica de la cuenca del río Huancané



3.2.1.1. Ubicación geográfica

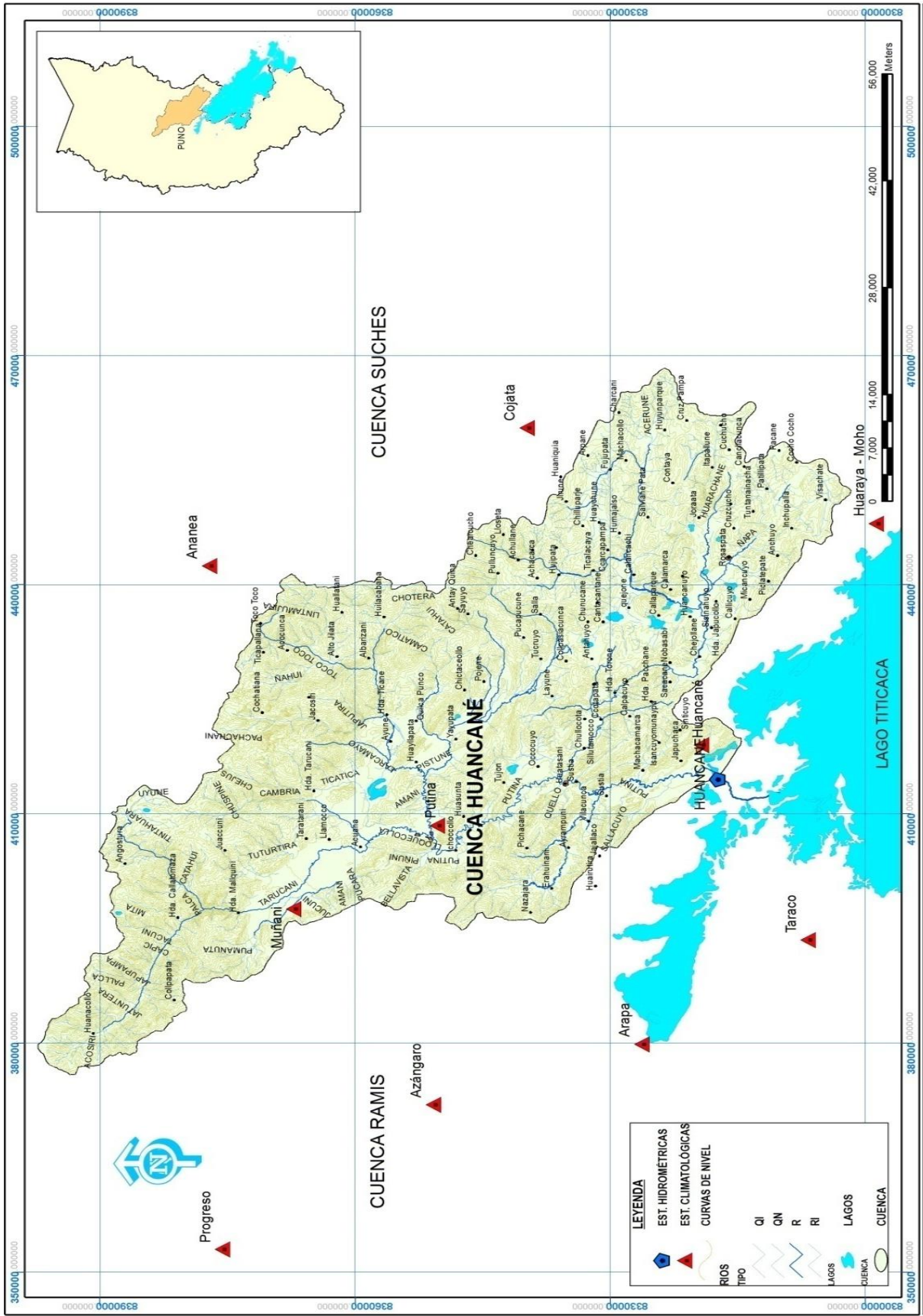
La cuenca del río Huancané está comprendida entre las siguientes coordenadas UTM; Este: 376,159 – 468,954 y Norte: 8'397,619 - 8'302,196, su cota máxima es 5,162 msnm y una cota mínima de 3,820 msnm, que corresponde al cerro Surupuna y a la desembocadura del río en el lago Titicaca, respectivamente.

La cuenca Hidrográfica del río Huancané, tienen una extensión aproximada de 3,533.66 km², desde la partición de aguas, hasta la desembocadura en el Lago Titicaca, presenta una forma más o menos “alargada”, ver Figura N° 3.2

El río principal, nace con el nombre de río Putina, luego de un largo recorrido confluye con el río Quellocarca - Tuyto, es a partir de este punto que toma el nombre de río Huancané, nombre con el cual desemboca. La longitud de este río principal desde sus nacientes hasta su desembocadura, llega a medir aproximadamente 125 km, a poca distancia de este punto, se ubica la Estación Hidrométrica Puente Huancané del SENAMHI, en la cual medimos el caudal que aporta esta cuenca al lago.

El acceso al área de estudio desde la ciudad de Puno, es posible mediante la carretera asfaltada Puno – Juliaca – Huancané, con una distancia aproximada de 92 km.

Figura N° 3- 2 Hidrografía de la cuenca del río Huancané



3.2.2. Caracterización climatológica

De acuerdo a la evaluación climatológica se ha determinado que los factores más importantes del clima de la cuenca del río Huancané, son la altitud y latitud, definiendo este último las características particulares del clima, así como también por la influencia del lago, el efecto orográfico y las amplias oscilaciones de temperatura y los fuertes vientos.

La precipitación total anual promedio en la cuenca del río Huancané alcanza los 693.37 mm, de los cuales en la estación lluviosa (a partir de noviembre y se prolonga hasta marzo), corresponde el 76.57% de las precipitaciones totales anuales, en el invierno seco, comprendido entre los meses de abril a octubre, las precipitaciones con sus mínimos valores llegan a ser del 23.43% de las precipitaciones totales anuales.

3.2.3. Recopilación de la información de suelos

La información de suelos obtenida del estudio realizado por la ONERN (1969), nos brinda una idea generalizada del mapa de suelos, para la determinación de los parámetros del modelo y procesos de calibración. Es de mucha importancia las características físicas de los suelos dentro de la cuenca del río Huancané. Estos parámetros los encontraremos en cuadros estudiados por diferentes autores, también se consideró el mapa de suelos de la cuenca mediante la digitalización de las cartas nacionales del área en estudio, con el programa ArcGis10. Ver los cuadros N° 3.1 al N° 3.4.

Cuadro N° 3- 1 Grupo de Suelos

Grupo de Suelo	Subdivisión	Capacidad de Uso	Extensión	Descripción
Formación Lítica	-	VII	Dominante entre los 500 y los 2500 m.s.n.m, en donde aparecen fuertemente inter-asociados con los Litosoles Desérticos	Exposiciones de roca viv o afloramiento rocoso y escombros o detritis poco consolidados
Litosol (Litosuelos)	Litosol Desértico	VIII	Tapiza junto con la formación lítica, la porción inferior del flanco occidental andino desde los 300 - 500 m.s.n.m, comprendiendo los ramales y estribaciones más bajas de la Cordillera Occidental, hasta los 2500 - 2800 m.s.n.m.	Perfil (A)C con un horizonte A delgado, pálido (ócrico) y generalmente gravo-pedregoso, que descansa sobre roca consolidada o detritus rocosos. Bajo condiciones climáticas áridas no tiene potencialidad agrícola.
	Litosol Andino	VIII	Se extiende desde los 2500 - 2800 m.s.n.m, con su límite inferior en contacto con los Litosoles Desérticos, hasta los 4500 - 4700 m.s.n.m, en donde se verifica su union con las formaciones nivles o puramente líticas.	Perfil (A)C con un horizonte A delgado, poco desarrollado relativamente oscuro por el mayor contenido de materia orgánica, en contraste con los litosoles desérticos, que descansa sobre roca consolidada o detritus rocosos.
Regosol	Regosol Húmedo (Irrigado)	III	Están distribuidos dentro del área agrícola del valle Chancay - Huaral	Perfil (A)C con horizonte A débilmente desarrollado, pálido (ócrico), superficial, predominantemente mineral, no pedregoso, que se grada a materiales no consolidados. Son de morfología arenosa y profunda hasta más de 1.20m. Denominados tentativamente húmedos por haberse subsanado su condición original árida mediante el riego permanente.
	Regosol Desértico (Seco)	III y IV	Constituyen los extensos depósitos eólicos en los cuales se incluye las dunas (arenas secas)	Perfil (A)C con horizonte A delgado, muy débilmente esbozado, pálido ócrico, generalmente mineral, no pedregoso, que grada a materiales no consolidados. Son de morfología arenosa (arena media, variando a gruesa) y suelta, profundos.
Suelos Aluviales	Aluvial Irrigado	II y III	Se distribuyen, en su mayor extensión dentro del área agrícola del Valle Chancay - Huaral	Perfiles (A)C con horizonte A débilmente desarrollado, presentando espesores y contenido orgánico variable, y grada a un material mineral de rasgos morfológicos no diferenciados. Morfología estratificada formado por depósitos recientes de origen fluvial o marino. En ciertas áreas se producen Aluviales Salino o Halomórficos debido al mal drenaje en suelos aluviales irrigados.
	Aluvial Desértico	VIII		Perfiles (A)C con horizonte A delgado, pálido (ócrico) y descansa sobre una sección mineral, estratificada a base de texturas y espesores de variables, predominando las fracciones gruesas, además de gravas, cascajo y piedras. Suelos de morfología netamente esquelética y fragmentaria. Existe una mínima cantidad de terrenos que permite la fijación de cultivos temporales, bajo prácticas intensivas y superación de condiciones climáticas áridas mediante el riego (Clase IV)
Suelos Pardos	-	Buena productividad una vez subsanada la condición árida mediante la irrigación permanente	Se distribuyen entre los 1000 y 2500 m.s.n.m, ocupando pequeñas áreas diseminadas y situadas en posiciones elevadas, fuera de la influencia modificatoria de los ríos.	Perfiles A(B)C con horizonte A1 delgado, vesicular, de bajo contenido orgánico, que descansa sobre un B cámbico o incipiente. Estos suelos son franco arenoso grueso, granular. Se desarrollan en condiciones de aridez y semi-aridez, por lo que el suelo permanece seco la mayor parte del año.
Suelos Castaños	-	Buena productividad, siendo aptos para propósitos agrícolas intensivos y permanentes. Como permanecen secos durante una parte del año, requieren de riego complementario a fin de mantener producciones continuadas y elevar su eficiencia agrícola.	Se distribuyen entre los 3200 a los 4000 m.s.n.m.	Perfiles ABC con horizonte A pardo rojizo oscuro, granular y dotado de material orgánica, que descansa sobre un horizonte Bargilúvico. Aquí se incluyen los suelos Castaños Cálcicos, caracterizados por presentar calcáreo en todo el perfil, es decir, encima del horizonte eólico.
Paramo Andino (Paramosol)	-	El potencial agrícola de este suelo es muy limitado, quedando relegado para sustentar una actividad pecuaria extensiva y temporal.	Se distribuyen entre los 4000 y 4700 m.s.n.m, cotas en las que se realiza su contacto con suelos litosólicos o formaciones puramente líticas y nivales.	Perfil AC con u horizonte A oscuro y prominente, ácido y con materia orgánica. Este suelo franco - arenoso a franco - gravoso ha desarrollado bajo condiciones climáticas frío - húmedas a sub-húmedas.

FUENTE: ONERN,(1969)

Cuadro N° 3- 2 Capacidad de Campo a Profundidad

CLASE TEXTURAL	mm (AGUA)/10cm
ARENA GRUESA	4
ARENA FINA	6
FRANCO ARENOSO	8
FRANCO LIMO ARENOSO	11
FRANCO	13 - 15
FRANCO LIMOSO	15 - 21
FRANCO ARCILLOSO	15 - 21
ARCILLOSO	19

FUENTE: The Surface Irrigation Manual - Dr Charles M. Burt - 1995

Cuadro N° 3- 3 Capacidad de Campo a Profundidad

CAPACIDADES DE DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA TIPOS GENERALES DE SUELOS	
TEXTURA	(IHD) INTERVALO DE HUMEDAD DISPONIBLE (mm de agua por m de profundidad de suelo)
Arena gruesa - Arena Gravosa	40 - 70
Arena Fina - Arena con Material Franco	70 - 100
Franco Arenoso	120 - 160
Franco Limoso	180 - 220
Franco Arcilloso Limoso - Arcilla Limosa, Arcilla Pesada	160 - 200
Arcilloso	200 - 250

FUENTE: HARGREAVES, SALAZAR Y STUTLER (1987)

Cuadro N° 3- 4 Capacidad de Campo a Profundidad

Tetura del Suelo	PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS						
	Total espacio poroso (%)	Densidad Aparente D2 (gr/cm3)	Capacidad de Campo Wc (%) (masa %)	Marchitez Permanente Wm (%) (masa %)	Humedad total aprovechable		
					Peso Wc - Wm	Volúmen (Wc - Wm) *	cm/m
* Arenoso	38 (32 - 42)	1.65 (1.55 - 1.80)	9 (6 - 12)	4 (2 - 6)	5 (4 - 6)	8 (6 - 10)	8 (6 - 10)
* Franco arenoso	43 (40 - 47)	1.5 (1.40 - 1.60)	14 (10 - 18)	6 (4 - 8)	8 (6 - 10)	12 (9 - 15)	12 (9 - 15)
* Franco	47 (43 - 49)	1.4 (1.35 - 1.50)	22 (18 - 26)	10 (8 - 12)	12 (10 - 14)	17 (14 - 20)	17 (14 - 20)
* Franco arcilloso	49 (47 - 51)	1.35 (1.30 - 1.40)	27 (23 - 31)	13 (11 - 15)	14 (12 - 16)	19 (16 - 22)	19 (16 - 22)
* Arcilloso arenoso	51 (49 - 53)	1.3 (1.25 - 1.35)	31 (27 - 35)	15 (13 - 17)	16 (14 - 18)	21 (18 - 23)	21 (18 - 23)
* Arcilloso	53 (51 - 55)	1.25 (1.20 - 1.30)	35 (31 - 39)	17 (15 - 19)	18 (16 - 20)	23 (20 - 25)	23 (20 - 25)

Fuente : Israelsen y Hansen (1962)

3.3. MÉTODOS

En este acápite se presentan los aspectos metodológicos sobre la generación de caudales medios mensuales del río Huancané utilizando un modelo paramétrico.

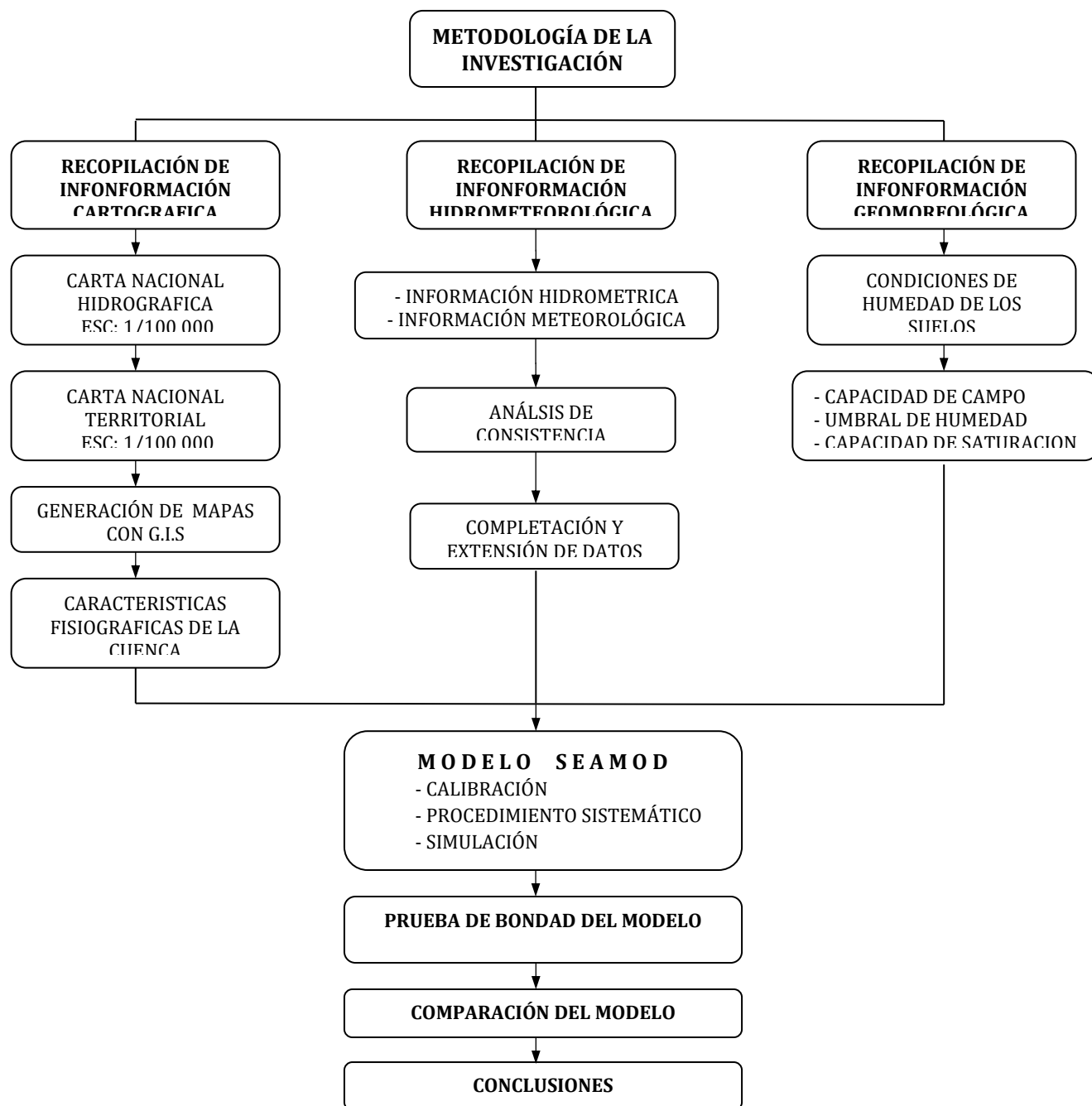
La metodología seguida para el logro de los objetivos planteados en esta investigación se dividió en tres etapas, las que son:

- Análisis y estudio de la cartografía existente.
 - Delimitación de la cuenca hidrográfica.

- Recolección y análisis de la información hidrometeorológica.
 - Análisis de consistencia de la información hidrometeorológica.
 - Completación y extensión de la información hidrometeorológica.
 - Determinación de la precipitación media de la cuenca hidrográfica.
 - Análisis estadístico de la serie temporal de caudales medios mensuales.

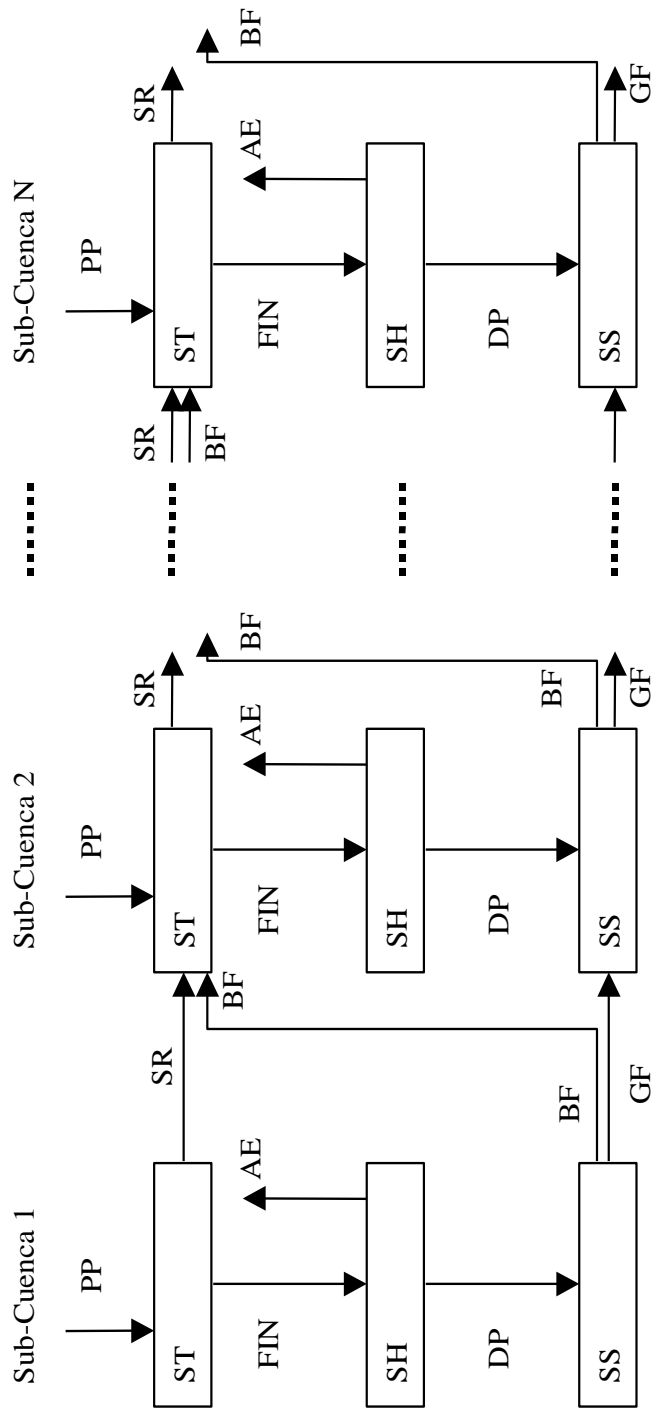
- Aplicación del Modelo SEAMOD a la cuenca del río Huancané.
 - Procedimiento sistemático del modelo SEAMOD
 - Calibración del Modelo SEAMOD
 - Simulación y Validación del Modelo SEAMOD
 - Prueba de bondad del modelo
 - Comparación del modelo SEAMOD con LUTZ SCHOLZ
 - Aplicación del modelo SEAMOD en la Sub Cuenca Muñani
 - Calculo de la oferta hídrica en la sub cuenca Muñani

Figura N° 3- 3 Esquema Metodológico de la Investigación



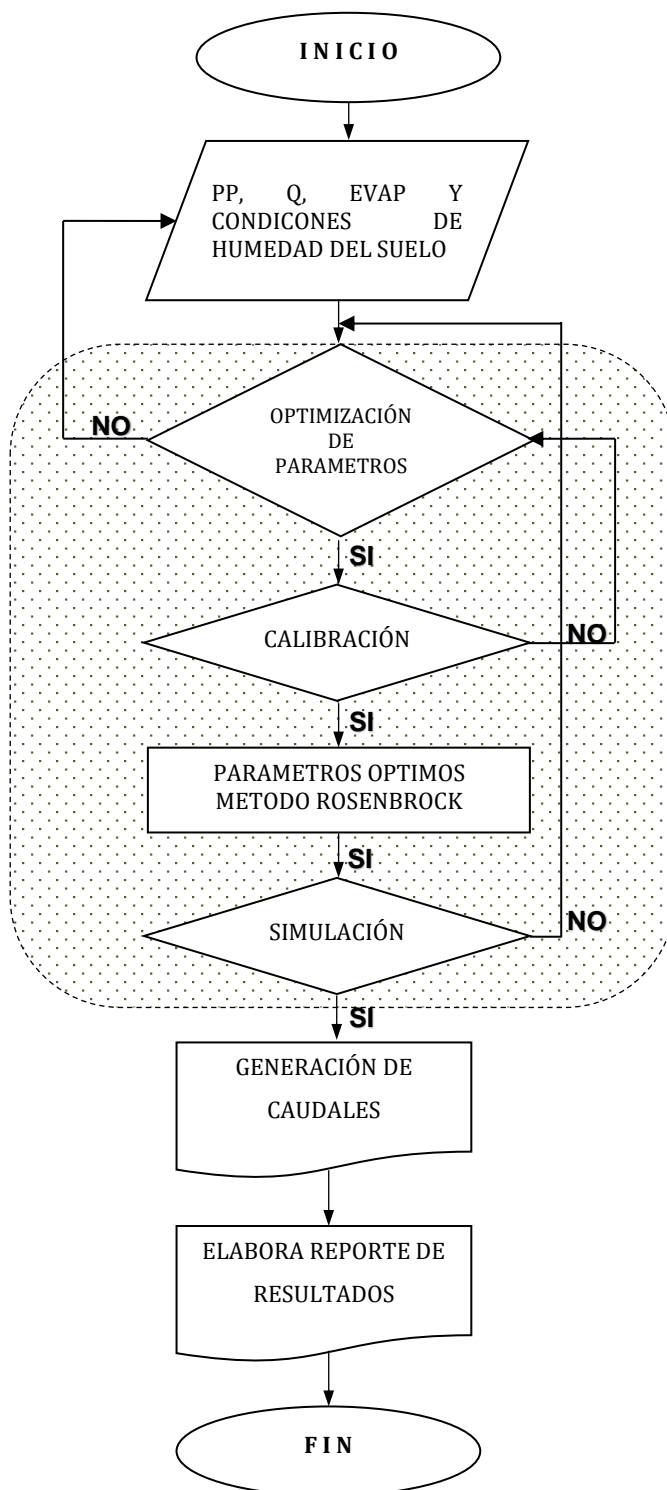
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 3- 4 Representación Esquemática del Modelo SEAMOD



FUENTE: PACHECO, (1999)

Figura N° 3- 5 Diagrama de Flujo del Modelo



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.1. Análisis y estudio de la cartografía existente

Se obtuvo la información cartográfica en escala 1:100,000 (cartas nacionales); Hojas 30v, 30x, 30y, 31v, 31x, 31y de propiedad del Instituto Geográfico Militar IGM, que cubre la cuenca del río Huancané. Esta información se requirió para la delimitación y posterior determinación del área de la cuenca. Para tal fin se utilizó los programas de cómputo AutoCad 2010, ArcGIS10.

3.3.2. Recolección y análisis de la información hidrometeorológica

La información hidrometeorológica que se utilizó en esta investigación, comprende caudales medios mensuales, precipitación total mensual y evaporación mensual de prácticamente todas las estaciones localizadas en la cuenca del río Huancané o sus alrededores. Las estaciones utilizadas pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, las que se presentan en el Cuadro N° 3.5

Cuadro N° 3- 5 Información Hidrometeorológica Utilizada

Estación	Longitud	Latitud	Altitud	Parámetro	Periodo	Años de registro
Progreso	70°21'55.8"	14°41'21.1"	3,970	Precipitación Total Mensual	1964-83, 87-91, 93-2009	42
Arapa	70°07'05.6"	15°08'10.5"	3,830	Precipitación Total Mensual	1964-77, 79-85, 88-2009	43
Mañani	69°57'06.5"	14°46'01"	3,948	Precipitación Total Mensual	1966-74, 77-80, 82-83, 85-2009	40
Putina	70°20'56.9"	14°55'15.5"	3,878	Precipitación Total Mensual	1964, 66, 68, 71-02, 06-2009	39
Azángaro	70°11'26.7"	14°54'51.7"	3,863	Precipitación Total Mensual	1965-66, 68, 70-81, 93, 95-97, 99-03, 05-2009	26
Huancané	69°45'12.8"	15°12'05.4"	3,890	Precipitación Total Mensual	1964-73, 75, 77-2009	44
Cojata	69°22'00"	15°01'00"	4,380	Precipitación Total Mensual	1964, 66-86, 88-94, 97-2009	42
Huaraya Moho	69°29'03.4"	15°23'07"	3,890	Precipitación Total Mensual	1969-06, 08-2009	40
Taraco	69°59'00"	15°18'00"	3,820	Precipitación Total Mensual	1964, 94, 96-2009	45
Ananea	69°32'03.3"	14°40'42.4"	4,660	Precipitación Total Mensual	1965-68, 71-2009	43
Crucero	70°01'24.7"	14°21'44.4"	4,130	Precipitación Total Mensual	1964-67, 69, 71-02, 04, 06-2009	42
Huaraya Moho	69°29'03.4"	15°23'07"	3,890	Evaporación Total Mensual	1969-82, 84, 86, 91-2000	26
Puno	70°01'00"	15°50'00"	3,812	Evaporación Total Mensual	1968-92, 96, 98-2007	36
Juli	69°27'00"	16°13'00"	3,820	Evaporación Total Mensual	1968-69, 71-79, 86-87, 90, 92-96, 98-2007	29
Huancané	69°47'31"	15°12'50"	3,814	Caudal Medio Mensual	1967, 69-88, 90-2008	40
Puente Ramis	69°52'17"	15°15'06"	3,813	Caudal Medio Mensual	1967 - 74, 76-83, 85-2008	40
Puente llave	69°37'47"	15°05'04"	3,825	Caudal Medio Mensual	1966-98, 00-06, 08-2009	42

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.2.1. Análisis de consistencia

El análisis de la consistencia de la información hidrometeorológica es una técnica que permite detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica. Antes de proceder a efectuar el Modelamiento Matemático de cualquier serie hidrometeorológica es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable; porque la inconsistencia de datos puede producir un sobre y sub diseño de estructuras hidráulicas. El análisis de consistencia se realiza con tres métodos, tales como son:

- Análisis visual de hidrogramas.
- Análisis de doble masa.
- Análisis estadístico.

1. Análisis visual de hidrogramas

Este análisis se realiza para detectar e identificar la inconsistencia de las informaciones de caudales, precipitación y evaporación en forma visual de cada una de las estaciones mencionadas en el Cuadro N° 3.5 para luego indicar el periodo o los periodos en los cuales los datos son dudosos, lo cual se puede reflejar como “picos”, muy altos o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, los cuales se deben comprobarse si son fenómenos naturales que efectivamente han ocurrido o son producidos por errores sistemáticos, mediante un gráfico o hidrograma de las series de análisis, en coordenadas cartesianas ploteando la información histórica se presentan; en las ordenadas a los valores anuales o mensuales de la serie de caudales, precipitación y/o evaporación en unidades respectivas y en las abscisas el tiempo en años y meses.

Este análisis permitió conocer una primera aproximación de la bondad de la información y separar los periodos dudosos, para su posterior análisis de doble masa y estadístico.

2. Análisis de doble masa.

Después de haber analizado los hidrogramas de las series respectivas se realiza el análisis de doble masa. El diagrama de doble masa se obtiene ploteando en el eje de las abscisas el volumen anual promedio acumulado de la variable pluviométrica de las estaciones en unidades respectivas y en el eje de las ordenadas los volúmenes anuales acumulados de la variable pluviométrica en unidades correspondientes de cada una de las estaciones consideradas en el estudio.

De los gráficos de doble masa se selecciona una estación más confiable, la que presenta el menor número de quiebres, la cual se usará como estación base para el análisis de otras estaciones. En este análisis, los errores producidos por los fenómenos naturales y sistemáticos son detectados mediante los “quiebres” que se presentan en los diagramas y permite determinar el rango de los períodos dudosos y confiables para cada estación en estudio, la cual se debe corregirse utilizando ciertos criterios estadísticos.

Para el análisis de doble masa de la información histórica de caudales medios mensuales se efectuaron durante el periodo: enero 1964 a diciembre del 2010, de las estaciones; Puente Huancané, Puente Ramis y Puente llave.

Para el análisis de doble masa de la información histórica de precipitación total mensual de todas las estaciones pluviométricas, se efectuaron durante el periodo: enero 1964 a diciembre 2010: de las estaciones; Arapa, Crucero, Ananea, Azangaro, Progreso, Huancané, Taraco, Putina, Cojata, Muñani y Huaraya – Moho.

Para el análisis de doble masa de la información histórica de evaporación total mensual se efectuaron durante el periodo: enero del 1964 a diciembre del 2010, de las estaciones de Huaraya – Moho, Juli y Puno.

3. Análisis estadístico

3.1. Análisis de saltos

El análisis se realizó mediante la aplicación de pruebas estadísticas de consistencia u homogeneidad del valor medio y de la desviación estándar.

La consistencia en la media se realiza mediante la prueba estadística “T” de Students y para la desviación estándar el análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba estadística de “F” de Fisher.

Con el fin de obtener series consistentes y teniendo en cuenta lo calculado anteriormente mediante el análisis gráfico y de doble masa, la información hidrometeorológica de las distintas estaciones para el análisis estadístico se dividió en los siguientes periodos:

Los periodos de información histórica de caudales medios mensuales para la Estación Hidrométrica Puente Huancané son:

- Estación llave : Periodo 1: Agosto de 1965 a diciembre 1978 (Confiable)
Periodo 2: Enero de 1979 a diciembre de 2006 (Dudoso)

- Estación Ramis : Periodo 1: Enero de 1967 a mayo 1984 (Confiable)
Periodo 2: Enero de 1985 a diciembre de 2008 (Dudoso)

- Estación Huancané : Periodo 1: Enero de 1967 a diciembre 1975 (Confiable)
Periodo 2: Enero de 1976 a diciembre de 2008 (Dudoso)

Los periodos de información histórica de precipitación total mensual para las estaciones son:

- Estación Arapa : Periodo 1; Enero de 1964 a diciembre de 1983 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1988 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Crucero : Periodo 1; Enero de 1964 a diciembre de 1989 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1990 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Ananea : Periodo 1; Mayo del 1964 a diciembre de 1983 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1984 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Azángaro : Periodo 1; Enero del 1964 a diciembre de 1985 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1992 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Progreso : Periodo 1; Enero del 1964 a diciembre de 1983 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1987 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Huancané : Periodo 1; Enero del 1964 a diciembre de 1983 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1984 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Taraco : Periodo 1; Enero del 1964 a diciembre de 1984 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1985 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Putina : Periodo 1; Enero del 1964 a diciembre de 1984 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1985 a diciembre de 2002 (Dudoso)
- Estación Cojata : Periodo 1; Enero del 1966 a diciembre de 1982 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1983 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Muñani : Periodo 1; Enero del 1965 a diciembre de 1976 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1977 a diciembre de 2009 (Dudoso)
- Estación Moho : Periodo 1; Enero del 1964 a diciembre de 1983 (Confiable)
Periodo 2; Enero de 1984 a diciembre de 2009 (Dudoso)

Los periodos de información histórica de evaporación mensual para las Estaciones son:

- Estación Huaraya – Moho : Periodo 1: Enero de 1964 a diciembre 1987 (Confiable)
Periodo 2: Enero de 1991 a diciembre de 2000 (Dudoso)
- Estación Juli : Periodo 1: Enero de 1966 a mayo 1980 (Confiable)
Periodo 2: Enero de 1985 a diciembre de 2007 (Dudoso)
- Estación Puno : Periodo 1: Agosto de 1967 a diciembre 1990 (Confiable)
Periodo 2: Enero de 1991 a diciembre de 2007 (Dudoso)

a) Análisis de saltos en la media

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba t (prueba de hipótesis), si los valores medios (\bar{X}_1, \bar{X}_2) de las submuestras, son estadísticamente iguales o diferentes con una probabilidad del 95% o con 5% de nivel de significación, de la siguiente manera:

- Cálculo de la media y de la desviación estándar para un periodo, según:

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} X_i; S_1(X) = \left[\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2 \right]^{1/2}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} X_j; S_2(X) = \left[\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{j=1}^{n_2} (X_j - \bar{X}_2)^2 \right]^{1/2}$$

Donde:

- X_i = Valores de la serie del periodo 1
- X_j = Valores de la serie del periodo 2
- (\bar{X}_1, \bar{X}_2) = Media de los periodos 1 y 2 respectivamente.
- $S_1(X), S_2(X)$ = Desviación estándar de los periodos 1 y 2.
- N = Tamaño de la muestra ($n = n_1 + n_2$)

- Determinación del valor de t calculado (t_c) según:

$$t_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_{\bar{d}}}$$

Donde: $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (por hipótesis, la hipótesis es que las medias son iguales)

Quedando:

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{d}}}$$

Además:

$$S_{\bar{d}} = S_p \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]^{1/2}$$

$$S_p = \left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{1/2}$$

Siendo:

$S_{\bar{d}}$ = Desviación estándar de las diferencias de los promedios

S_p = Desviación estándar ponderada

- Determinación del valor de t tabular (t_t):

El valor crítico de t se obtiene de la tabla t Student, con una probabilidad al 95%, ó con un nivel de significación del 5%, es decir con $\alpha/2 = 0.025$ y con grados de libertad $v = n_1 + n_2 - 2$.

- Comparación de t_c con el t_t :

- Si $|t_c| \leq t_t(95\%) \rightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2$, Enestecaso, siendolasmedias $\bar{X}_1 = \bar{X}_2$, estadísticamente, no se debe realizar proceso de corrección.
- Si $|t_c| > t_t(95\%) \rightarrow \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$, Enestecaso, siendolasmedias $\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$, estadísticamente, se debe corregir la información.

b) Análisis de saltos en la desviación estándar

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba de F, si los valores de las desviaciones estándar de las submuestras son estadísticamente iguales o diferentes, con un 95% de probabilidad o con un 5% de nivel de significación, de la siguiente forma:

- Cálculo de las varianzas de ambos periodos:

$$S_1^2(X) = \left(\frac{1}{n_1 - 1}\right) \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2$$

$$S_2^2(X) = \left(\frac{1}{n_2 - 1}\right) \sum_{j=1}^{n_2} (X_j - \bar{X}_2)^2$$

- Cálculo del F calculado (Fc), según:

$$F_c = \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)}, \text{ si } S_1^2(X) > S_2^2(X)$$

$$F_c = \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)}, \text{ si } S_2^2(X) > S_1^2(X)$$

- Cálculo del F tabular (valor crítico de F ó Ft), se obtiene de las tablas de F para una probabilidad del 95%, es decir, con un nivel de significación $\alpha = 0.05$ y grados de libertad:

$$GLN = n_1 - 1;$$

$$GLD = n_2 - 1; \quad \text{si } S_1^2(X) > S_2^2(X)$$

$$GLN = n_2 - 1;$$

$$GLD = n_1 - 1; \quad \text{si } S_2^2(X) > S_1^2(X)$$

Donde:

GLN = Grados de libertad del numerador

GLD = Grados de libertad del denominador

- Comparación del Fc con el Ft:
 - Si $F_c \leq Ft(95\%) \rightarrow S_1(X) = S_2(X)$ (estadísticamente)
 - Si $F_c > Ft(95\%) \rightarrow S_1(X) \neq S_2(X)$ (estadísticamente), por lo que se debe corregir

c) Corrección de datos

En los casos en que los parámetros media y desviación estándar de las sub muestras de las series de tiempo, resultan estadísticamente iguales, la información original no se corrige, por ser consistente con 95% de probabilidad, aun cuando en el diagrama de doble masa se

observe pequeños quiebres. En caso contrario, se corrigen los valores de las submuestras mediante las siguientes ecuaciones:

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1(X)} * S_2(X) + \bar{X}_2$$

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_2}{S_2(X)} * S_1(X) + \bar{X}_1$$

Donde:

$$X'_{(t)} = \text{Valor corregido de saltos (periodos dudosos)}$$

$$X_t = \text{Valor a ser corregido}$$

3.2. Análisis de tendencias.

Después de haber efectuado el análisis de saltos, se procedió a analizar las tendencias tanto en la media como en la desviación estándar.

a. Análisis de tendencias en la media

La tendencia en la media T_m , puede ser expresada en forma general por la ecuación polinomial:

$$T_m = A_m + B_m t + C_m t^2 + D_m t^3 + \dots \dots \dots$$

Y en forma particular por la ecuación de regresión lineal simple:

$$T_m = A_m + B_m t$$

Donde:

t = Tiempo en años, tomando como la variable independiente de la tendencia

t = 1, 2, 3,, n

T_m = Tendencia en la media, para este caso:

$T_m = X'(t)$ valor corregido de saltos, es decir, datos a usarse para el cálculo de los parámetros $A_m, B_m, C_m, D_m, \dots$ = Coeficientes de los polinomios de regresión, que deben ser estimados con los datos.

Los parámetros de regresión de estas ecuaciones, pueden ser estimados por el método de mínimos cuadrados, o por el método de regresión lineal múltiple.

El cálculo de la tendencia en la media, haciendo uso de la ecuación anterior, se realiza mediante el siguiente proceso:

- Cálculo de los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple

$$A_m = \overline{T_m} - \bar{t} * B_m$$

$$B_m = R * \frac{S_{Tm}}{S_t}$$

$$R = \frac{\overline{t * T_m} - \bar{t} * \overline{T_m}}{S_t * S_{Tm}}$$

Donde:

$$\overline{T_m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{m_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X'_{(t)_i}$$

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

$$\overline{t * T_m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i * T_{m_i}$$

$$S_{Tm} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (T_{m_i} - \overline{T_m})^2}{n - 1} \right]^{1/2}$$

$$S_t = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n - 1} \right]^{1/2}$$

Además:

$\overline{T_m}$ = Promedio de las tendencias T_m , o promedio de los datos corregidos de saltos $X'(t)$.

\bar{t} = Promedio del tiempo t

S_{Tm} = Desviación estándar de la tendencia de la media T_m

S_t = Desviación estándar del tiempo t .

- Evaluación de la tendencia T_m

Para averiguar si la tendencia es significativa, se analiza el coeficiente de regresión B_m o también el coeficiente de correlación R .

El análisis de R según el estadístico t , es como sigue:

- Cálculo del estadístico t_c según:

$$t_c = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

Donde:

T_c = Valor del estadístico t calculado

n = Número total de datos.

R = Coeficiente de correlación

- Cálculo de t_t

El valor crítico de t_t se obtiene de la tabla de t Student, con 95% de probabilidad, es decir:

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$GL = n - 2$$

- Comparación del t_c con el t_t

- Si $|t_c| \leq t_t(95\%) \rightarrow R$ no es significativo, en este caso, la tendencia no es significativa y no hay que corregir.
- Si $|t_c| > t_t(95\%) \rightarrow R$ si es significativo, en este caso, la tendencia es significativa y hay necesidad de corregir la información de tendencia en la media.

b. Análisis de tendencia en la desviación estándar

Una vez analizada y corregida la tendencia en la media se procedió a analizar la tendencia en la desviación estándar, cuyo procedimiento se presenta a continuación:

La tendencia en la desviación estándar T_s , se expresa en forma general por la ecuación polinomial:

$$T_s = A_s + B_s t + C_s t^2 + D_s t^3 + \dots \dots \dots$$

Y en forma particular por la ecuación de regresión lineal simple:

$$T_s = A_s + B_s t$$

Donde:

T_s = Tendencia en la desviación estándar

T_s = Y_t valor corregido de tendencia en la media, es decir, datos a usarse para el cálculo de los parámetros

t = Tiempo en años (1, 2, 3,, n)

A_s, B_s, C_s, \dots = Coeficientes de los polinomios de regresión, que deben ser estimados con los datos.

Para calcular y probar si la tendencia en la desviación estándar es significativa, se sigue el siguiente procedimiento:

- La información ya sin tendencias en la media Y_t , se divide en periodos de datos anuales.
- Se calcula las desviaciones estándar para cada periodo de toda la información

$$S_t = \left[\frac{1}{11} \sum_{p=1}^{12} (Y_p - \bar{Y}_p)^2 \right]^{1/2}$$

Donde:

S_p = Desviación estándar del año p, es decir de los datos mensuales del año.

Y_p = Serie sin tendencia en la media

\bar{Y}_p = Promedio de los datos mensuales del año p

p = 1, 2, 3, 4,, 12

- Se calculan los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple, a partir de las desviaciones estándar y el tiempo t (en años), utilizando las ecuaciones dadas para la tendencia en la media.
- Se realiza la evaluación de T_s siguiendo el mismo procedimiento descrito para T_m .

Si en la prueba R resulta significativo, la tendencia en la desviación estándar es significativa, por lo que se debe eliminar de la serie, aplicando la siguiente ecuación:

$$Z_t = \frac{X'(t) - T_m}{T_s}$$

Donde Z_t = Serie sin tendencia en la media ni en la desviación estándar. Las demás variables han sido definidas en párrafos anteriores.

La serie Z_t , es una serie homogénea y consistente al 95% de probabilidad

3.3.3. Completación y extensión de la información hidrometeorológica

Una vez obtenida series consistentes de la información hidrometeorológica, se procedió a realizar la completación y extensión de la misma mediante correlación múltiple entre las estaciones consistentes y para cada periodo, para dicho proceso se utilizó el programa HEC-4 MonthlyStreamflowSimulation, desarrollado por el HydrologicEngineering Center de los Estados Unidos de América.

Para la completación y extensión de registros de la información hidrométrica, se ha desarrollado utilizando las Estaciones Puente Huancané, Ramis e Ilave.

Para el procedimiento de completación de la información pluviométrica se conformó tres grupos, según la pertenencia a una cuenca o zona hidrológica con comportamiento similar y cuencas o estaciones vecinas, a continuación se presenta los grupos de estaciones considerados:

Grupo1:

- Estación Taraco
- Estación Huancané
- Estación Arapa
- Estación Huaraya – Moho

Grupo N° 2:

- Estación Progreso
- Estación Muñani
- Estación Putina
- Estación Azángaro

Grupo 3:

- Estación Ananea
- Estación Crucero
- Estación Cojata

Para la completación y extensión de los registros de la serie de evaporación mensual, se ha desarrollado utilizando las Estaciones Huaraya – Moho, Juli y Puno.

3.3.4. Determinación de la precipitación media de la cuenca

Para la determinación de la precipitación media de la cuenca del río Huancané, se ha utilizado el método modificado de los polígonos de Thiessen, local en la Figura N° 3.6, la de THIESSEN, se presenta la ubicación de las estaciones pluviométricas, isoyetas y polígonos de Thiessen.

Las estaciones Pluviométricas utilizadas para la determinación para la precipitación media de la cuenca del río Huancané son las que se presentan en el Cuadro N° 3.5

Este método está basado en una composición del método de las Isoyetas y los Polígonos de Thiessen. La información que se necesita para su puesta en práctica, además de la requerida en el Método de Thiessen, es la existencia precisa de las isoyetas. Este requisito condiciona bastante a este método, debido a que su exactitud dependerá fuertemente de la calidad de esta información pluvial, ya sea en el grado de semejanza a la realidad que posean o en la cantidad de datos utilizada en su construcción, entre otros aspectos.

En el método de Thiessen Modificado es posible establecer la siguiente relación:

$$K_i = \frac{\bar{P}_{ai}}{P_{ei}}$$

Donde:

K_i = Constante de proporcionalidad de precipitación de la estación i

\bar{P}_{ai} = Precipitación media del área de influencia de la estación i

P_{ei} = Precipitación media de la estación i

El valor de \bar{P}_{ai} , se obtiene a partir de un mapa de isoyetas del área en estudio.

Por otra parte, el valor P_{ei} . Es obtenido como un promedio aritmético de los datos que posee la estación pluviométrica en análisis, recomendándose cuando sea posible el uso de la precipitación normal, es decir, el promedio de los treinta últimos años.

En el mismo marco, se plantea la existencia de una segunda relación matemática, la que se define en función de la superficie del área de influencia y la superficie total del área en estudio. Así, se tiene la siguiente expresión:

$$R_i = \frac{S_i}{S}$$

Donde :

R_i = Constante de proporcionalidad de superficies.

S_i = Superficie del área de influencia i .

S = Superficie total del área en estudio.

La constante K_i presenta valores $K_i \geq 0$, en tanto que la constante R_i , denota valores $0 \leq R_i \leq 1$.

Finalmente, para calcular la precipitación media, se utiliza la siguiente expresión:

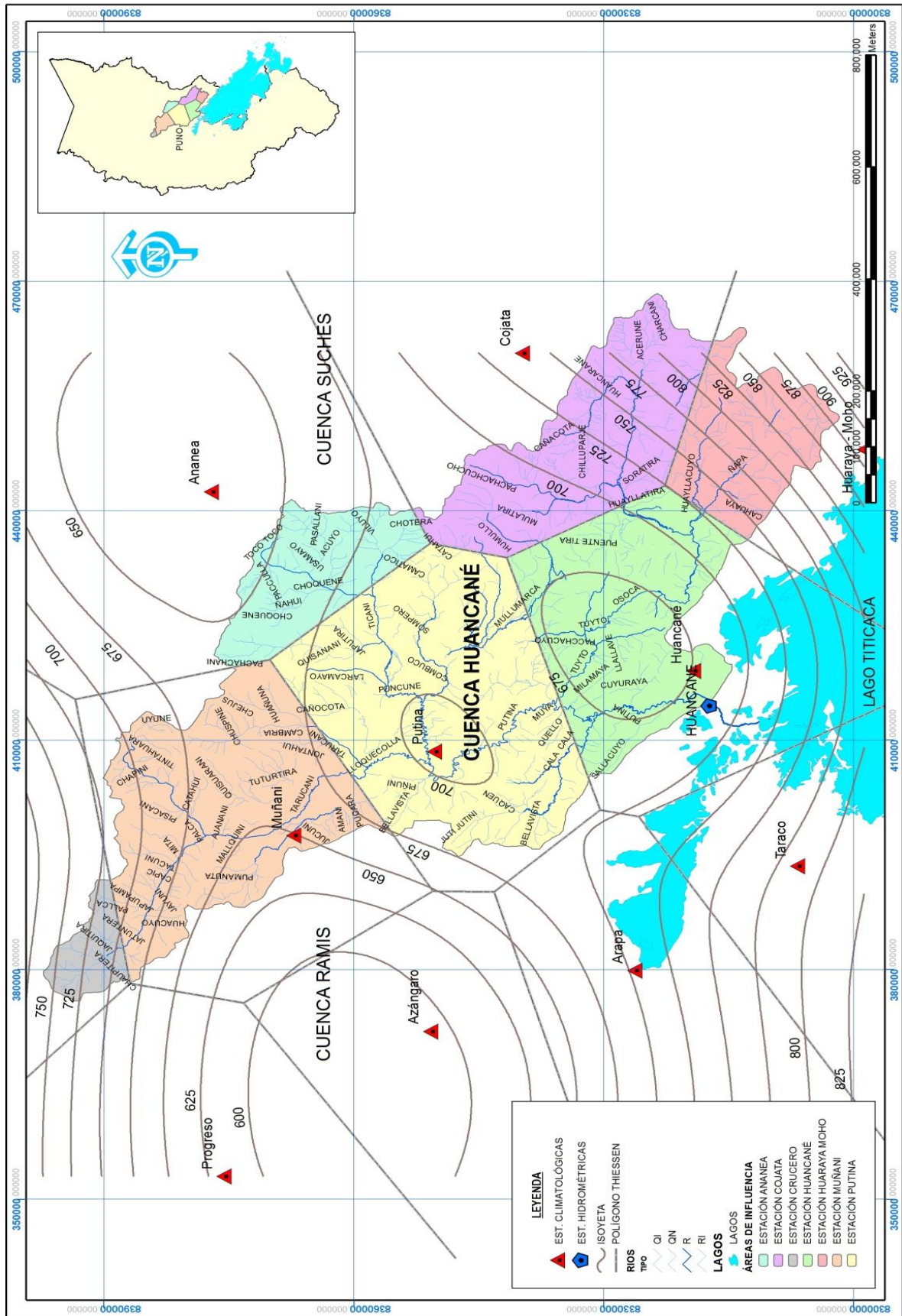
$$P_{mj} = \sum_{i=1}^n K_i * P_{ij} * R_i$$

Donde:

P_{mj} = Precipitación media del área en estudio, en periodo j , (mm).

P_{ij} = Precipitación de la estación del área de influencia i , en mm en el periodo j

Figura N° 3- 6 Polígono de Thiessen Modificado



3.3.5. Análisis de la serie temporal de caudales medios mensuales

El análisis de series temporales tiene como objetivo básico dar a conocer las propiedades estadísticas y características de su comportamiento, identificando o sugiriendo un modelo adecuado.

Dicho análisis consistió en:

- Determinación de los principales parámetros estadísticos de la serie temporal. Tales como media, desviación estándar, coeficiente de asimetría, coeficiente de variación, valor máximo y mínimo.

3.3.6. Modelo hidrológico SEAMOD

3.3.6.1. Estructura general del programa SEAMOD

Para la simulación del proceso de precipitación – escorrentía haremos uso del modelo denominado SEAMOD (Seasonal Model), cuya base teórica fue descrita en el ítem 2.9 del presente trabajo. Seasonal Model for Watershed Simulation” elaborado por el Dr. J.D. Salas y A. Cárdenas, hidrólogos del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Colorado U.S.A.

Los principales objetivos del programa son:

- i) Calibración: consiste en estimar los parámetros del modelo de la cuenca para intervalo de tiempo mensual.
- ii) Simulación: una vez determinado los parámetros del modelo y la información climatológicas, permite simular y/o generar descargas.

El programa está formado por una rutina principal y nueve subrutinas, cada una de ellas son descritas a continuación.

- MAIN : Lee la información general y datos hidrológicos.
- ROSEN : Algoritmo de Rosenbrock, que permite optimizar los parámetros del modelo, usado únicamente durante el proceso de calibración del modelo.
- RESTR : Selecciona las restricciones correspondientes para cada variable a ser optimizada. Usado únicamente durante el proceso de calibración del modelo.
- WATBA : Calcula el balance de agua en la cuenca y calcula los procesos hidrológicos.
- RESULT : Organiza e imprime resultados

OBJECT : Selecciona y calcula la función objetivos a ser usado en el proceso de optimización

XPLOT : Organiza y plotea resultados

PLOT : Realiza el ploteo de los resultados

CONVET : Convierte las unidades de medida de las variables de entrada y salida de descargas a volúmenes y viceversa.

CONVT2 : Convierte los volúmenes a caudales en el punto de aforo de cada sub cuenca.

Para nuestro interés, es importante conocer los parámetros del modelo y las variables de entrada y salida, los cuales podemos resumir como sigue:

A. Parámetros del Modelo expresados en forma de coeficientes y sus restricciones.

- Evapotranspiración Actual $0 \leq X_1 \leq 1$
 - Escorrentía Superficial (meses húmedos) $0 \leq X_2 \leq 1$
 - Escorrentía Superficial (meses secos) $0 \leq X_3 \leq 1$
 - Flujo del agua subterránea $0 \leq X_4 \leq 1$
 - Flujo Base $0 \leq X_5 \leq 1$
- $$0 \leq X_4 + X_5 \leq 1$$

Opcionalmente, para la capacidad de infiltración pueden ser considerado los siguientes coeficientes:

- Capacidad de Infiltración (meses húmedos) $0 \leq X_6$
- Capacidad de Infiltración (meses secos) $0 \leq X_6 \leq X_7$

B. Capacidad de Infiltración para cada sub cuenca y para cada mes.

$$CI(J, L); \quad L = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$J = 1, 2, 3, \dots, 12$$

C. Capacidad de Saturación del Suelo para cada Sub cuenca.

$$SMAX2(L); \quad L = 1, 2, 3, \dots, N$$

D. Capacidad de Campo para cada sub cuenca.

$$FC(L); \quad L = 1, 2, 3, \dots, N$$

E. Umbral de Humedad del Suelo para la evapotranspiración: $S_{MAX1}(L)$

i) Variable de Entrada

a. Datos Hidrológicos Mensuales para cada sub cuenca

- Precipitación Media Mensual para cada sub cuenca : $PP(J, L)$
- Evaporación de tanque para cada sub cuenca : $EV(J, L)$
- Caudales en puntos de aforo : $QHIS(J, N)$

b. Propiedades de cada sub cuenca

- * Área de la sub cuenca : $AR(L)$
- * Valor inicial de las reservas superficiales para cada sub cuenca : $STI(L)$
- Valor inicial de las reservas sub superficiales para la zona no saturada : $SHI(L)$
- Valor inicial de las reservas sub superficiales para cada zona saturada : $SSI(L)$

ii) Variables de Salida

- * Reservas superficiales : $ST(J, L)$
- Reservas sub superficiales zona no saturada : $SH(J, L)$
- Reservas sub superficiales en la zona saturada : $SS(J, L)$
- Escorrentía Superficial : $SR(J, L)$
- Infiltración : $FIN(J, L)$
- Evapotranspiración Actual : $AE(J, L)$
- Percolación profunda : $DP(J, L)$
- Flujo Base : $BF(J, L)$
- Flujo de agua subterránea : $GF(J, L)$
- escorrentía Total : $QCOM(J, L)$

3.3.6.2. Calibración del modelo SEAMOD

El SEAMOD tiene un número de variables y parámetros que requieran ser estimados a fin de simular el proceso de precipitación - escorrentía en la cuenca. El proceso de estimar tales variables y parámetros del modelo es denominado “*Calibración del Modelo*”. Durante este proceso uno trata a que el modelo reproduzca de forma casi similar el fenómeno en simulación.

En los modelos conceptuales de simulación, la comparación gráfica entre los valores observados y calculados mediante el modelo era comparado.

De otro lado se han desarrollado técnicas de optimización para estimar los parámetros del modelo, mediante la formulación de una función objetivo; los parámetros estimados, de esta forma generaran hidrogramas simuladas los cuales tengan un buen ajuste con los hidrogramas históricos. De este modo, la experiencia y sapiencia del modelador es muy importante durante la determinación de los valores finales de los parámetros del modelo. Una limitación en este tipo de modelos es que para un mismo problema, se encontraran diferentes respuestas debido a que estas cantidades tienen naturaleza subjetiva. Otra de las limitaciones es que los parámetros son estimados mediante el procedimiento de prueba y error.

3.3.6.2.1. Selección de la función objetivo

Con el fin de minimizar la diferencia entre los valores calculados y observados, fue propuesta una función objetivo a ser minimizada. Considerando que $QHIS(J)$, $J = 1, \dots, \text{Month}$ es el hidrograma histórico; el hidrograma correspondiente simulado estará representado por $QCOM(J) = 1, 2, \dots, \text{Month}$. La diferencia $QHIS(J) - QCOM(J)$, es el error producido por el modelo para el tiempo J . Por consiguiente la función objetivo para minimizar la suma del cuadro de errores puede ser expresada como:

$$\text{Min} \sum_{J=1}^{\text{MONTH}} [QHIS(J) - QCOM(J)]^2$$

Sin embargo, esta función objetivo ha generado críticas desde que tiene una tendencia de producir errores considerables para periodos de estiaje; debido a ello se ha sugerido una función objetivo alternativo, que permite minimizar la suma de las diferencias absolutas, y que puede ser expresado como:

$$\text{Min} \sum_{J=1}^{\text{MONTH}} |QHIS(J) - QCOM(J)|$$

De otro lado la función objetivo a fin de minimizar la suma de la diferencias relativas, puede ser expresada como:

$$\text{Min} \sum_{J=1}^{\text{MONTH}} \left| \frac{QHIS(J) - QCOM(J)}{QHIS(J)} \right|$$

Alternativamente también podemos minimizar la suma de la diferencia absoluta de logaritmos, y podemos expresar como:

$$\text{Min} \sum_{J=1}^{\text{MONTH}} |\log QHIS(J) - \log QCOM(J)|$$

Finalmente, también podemos formular como función objetivo minimizar las máximas diferencias entre los caudales históricos y calculados:

$$\text{Min}[\text{Max}[QHIS(J) - QCOM(J)]]$$

Desde que los valores de $QCOM(J)$, son obtenidos mediante un complejo cálculo secuencial, el problema de minimización de la función objetivo seleccionada puede no ser calculada explícitamente mediante cualquier procedimiento formal o mediante prueba y error.

En el Seamod, se hará uso del método de optimización diseñado por Rosenbrock (1960), el mismo que se encuentra detallado incluyendo una sub rutina para computadora en Clarke (1973).

3.3.6.2.2. Estimación de parámetros

El Seamod requiere de la determinación de 7 coeficientes denominados: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$, mediante el proceso de optimización y los parámetros $CI, S MAX 1, S MAX 2 Y FC$, son determinados a juicio del modelador y/o mediante prueba y error, pero básicamente en función a las características físicas del sistema a modelar.

i) Capacidad de Infiltración.

La capacidad de infiltración, CI, es definida como la máxima cantidad de agua que el suelo puede permitir a que se infiltre durante un mes (escala de tiempo estacional). La capacidad de infiltración depende del tipo de suelo y de las condiciones de humedad. Un estimado de CI puede ser obtenido considerando la recarga de la cuenca para un intervalo de tiempo dado, como la diferencia entre la precipitación y su correspondiente escorrentía, es decir $BR = \text{Precipitación} - \text{Runoff}$. Expresando en términos de coeficiente de escorrentía, c, podemos escribir $BR = (1-c)P$.

Luego, podemos asumir BR o una fracción de este como un estimado inicial de CI para el mes o intervalo de tiempo considerado. Este estimado es consistente con el hecho físico que durante las estaciones secas (bajo coeficiente de escorrentía) mas precipitación se infiltrara mientras que durante las estaciones húmedas una pequeña fracción se infiltrara debido a que el suelo se encuentra húmedo.

Otro factor a considerar en la determinación de CI es la pendiente de la cuenca. Sub cuencas con fuertes pendientes tendrán pequeños valores de CI que las sub cuencas con topografía llana. Esto es debido a que las tierras planas hacen a que el proceso de infiltración sea más fácil (mayor contacto agua – suelo). Otro factor es el porcentaje de área impermeables tales como las áreas urbanizadas en la cuenca. Por ejemplo si el 100 % de la sub cuenca es considerada urbana, luego CI será muy pequeña. Finalmente, la cobertura de la cuenca es muy importante. Las tierras desnudas tendrán valores pequeños de CI que suelos cubiertos con árboles, pastos, etc.

ii) Capacidad de Campo

La humedad a capacidad de campo es la cantidad de agua retenida en el suelo luego del drenaje gravitacional. Los valores varían desde 5 %vol para suelos arenosos hasta 40% para suelos arcillosos. Valores típicos de las propiedades de los suelos, se pueden encontrar las bibliografías relacionadas con los suelos. Adicionalmente requiere del conocimiento de la profundidad del estrato del suelo, tipo de suelo, los cuales pueden ser obtenidos de inspecciones de campo o de reportes técnicos.

iii) Umbral de Humedad para la Evapotranspiración

La transpiración es una función del contenido de humedad del suelo, igualmente la evapotranspiración es función del contenido de humedad del suelo. Sin embargo, el efecto de la variación de la humedad del suelo con respecto a la transpiración y el desarrollo de las plantas es aun materia de controversias y conflictos. La evapotranspiración es definida como la evapotranspiración el cual podría ocurrir si se encuentra disponible una adecuada cantidad contenido de humedad.

Sin embargo no es claro, referente a ¿cuánta agua? es la humedad adecuada. Para fines de trabajo con el SEAMOD, el umbral de humedad denotada por SMAX1 es considerado como humedad adecuada. Zahner (1967) sugirió valores de la relación SMAX1/SMAX2 dependiendo del tipo de suelo variando estos de 0.25 para suelos arenosos a 0.75 para suelos arcillosos.

3.3.6.3. Simulación y Validación del Modelo

El SEAMOD también dispone de una opción adicional que permite al usuario validar los parámetros obtenidos durante la fase de calibración del modelo para la cuenca en estudio.

La simulación consiste en comprobar el adecuado funcionamiento del modelo con una serie de mediciones reales no utilizadas en el proceso de calibración, entonces el modelo hace la comparación de resultados que genera el modelo con los datos de caudales reales para la serie de años 1989 - 2010, aun que la correlación de resultados no será tan buena como la calibración, se obtendrá valores bastantes cercanos.

3.3.7. Prueba de bondad del modelo

El análisis de bondad del modelo se efectuó mediante la comparación estadística de la media y desviación estándar de las series generadas e históricas. El procedimiento seguido para dicho análisis es el siguiente:

- Calcular las medias y desviaciones estándar periódicas de la serie histórica.
- Calcular las medias y desviaciones estándar periódicas de las series generadas.
- Calcular el promedio aritmético para las medias y desviaciones estándar de las series generadas calculadas anteriormente.
- Comprobar la bondad del modelo aplicando la prueba de T para las medias y la prueba de F para las desviaciones estándar.

Cabe mencionar que el análisis se realiza en forma mensual. Realizada las pruebas de T y F, si se observa que tanto las medias como las desviaciones estándar son estadísticamente iguales, puede afirmarse que el modelo es bueno, caso contrario se rechaza el modelo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

4.1.1. Análisis de consistencia

4.1.1.1 Análisis visual de hidrogramas

Para este análisis, la apreciación visual de los hidrogramas de series mensuales y anuales de los gráficos, se aprecia que las descargas de precipitación tienen similar comportamiento hidrológico, observándose aquellos periodos en los cuales la información no varía notablemente. Se aprecia un comportamiento hidrológico similar en todos los hidrogramas existiendo algunos picos que no coinciden cronológicamente siendo de no considerar de mayor magnitud; en este análisis no se debe confundirse un salto con un periodo seco y húmedo, porque ellos son eventos extremos realmente ocurridos y se presentan generalmente en todas las variables meteorológicas.

En el Cuadro N° 4.1 y en las Figuras N° 4.1 a 4.2, se presenta la serie de caudales medios mensuales y anuales históricos del río Huancané, que comprende un total de 47 años de registro a partir de 1964 al 2010, dicha serie no fue restituida en su régimen natural, debido a la no existencia de infraestructura mayor de almacenamiento y captación en la cuenca, las series de información hidrometeorológica del resto de estaciones utilizadas en esta investigación se presenta en el Anexo 1, y la representación gráfica temporal de cada una de ellas, en el Anexo 2.

Cuadro N° 4- 1 Serie de caudales medios mensuales históricos del río Huancané – Estación Puente Huancané

CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS (m3/seg)													
ESTACION		PUENTE HUANCANE						CODIGO:		7419			
RIO : HUANCANE		LATITUD: 15° 12' 52"			DPTO : PUNO								
PERIODO : 1960 - 2006		LONGITUD: 69° 47' 31"			PROVINCIA : HUANCANE								
TIPO : CO		ALTITUD: 3814 m.s.n.m.			DISTRITO : HUANCANE								
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1965	48.20	75.02	68.77	29.36	8.03	3.94	3.02	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1966	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	3.36	1.19	0.89	SIN	SIN	SIN	
1967	16.60	14.43	33.79	8.02	2.69	1.70	2.28	1.57	1.97	3.92	1.62	18.90	8.96
1968	12.21	49.05	31.92	14.85	7.21	3.90	2.95	SIN	SIN	SIN	SIN	12.58	
1969	38.19	28.15	18.10	15.70	4.26	2.58	2.65	2.73	1.35	1.27	1.58	2.28	9.90
1970	40.10	40.10	55.03	50.93	11.42	4.01	2.84	2.02	3.20	2.02	1.58	22.40	19.64
1971	55.33	105.84	70.12	14.62	7.80	5.63	4.70	3.55	1.85	1.68	2.47	2.13	22.98
1972	36.48	48.97	26.88	16.74	6.01	4.21	3.40	2.43	2.47	1.98	8.80	17.88	14.69
1973	45.77	57.87	53.13	41.78	15.16	6.17	5.53	3.47	3.40	3.96	3.94	6.09	20.52
1974	62.72	60.12	62.80	24.42	8.70	5.86	4.89	5.38	5.44	3.88	3.97	11.31	21.63
1975	21.88	62.34	67.47	21.84	10.23	6.75	4.67	3.62	2.85	3.15	3.97	16.73	18.79
1976	69.56	55.44	39.61	13.19	6.80	5.05	3.14	2.58	5.83	2.39	1.16	2.65	17.28
1977	11.46	35.42	70.12	27.31	5.86	3.47	2.39	1.87	2.20	1.83	5.32	8.36	14.64
1978	36.74	71.88	56.23	23.23	8.59	3.28	2.76	1.75	1.66	1.31	4.63	46.37	21.54
1979	96.22	65.10	37.97	34.72	13.96	6.13	3.85	2.69	1.70	3.58	2.16	9.67	23.15
1980	24.08	34.52	43.72	18.79	5.26	3.16	2.46	1.61	1.74	3.58	3.47	2.54	12.08
1981	64.07	73.54	87.29	34.03	8.40	4.86	3.62	3.14	2.78	6.98	7.29	15.98	26.00
1982	99.20	28.11	68.44	36.42	11.13	6.02	4.18	3.10	5.17	5.11	17.32	18.00	25.18
1983	13.33	36.95	8.66	8.22	5.08	2.74	2.28	1.79	1.81	1.68	1.43	1.61	7.13
1984	54.73	99.55	62.35	29.98	8.70	4.55	3.43	2.73	2.47	3.77	7.95	24.60	25.40
1985	92.11	64.19	61.75	68.94	26.17	14.04	5.68	3.47	5.56	5.38	13.50	67.69	35.71
1986	78.85	89.99	69.25	48.46	28.34	8.29	4.78	3.21	3.16	2.80	2.82	37.45	31.45
1987	75.19	45.26	23.26	16.67	7.13	4.17	3.81	1.98	1.08	2.13	4.13	7.06	15.99
1988	56.00	38.83	52.83	67.55	16.88	6.33	4.03	2.43	1.85	2.39	2.78	7.02	21.58
1989	18.89	34.52	41.82	SIN	7.80	4.24	3.62	2.13	1.58	1.87	2.51	1.94	
1990	20.01	16.20	10.90	6.71	4.07	3.78	2.54	1.64	1.43	2.05	13.04	17.40	8.32
1991	20.50	22.45	26.10	25.08	14.49	7.29	5.23	4.07	3.86	3.81	5.67	8.77	12.28
1992	47.23	34.76	30.28	9.38	4.52	3.40	2.43	3.73	1.62	1.68	2.47	7.99	12.46
1993	45.18	31.66	30.32	25.85	11.35	5.86	3.81	2.84	3.05	5.00	9.49	35.69	17.51
1994	48.05	86.64	47.98	59.53	19.00	7.91	5.94	3.70	2.85	3.77	7.75	21.92	26.25
1995	40.43	24.02	50.78	17.21	6.53	4.32	3.40	2.91	2.78	2.76	4.05	4.11	13.61
1996	21.54	32.41	20.39	16.71	5.75	3.43	2.39	1.90	1.74	1.90	3.67	12.58	10.37
1997	56.60	90.32	97.15	42.71	10.98	5.94	3.62	3.77	2.78	0.41	0.93	0.45	26.30
1998	9.15	21.87	30.84	20.45	5.26	3.13	2.69	2.17	1.89	2.05	3.86	6.53	9.16
1999	13.48	21.33	56.65	27.05	11.08	4.02	2.53	2.17	2.62	4.22	3.83	5.25	12.85
2000	15.27	47.10	51.99	10.86	5.11	4.30	3.02	2.36	2.13	4.30	3.23	5.95	12.97
2001	97.58	79.36	65.05	30.66	16.15	8.14	5.14	3.80	4.05	5.40	5.64	8.43	27.45
2002	19.64	73.12	82.10	36.85	14.12	4.87	4.35	3.17	4.64	10.72	12.22	40.05	25.49
2003	98.00	86.30	74.60	80.16	11.68	6.39	5.55	4.63	4.23	7.77	5.49	12.79	33.13
2004	110.50	92.19	24.94	15.59	14.25	4.69	3.89	3.35	4.49	2.56	7.43	6.42	24.19
2005	25.38	88.71	27.18	23.09	7.27	3.55	2.73	1.76	1.27	3.99	4.43	11.52	16.74
2006	78.88	37.05	40.22	27.14	9.70	5.46	3.36	1.98	3.42	5.60	10.12	21.87	20.40
2007	26.20	30.54	36.55	42.56	20.12	8.73	4.57	3.28	3.47	3.21	7.08	11.08	16.45
2008	23.70	36.33	21.80	7.30	1.36	1.82	1.97	1.39	1.60	3.58	2.67	53.45	13.08
2009	35.35	23.28	20.61	11.21	3.96	2.60	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	11.74	
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
Nº DATOS	44	44	44	43	44	44	44	42	42	41	41	43	40
MEDIA	45.9	52.1	46.8	28.0	10.0	5.0	3.6	2.7	2.8	3.5	5.3	15.5	18.83
DESV STD	28.3	25.3	21.3	17.4	5.7	2.2	1.1	0.9	1.3	1.9	3.7	14.6	7.09
MIN	9.1	14.4	8.7	6.7	1.4	1.7	2.0	1.2	0.9	0.4	0.9	0.4	7.13
MAX	110.5	105.8	97.1	80.2	28.3	14.0	5.9	5.4	5.8	10.7	17.3	67.7	35.71

FUENTE: SENAMHI, 2010

Figura N° 4- 1 Serie de caudales medios mensuales históricos del río Huancané

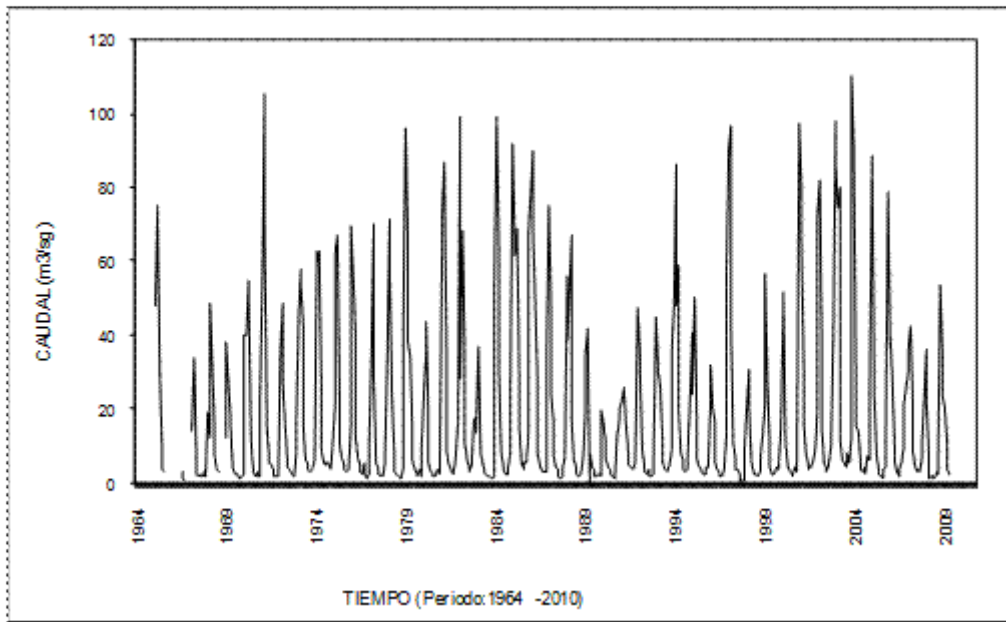
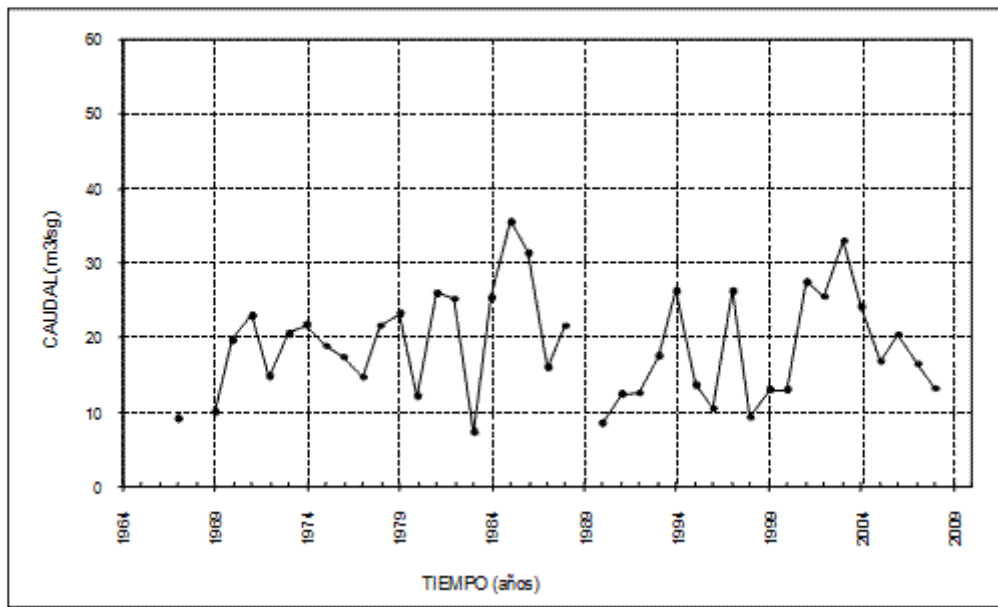


Figura N° 4- 2 Series de caudales medios anuales históricos del río Huancané

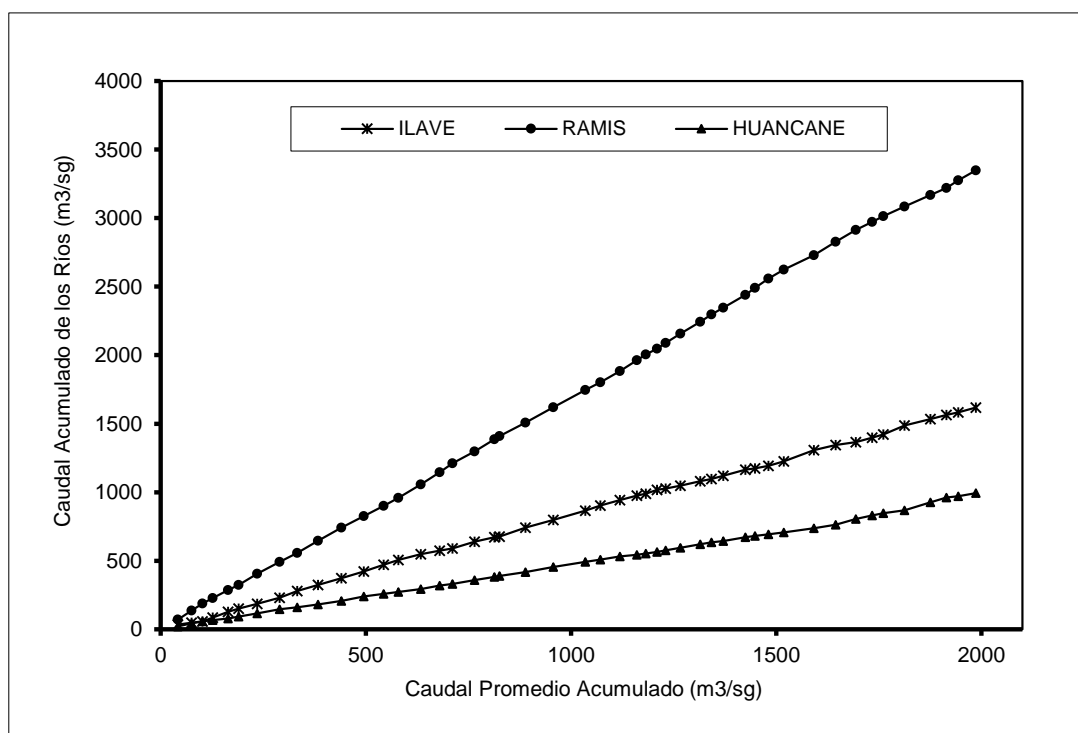


4.1.1.2 Análisis de Doble Masa

En el análisis de doble masa no debe confundirse los quiebres de los periodos secos y húmedos, los datos completados a los datos faltantes con el promedio mensual y de las estaciones vecinas (es solo para el análisis de doble masa); ello puede conllevar a un problema que no tendría una justificación al respecto cuando se corrige dicha información y en general no debe corregirse porque son eventos extremos naturalmente ocurridos que se muestran en todas las estaciones de registro meteorológico.

En la Figura N° 4.3 se presenta el diagrama de doble masa de los caudales medios de los ríos Huancané, Ramis e Ilave. Los diagramas de doble masa para las series de precipitación y evaporación mensual se presentan en el Anexo 3.

Figura N° 4- 3 Diagrama de doble masa de los caudales medios mensuales históricos de los ríos Huancané, Ramis e Ilave



4.1.1.3 Análisis Estadístico de saltos

Antes de utilizar la serie histórica para el modelamiento, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectiva, a fin de obtener una serie confiable, es decir; homogénea y consistente.

Después de obtener de los gráficos construidos para el análisis visual y los de doble masa, los periodos de posible corrección y los periodos de los datos que se mantendrán con sus valores originales, se procede al análisis estadístico.

En los Cuadros N° 4.2, 4.3 y 4.4 se presentan los resultados del análisis estadístico de saltos realizado en la serie de caudales medios mensuales, precipitación total mensual y evaporación mensual de todas las estaciones en estudio.

Cuadro N° 4- 2 Análisis estadístico de saltos de la serie de los caudales medios históricos de los ríos Huancané, Ramis e Ilave

RIO	PERIODO DE ANALISIS		NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR		CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR				
	n1, PD	n2, PC	N° DATOS	PROMEDIO	DESV. EST.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia Significativa
ILAVE	AGO. 1965 - DIC. 1978	ENE. 1979 - DIC. 2006	161	36.69	57.48	0.6469	1.9648	[Tc] < Tt	NO	1.1164	1.2452	Fc < Ft	NO
	ENE. 1967 - MAY. 1984	ENE. 1985 - DIC. 2008	333	33.24	54.40	0.6159	1.9648	[Tc] < Tt	NO	1.1830	1.2362	Fc < Ft	NO
RAMIS	ENE. 1967 - MAY. 1984	ENE. 1985 - DIC. 2008	202	76.42	92.90	0.6159	1.9648	[Tc] < Tt	NO	1.1830	1.2362	Fc < Ft	NO
	ENE. 1967 - DIC. 1975	ENE. 1996 - DIC. 2008	288	71.41	85.42	-0.2271	1.9647	[Tc] < Tt	NO	1.1720	1.3096	Fc < Ft	NO
HUANCANE	ENE. 1967 - DIC. 1975	ENE. 1996 - DIC. 2008	104	20.95	31.58	-0.2271	1.9647	[Tc] < Tt	NO	1.1720	1.3096	Fc < Ft	NO
	ENE. 1967 - DIC. 1975	ENE. 1996 - DIC. 2008	395	21.80	34.19								

Cuadro N° 4- 3 Análisis estadístico de saltos de las series de precipitación total mensual en estudio

ESTACION	PERIODO DE ANALISIS		NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR		CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR				
	n1, PD	n2, PC	N° DATOS	PROMEDIO	DESV. EST.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia Significativa
ARAPA	ENE. 1964 - MAR. 1983	ENE. 1988 - DIC. 2009	239	55.97	55.30	0.3995	1.9647	[Tc] < Tt	NO	1.1057	1.2311	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1989	ENE. 1990 - DIC. 2009	264	54.05	52.59	1.5880	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.1234	1.2327	Fc < Ft	NO
CRUCERO	ENE. 1964 - DIC. 1989	ENE. 1990 - DIC. 2009	310	73.12	71.62	1.5880	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.1234	1.2327	Fc < Ft	NO
	MAY. 1964 - DIC. 1984	ENE. 1984 - DIC. 2009	216	63.26	67.58	-0.4607	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.0123	1.2328	Fc < Ft	NO
ANANEA	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	312	51.54	46.99	-0.4607	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.1601	1.2496	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	231	48.38	48.83	-0.4650	1.9654	[Tc] < Tt	NO	1.1429	1.2303	Fc < Ft	NO
AZANGARO	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	207	50.63	52.60	-0.3787	1.9646	[Tc] < Tt	NO	1.1429	1.2303	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	240	49.39	48.83	-0.3787	1.9646	[Tc] < Tt	NO	1.1429	1.2303	Fc < Ft	NO
PROGRESO	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	274	51.08	52.20	-0.3787	1.9646	[Tc] < Tt	NO	1.1429	1.2303	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	236	53.29	58.20	-0.8385	1.9643	[Tc] < Tt	NO	1.0281	1.2211	Fc < Ft	NO
HUANCANE	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	312	57.47	57.40	-1.2067	1.9643	[Tc] < Tt	NO	1.1975	1.2222	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	252	46.06	51.41	-1.2067	1.9643	[Tc] < Tt	NO	1.1975	1.2222	Fc < Ft	NO
TARACO	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	299	51.64	56.26	-0.5762	1.9651	[Tc] < Tt	NO	1.0155	1.2445	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	246	56.64	56.08	-0.5762	1.9651	[Tc] < Tt	NO	1.0155	1.2445	Fc < Ft	NO
PUTINA	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	216	59.64	55.65	-0.8530	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.0606	1.2361	Fc < Ft	NO
	ENE. 1966 - DIC. 1983	ENE. 1983 - DIC. 2009	204	56.90	53.64	-0.8530	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.0606	1.2361	Fc < Ft	NO
COJATA	ENE. 1966 - DIC. 1983	ENE. 1983 - DIC. 2009	321	61.07	55.24	-0.2437	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.1063	1.2518	Fc < Ft	NO
	ENE. 1965 - OCT. 1976	ENE. 1977 - DIC. 2009	137	53.42	59.91	-0.2437	1.9645	[Tc] < Tt	NO	1.1063	1.2518	Fc < Ft	NO
MUÑANI	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	393	54.82	56.96	0.3141	1.9644	[Tc] < Tt	NO	1.0121	1.2274	Fc < Ft	NO
	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	230	73.86	74.61	0.3141	1.9644	[Tc] < Tt	NO	1.0121	1.2274	Fc < Ft	NO
HUARAYA - MOHO	ENE. 1964 - DIC. 1983	ENE. 1984 - DIC. 2009	311	71.82	75.06								

Cuadro N° 4- 4 Análisis estadístico de saltos de las series de evaporación total mensual en estudio

RIO	PERIODO DE ANALISIS		NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR				CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR			
			N° DATOS	PROMEDIO	DESV. EST.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia Significativa	
HUARAYA - MOHO	n ₁ , PD	ENE .1964 - DIC .1987	280	126.71	21.75	1.3644	1.9659	[Tc] < Tt	NO	1.2191	1.2813	Fc < Ft	NO	
	n ₂ , PC	ENE .1991 - DIC .2000	120	123.37	24.02	0.8769	1.9655	[Tc] < Tt	NO	1.2074	1.2613	Fc < Ft	NO	
JULI	n ₁ , PC	ENE .1966 - DIC .1980	174	137.25	29.35	0.0000	1.9650	[Tc] < Tt	NO	1.1252	1.2473	Fc < Ft	NO	
	n ₂ , PD	ENE .1985 - DIC .2007	259	134.58	32.25									
PUNO	n ₁ , PC	AGO .1967 - DIC .1990	281	167.82	32.55									
	n ₂ , PD	ENE .1991 - DIC .2007	193	167.82	30.88									

4.1.1.4 Análisis Estadístico de Tendencias

Como se puede apreciar en la sección anterior, antes de realizar el análisis de tendencias, se realiza el análisis de saltos y con la serie libre de saltos, se procede a analizar las tendencias en la media y en la desviación estándar.

En los Cuadros N° 4.5, 4.6 y 4.7 se presentan los resultados del análisis de tendencias realizado a la serie de caudales medios mensuales, precipitación total mensual y evaporación mensual de todas las estaciones en estudio.

Cuadro N° 4- 5 Análisis estadístico de tendencias de los caudales medios históricos de los ríos Huancané, Ramis e Ilave

RIO	TENDENCIA EN LA:		ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR														
			PARAMETROS			COEFICIENTES DE REGRESION			COEFICIENTE CORRELACION		N° DATOS		ESTADISTICO T		COMPARACION		TENDENCIA SIGNIFICATIVA
			MEDIA	DESV. EST.		Am	Bm	Cm	R	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	[Tc] < Tt	[Tc] < Tt	[Tc] < Tt	[Tc] < Tt		
ILAVE	MEDIA (Tm)		34.09	54.51	37.1292	-0.0116	-	-0.0321	523	-0.7331	1.9645	[Tc] < Tt	NO				
	DESV. EST (Ts)		46.24	27.51	47.9635	-0.0766	-	-0.0358	44	-0.2322	2.0167	[Tc] < Tt	NO				
RAMIS	MEDIA (Tm)		73.66	87.49	78.4053	-0.0185	-	-0.0313	512	-0.7072	1.9646	[Tc] < Tt	NO				
	DESV. EST (Ts)		82.03	29.15	86.4713	-0.1931	-	-0.0870	45	-0.5727	2.0154	[Tc] < Tt	NO				
HUANCANE	MEDIA (Tm)		21.59	33.33	18.7465	0.0110	-	0.0492	516	1.1168	1.9646	[Tc] < Tt	NO				
	DESV. EST (Ts)		27.08	18.10	19.7453	0.3189	-	0.2313	45	1.5590	2.0154	[Tc] < Tt	NO				

Cuadro N° 4- 6 Análisis estadístico de tendencias de las series de precipitación total mensual en estudio

ESTACION	TENDENCIA EN LA: MEDIA (Tm) DESV. EST (Ts)	EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR						ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR				
		PARAMETROS		COEFICIENTES DE REGRESION		N° DATOS	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA		
		MEDIA	DESV. EST.	Am	Bm		Cm	T calculada			T tabla (95%)	
ARAPA	MEDIA (Tm)	57.22	58.62	57.7132	-0.0018	-	-0.0049	547	-0.1144	1.9643	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	56.97	17.27	56.4507	0.0221	-	0.0172	46	0.1141	2.0141	[Tc] < Tt	NO
CRUCERO	MEDIA (Tm)	69.07	70.41	74.8234	-0.0223	-	-0.0472	514	-1.0692	1.9646	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	66.38	22.07	70.8350	-0.1980	-	-0.1153	44	-0.7522	2.0167	[Tc] < Tt	NO
ANANEA	MEDIA (Tm)	52.89	47.20	53.0484	-0.0006	-	-0.0018	527	-0.0412	1.9645	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	47.59	9.63	47.2864	0.0132	-	0.0180	45	0.1181	2.0154	[Tc] < Tt	NO
AZANGARO	MEDIA (Tm)	49.24	50.32	45.6905	0.0155	-	0.0407	457	0.8689	1.9652	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	49.49	14.31	43.9922	0.2499	-	0.2193	43	1.4392	2.0181	[Tc] < Tt	NO
PROGRESO	MEDIA (Tm)	50.94	51.11	50.7002	0.0009	-	0.0028	532	0.0645	1.9644	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	51.44	10.07	48.7775	0.1133	-	0.1510	46	1.0132	2.0141	[Tc] < Tt	NO
HUANCANE	MEDIA (Tm)	55.67	57.73	55.0661	0.0022	-	0.0061	548	0.1425	1.9643	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	57.49	12.36	58.3478	-0.0365	-	-0.0396	46	-0.2629	2.0141	[Tc] < Tt	NO
TARACO	MEDIA (Tm)	49.09	54.12	48.1516	0.0034	-	0.0101	551	0.2367	1.9643	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	52.45	14.38	51.2562	0.0508	-	0.0474	46	0.3148	2.0141	[Tc] < Tt	NO
PUTINA	MEDIA (Tm)	56.81	54.98	57.8576	-0.0041	-	-0.0109	510	-0.2457	1.9646	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	55.18	11.46	55.8334	-0.0297	-	-0.0326	43	-0.2089	2.0181	[Tc] < Tt	NO
COJATA	MEDIA (Tm)	60.83	57.42	62.7956	-0.0072	-	-0.0197	545	-0.4591	1.9643	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	56.56	15.13	60.7571	-0.1786	-	-0.1584	46	-1.0641	2.0141	[Tc] < Tt	NO
MUÑANI	MEDIA (Tm)	54.46	57.68	55.7875	-0.0050	-	-0.0133	530	-0.3056	1.9645	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	55.30	18.92	53.8625	0.0825	-	0.0434	45	0.2849	2.0154	[Tc] < Tt	NO
HUARAYA - MOHO	MEDIA (Tm)	72.55	74.80	78.6859	-0.0226	-	-0.0473	542	-1.1004	1.9644	[Tc] < Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	26.88	8.38	36.2250	-0.4450	-	-0.1042	46	-0.6950	2.0141	[Tc] < Tt	NO

Cuadro N° 4- 7 Análisis estadístico de tendencias de las series de evaporación total mensual en estudio

ESTACION	TENDENCIA EN LA: MEDIA (Tm) DESV. EST (Ts)	EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR						ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR				
		PARAMETROS		COEFICIENTES DE REGRESION		N° DATOS	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA		
		MEDIA	DESV. EST.	Am	Bm		Cm	T calculada			T tabla (95%)	
HUARAYA - MOHO	MEDIA (Tm)	125.78	22.41	130.7290	-0.0245	-	-0.1275	403	-2.5742	1.9659	[Tc] > Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	20.37	5.90	23.5380	-0.1760	-	-0.3057	35	-1.8444	2.0322	[Tc] < Tt	NO
JULI	MEDIA (Tm)	136.18	31.30	141.3514	-0.0234	-	-0.0951	441	-2.0016	1.9654	[Tc] > Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	27.70	6.90	30.9560	-0.1628	-	-0.2690	39	-1.6989	2.0244	[Tc] < Tt	NO
PUNO	MEDIA (Tm)	153.12	36.39	184.4225	-0.1318	-	-0.4960	474	-12.4100	1.9650	[Tc] > Tt	NO
	DESV. EST (Ts)	26.88	8.38	36.2250	-0.4450	-	-0.6361	41	-5.1483	2.0211	[Tc] > Tt	NO

Vistos los resultados del análisis de consistencia de las informaciones hidrometeorológicas puede decirse:

- La serie de caudales medios mensuales del río Huancané en estudio son consistentes, ya que no presentan saltos ni tendencias significativas tal como se aprecia en los Cuadros N° 4.2 y 4.5, por lo que no requieren corrección alguna.
- La serie de precipitación medios mensuales de la cuenca del río Huancané en estudio son consistentes, ya que no presentan saltos ni tendencias significativas tal como se aprecia en los Cuadros N° 4.3 y 4.6 por lo que no requieren corrección alguna.
- De la misma manera, la serie de evaporación medias mensuales de la cuenca del río Huancané en estudio son consistentes, ya que no presentan saltos ni tendencias significativas tal como se aprecia en los Cuadros N° 4.4 y 4.7, por lo que no requieren corrección alguna.

4.2. COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.

Las series completadas y extendidas de la información hidrométrica (Puentes; Huancané, llave y Ramis), las precipitaciones mensuales (Estaciones Taraco, Arapa, Huancané, Huaraya, Progreso, Muñani, Putina, Azángaro, Ananea, Crucero y Cojata) y la serie de evaporación mensual(Huaraya –Moho. Puno y Juli) se presentan en el Anexo 4.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA

Se determinó utilizando el Polígono de Thiessen Modificado desarrollando el cálculo para la cuenca Huancané, determinando con las estaciones debidamente ubicadas en cada punto según sus aéreas de influencia de las isoyetas y los polígonos de Thiessen, para ello se determinó los coeficientes pluviométricos como se muestra en el Cuadro N° 4.8.

Cuadro N° 4- 8 Coeficientes Pluviométricos de Thiessen Modificado de la Cuenca Huancané

ESTACIÓN	COEFICIENTE PLUVIOMÉTRICO
Muñani	0.2137
Crucero	0.0219
Ananea	0.0954
Cojat	0.1627
Huaraya - Moho	0.0745
Huancané	0.1785
Putina	0.2551

Los cálculos de los coeficientes pluviométricos, así como la precipitación media de la cuenca del río Huancané se presentan en el Anexo 5.

4.4. ANÁLISIS DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

En el Cuadro N° 4.9 se presentan las principales características estadísticas de la serie de caudales medios mensuales del río Huancané – Estación Puente Huancané, para un total de 47 años de registro (1964 - 2010).

Cuadro N° 4- 9 Características estadísticas de caudales medios mensuales del río Huancané – Estación Puente Huancané (1964 - 2010)

MESES	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICINETE DE SESGO	COEFICIENTE DE VARIACION	MAXIMO	MINIMO
ENERO	45.0745	28.0776	0.7469	0.6229	110.50	9.10
FEBRERO	51.2072	25.0629	0.5447	0.4894	105.84	14.40
MARZO	46.1851	21.0303	0.3140	0.4553	97.10	8.70
ABRIL	27.8596	17.0141	1.2367	0.6107	80.20	6.70
MAYO	9.9511	5.6609	1.3352	0.5689	28.30	1.40
JUNIO	4.9979	2.1483	1.7086	0.4298	14.00	1.70
JULIO	3.5915	1.0459	0.6081	0.2912	5.90	2.00
AGOSTO	2.7043	0.8983	0.6778	0.3322	5.40	1.20
SEPTIEMBRE	2.7191	1.2441	0.9099	0.4575	5.80	0.90
OCTUBRE	3.2745	1.8911	1.7344	0.5775	10.70	0.40
NOVIEMBRE	5.2000	3.5795	1.4593	0.6884	17.30	0.90
DICIEMBRE	15.0596	14.2076	1.9502	0.9434	67.70	0.40

En las Figuras N° 4.4 a 4.6 se presentan la representación gráfica de dichas características estadísticas.

Figura N° 4- 4 Media y desviación estándar de la serie de caudales medios mensuales del río Huancané – Estación Puente Huancané (1964 - 2010)

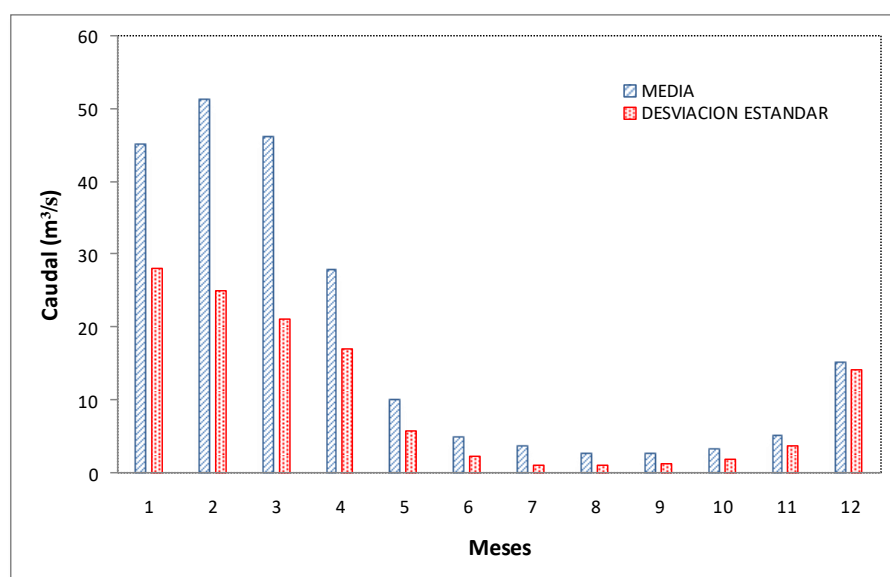


Figura N° 4- 5 Coeficiente de sesgo y variación de la serie de caudales medios mensuales del río Huancané – Estación Puente Huancané (1964 - 2010)

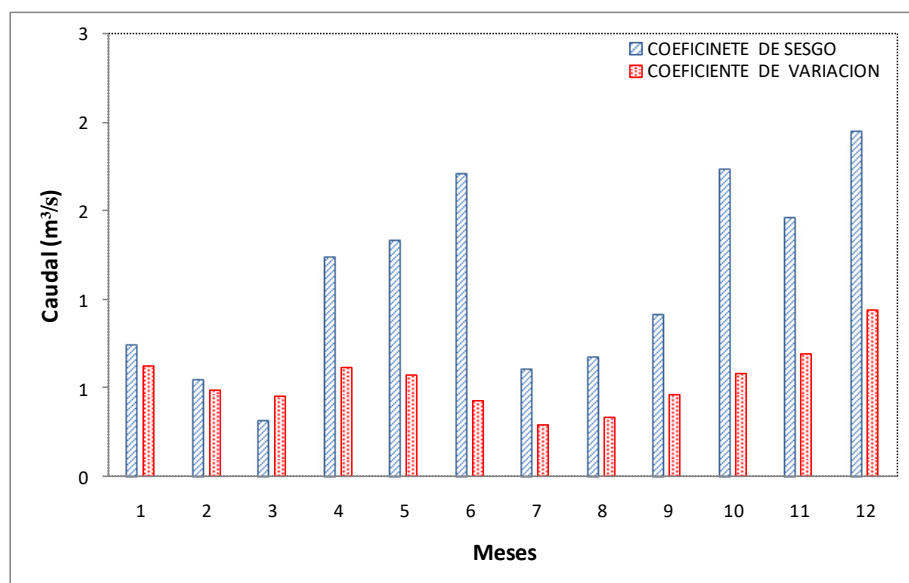
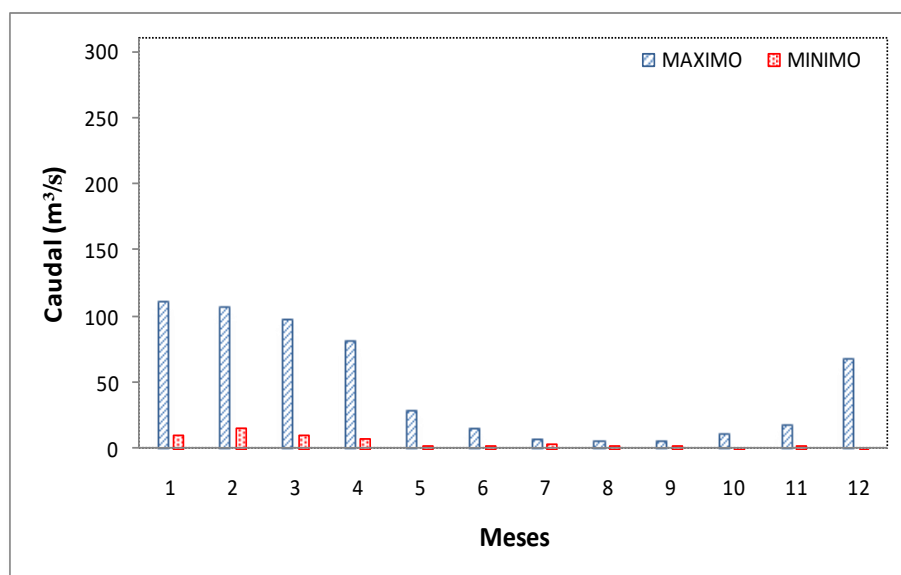


Figura N° 4- 6 Máximo y Mínimo de la serie de caudales medios mensuales del río Huancané – Estación Puente Huancané (1964 - 2010)



4.5. APLICACIÓN DEL MODELO SEAMOD A LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ

Como muestra la estructura del SEAMOD, el modelo estacional tiene un número de variables y parámetros que requieren ser estimado a fin de simular el ciclo hidrológico en la cuenca del río Huancané. El proceso mediante el cual tales parámetros y variables del modelo son determinados es denominado “*calibración del modelo*”.

4.5.1. Área de la Cuenca

Las características fisiográficas de la cuenca se puede observar en el Cuadro N° 4.10, la longitud total del río principal es de 134.2 km resultando una pendiente mínima de 0.127 % en partes bajas y a 1.7 % en las partes altas. Presenta una dirección Nor-este a Sur-este, y su altura media es de 4,375.50 msnm.

Cuadro N° 4- 10 Características fisiográficas de la cuenca

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ						
Cuenca río Huancané	Area (km ²)	Perimetro (km)	longitud curso (km)	Pendiente (%)	Cota Min.(msn)	Cota Max.(msn)
Río Huancane	3533.66	384.7	134.2	0.734	3815.00	4900.00

Las lagunas de mayor importancia son: Tearía, Santa Ana, ubicadas en la sub cuenca Muñani, laguna Munaypa, Quisuarare, Huancamayo, Tiquitiqui estos dentro de la sub cuenca Tuyto, Huayllane ubicado en la sub cuenca Pongongoni y las lagunas Ccanccocota y Yarioca estos ubicados en la sub cuenca intermedia de Huancané. Estas lagunas representan las reservas superficiales para el Seamod.

4.5.2. Precipitaciones

Se ha hecho uso de la información de precipitación media mensual calculado por el Método de Thiessen Modificado, (mm/mes), registradas en las estaciones: **Muñani, Putina, Huancané, Cojata, Huaraya – Moho, Ananea, Crucero**, para la cuenca del río Huancané respectivamente. La longitud total de registro en la cuenca del río Huancané es de 564 meses (47 años) teniendo un periodo desde el año 1964 al 2010.

Del periodo de 1964 – 1988 (25 años) 300 meses, serán utilizados para el proceso de calibración del modelo, es decir para estimar los parámetros de la cuenca, ya que el modelo solo acepta la cantidad mencionada.

Del periodo de 1989 – 2010 (22 años) 264 meses, serán utilizados con fines de verificación y simulación.

4.5.3. Descargas

La información de descargas medias mensuales históricos del río Huancané, $Q(m^3/s)$, registradas por el Senamhi, estos fueron utilizados por el SEAMOD para los procesos de calibración y verificación del modelo y posterior uso del modelo con propósitos de simulación. Los periodos mencionados para la información de precipitación, son los mismos; es decir la información de descargas medias mensuales del periodo 1964 - 1988 fueron utilizados con fines de calibración del modelo y del periodo 1989 -2010 fueron empleados para la comparación y verificación del modelo.

4.5.4. Meses Húmedos y Secos

De la información de precipitación, se infiere que los meses secos comprenden los meses Abril a Octubre; por consiguiente el valor **NDRY=10**; mientras que los meses húmedos corresponden a los meses Noviembre a Marzo, siendo en el SEAMOD el valor de **NWET = 3**.

4.5.5. Evaporación

Se ha hecho uso de la información del promedio de evaporación, EV (mm/mes), registrada en las 3 estaciones empleadas, cuales son Huaraya – Moho, Puno y Juli; los periodos de registro son los mismos empleados para las variables de precipitación y descarga. Esta variable es importante debido a que cuando este valor es mayor que la precipitación, se consumen las reservas de agua disponible en el suelo. En el supuesto de que el punto de partida sea que el suelo este saturado, esta humedad empezara a ceder agua para satisfacer los efectos de la evaporación y/o evapotranspiración hasta agotarse, momento en que se producirá la sequía o déficit.

4.5.6. Condiciones de Humedad de los Suelos.

La magnitud de este parámetro está en función directa de las características de los suelos. Investigaciones realizadas indican que la cuenca del río Huancané se encuentra en la región paramosólica o andosólica, Ubicada en la zona alto Andina, cuyo relieve es suave debido a haber sido glacial. Predominan los “paramosoles”, que son suelos ácidos y ricos en materia orgánica. Los “páramo andosoles” son suelos similares, pero derivados de rocas volcánicas arcillosas. También existen los suelos con predominancia rocosa (litosoles), calcárea (rendzinas) y suelos neutros arcillosos oscuros (chernozems) a profundidades menores de 30 cm. Cerca a lagunas y zonas pantanosas se encuentran suelos con muy alto contenido de

materia orgánica, denominados “histosoles”. La agricultura es muy limitada en estas zonas por las bajas temperaturas, salvo para algunas especies como la Maca. Estas zonas tienen un buen potencial para pastos, aprovechados con la actividad pecuaria de camélidos y ovinos.

Para el SEAMOD se ha considerado los siguientes valores:

- Acorde a las características de los suelos de la Cuenca Huancané, se han considerado como lámina de agua a *capacidad de campo* igual a 51.30 mm que resulta para un suelo de textura **Franco Arcilloso**, capacidad de campo en 27% y a una profundidad de 190mm. **Ver CUADRO N° 3.4**
- El Umbral de Humedad del suelo para la evapotranspiración ha sido considerado como un porcentaje de la humedad a Capacidad de Campo es decir el 80% de 51.30 mm, que resulta ser ascendente a 41.04mm.
- La lámina de agua para el suelo saturado ha sido considerado como 190 mm para un 49% de porosidad del suelo, el mismo que caracteriza a los suelos de la cuenca del río Huancané, acorde con los reportes de estudios de suelos.

4.5.7. Condiciones Iniciales

i) Reservas Superficiales

Las reservas superficiales incluyen la retención superficial del agua en depresiones y en toda forma de humedad sobre la superficie del suelo. Las reservas superficiales varían de mes a mes y generalmente se aproxima a cero al final del periodo seco.

Debido a esta razón es recomendable iniciar procesos de simulación dentro o al final de la estación seca de modo que el estimado para esta reserva sea muy cercano a cero.

De otro lado, si la simulación se inicia durante la estación húmeda, el estimado podría estar basado en la precipitación antecedente. Una fracción de la humedad antecedente podría ser tomada, el cual podría depender de las características físicas de la cuenca.

Para cuencas donde existen áreas con lagos, y áreas hidromórficas y/o bofedales, es posible tener como reservas superficiales en el orden de 10 a 50 % de la precipitación sobre el área; Valores inferiores a 1 – 10% también podrían esperarse otros factores tales como la cobertura vegetal, la pendiente son de importancia. Por ejemplo, cuencas con fuerte pendiente podrían tener muy pequeña cantidad de reservas superficiales.

- Para la Cuenca Huancané, el almacenamiento superficial ha sido considerado como el 10% de la cantidad de la precipitación del mes antecedente, aunque este porcentaje puede ser mayor a este o ser menor de este. Para la Cuenca Huancané se ha considerado 8.04mm del análisis de la precipitación media por el método de Polígono de Thiessen Modificado. **Ver ANEXO 5: CUADRO N° 7.39**

ii) Humedad Inicial del Suelo

Las reservas de agua en el suelo dependen del tiempo y las características climáticas antecedentes en la cuenca. Por ejemplo, durante las estaciones secas, la condición antecedente es que no existe precipitación, entonces se puede asumir que el contenido de humedad en el suelo es una pequeña fracción de la capacidad de campo. Bajo extremas condiciones de sequía podría considerarse cero como valor inicial. Durante los periodos húmedos, la humedad inicial estará alrededor del calor de capacidad de campo. Para nuestro caso, debido a que el proceso de simulación se inicia en Enero y dado a que el periodo húmedo se inicia en Noviembre, hemos tomado como valor inicial correspondiente a la humedad a **capacidad de campo** ascendente a 51.30 mm para la cuenca.

iii) Reserva Subterránea

Las reservas del acuífero dependen del material poroso, para los acuíferos libres dependen del rendimiento específico y para acuíferos confinados depende del coeficiente de almacenamiento. El rendimiento específico es la diferencia entre la porosidad y la humedad a capacidad de campo (**DATOS DEL CUADRO N° 3.4**), por consiguientes los valores iniciales deben estar cercanos a estos valores. Adicional a este valor de importancia, se encuentra el espesor saturado medio, superficie del acuífero, a fin de estimar el volumen de las reservas del acuífero mediante la relación $V = A * S_y * h$; V , es el volumen de agua en el acuífero; A , es la superficie del acuífero; S_y , es el rendimiento específico y h , es el espesor saturado medio.

Otro modo de estimar las reservas iniciales del acuífero, especialmente si tal estimado es para el periodo seco, es considerar que el flujo durante la estación seca sea una fracción de las reservas del acuífero.

De acuerdo con las investigaciones existentes, los terrenos plio-pleistocénicos y recientes que generalmente rellenan los valles y las planicies aluviales, constituidos por materiales poco o nada consolidados de origen glaciario, fluvial y lacustre, presentan una granulometría muy variable tanto en sentido vertical como horizontal y por tanto su permeabilidad también

varía desde muy elevada a muy baja (según dominen las gravas o las arcillas). En consecuencia, los únicos acuíferos importantes se encuentran en los valles y áreas de depósitos cuaternarios cercanos a la red hidrográfica, constituidos por materiales detríticos, dentro de los cuales es posible individualizar varias zonas de interés hidrogeológico.

Los espesores del Cuaternario son variables, según el desarrollo de cada cuenca como consecuencia de los procesos de erosión, transporte y sedimentación. Las investigaciones permiten señalar que los depósitos aluviales de interés hidrogeológico no superan los 150 m de profundidad, de los cuales los primeros 60 a 80 presentan las mejores condiciones para el aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos, como lo demuestran algunas perforaciones existentes en algunas regiones altiplánicas de Perú y Bolivia.

Las fuentes de recarga de los acuíferos están casi exclusivamente localizadas en las zonas pedemontanas, donde se encuentran los componentes más gruesos (de origen fluvio-glaciar) de los depósitos continentales. Es en estas zonas donde, en función de la intensidad de las lluvias, llega la escorrentía superficial y se origina la infiltración, que en el norte de la región puede llegar a ser muy fuerte. En la llanura de la puna la permeabilidad superficial es muy baja y se puede pensar que la posibilidad de recarga está limitada solamente a las zonas donde no hay manto superficial arcilloso lacustre. En la parte meridional de la región, la recarga es más débil y se concentra en las zonas pedemontanas de la Cordillera Oriental.

Proporcionalmente a la intensidad de la lluvia, el agua de infiltración entra en las formaciones porosas de las series continentales cuaternarias y se subdivide en varios acuíferos superpuestos, de los cuales los superiores son freáticos y los inferiores artesianos cuya profundidad media se estima en 500 mm. Dado que los depósitos cuaternarios, posiblemente acuíferos, se presentan encajonados, como los depósitos fluvio-glaciares entre laderas de lomas terciarias y mesopaleozoicas impermeables, las napas freáticas y artesianas son completamente independientes, siendo el nivel de las napas artesianas siempre más alto que el de las freáticas. **FUENTE: ALT**

- Para el SEAMOD, las reservas de agua subterránea han sido estimadas en 110 mm, que resulta de multiplicar 0.22 y 500, que representan valores estimados del rendimiento específico y el espesor medio saturado. Ciertamente es que en las zonas altas los acuíferos presentan características muy variadas; en este tipo de cuenca se han ubicado únicamente acuíferos aluviales detríticos cuya profundidad media se estima en 500mm.

4.6. PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO DEL MODELO SEAMOD

Figura N° 4- 7 Presentación del modelo SEAMOD y todas sus características.

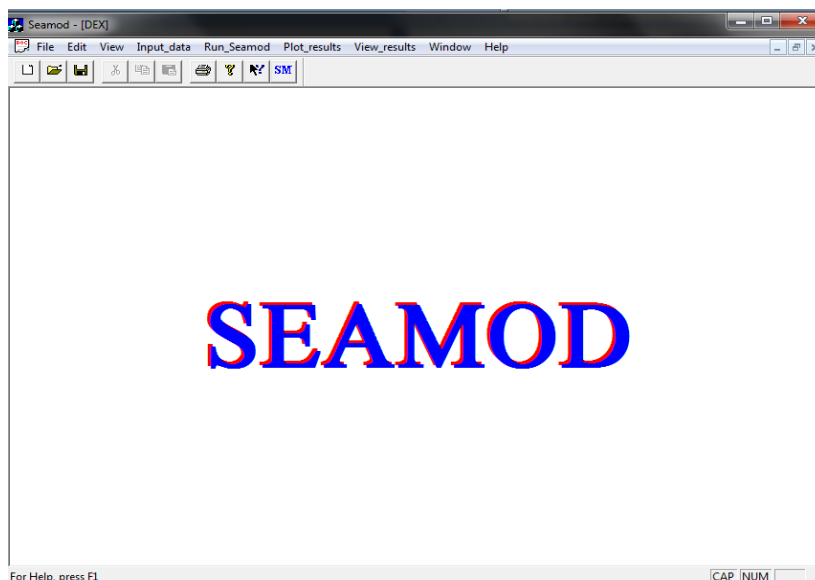


Figura N° 4- 8 Información General para la Calibración.

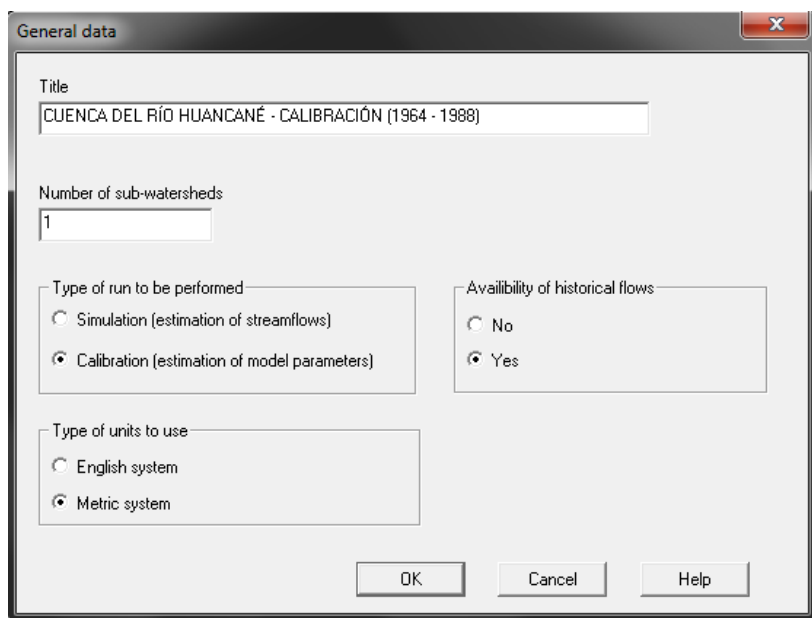


Figura N° 4- 9 Longitud de Registros para la calibración.

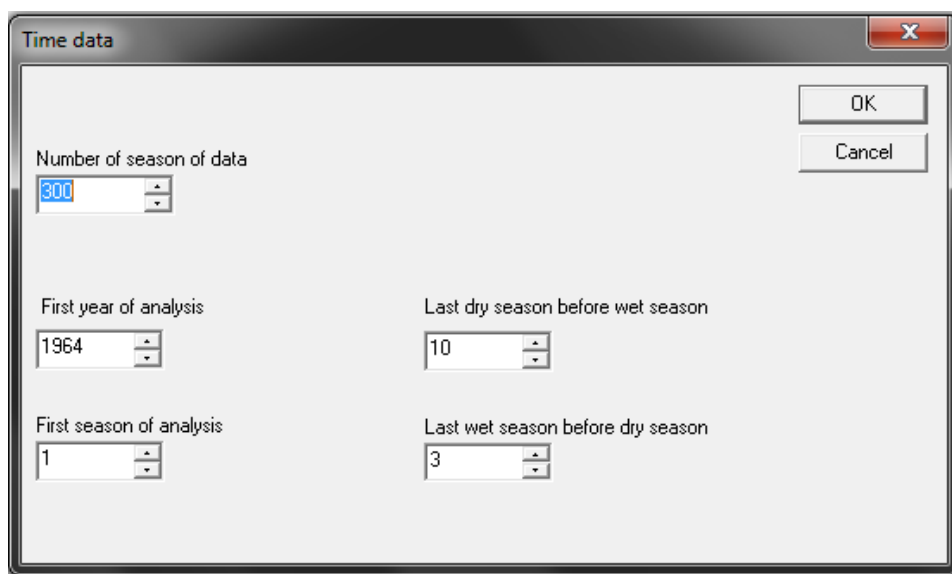


Figura N° 4- 10 Información Histórica de Descargas con fines de Calibración del Modelo

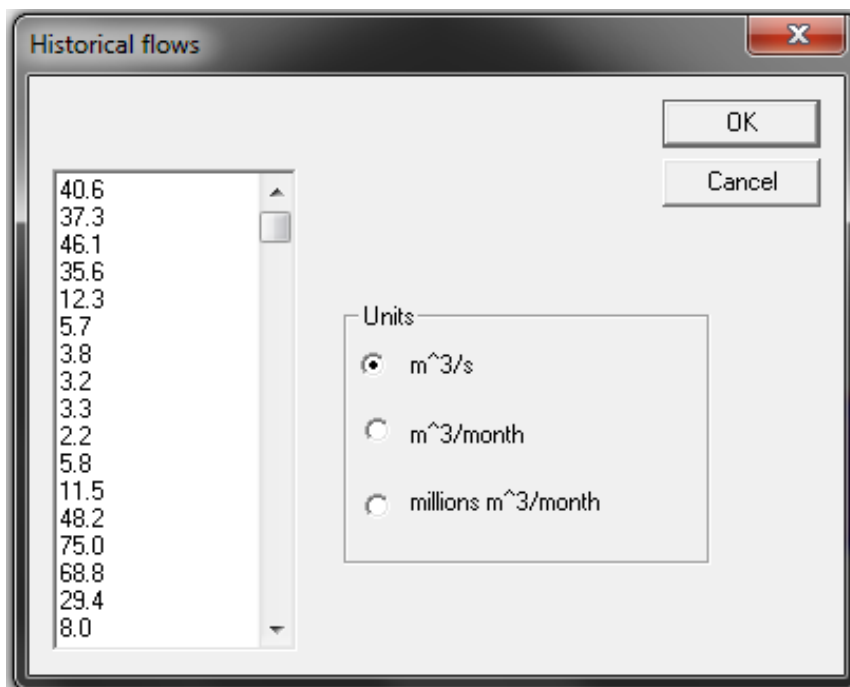


Figura N° 4- 11 Información de Precipitación.

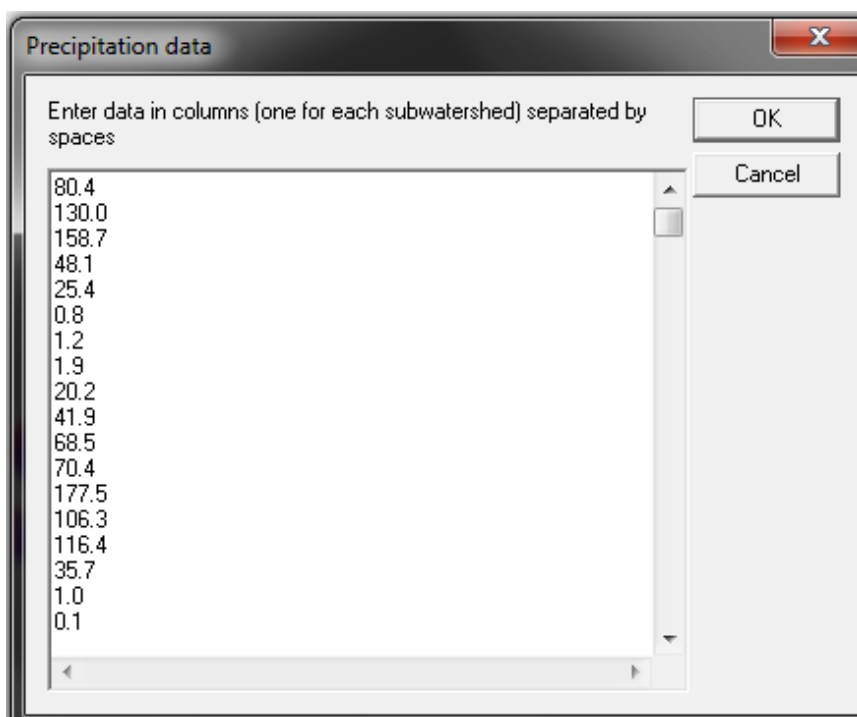


Figura N° 4- 12 Información de Evaporación.

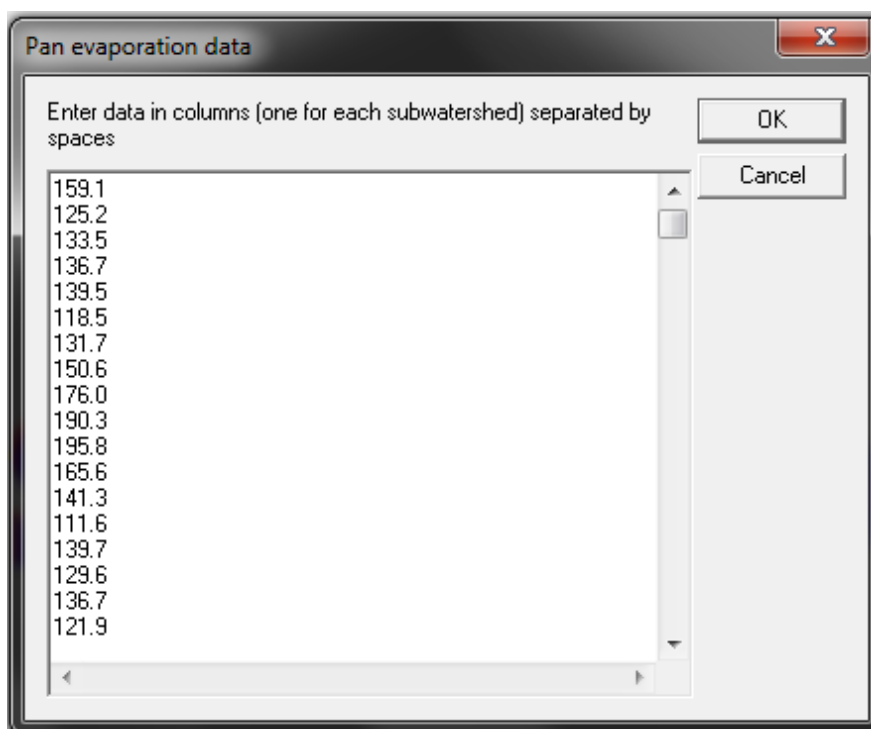


Figura N° 4- 13 Parámetros del Modelo.

Optimization parameters

Type of objective function

- Sum of squared errors
- Sum of absolute errors
- Sum of absolute relative errors
- Sum of absolute logs of errors
- Min (Max error)

Iteration parameters

20 Maximum number of steps in the optimization

0.005 Maximum relative error

Initial values of parameters

Optimize	Parameter	Value	Initial step size
<input checked="" type="checkbox"/>	Actual evapotranspiration X1	0.860081	0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Surface runoff (wet season) X2	0.376295	0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Surface runoff (dry season) X3	0.338485	0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Groundwater flow X4	0.506754	0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Base flow X5	0.338516	0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Infiltration capacity (wet season) X6	0.136673	0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Infiltration capacity (dry season) X7	84.94	0.05

OK
Cancel
Help

Figura N° 4- 14 Condiciones de Humedad del Suelo.

Subwatersheds data

Enter values (one for each subwatershed) separated by spaces

Area: 3533.66

Field capacity: 51.30

Threshold soil moisture for evapotranspiration: 41.04

Soil saturation capacity: 190

Initial storages

Surface storage: 8.04

Subsurface storage: 51.30

Groundwater storage: 110

Units: Square miles, Acres, Squared kilometers, Hectares

Units: mm

Units: mm

Units: mm

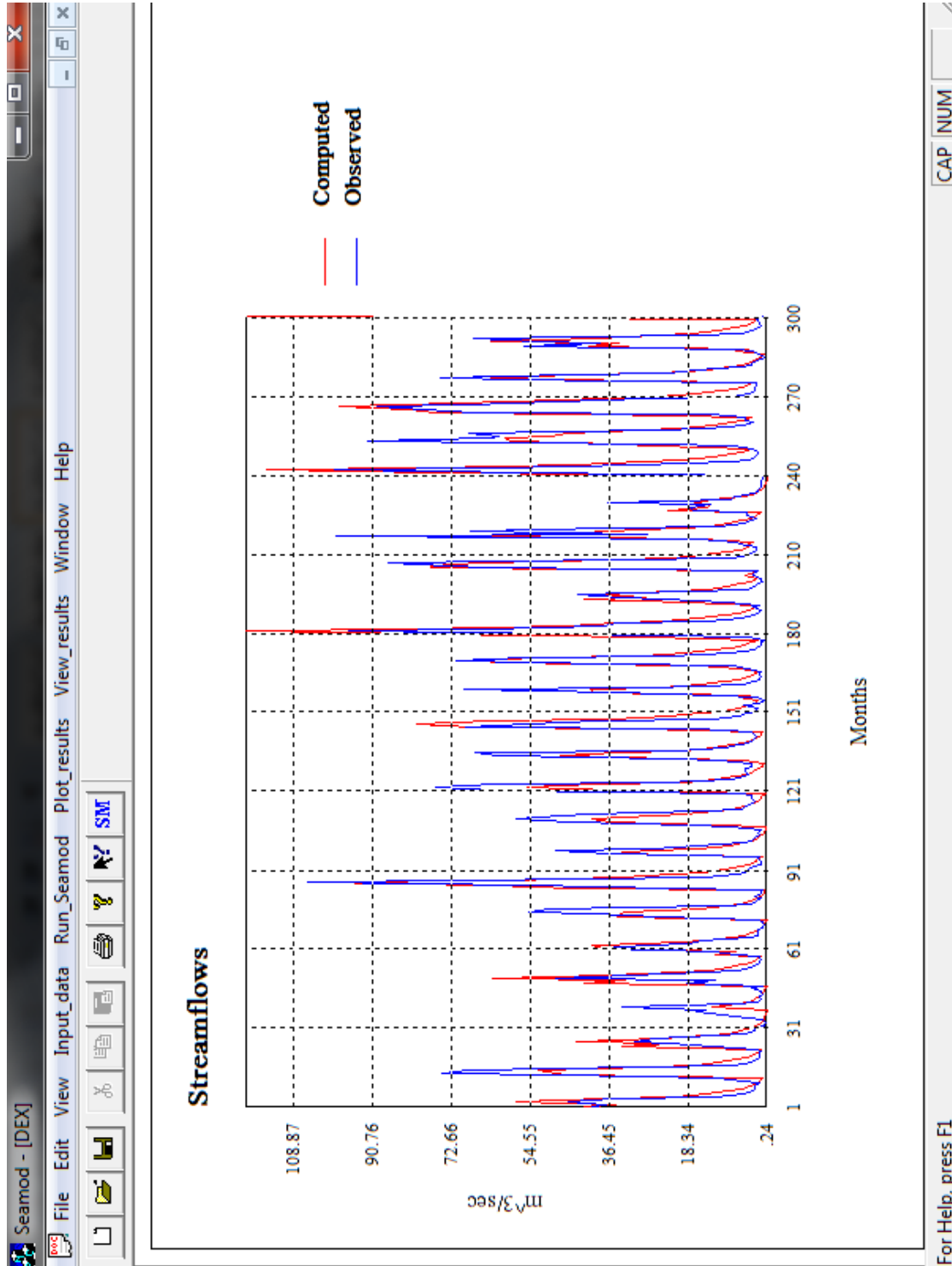
Units: mm

Units: mm

Units: mm

OK
Cancel

Figura N° 4- 15 Comparación entre Descargas Medias Históricas y Calculadas por el SEAMOD.



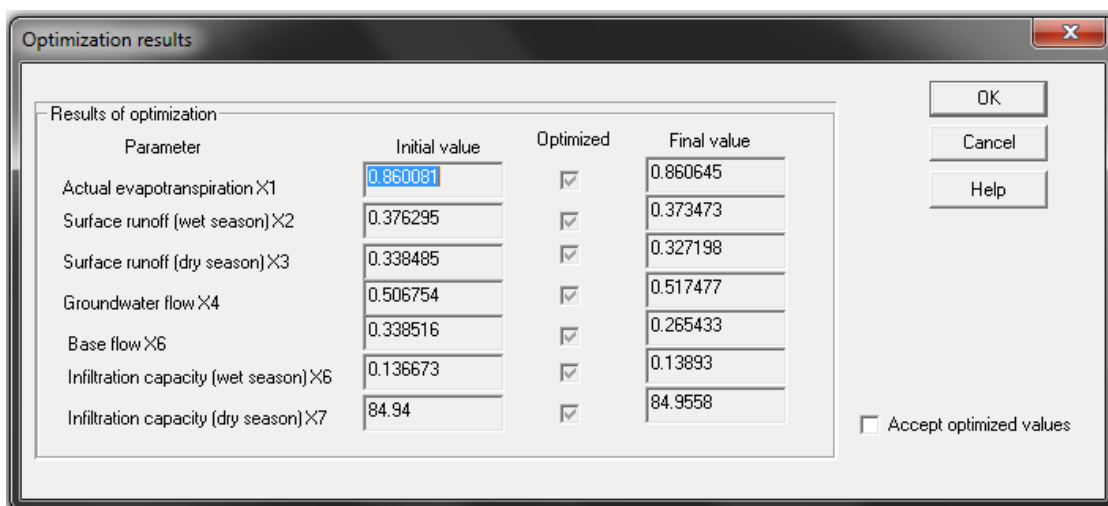
4.7. CALIBRACIÓN DEL MODELO SEAMOD

Del Grafico N° 4.15 denominado "Streamflows" es el resultado obtenido luego de haberse ingresado los valores de entrada del modelo, para el cual se utilizó como función objetivo; la minimización de la suma de los errores cuadráticos entre los valores observados históricos y calculados por el modelo.

- SEAMOD dispone de una opción que permite crear un archivo que contiene los resultados del proceso de calibración y generación de descargas, estos se presentan en el Anexo N° 6.

- El SEAMOD, haciendo uso de la metodología de optimización denominado ROSENBROCK - HILLCLIMB - PROCEDURE, se obtuvieron los parámetros óptimos del modelo, siendo estos:

Figura N° 4- 16 Calibración final de la optimización de los resultados



X_1	=	0.860645
X_2	=	0.373473
X_3	=	0.327198
X_4	=	0.517477
X_5	=	0.265433
X_6	=	0.13893
X_7	=	84.9558

La contribución de estos parámetros sobre las variables precipitación, evaporación, condiciones iniciales de humedad de la Cuenca Huancané, se hallan reflejados en las descargas calculadas por el modelo. Del análisis de los parámetros, son relativamente

óptimos debido a que estos no describen con mucha precisión los fenómenos; se puede inferir que los de mayor sensibilidad son: X_1 , X_2 , X_4 , X_6 , X_7 .

4.8. PROCESO DE SIMULACION Y VALIDACION DEL MODELO SEAMOD

El Modelo SEAMOD dispone de una opción adicional que permite al usuario validar los parámetros obtenidos durante la fase de calibración del modelo para la cuenca en estudio. Con este propósito se ha hecho uso de información de precipitación y evaporación correspondiente al periodo 1989 - 2010.

A. Información General.

Similar al caso de calibración se ha ingresado la información correspondiente a la hoja "General Data" del SEAMOD, en la cual destaca el tipo de corrida a ser ejecutada por el SEAMOD en este caso ha sido seleccionado "Simulación (estimation of streamflows)", así mismo se ha seleccionado "availability of historial flows" debido a que disponen de datos de descargas para este periodo.

B. Periodo de Simulación.

Esta hoja muestra los números de meses a ser simulados en este caso son 264, el periodo de análisis se inicia en Enero de 1989 y culmina en Diciembre del 2010, la información referente a los inicios y finales de los periodos secos y húmedos se mantuvieron constantes.

C. Precipitación.

La información de precipitación utilizada para el proceso de simulación fueron utilizados los periodos 1989 - 2010, estos fueron registrados en las estaciones: **Muñani, Putina, Huancané, Cojata, Huaraya – Moho, Ananea y Crucero**, se utilizo la precipitación media que fue hallado por el método Thiessen Modificado respectivamente; la misma que fue almacenada en la hoja denominada "Precipitation Data"

D. Evaporación.

Se ha hecho el uso del promedio de la información de evaporación registrada de las 3 estaciones mencionadas y para el periodo de simulación fueron proporcionadas al SEAMOD a través de la hoja "Pan Evaporation Data", información necesaria para el cálculo de balance de agua y descargas en las sub cuencas en estudio.

E. Descargas.

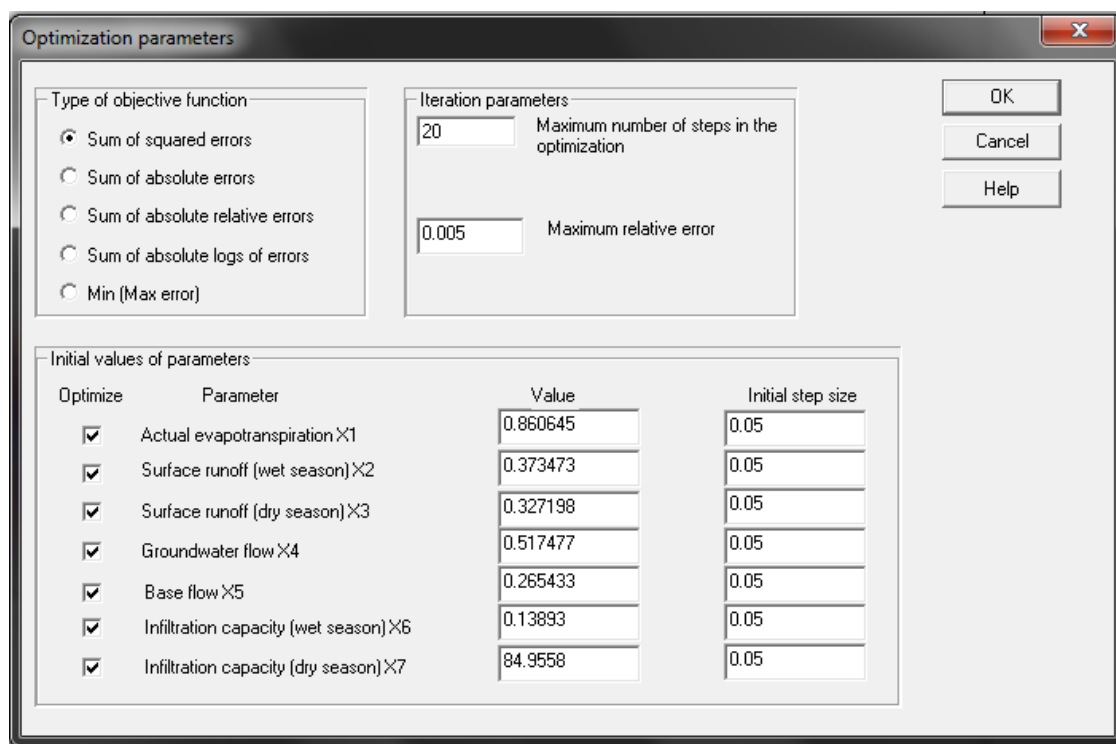
Generalmente durante el proceso de verificación de los modelos se pueden hacer uso de información observada y/o en otros casos cuando no se dispone de información observada, simplemente con los modelos como el SEAMOD nos limitamos a calcular las variables de salida, que para nuestro caso son las descargas históricas de la cuenca Huancané. Afortunadamente, para la verificación del modelo disponemos de información de descargas para el periodo de análisis 1989 - 2010, 264 datos de descargas, los cuales nos permitirán emitir elementos de juicio respecto al comportamiento del modelo, para finalmente utilizar el modelo calibrado con los propósitos de cálculo de descargas, en muchos casos haciendo uso de información de precipitaciones generales mediante modelos estocásticos y disponer de una buena longitud de registro a fin de realizar análisis respecto a la disponibilidad de los recursos en la cuenca del río Huancané. La información de descargas fue proporcionada al SEAMOD a través de la hoja denominada "HistoricalFlows".

F. Parámetros Optimizados.

Durante el proceso de calibración del modelo se obtuvieron los parámetros óptimos del modelo, basados en minimizar una función objetivo, es decir minimizar la suma de los cuadrados de los errores, entre los calculados por el modelo y las descargas observadas. De otro lado en esta fase de simulación, hemos hecho uso de aquellos parámetros optimizados; los cuales fueron proporcionados al SEAMOD en la hoja de datos denominado "OptimizationParameters", Figura. N° 4.17.

El tipo de función objetivo se mantuvo invariable "Sum of Squared Errors", únicamente fue alterado la columna "Value", que contienen los valores de los parámetros optimizados, evidentemente estos valores difieren con los valores iniciales proporcionados al SEAMOD durante el proceso de calibración.

Figura N° 4- 17 Uso de los Parámetros óptimos obtenidos en la Calibración a la Simulación.



G. Características de la Cuenca

Evidentemente muchas de las características de las Cuenca son invariables debido a que el proceso de simulación se inicia en Enero y culmina en Diciembre; hablamos del periodo de análisis. Por consiguiente, el área de la cuenca es invariable, las condiciones iniciales de humedad a capacidad de campo y condiciones de saturación tampoco varían.

Lo que si es variable son las reservas superficiales, en la hoja de SEAMOD aparece como "Surface Storage", este valor depende de las condiciones antecedentes de lluvia, en este caso dependerá de las lluvias de diciembre de 1988 para la cuenca, se han tomado como el 10% de las precipitación antecedente, siendo el valor 11.03 mm.

Como se mencionó antes, los valores referentes a los almacenamientos subterráneos y sub superficiales se han mantenido constantes, debido a que tiene relación directa con las características de retención de la humedad de los suelos. Lo antes descrito se muestra en la hoja de SEAMOD denominado "Subwatersheds Data". Figura N° 4.18.

Figura N° 4- 18 Condiciones de Humedad del Suelo en la Simulación.

Subwatersheds data

Enter values (one for each subwatershed) separated by spaces

Area: 3533.66

Field capacity: 51.30

Threshold soil moisture for evapotranspiration: 41.04

Soil saturation capacity: 190

Initial storages:

Surface storage: 11.03

Subsurface storage: 51.30

Groundwater storage: 110

Units: Square miles, Acres, Squared kilometers, Hectares

Units: mm, mm, mm

Units: mm, mm, mm

OK Cancel

H. Resultados de la Simulación

El SEAMOD, muestra el grafico denominado "Streamflows" Figura N° 4.19, de los 264 meses simulados podemos decir que existe una buena aproximación entre los caudales observados y los simulados por el modelo.

En los periodos de estiaje en la mayoría existe un buen ajuste, tal como se puede mostrar en la figura; excepto entre los meses 80 - 85, 104 - 108, 128 - 132, 153 - 157, 176 - 180, 186 - 190, 202 - 206 y 222 - 226, ya que existe una sobreestimación durante estos periodos secos, sin embargo en los meses húmedos entre los meses; 38 - 42, 82 - 86, 107 - 111, 119 - 123, 143 - 147, 179 - 183 y 215 - 219, muestran un similar comportamiento con los valores observados, en cambio, en los demás periodos húmedos existe una sobreestimación sobre los observados.

También se puede apreciar que entre los meses 179 - 184 se encuentra el pico máximo principal y entre los meses 59 - 54, 96 - 101, 144 - 150, 166 - 173, 192 - 196, se encuentran los picos máximos secundarios. Los resultados del proceso de simulación y generación de descargas realizadas, están presentados en el Anexo N° 7.

Figura N° 4- 19 Resultados de la Simulación.

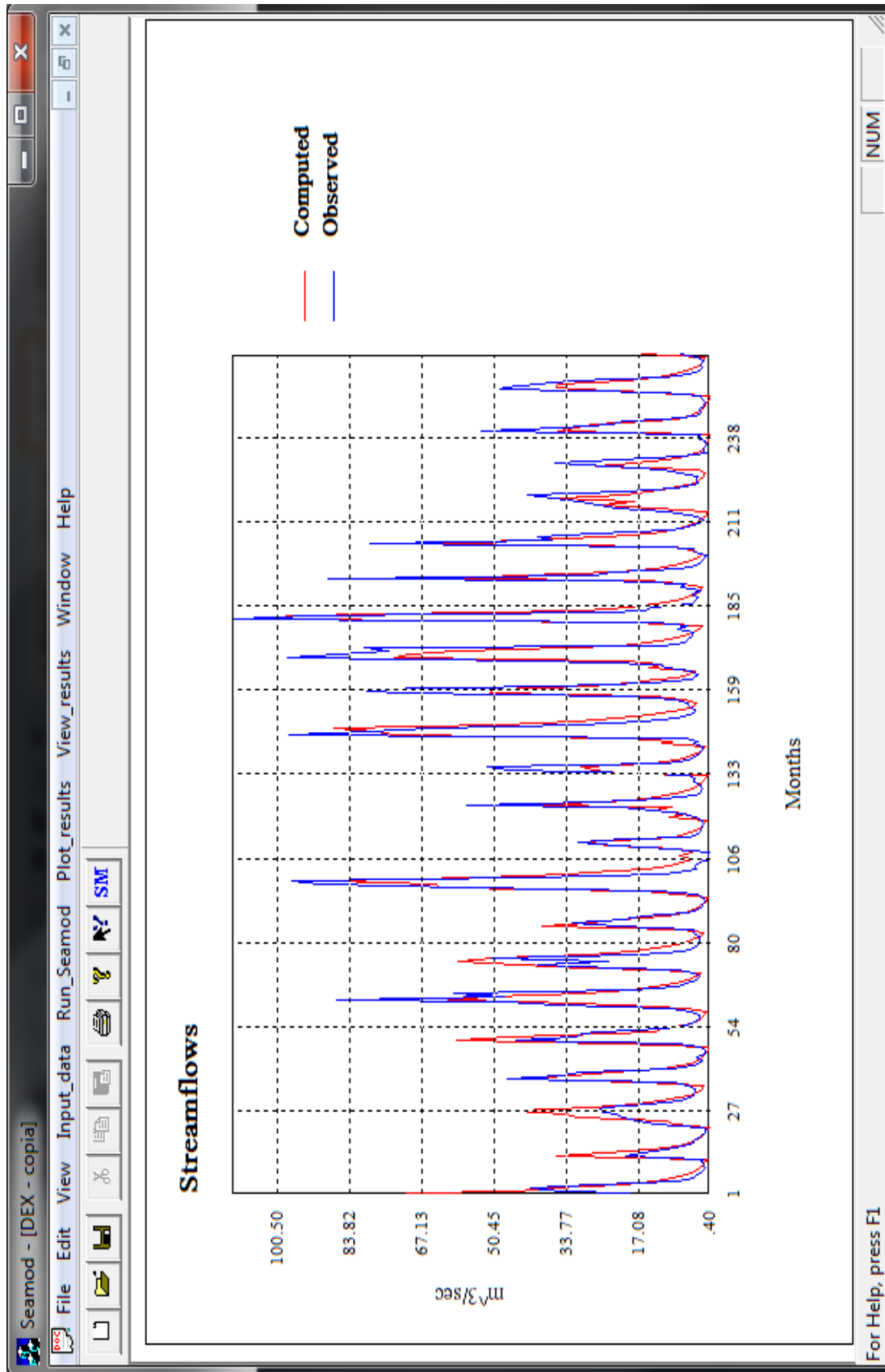
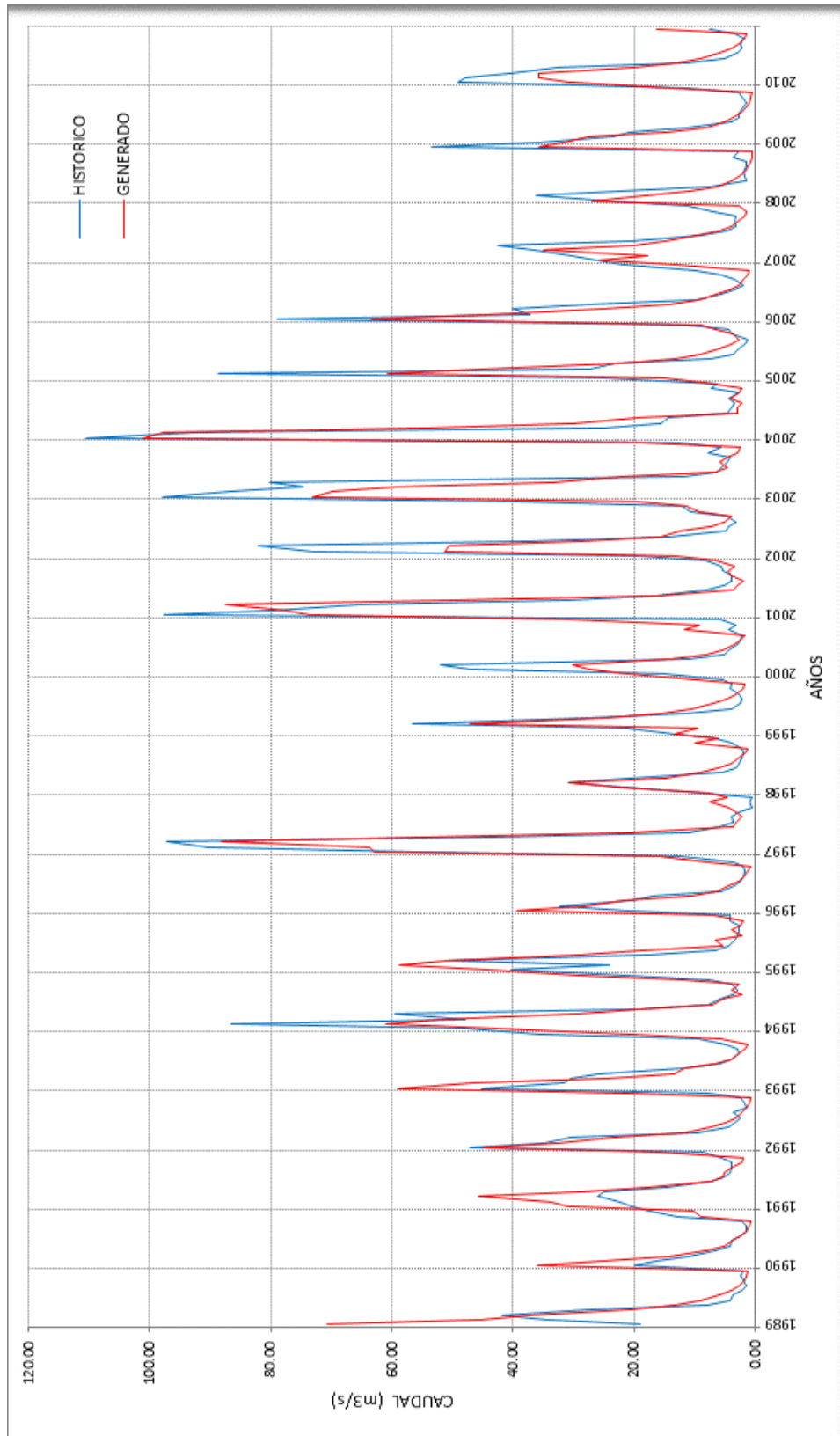


Figura N° 4- 20 Resultados de la Simulación



El Cuadro N° 4.11, nos muestra el resultado de los caudales generados por el modelo SEAMOD, en la cuenca del río Huancané.

Cuadro N° 4- 11 Caudales generados por el modelo SEAMOD

CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RIO HUANCANE - ESTACION PUENTE HUANCANE													
GENERADOS POR EL MODELO SEAMOD (m3/seg)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	70.70	45.20	37.10	20.40	13.10	9.09	5.91	3.97	2.76	1.80	1.43	1.25	17.73
1990	35.90	24.90	14.10	7.98	5.20	3.61	2.35	1.58	1.10	0.72	8.96	10.20	9.72
1991	30.90	33.70	45.80	28.40	17.40	7.25	5.25	5.15	3.58	2.33	1.85	16.20	16.48
1992	45.00	32.60	23.10	11.70	7.24	4.94	3.20	2.15	1.49	0.97	0.77	21.80	12.91
1993	59.00	46.50	24.30	13.40	11.80	6.68	4.03	2.64	1.82	1.18	5.89	21.10	16.53
1994	43.20	61.00	51.90	29.10	18.90	7.15	5.35	2.31	3.99	2.60	12.10	29.40	22.25
1995	44.80	58.70	50.70	28.60	18.60	5.28	6.54	2.25	3.93	2.56	2.03	7.04	19.25
1996	39.30	28.20	21.50	10.50	6.37	4.32	2.79	1.87	1.30	0.85	7.96	16.10	11.75
1997	63.00	63.70	88.30	53.80	20.40	3.58	3.21	2.13	3.25	4.50	7.61	4.62	26.51
1998	7.69	23.20	30.70	14.90	9.01	6.10	3.94	2.64	1.84	1.20	9.99	6.06	9.77
1999	13.50	9.38	47.20	24.60	15.30	10.50	6.82	4.58	3.18	2.07	1.65	10.00	12.40
2000	21.20	27.40	30.10	13.90	8.11	5.43	3.49	2.34	1.62	11.70	9.28	31.25	13.82
2001	73.70	77.50	87.40	48.90	15.70	3.56	3.02	2.01	4.15	4.36	3.46	6.62	27.53
2002	13.50	51.40	50.50	28.50	15.50	12.43	7.35	5.15	3.91	9.35	11.50	19.60	19.06
2003	73.20	69.80	58.80	33.30	21.70	6.56	4.58	5.84	4.59	2.99	2.37	19.10	25.24
2004	101.00	97.70	53.80	29.90	19.30	3.02	2.85	2.25	4.07	2.65	2.10	6.83	27.12
2005	15.30	60.80	44.70	21.80	13.20	8.94	5.77	3.87	2.69	3.67	6.51	9.03	16.36
2006	63.40	43.90	24.80	14.10	9.16	6.37	4.15	2.79	1.94	1.26	1.00	13.40	15.52
2007	25.70	17.80	35.10	19.90	14.90	9.45	5.96	3.97	2.75	1.79	1.42	2.74	11.79
2008	27.00	18.10	10.60	6.01	3.91	2.72	1.77	1.19	0.83	0.54	0.43	35.70	9.07
2009	31.50	27.50	14.60	8.08	5.21	3.61	2.35	1.58	1.10	0.72	0.57	14.10	9.24
2010	31.00	35.80	35.70	19.90	12.90	8.94	5.82	3.91	2.72	1.77	1.41	16.40	14.69
N° DATOS	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
MEDIA	42.2	43.4	40.0	22.2	12.9	6.3	4.4	3.0	2.7	2.8	4.6	14.5	16.58
DESV STD	23.7	21.7	20.4	12.2	5.3	2.6	1.6	1.3	1.1	2.7	3.9	9.1	5.82
MIN	7.7	9.4	10.6	6.0	3.9	2.7	1.8	1.2	0.8	0.5	0.4	1.3	9.07
MAX	101.0	97.7	88.3	53.8	21.7	12.4	7.4	5.8	4.6	11.7	12.1	35.7	27.53

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Figura N° 4.19, nos muestra una buena correlación lineal de los caudales observados y simulados, donde se aprecia la dispersión de los puntos y se muestra la línea de tendencia donde hace el resultado de una ecuación lineal y el valor de R², podemos decir que el modelo reproduce bien los caudales de la cuenca.

Figura N° 4- 21 Grafico de Correlación de caudales.

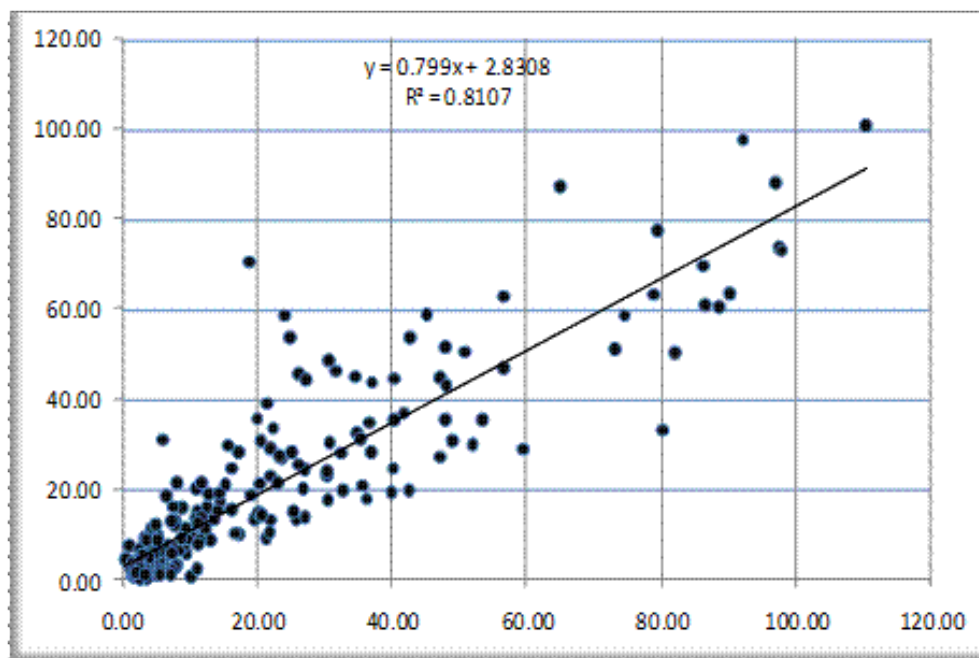


Figura N° 4- 22 Comparación de las medias mensuales históricas y generadas

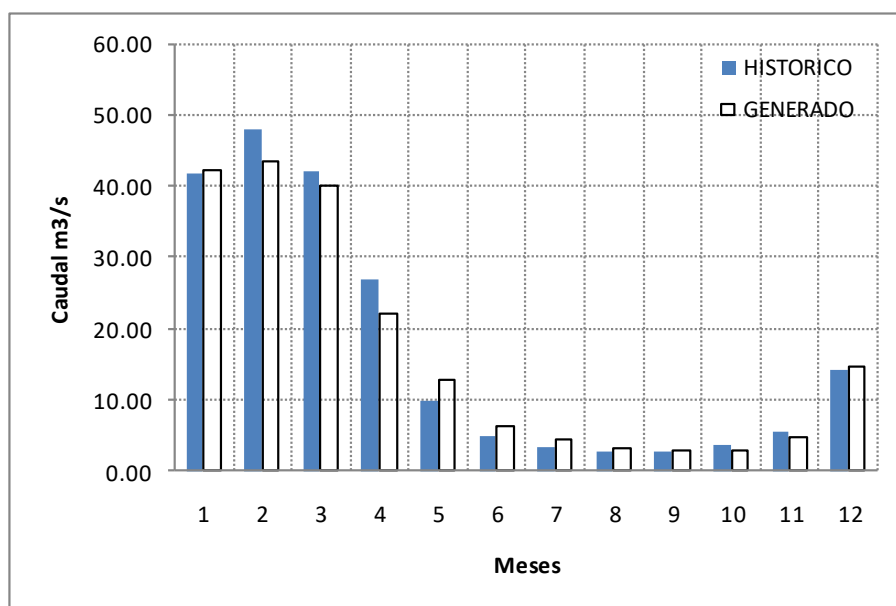


Figura N° 4- 23 Comparación de las desviaciones estándar mensuales históricas y generadas.

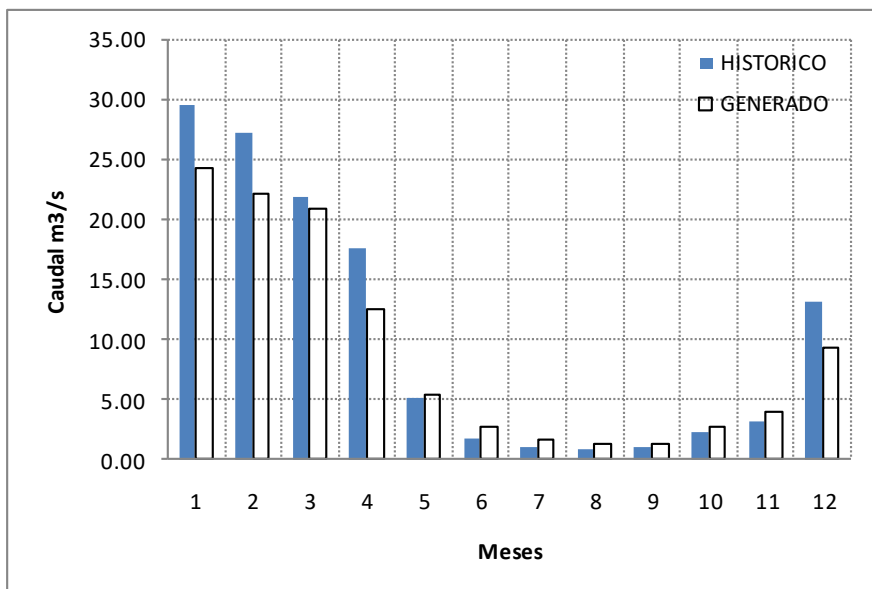


Figura N° 4- 24 Comparación de los valores máximos mensuales históricas y generadas.

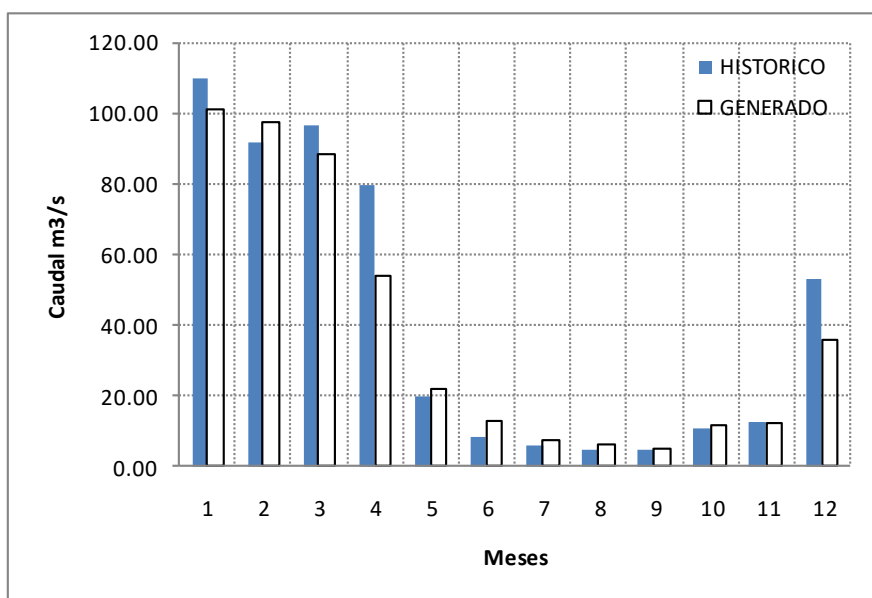


Figura N° 4- 25 Comparación de los valores mínimos mensuales históricas y generadas

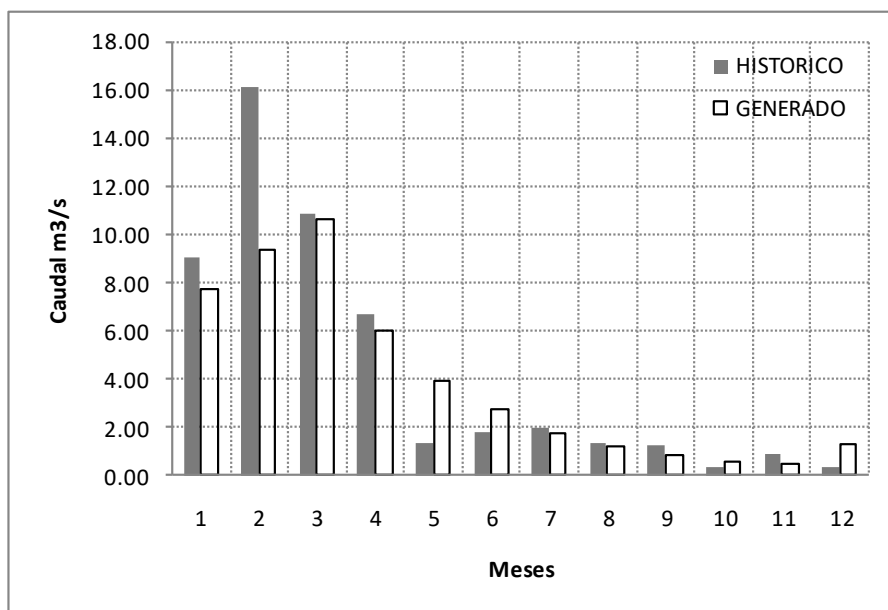
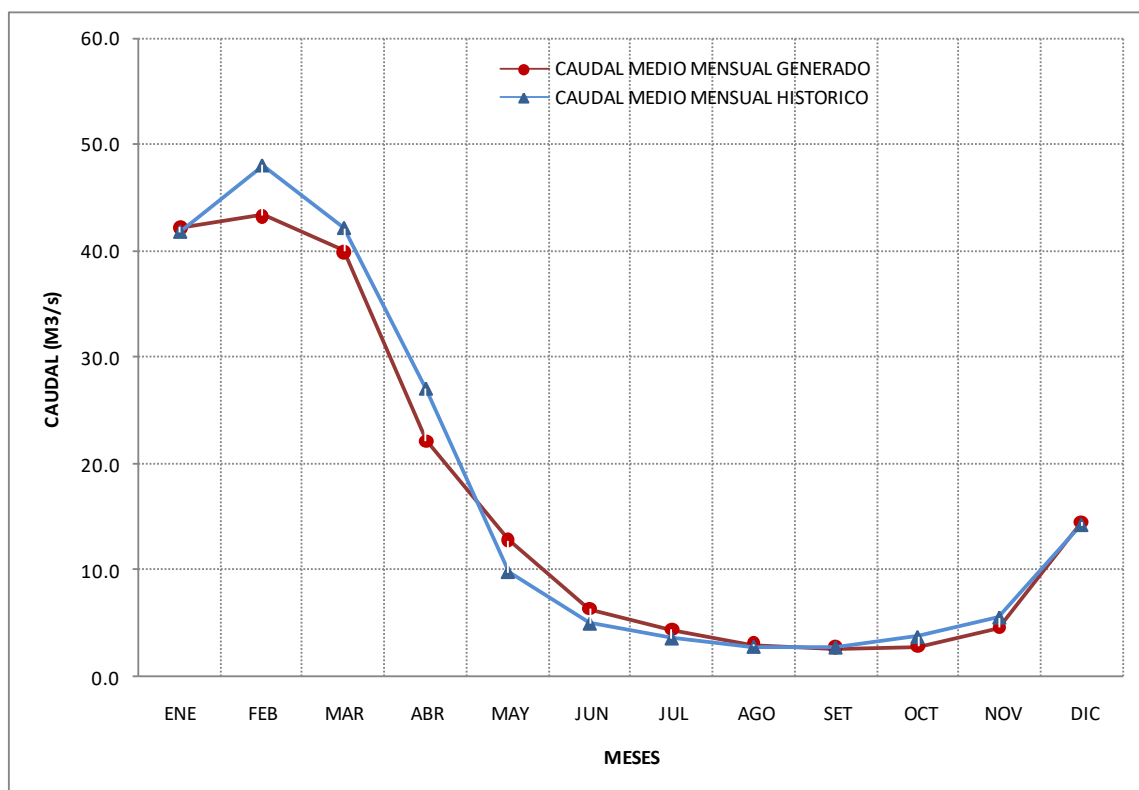


Figura N° 4- 26 Comparación de valores medios multianuales de la serie histórica y generada.



4.9. PRUEBA DE BONDAD DEL MODELO

En el Cuadro N° 4.13 se muestran las medias y desviaciones estándar mensuales promedios de la serie generada de 22 años de registro comparadas con la media y desviación estándar mensual de la serie histórica de caudales medios mensuales del río Huancané - Estación Puente Huancané y en las Figuras N° 4.20 y N° 4.21 se muestra las representación grafica de las mismas.

Cuadro N° 4- 12 Comparación de la Media y Desviación Estándar de la serie generada por el modelo con la serie histórica.

MES	MEDIA		DESVIACION ESTANDAR	
	HISTORICO	GENERADO	HISTORICO	GENERADO
Enero	41.85	42.25	29.71	24.23
Febrero	48.09	43.40	27.30	22.21
Marzo	42.20	40.04	22.00	20.84
Abril	27.08	22.17	17.64	12.45
Mayo	9.82	12.86	5.11	5.41
Junio	4.95	6.34	1.85	2.67
Julio	3.56	4.39	1.13	1.63
Agosto	2.78	3.01	0.92	1.32
Septiembre	2.70	2.66	1.07	1.17
Octubre	3.69	2.80	2.27	2.77
Noviembre	5.53	4.56	3.29	3.94
Diciembre	14.24	14.48	13.23	9.35

FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 4- 27 Comparación de las medias mensuales históricas y generadas.

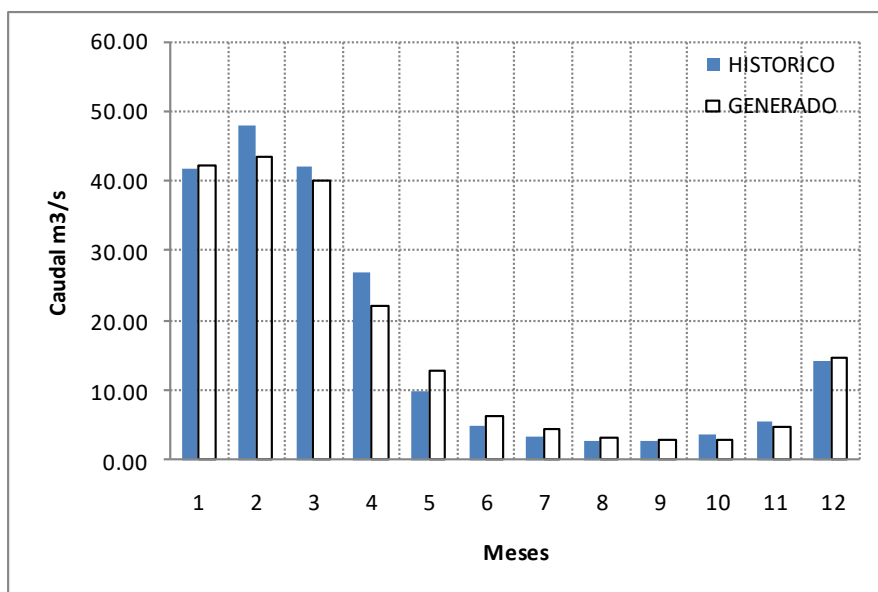
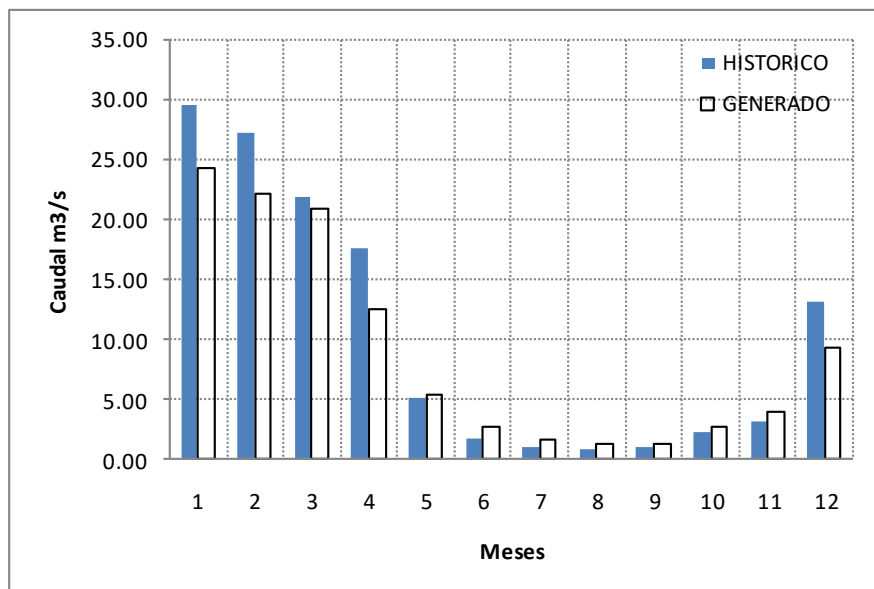


Figura N° 4- 28 Comparación de las desviaciones estándar mensuales históricas y generadas.



En los Cuadros N° 4.14 y 4.15 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas de comparación estadística de la media y desviación estándar (prueba T y F), de las series generadas por el modelo SEAMOD y la serie histórica.

Cuadro N° 4- 13 Comparación estadística de las medias.

MES	MEDIA		PRUEBA ESTADISTICA T		DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
	HISTORICO	GENERADO	T CALCULADA	T TABULAR	
Enero	41.85	42.25	-0.04900	2.01810	NO
Febrero	48.09	43.40	0.63980	2.01810	NO
Marzo	42.20	40.04	0.34080	2.01810	NO
Abril	27.08	22.17	1.06470	2.01810	NO
Mayo	9.82	12.86	-1.91610	2.01810	NO
Junio	4.95	6.34	-2.00690	2.01810	NO
Julio	3.56	4.39	-1.95830	2.01810	NO
Agosto	2.78	3.01	-0.67250	2.01810	NO
Septiembre	2.70	2.66	-0.46330	2.01810	NO
Octubre	3.69	2.80	0.78400	2.01810	NO
Noviembre	5.53	4.56	0.82630	2.01810	NO
Diciembre	14.24	14.48	0.20480	2.01810	NO

Cuadro N° 4- 14 Comparación estadística de las desviaciones estándar.

MES	DESVIACION ESTANDAR		PRUEBA ESTADISTICA F		DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
	HISTORICO	GENERADO	F CALCULADA	F TABULAR	
Enero	29.71	24.23	1.50620	2.08420	NO
Febrero	27.30	22.21	1.51220	2.08420	NO
Marzo	22.00	20.84	1.11870	2.08420	NO
Abril	17.64	12.45	1.98250	2.08420	NO
Mayo	5.11	5.41	1.12090	2.08420	NO
Junio	1.85	2.67	2.08200	2.08420	NO
Julio	1.13	1.63	2.08410	2.08420	NO
Agosto	0.92	1.32	2.08300	2.08420	NO
Septiembre	1.07	1.17	1.19670	2.08420	NO
Octubre	2.27	2.77	1.48320	2.08420	NO
Noviembre	3.29	3.94	1.39670	2.08420	NO
Diciembre	13.23	9.35	2.00490	2.08420	NO

De los resultados mostrados en los Cuadros N° 4.14 y N° 4.15, se puede afirmar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias y desviaciones estándar de las series generadas y la serie histórica a un 95% de probabilidad, ya que los valores de T y F calculados son menores a los valores tabulares, concluyéndose que el modelo SEAMOD es adecuado ya que produce satisfactoriamente la media y desviación estándar de la serie histórica.

4.10. COMPARACION DEL MODELO

Uno de los objetivos de esta investigación, es la comparación de la serie generada por el modelo SEAMOD con un modelo realizado y aplicado en la cuenca del río Huancané; en este caso se hará la comparación con el modelo determinístico y estocástico "LutzScholtz", realizada por un trabajo de investigación que fue el "Balance Hidrológico de la Cuenca del Río Huancané", que utilizó este modelo hidrológico.

En esta comparación veremos el comportamiento y el ajuste que tendrán los caudales generados por ambos modelos para luego analizarlos y describirlos.

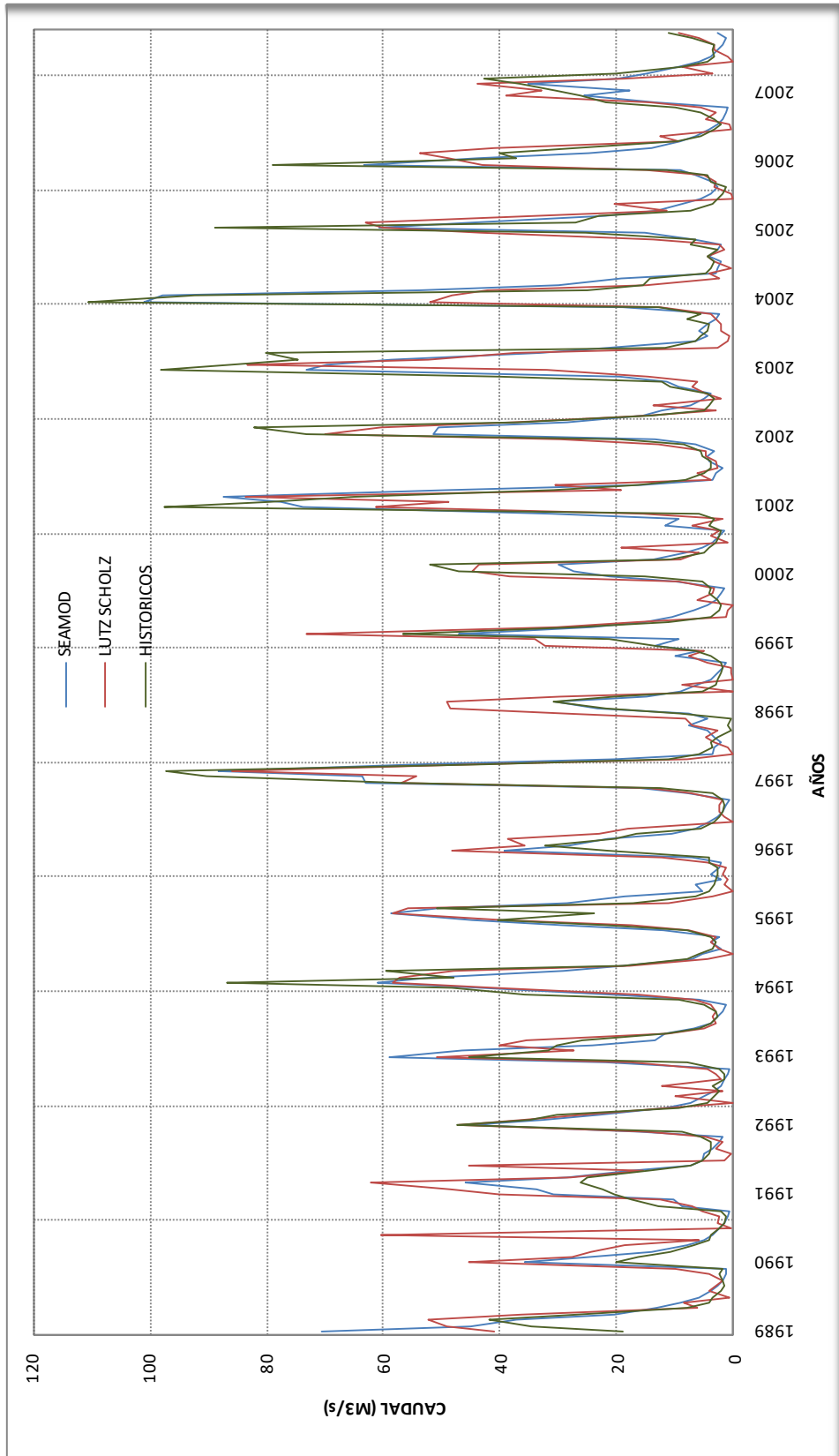
Cuadro N° 4- 15 Caudales medios mensuales generados por el modelo LUTZ SCHOLZ

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS POR EL MODELO LUTZ SCHOLZ EN LA CUENCA DEL RÍO HUANCANE (M3/s)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	40.92	49.13	52.24	36.11	6.06	8.47	0.54	4.10	2.97	1.82	4.01	9.78	18.01
1990	45.17	27.46	24.33	18.57	5.88	60.30	0.19	2.75	2.28	5.28	7.03	12.34	17.63
1991	40.10	48.36	62.03	27.92	15.30	45.21	1.43	0.18	2.88	1.66	4.73	14.92	22.06
1992	47.03	36.07	25.69	11.41	0.01	9.93	1.75	12.27	2.07	2.97	4.46	17.28	14.24
1993	50.64	27.37	40.13	35.34	10.89	4.78	2.92	3.61	3.03	3.82	6.75	16.31	17.13
1994	40.99	58.41	57.15	47.92	17.73	4.47	0.00	2.31	3.87	2.82	7.45	17.42	21.71
1995	39.48	58.21	55.63	11.03	3.60	0.05	1.48	0.79	1.61	1.22	4.23	12.30	15.80
1996	48.01	35.70	38.53	22.83	18.07	0.00	1.47	2.42	2.35	1.66	7.28	14.63	16.08
1997	56.95	54.12	85.82	44.03	7.92	0.00	0.95	3.18	4.58	2.60	6.89	8.07	22.93
1998	28.84	48.42	49.04	29.67	0.05	8.57	0.00	0.39	0.40	4.41	7.48	4.84	15.17
1999	32.06	33.93	73.12	30.12	16.49	1.13	0.84	0.11	6.10	3.55	3.27	9.21	17.50
2000	38.22	44.64	43.60	8.98	5.68	19.13	0.84	3.69	2.25	7.03	1.67	15.36	15.92
2001	61.08	48.64	83.55	19.22	30.36	3.85	5.99	2.73	2.84	4.72	4.76	12.76	23.37
2002	29.51	69.76	60.34	37.61	14.51	2.88	13.71	1.95	4.64	7.06	5.99	14.59	21.88
2003	31.92	83.22	52.13	37.51	2.49	0.82	0.45	1.92	1.97	2.94	3.73	12.44	19.30
2004	52.02	48.24	42.05	14.69	2.24	4.11	0.19	3.07	4.38	1.44	2.46	13.68	15.72
2005	43.13	59.89	62.81	33.27	11.45	20.34	0.06	0.43	3.13	2.85	4.82	14.79	21.42
2006	42.89	48.62	53.70	40.84	9.14	12.34	0.26	0.53	4.72	2.90	5.63	14.29	19.66
2007	38.89	32.79	43.85	18.69	3.59	8.72	0.09	0.73	3.12	3.11	5.91	9.34	14.07
N° DATOS	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
MEDIA	42.5	48.1	52.9	27.7	9.6	11.3	1.7	2.5	3.1	3.4	5.2	12.9	18.40
DESV STD	8.6	13.9	16.1	11.6	7.5	15.5	3.1	2.6	1.3	1.7	1.7	3.2	2.98
MIN	28.8	27.4	24.3	9.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	1.7	4.8	14.07
MAX	61.1	83.2	85.8	47.9	30.4	60.3	13.7	12.3	6.1	7.1	7.5	17.4	23.37

FUENTE: TESIS "BALANCE HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO HUANCANE"

Como puede observarse, en la Figura N° 4.29, la comparación entre los datos Históricos y los modelos SEAMOD y LUTZ SCHOLZ en la cuenca del río Huancané, nos demuestra que el modelo Seamod tiene una mejor correlación que el modelo Lutz Scholz dado que los R² para ellos son 0.8107 y 0.6616 respectivamente.

Figura N° 4- 29 Comparación de los caudales mensuales entre el Histórico y los modelos Seamod y LutzScholz.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura N° 4- 30 Grafico de Correlación de caudales entre el Histórico y Modelo Lutz Scholz.

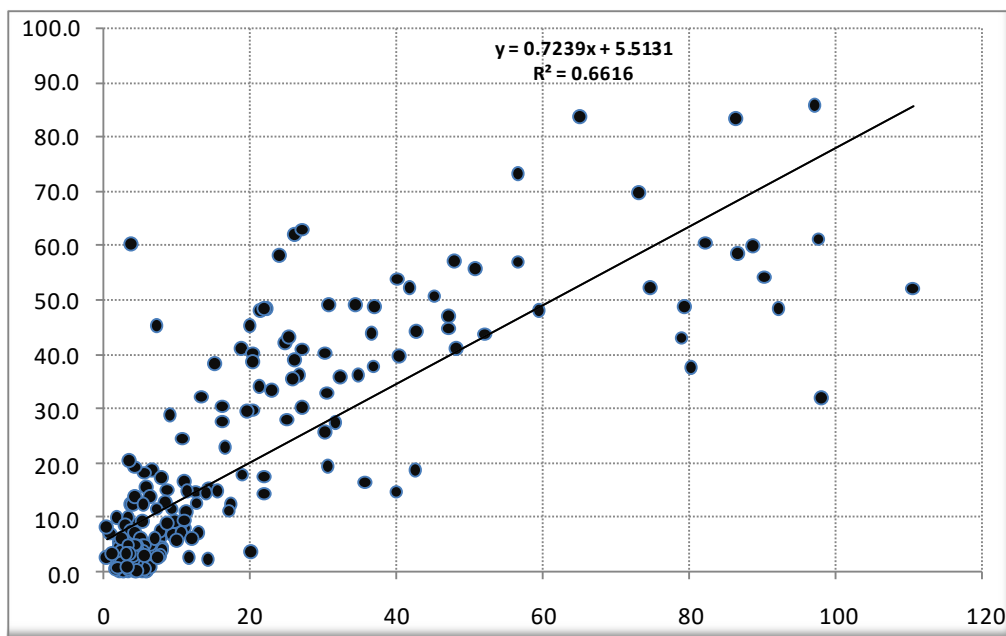


Figura N° 4- 31 Comparación de las medias mensuales entre el histórico y los modelos Seamod y Lutz Scholz.

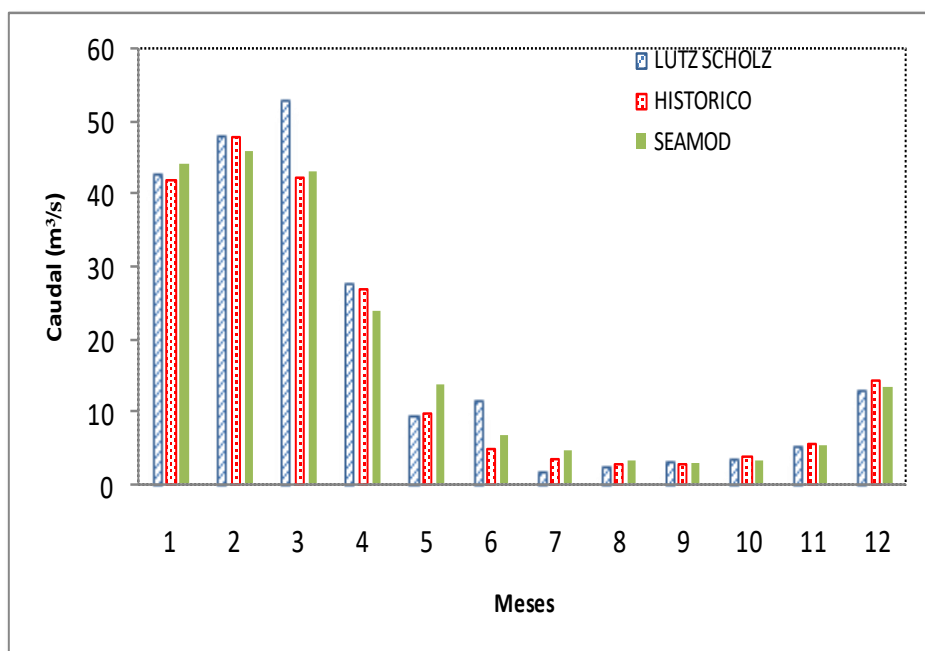
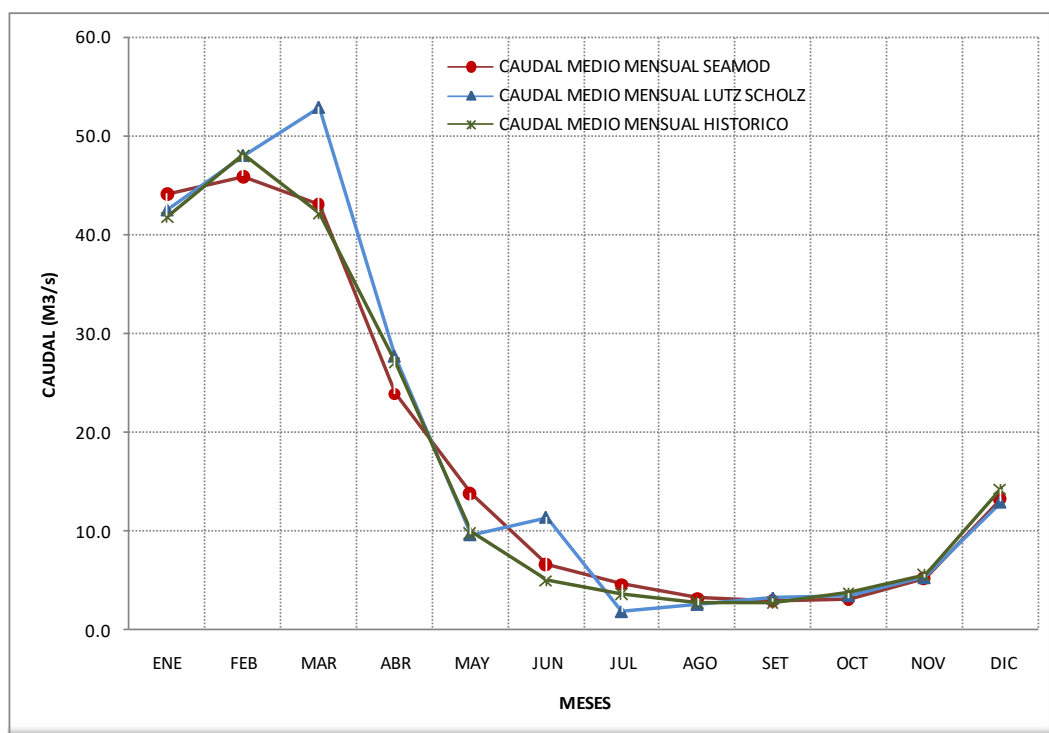


Figura N° 4- 32 Comparación de los valores medios mensuales de las series Históricas y de los modelos Seamod y Lutz Scholz



4.11. APLICACIÓN DEL MODELO SEAMOD EN LA SUB CUENCA MUÑANI

El modelo estacional como se muestra tiene un número de variables y parámetros que requieren ser calculados a fin de aplicar el ciclo hidrológico en la sub cuenca Muñani del río Huancané. Estos se detallan a continuación:

4.11.1. Área de la Sub Cuenca Muñani

Hidrográficamente se localiza en la parte alta de la cuenca del río Huancané; por sus características hidrográficas es uno de los tributarios principales que aporta sus aguas en forma directa a la cuenca Huancané; teniendo los principales afluentes los ríos Palca y Tarucani por la margen izquierda.

La unidad hidrográfica Muñani abarca una superficie de 815.99 km² y representa el 23.97% de la cuenca del río Huancané. El curso principal nace de la quebrada Pujro Utcaña - quebrada Jalivaña - quebrada Huancollo - río Guanaco - río Mallquini - río Muñani y cuya longitud es de 71.58 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Pongongoni.

El cauce del río Muñani presenta una pendiente media de 1.26%. El cauce en la parte baja de su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Huatasani, Putina y Muñani, y centros poblados del entorno con la ciudad de Huancané. En la figura N° 4.27 se muestra las sub cuencas de la cuenca Huancane, donde la aplicación se desarrollara en ls sub cuenca Muñani.

Figura N° 4- 33 Sub cuencas de la cuenca del río Huancané



4.11.2. Precipitaciones e la Sub Cuenca Muñani

Se ha hecho uso de la información de precipitación media mensual calculada por el método de Thiessen Modificado, (mm/mes), registradas en las estaciones: Muñani, Crucero y Putina, para la sub cuenca respectivamente; la longitud total con la que será calculada la aplicación en la sub cuenca será de 2010 – 1989 (22 años), 264 meses. En el cuadro N° 4.12 se muestra el cálculo de los coeficientes pluviométricos de Thiessen Modificado para el cálculo de la precipitación media de la sub Cuenca Muñani.

Cuadro N° 4- 16 Cálculo de los coeficientes pluviométricos de Thiessen Modificado para la precipitación media de la sub Cuenca Muñani

CALCULO DE LOS COEFICIENTES PLUVIOMÉTRICOS DE THIESSEN MODIFICADO											
SUBCUENCA DEL RÍO MUÑANI											
Área de la Subcuenca =			815.993 Km2								
Estación	Isoyeta (mm)		Precipitación entre Isoyetas (Pi (mm))	Área entre Isoyetas (Ai)		Precipitación Media Areal (Pi)*(Ai)	Precipitación Media Areal (Paí = Sj / Si)	Precipitación Media de la (Pei)	Ki = Pai / Pei	Ri = Si / S	Coeficiente Pluviométrico (CPI = Ki * Ri)
	Inferior	Superior		Si (km2)	Sj (km2)						
Muñani	625.00	650.00	637.50	90.3688	57,610.11	661.288	641.30	1.03117	0.75778	0.7814	
	650.00	675.00	662.50	467.5807	309,772.21						
	675.00	700.00	687.50	60.3950	41,521.56						
				618.34	408,903.89						
Putina	650.00	675.00	662.50	45.3136	30,020.26	676.708	691.720	0.978	0.129	0.1258	
	675.00	700.00	687.50	59.6537	41,011.92						
				104.97	71,032.18						
Crucero	625.00	650.00	637.50	17.6838	11,273.42	662.671	822.91	0.80528	0.11358	0.0915	
	650.00	675.00	662.50	56.6785	37,549.51						
	675.00	700.00	687.50	18.3192	12,594.45						
				92.68	61,417.38						
Total				815.99						0.9987	

4.11.3. Descargas

Para la aplicación del modelo SEAMOD, en este caso serán obviados por el motivo de la generación de caudales medios en el punto más bajo de la sub cuenca Muñani.

4.11.4. Parámetros optimizados

Estos datos optimizados sale de la calibración hecha en por el modelo SEAMOD basados en la función objetivo, cual es minimizar la suma a los cuadrados de los errores, estos datos son:

- X1 = 0.860645
- X2 = 0.373473
- X3 = 0.327198
- X4 = 0.517477
- X5 = 0.265433
- X6 = 0.13893
- X7 = 84.9558

4.11.5. Características de la sub cuenca Muñani

Las características para la sub cuenca Muñani están entre los siguientes parámetros; el proceso de simulación se inicia en Enero y culmina en diciembre, el área de la cuenca es de 815.99 km2, en las condiciones iniciales de humedad a capacidad de campo y condiciones de saturación serán los mismos utilizados en la simulación del modelo, con fines de aplicación en la sub cuenca Muñani. También son variables las reservas superficiales, en la hoja de SEAMOD que se muestra como “Surface Storage”, este valor depende de las condiciones

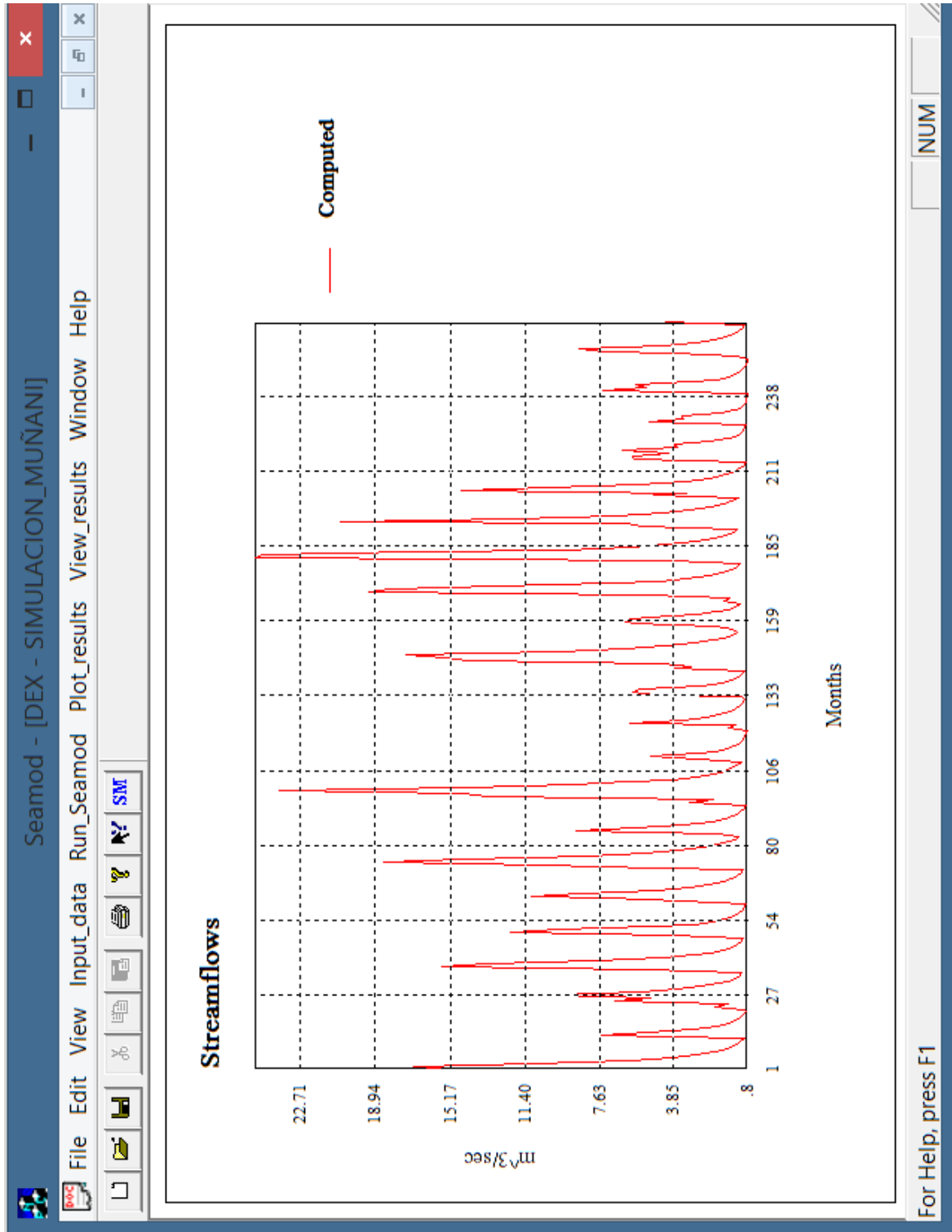
antecedentes de lluvia, en este caso dependerá de las lluvias de diciembre de 1988 para la Sub cuenca, se ha tomado el 10% de la precipitación antecedente, siendo el valor 12.90.

4.11.6. Resultados de la aplicación en la sub cuenca Muñani

Seamod nos muestra el grafico denominado “Streamflows” de la figura N° 4.28, podemos apreciar los caudales medios mensuales generados por el modelo, esto fue generado por los parámetros introducidos y un registro de precipitación y evaporación de 22 años (264 meses), ellos mencionados en los ítems arriba.

Se puede apreciar de la figura N° 4.28 que los meses de estiaje están entre 110 – 114, 124 – 128, 133 – 137, 158 – 162, 218 – 225, 130 – 133. También se puede apreciar que entre los meses 178 – 180 se encuentra el pico máximo principal y entre los meses 80 – 82, 98 – 100, 168 – 170, 190 – 192 se encuentran los picos máximos secundarios, cabe reclacar que esta generación de caudales medios mensuales esta generado en el punto más bajo de la sub cuenca Muñani.

Figura N° 4- 34 Resultados de la aplicación del modelo SEAMOD en la sub cuenca Muñani



En el cuadro N° 13 se muestra el resultado de los caudales medios mensuales generados por el modelo SEAMOD, en la sub cuenca Muñani

Cuadro N° 4- 17 Caudales medios mensuales generados por el modelo SEAMOD, en la sub cuenca Muñani

CAUDALES MEDIOS MENSUALES SUB CUENCA MUÑANI													
GENERADOS POR EL MODELO SEAMOD (m3/seg)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Prom. Anual
1989	15.70	17.00	11.00	6.11	3.93	2.73	1.77	1.19	0.83	0.54	0.43	0.26	5.12
1990	7.50	5.20	2.94	1.67	1.09	0.76	0.49	0.33	0.23	0.29	1.80	1.09	1.95
1991	6.87	5.04	9.85	5.59	3.64	2.53	1.65	1.11	0.77	0.50	0.40	5.34	3.61
1992	15.60	13.30	7.82	4.43	2.89	2.01	1.31	0.88	0.61	0.40	0.32	3.89	4.45
1993	12.10	9.68	5.00	2.75	1.96	1.27	0.80	0.54	0.37	0.24	0.19	3.46	3.20
1994	7.23	11.00	8.62	4.73	3.03	2.10	1.36	0.92	0.64	0.42	0.33	4.82	3.77
1995	10.40	18.50	14.60	8.19	5.31	3.69	2.40	1.62	1.12	0.73	0.58	1.63	5.73
1996	8.78	5.88	3.45	1.95	1.27	0.89	0.58	0.39	0.27	0.18	3.03	1.84	2.37
1997	13.30	14.50	23.80	14.40	8.98	6.16	3.99	2.68	1.86	1.21	1.02	0.62	7.71
1998	0.39	2.61	5.00	2.69	1.71	1.18	0.77	0.52	0.36	0.23	0.19	0.11	1.31
1999	1.07	0.75	6.10	3.46	2.25	1.57	1.02	0.69	0.48	0.31	0.25	0.44	1.53
2000	4.69	5.90	5.56	2.44	1.38	0.91	0.58	0.39	0.27	3.79	3.01	4.43	2.78
2001	14.20	15.50	17.40	9.70	6.27	4.35	2.83	1.90	1.32	0.86	0.68	0.87	6.32
2002	1.67	5.90	6.43	5.18	2.70	1.72	1.09	0.73	0.50	1.32	1.05	5.15	2.79
2003	19.30	18.20	12.80	7.11	4.59	3.18	2.07	1.39	0.97	0.63	0.50	3.95	6.22
2004	25.00	24.70	16.80	9.36	6.06	4.20	2.73	1.84	1.28	0.83	0.66	5.51	8.25
2005	6.25	20.70	12.00	6.76	4.40	3.05	1.99	1.34	0.93	0.61	4.84	3.21	5.51
2006	14.60	10.10	5.72	3.24	2.11	1.47	0.96	0.64	0.45	0.29	0.23	5.84	3.80
2007	5.95	4.13	6.48	3.68	3.90	2.00	1.16	0.75	0.51	0.33	0.26	0.16	2.44
2008	5.08	3.40	3.44	1.46	0.80	0.53	0.34	0.23	0.16	0.10	0.08	7.40	1.92
2009	5.24	5.80	3.05	1.69	1.09	0.75	0.49	0.33	0.23	0.15	0.12	0.66	1.63
2010	3.82	7.37	8.64	4.42	2.74	1.88	1.21	0.82	0.57	0.37	0.29	4.35	3.04
N° DATOS	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
MEDIA	9.3	10.2	8.9	5.0	3.3	2.2	1.4	1.0	0.7	0.7	0.9	3.0	3.88
DESV STD	6.1	6.5	5.3	3.1	2.0	1.4	0.9	0.6	0.4	0.8	1.2	2.2	1.98
MIN	0.4	0.7	2.9	1.5	0.8	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.31
MAX	25.0	24.7	23.8	14.4	9.0	6.2	4.0	2.7	1.9	3.8	4.8	7.4	8.25

FUENTE: Elaboración Propia

4.12. CALCULO DE LA OFERTA HÍDRICA EN LA SUB CUENCA MUÑANI

Para el análisis de persistencia de caudales de la sub cuenca Muñani, se ha empleado el método de Weibull que es universalmente utilizado para este tipo de análisis. En este cauce de escurrimiento no existe punto de aforo, por consiguiente no se tiene disponible registros de caudal observado entonces es ahí donde aplicamos el modelo hidrológico SEAMOD para generar caudales medios mensuales en el punto más bajo de la sub cuenca Muñani, los caudales generados corresponden al periodo 1989 – 2010.

El cuadro N° 4.18 se presenta los módulos de caudal de la sub cuenca Muñani, donde se podrá apreciar que el caudal promedio anual le corresponde un módulo medio de 46.82 m³/s y para un módulo de 75% de persistencia su valor es de 23.22 m³/s, también podemos apreciar que el caudal máximo se presenta en el mes de febrero con 5.16 m³/s.

Cuadro N° 4- 18 Cálculo de persistencia método Weibull, Módulos de caudal promedio mensual (m3/s) de la sub cuenca Muñani

CALCULO DE PROBABILIDADES O PERSISTENCIA - METODO DE WEIBULL													
Sub Cuenca Muñani													
m	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	PROM
1	7.18	1.86	3.79	4.84	7.40	25.00	24.70	23.80	14.40	8.98	6.16	3.99	22.09
2	1.90	1.32	1.32	3.03	5.84	19.30	20.70	17.40	9.70	6.27	4.35	2.83	20.65
3	1.84	1.28	1.21	3.01	5.51	15.70	18.50	16.80	9.36	6.06	4.20	2.73	16.94
4	1.62	1.12	0.86	1.80	5.34	15.60	18.20	14.60	8.19	5.31	3.69	2.40	16.67
5	1.39	0.97	0.83	1.05	5.15	14.60	17.00	12.80	7.11	4.59	3.18	2.07	15.35
6	1.34	0.93	0.73	1.02	4.82	14.20	15.50	12.00	6.76	4.40	3.05	1.99	14.75
7	1.19	0.83	0.63	0.68	4.43	13.30	14.50	11.00	6.11	3.93	2.73	1.77	13.72
8	1.11	0.77	0.61	0.66	4.35	12.10	13.30	9.85	5.59	3.90	2.53	1.65	11.93
9	0.92	0.64	0.54	0.58	3.95	10.40	11.00	8.64	5.18	3.64	2.10	1.36	10.19
10	0.88	0.61	0.50	0.50	3.89	8.78	10.10	8.62	4.73	3.03	2.01	1.31	10.09
11	0.82	0.57	0.42	0.43	3.46	7.50	9.68	7.82	4.43	2.89	2.00	1.21	9.66
12	0.75	0.51	0.40	0.40	3.21	7.23	7.37	6.48	4.42	2.74	1.88	1.16	8.56
13	0.73	0.50	0.37	0.33	1.84	6.87	5.90	6.43	3.68	2.70	1.72	1.09	8.14
14	0.69	0.48	0.33	0.32	1.63	6.25	5.90	6.10	3.46	2.25	1.57	1.02	7.46
15	0.64	0.45	0.31	0.29	1.09	5.95	5.88	5.72	3.24	2.11	1.47	0.96	7.45
16	0.54	0.37	0.29	0.26	0.87	5.24	5.80	5.56	2.75	1.96	1.27	0.80	6.54
17	0.52	0.36	0.29	0.25	0.66	5.08	5.20	5.00	2.69	1.71	1.18	0.77	6.36
18	0.39	0.27	0.24	0.23	0.62	4.69	5.04	5.00	2.44	1.38	0.91	0.58	5.22
19	0.39	0.27	0.23	0.19	0.44	3.82	4.13	3.45	1.95	1.27	0.89	0.58	5.14
20	0.33	0.23	0.18	0.19	0.26	1.67	3.40	3.44	1.69	1.09	0.76	0.49	4.37
21	0.33	0.23	0.15	0.12	0.16	1.07	2.61	3.05	1.67	1.09	0.75	0.49	4.10
22	0.23	0.16	0.10	0.08	0.11	0.39	0.75	2.94	1.46	0.80	0.53	0.34	3.51
Fuente: Elaboración Propia.													
Media	1.17	0.67	0.65	0.92	2.96	9.31	10.23	8.93	5.05	3.28	2.22	1.44	46.82
P(25%)	1.35	0.94	0.76	1.03	4.90	14.30	15.88	12.20	6.85	4.45	3.08	2.01	67.74
P(50%)	0.75	0.52	0.37	0.37	2.55	6.88	7.79	6.96	3.95	2.57	1.79	1.12	35.60
P(75%)	0.48	0.34	0.28	0.24	0.65	4.98	5.16	5.00	2.63	1.63	1.11	0.72	23.22
P(90%)	0.33	0.23	0.16	0.14	0.19	1.25	2.85	3.17	1.68	1.09	0.75	0.49	12.32

En el cuadro N° 4.19, se presenta la misma información hidrológica en módulos de volumen promedio anual, al volumen promedio anual le corresponde un módulo medio total de 124.85 MMC (Millones de metros cúbicos), y para un módulo del 75% de persistencia le corresponde un valor total anual de 62.20 MMC, también podemos apreciar que el volumen máximo se presenta en el mes de febrero con un valor de 13.82 MMC.

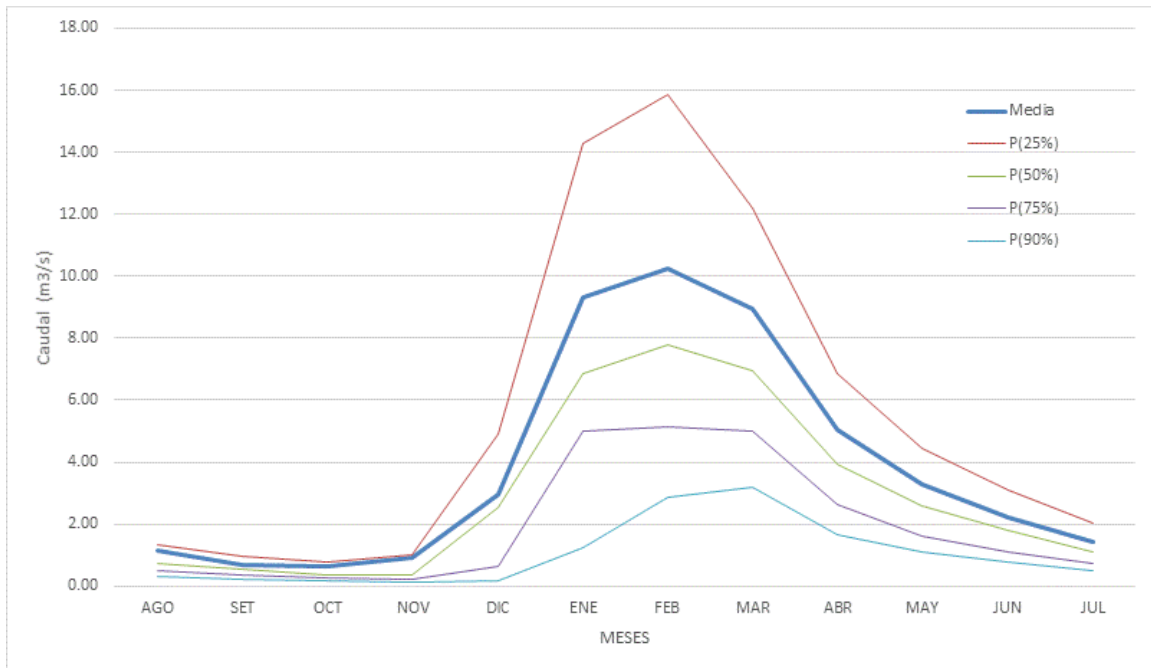
Cuadro N° 4- 19 Cálculo de persistencia método Weibull, Módulos de caudal promedio anual (MMC) de la sub cuenca Muñani

CALCULO DE PROBABILIDADES O PERSISTENCIA - METODO DE WEIBULL													
Sub Cuenca Muñani													
m	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL
1	7.18	4.98	10.15	12.96	19.82	66.96	66.16	63.75	38.57	24.05	16.50	10.69	22.09
2	5.09	3.54	3.54	8.12	15.64	51.69	55.44	46.60	25.98	16.79	11.65	7.58	20.65
3	4.93	3.43	3.24	8.06	14.76	42.05	49.55	45.00	25.07	16.23	11.25	7.31	16.94
4	4.34	3.00	2.31	4.82	14.30	41.78	48.75	39.10	21.94	14.22	9.88	6.43	16.67
5	3.72	2.60	2.23	2.81	13.79	39.10	45.53	34.28	19.04	12.29	8.52	5.54	15.35
6	3.59	2.49	1.96	2.73	12.91	38.03	41.52	32.14	18.11	11.78	8.17	5.33	14.75
7	3.19	2.22	1.69	1.83	11.87	35.62	38.84	29.46	16.37	10.53	7.31	4.74	13.72
8	2.97	2.06	1.62	1.77	11.65	32.41	35.62	26.38	14.97	10.45	6.78	4.42	11.93
9	2.45	1.71	1.45	1.55	10.58	27.86	29.46	23.14	13.87	9.75	5.62	3.64	10.19
10	2.35	1.64	1.34	1.34	10.42	23.52	27.05	23.09	12.67	8.12	5.38	3.51	10.09
11	2.19	1.52	1.11	1.15	9.27	20.09	25.93	20.95	11.87	7.74	5.36	3.24	9.66
12	2.00	1.37	1.07	1.07	8.60	19.36	19.74	17.36	11.84	7.34	5.04	3.11	8.56
13	1.94	1.35	0.99	0.88	4.93	18.40	15.80	17.22	9.86	7.23	4.61	2.92	8.14
14	1.84	1.28	0.89	0.85	4.37	16.74	15.80	16.34	9.27	6.03	4.21	2.73	7.46
15	1.72	1.20	0.83	0.78	2.92	15.94	15.75	15.32	8.68	5.65	3.94	2.56	7.45
16	1.44	1.00	0.78	0.70	2.32	14.03	15.53	14.89	7.37	5.25	3.40	2.15	6.54
17	1.38	0.96	0.78	0.66	1.77	13.61	13.93	13.39	7.20	4.58	3.16	2.05	6.36
18	1.05	0.73	0.65	0.62	1.65	12.56	13.50	13.39	6.54	3.70	2.44	1.56	5.22
19	1.04	0.72	0.62	0.51	1.19	10.23	11.06	9.24	5.22	3.40	2.37	1.54	5.14
20	0.89	0.62	0.47	0.50	0.70	4.47	9.11	9.21	4.53	2.92	2.02	1.32	4.37
21	0.88	0.61	0.40	0.32	0.43	2.87	6.99	8.17	4.47	2.92	2.01	1.31	4.10
22	0.60	0.42	0.27	0.22	0.30	1.04	2.00	7.87	3.91	2.15	1.41	0.90	3.51
Media	2.58	1.79	1.74	2.47	7.92	24.93	27.41	23.92	13.51	8.78	5.96	3.85	124.85
P(25%)	3.62	2.52	2.03	2.75	13.13	38.30	42.52	32.68	18.34	11.91	8.26	5.38	181.44
P(50%)	2.01	1.40	1.00	1.00	6.82	18.41	20.86	18.64	10.57	6.88	4.78	2.99	95.36
P(75%)	1.30	0.90	0.75	0.65	1.74	13.35	13.82	13.39	7.04	4.36	2.98	1.93	62.20
P(90%)	0.88	0.61	0.42	0.37	0.51	3.35	7.63	8.48	4.49	2.92	2.02	1.31	32.99

Fuente: Elaboración Propia.

La figura N° 4.35 se presenta la distribución del caudal promedio mensual en sus diferentes módulos.

Figura N° 4- 35 Variación mensual de los caudales medios al 75% de persistencia Sub cuenca Muñani



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La información hidrometeorológica histórica tiene un periodo de 47 años (1964 - 2010), la información correspondiente al periodo 1964 - 1988, fueron utilizados durante el proceso de calibración y/o estimación de parámetros del modelo, y la información correspondiente al periodo 1989 - 2010, fueron utilizados en el proceso de simulación y generación de caudales del modelo.
- Para la calibración el modelo SEAMOD, se requiere de la determinación de 7 coeficientes denominados; x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , x_6 , x_7 , mediante el proceso de optimización, para lograr calcular estos coeficientes se requiere principalmente de las características físicas de la cuenca, siendo la capacidad de campo de 27 %, el umbral de humedad se ha tomado como el 80 % de la capacidad de campo y la lámina de agua para un suelo saturado ha sido 190 mm para un suelo con porosidad de 49 %. También se requiere de las condiciones iniciales de las reservas de agua, para la reserva superficial se consideró el 10% del mes antecedente de la cantidad de precipitación que es 8.04 mm, para la zona no saturada fue de 51.30 mm, y para la reserva subterránea fue de 110 mm.
- Una vez determinada los valores finales de los parámetros del modelo, se hará uso del método de optimización mediante la técnica de Rosenbrock, el cual permite minimizar la suma de los cuadrados de los errores, siendo los parámetros óptimos del modelo los siguientes: $X_1 = 0.860645$, $X_2 = 0.373473$, $X_3 = 0.327198$, $X_4 = 0.517477$, $X_5 = 0.265433$, $X_6 = 0.13893$, $X_7 = 84.9558$. los cuales permiten encontrar diferencias permisibles entre las descargas observadas y calculadas.
- Durante el periodo de verificación y simulación del modelo, haciendo el uso de los parámetros óptimos que se obtuvieron en la calibración, los resultados de la modelación fueron altamente satisfactorios ya que se obtuvo un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.8107$, correspondiente al periodo 1989 - 2010. Entonces deducimos que el modelo se halla disponible para su utilización con fines de calcular descargas en cualquier punto de la cuenca.

- Durante el análisis de bondad se puede afirmar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias y desviaciones estándar de las series generadas e históricas a un 95 % de probabilidad, estos fueron calculados por las pruebas T y F.
- El modelo de simulación paramétrico a nivel mensual utilizado es una herramienta adecuada para la estimación de caudales medios mensuales, ya que es un modelo de fácil interpretación y ajuste sencillo, con variables factibles y sus valores son de cálculo no muy complicados.
- El modelo Seamod obtuvo $R^2=0.8107$ y Lutz Scholz $R^2=0.6616$, esto no demuestra que el modelo Seamod tiene un mejor ajuste en la comparación frente a otro modelo efectuado en la cuenca del río Huancané.
- Se realizó una comparación de caudales medios mensuales entre los modelos Seamod y Lutz Scholz con respecto a los caudales medios históricos. En la figura N° 4.31, se muestra esta comparación donde se puede apreciar que en los meses de marzo y junio, el modelo Lutz Scholz sobre estima al modelo Seamod y también al Histórico; que entre ellos guardan una relación semejante; también se puede apreciar en el mes de mayo, que el modelo Seamod sobre estima al modelo Lutz Scholz e Histórico que entre ellos guardan una relación semejante. Podemos decir entonces que el modelo Seamod guarda una relación muy cercana y es confiable en los demás meses que guardan una semejanza significativa.
- Se aplicó el modelo SEAMOD en la sub cuenca Muñani que tiene un área total de 815.99 km², donde se obtuvieron los caudales medios mensuales del periodo 1989 – 2010, en el punto más bajo de la sub cuenca, y se aplicó el método de Weibull donde se calculó la disponibilidad hídrica de los caudales generados y se pudo apreciar que el caudal promedio anual corresponde a un módulo medio de 46.82 m³/s y para un módulo del 75% de persistencia un valor de 23.22 m³/s, también se puede apreciar que el caudal máximo se presenta en el mes de febrero con 5.16 m³/s.

5.2. RECOMENDACIONES

- La implementación de otro punto de aforo de caudales en la cuenca para tener la posibilidad de comparar los valores observados con los simulados, de manera que los modelos se puedan calibrar para adecuarlos a las condiciones del medio.

- Un aspecto que se debe tomar en cuenta es que no existen estaciones hidrometeorológicas automatizadas en la zona donde los parámetros hidrológicos son escasos por lo que se debe priorizar la instalación de dichos instrumentos de medición por parte de los organismos del estado.
- Sub división de la cuenca en sub cuencas, para un mejor entendimiento del modelo entre 2 cuencas, para así determinar con más detalle las características físicas entre sub cuencas, y también hacer pruebas de ajuste más rigurosos como: Coeficiente de Nash, entre otros.
- Utilizar la metodología del modelo SEAMOD, para investigaciones en otras cuencas del altiplano de parámetros físicos similares a dicha cuenca, por lo que brindara resultados satisfactorios por lo que este modelo se basa fundamentalmente en el proceso de Precipitación - Escorrentía.
- Se recomienda asociar el modelo paramétrico SEAMOD con un modelo estocástico que permita generar información de precipitación a fin de calcular descargas y definir disponibilidad del recurso de agua para los 50 o mas años

VI. BIBLIOGRAFIA

- APARICIO MIJARES. Francisco Javier, “Fundamentos de Hidrología de Superficie”. México. 1,997.
- PACHECO CAJALEÓN, A.D., “Modelo paramétrico de precipitación esorrentía en la cuenca del río Chillón”, Tesis de titulación Facultad de Ingeniería Agrícola. Departamento de Recursos de Agua y Tierra. Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima – Perú. 1,999.
- CHOW Ven Te, “Hidrología Aplicada”, Mc Graw Hill, Bogotá, Colombia. 1,994.
- LUTZ SCHOLZ, “Generación de Caudales Medios Mensuales en la Sierra peruana”, Plan Meris II, Cuzco, 1,980.
- LAQUI V. Wilber F. “PREDICCIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RIO HUANCANE UTILIZANDO MODELOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES” Trabajo de investigación para optar el Grado de Magister en Recursos Hídricos. Universidad Nacional Agraria la Molina, Escuela de Posta Grado – Maestría en Recursos Hídricos. Lima – Perú.
- ARIAS V. Petrov N. “MODELAMIENTO ESTOCASTICO DE LAS DESCARGAS MEDIAS CON FINES DE RIEGO EN LA CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ”, Trabajo de investigación para optar el grado de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano – puno, Escuela profesional de Ingeniería Agrícola.
- MEJIA M., Abel, “Hidrología Aplicada – Volumen 2”. Lima, Perú. 2,001.
- MEJIA M., Abel, “Métodos Estadísticos en Hidrología”. Lima, Perú. 2,001.
- SANCHEZ S. Javier F. “Hidrología Superficial”, Departamento de Geología – Universidad de Salamanca, Madrid – España.
- VASQUEZ, A.-1997. “Manejo de cuencas Alto andinas”. Ed. Edias S.A Lima-Perú.
- HUMPIRI, D. – 1999. “Hidrología para pequeñas cuencas” Puno – Perú.
- CHEREQUE, W., “Hidrología para estudiantes de ingeniería civil”, Pontífice Universidad Católica del Perú. Lima-Perú. 1,994.
- NANIA, L. “Apuntes de clase: Métodos de transformación lluvia – esorrentía y de propagación de caudales” Universidad de Granada. 2003.
- Sánchez, F. J. (2004).- *Medidas puntuales de permeabilidad*. Universidad de Salamanca, 12 pp. (En: <http://web.usal.es/javisan/hidro>)
- LINSLEY, KOHLER, PAULUS., “Hidrología para Ingenieros”, Segunda Edición. Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A. 1988.
- ATDR – HUANCANE, “Inventario de fuentes de Agua Superficiales en la cuenca del Rio Huancané”, Puno – Perú, 2006.

- http://www.altperubolivia.org/web_lago/WEB_LT/Finales/2_carac_fisicas/CARAC_3.htm#hidro, CARACTERISTICAS FISICAS DEL LAGO TITICACA.
- www.ana.gob.pe/media/296043/fuente_agua_subterranea_ramis.pdf, INVENTARIO DE AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA RAMIS - 2003.
- <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/sequia/cap5.html>
LAS AGUAS SUBTERRANEAS.

VII. ANEXOS

ANEXO 1

SERIES HISTÓRICAS DE INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO

Cuadro N° 8- 1 Serie de Caudales Medios Mensuales originales de la Estación Puente – Carretera Ramis

CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS (m3/seg)													
ESTACION		PUENTE RAMIS						CODIGO:		7419			
RIO : RAMIS		LATITUD: 15° 15' 06"			DPTO : PUNO								
PERIODO : 1960 - 2006		LONGITUD: 69° 52' 17"			PROVINCIA : HUANCANES								
TIPO : CO		ALTITUD: 3813 m.s.n.m.			DISTRITO : TARACO								
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1965	90.91	231.61	SIN	SIN	46.78	23.19	17.55	SIN	12.38	10.49	SIN	SIN	
1966	95.99	149.10	143.29	40.28	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	11.05	25.15	75.94	
1967	49.54	67.54	175.33	53.78	21.58	12.65	9.33	7.77	9.14	11.76	12.04	52.46	40.24
1968	76.50	223.86	153.04	60.07	29.42	17.86	10.79	7.50	8.87	11.39	35.30	54.06	57.39
1969	104.28	125.41	54.96	61.38	24.01	12.69	11.39	9.71	9.41	8.33	6.79	25.20	37.80
1970	87.59	264.55	250.60	197.96	55.44	19.98	11.35	7.73	10.03	10.30	7.60	63.25	82.20
1971	155.76	435.27	251.87	65.24	29.57	17.67	13.14	10.27	8.49	9.26	10.84	26.47	86.15
1972	159.09	198.60	152.74	120.14	37.34	20.25	14.90	9.67	7.48	6.98	19.64	43.35	65.85
1973	146.69	247.48	267.47	187.38	66.20	30.52	20.09	13.93	13.04	19.00	14.89	24.75	87.62
1974	165.10	366.61	300.85	139.27	49.02	26.04	17.81	12.21	19.33	15.34	14.04	36.07	96.81
1975	111.97	307.54	252.02	124.77	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	62.13	
1976	258.03	240.50	207.96	76.62	26.77	19.91	14.37	11.46	10.49	10.08	9.10	18.74	75.34
1977	64.37	88.09	301.86	119.64	25.35	13.62	9.11	6.50	3.51	6.94	35.07	38.64	59.39
1978	250.34	305.27	220.39	130.13	45.21	21.30	13.29	8.33	4.40	7.21	23.73	152.59	98.51
1979	293.23	226.07	202.25	147.99	66.91	32.02	16.09	7.50	3.01	7.58	12.31	48.39	88.61
1980	112.38	183.83	222.97	124.81	32.78	15.47	11.05	7.06	3.09	18.00	26.62	24.60	65.22
1981	157.41	265.58	305.18	158.95	41.18	13.70	5.23	3.96	2.85	3.85	14.89	54.47	85.60
1982	293.98	145.09	220.39	149.81	48.72	16.44	0.00	5.19	6.06	21.21	76.89	76.65	88.37
1983	59.14	97.35	61.31	20.99	15.20	8.72	5.60	4.82	5.05	4.85	3.28	11.16	24.79
1984	164.69	329.50	219.12	141.98	44.43	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	135.04	
1985	224.09	203.50	262.32	218.21	76.05	33.18	7.09	2.95	6.06	7.65	152.97	148.04	111.84
1986	361.52	409.80	410.10	197.80	40.96	31.48	14.19	14.37	10.38	16.13	13.62	14.86	127.93
1987	210.98	133.68	86.54	57.33	31.36	14.66	13.22	12.58	13.08	14.71	34.34	51.86	56.20
1988	89.38	163.03	266.54	264.43	61.42	35.03	22.07	19.38	16.40	13.29	11.07	15.01	81.42
1989	144.53	175.97	213.19	140.28	74.37	50.31	30.13	12.66	13.93	24.72	18.87	44.62	78.63
1990	91.66	69.73	86.25	41.47	15.42	18.21	12.13	10.45	20.02	16.73	71.88	49.88	41.99
1991	111.60	88.62	85.46	80.21	34.46	16.47	12.62	12.25	10.84	7.95	9.14	23.93	41.13
1992	152.96	122.33	110.48	37.35	10.79	4.67	7.88	8.10	8.02	6.98	9.10	32.74	42.62
1993	131.76	143.39	158.79	95.72	53.20	15.90	10.83	9.52	5.56	12.51	68.83	121.12	68.93
1994	214.46	273.15	167.49	161.65	71.98	25.19	16.76	11.28	9.65	9.00	16.55	52.98	85.84
1995	113.05	81.27	216.02	100.04	32.00	15.47	10.53	9.56	8.45	7.65	13.89	22.96	52.57
1996	78.67	180.95	114.47	98.26	31.25	14.20	11.13	8.33	8.02	7.28	14.12	47.16	51.15
1997	169.88	310.39	282.30	146.72	44.69	22.53	15.16	13.10	11.57	13.48	41.47	48.31	93.30
1998	84.98	166.87	141.95	87.35	23.15	11.84	10.53	9.04	7.95	10.60	21.26	34.54	50.84
1999	68.35	156.61	236.37	171.67	67.73	22.64	15.18	10.69	9.45	16.31	12.44	19.41	67.24
2000	97.86	253.38	234.36	59.10	28.86	16.57	13.73	12.22	10.53	18.03	14.22	28.63	65.62
2001	321.90	277.37	337.72	149.13	58.09	30.64	14.33	10.83	9.68	12.40	17.99	27.25	105.61
2002	85.28	263.37	282.21	169.40	78.25	28.92	20.15	16.06	13.57	19.46	53.34	130.59	96.72
2003	285.25	295.44	212.43	55.09	37.07	30.00	24.91	20.01	20.01	16.40	13.58	38.00	87.35
2004	310.46	107.53	91.74	53.87	22.55	16.07	12.58	9.67	9.67	7.13	11.72	35.68	57.39
2005	53.93	146.64	140.63	53.69	24.27	14.14	10.28	7.76	7.76	15.15	20.04	27.61	43.49
2006	208.01	189.58	112.90	133.72	38.06	16.98	12.91	10.40	8.06	10.98	28.89	68.17	69.89
2007	166.95	114.42	283.53	223.37	90.25	31.66	18.37	13.22	11.05	9.13	13.37	23.29	83.22
2008	135.83	160.63	153.81	43.40	24.32	14.72	15.18	13.71	12.85	13.29	11.71	36.63	53.01
2009	141.02	118.80	148.37	94.11	38.42	23.20	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	35.82
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
Nº DATOS	45	45	44	44	43	42	41	40	41	42	41	44	40
MEDIA	154.5	202.3	200.0	114.9	42.2	20.9	13.5	10.3	9.7	11.9	25.4	50.1	71.35
DESV STD	79.9	89.7	79.4	57.7	19.1	8.6	5.3	3.6	4.2	4.7	26.6	35.2	22.77
MIN	49.5	67.5	55.0	21.0	10.8	4.7	0.0	2.9	2.9	3.8	3.3	11.2	24.79
MAX	361.5	435.3	410.1	264.4	90.3	50.3	30.1	20.0	20.0	24.7	153.0	152.6	127.93

Cuadro N° 8- 2 Serie de Caudales Medios Mensuales originales de la Estación Puente – Carretera Ilave

CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS (m3/seg)													
ESTACION		PUENTE ILAVE						CODIGO:		879			
RIO : ILAVE		LATITUD: 16° 05' 04"						DPTO : PUNO					
PERIODO : 1960 - 2006		LONGITUD: 69° 37' 47"						PROVINCIA : EL COLLAO					
TIPO :		ALTITUD: 3825 m.s.n.m.						DISTRITO : ILAVE					
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1965	15.72	41.54	27.22	13.43	6.83	SIN	SIN	5.41	6.94	4.41	4.05	16.65	
1966	10.60	23.02	26.43	7.79	8.77	6.67	6.80	5.68	4.44	5.38	7.99	11.20	10.40
1967	11.57	57.95	172.75	31.10	11.01	7.64	7.17	6.27	6.29	5.97	3.47	11.16	27.70
1968	47.04	159.88	137.81	34.11	17.59	12.42	8.66	7.32	6.33	7.28	39.04	26.77	42.02
1969	79.15	95.86	35.17	17.44	8.40	8.10	7.84	6.94	6.06	4.63	5.67	13.63	24.07
1970	54.59	133.10	117.53	32.37	13.78	8.33	7.32	6.27	4.86	4.26	3.51	21.58	33.96
1971	49.32	296.17	110.55	29.75	10.87	8.18	7.32	6.27	4.36	3.44	5.86	18.59	45.89
1972	154.12	162.96	131.57	55.21	15.38	9.53	8.07	6.16	6.48	5.79	6.21	24.23	48.81
1973	107.38	169.44	151.06	45.33	18.41	8.99	7.13	6.20	5.59	4.18	1.31	2.54	43.96
1974	228.12	192.87	51.00	19.21	12.25	10.65	17.73	12.10	6.91	6.87	9.45	9.15	48.03
1975	52.64	243.30	159.24	31.13	17.62	12.15	9.30	8.03	6.94	6.50	5.79	31.29	48.66
1976	189.29	183.99	118.88	35.42	15.87	12.11	10.34	8.92	11.11	5.45	4.05	7.58	50.25
1977	16.39	118.43	166.00	31.10	12.66	10.03	8.77	7.24	7.02	6.53	21.88	15.53	35.13
1978	193.18	128.76	56.75	33.60	13.78	9.88	8.77	7.62	6.33	6.68	13.23	30.06	42.39
1979	84.01	50.22	75.57	18.67	9.30	7.64	7.32	6.31	6.52	7.69	4.71	11.87	24.15
1980	15.12	20.35	88.71	20.83	8.48	7.22	7.54	5.71	6.52	7.99	6.79	5.23	16.71
1981	53.95	225.98	151.81	64.20	17.55	13.12	12.02	11.84	11.84	9.67	9.03	13.81	49.57
1982	128.21	42.16	81.24	42.52	13.33	9.92	9.22	7.17	10.88	13.89	12.00	8.25	31.57
1983	7.21	11.74	5.23	6.52	4.29	3.67	3.55	3.44	3.51	3.25	2.74	5.41	5.05
1984	121.23	293.54	215.20	65.28	15.87	10.26	7.47	5.45	3.55	7.13	24.81	27.82	66.47
1985	64.03	173.90	138.22	79.90	32.37	21.88	12.88	8.63	12.92	6.53	36.42	74.41	55.17
1986	213.56	286.62	111.00	44.68	25.09	20.72	17.21	13.70	11.19	12.47	33.10	32.03	68.45
1987	242.87	77.17	35.32	16.71	11.61	11.84	12.69	9.60	10.30	10.19	10.76	9.67	38.23
1988	64.89	57.15	86.88	129.71	29.72	17.79	14.34	11.99	11.81	9.71	6.98	13.33	37.86
1989	52.79	91.77	86.47	73.57	23.97	15.66	13.81	10.87	8.22	7.28	6.75	6.24	33.12
1990	23.78	16.49	18.74	13.00	8.14	13.35	9.33	9.41	7.95	10.01	25.08	27.14	15.20
1991	68.66	58.90	91.62	31.67	14.45	13.85	10.23	8.14	8.76	7.13	7.56	8.40	27.45
1992	40.10	18.80	13.93	5.94	4.48	4.32	4.07	4.93	3.90	4.14	4.71	6.91	9.68
1993	59.10	25.75	58.92	22.45	9.00	4.44	6.31	10.27	7.18	9.82	11.96	27.52	21.06
1994	54.06	179.85	39.46	33.10	18.37	9.92	8.14	7.43	6.52	5.90	7.37	13.89	32.00
1995	24.68	38.11	75.94	19.02	9.71	7.29	7.13	5.56	4.94	3.44	5.02	7.43	17.36
1996	56.27	86.05	37.71	31.60	14.00	7.91	7.62	7.02	3.40	2.76	6.79	15.87	23.08
1997	100.47	215.86	100.73	46.34	17.73	11.57	9.56	12.73	1.12	1.08	1.47	2.02	43.39
1998	26.81	28.69	16.73	8.10	4.03	4.55	4.41	3.29	2.78	2.80	4.78	3.40	9.20
1999	5.64	SIN	SIN	SIN	13.42	8.28	6.81	5.63	4.00	6.49	3.28	4.42	
2000	11.93	160.72	126.60	16.65	13.49	10.35	7.62	7.78	6.31	7.70	5.20	10.22	32.05
2001	253.37	287.45	277.80	78.00	20.31	13.39	12.90	12.46	11.60	8.98	8.48	9.61	82.86
2002	14.81	88.24	174.01	58.79	27.36	12.44	13.04	9.91	6.54	9.88	16.80	17.22	37.42
2003	29.24	40.99	84.92	27.40	10.99	7.78	6.98	6.95	5.01	4.03	3.18	6.37	19.49
2004	87.07	210.28	30.04	15.69	9.77	8.28	12.17	9.44	7.20	4.57	3.90	4.52	33.58
2005	12.07	157.74	28.99	12.81	7.92	5.90	5.22	4.66	5.78	6.39	6.85	17.48	22.65
2006	237.80	196.63	209.65	68.63	15.21	9.09	7.80	6.49	4.95	4.49	6.83	11.15	64.89
2007	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
2008	154.67	67.64	75.31	17.45	8.33	6.46	5.57	5.00	3.77	2.75	2.56	5.42	29.58
2009	8.94	30.94	104.99	36.38	8.24	4.42	4.16	4.17	3.37	3.14	4.17	32.59	20.46
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
Nº DATOS	44	43	43	43	44	43	43	44	44	44	44	44	42
MEDIA	80.1	122.0	95.4	35.4	13.9	10.0	8.9	7.6	6.6	6.3	9.6	15.4	34.98
DESV STD	72.9	86.0	61.2	24.6	6.4	4.0	3.3	2.6	2.7	2.7	9.0	12.5	17.11
MIN	5.6	11.7	5.2	5.9	4.0	3.7	3.5	3.3	1.1	1.1	1.3	2.0	5.05
MAX	253.4	296.2	277.8	129.7	32.4	21.9	17.7	13.7	12.9	13.9	39.0	74.4	82.86

Cuadro N° 8- 3 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Taraco

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación	Taraco	Cuenca	: Ramis	Zona TDPS	: 2
País	: Perú	Sub cuenca		Código	: 012113
Dpto	: Puno	Río		Altitud	: 3820
Provincia	: Huancané	Longitud	: 69° 59' 00"	Tipo	: CO
Distrito	: Taraco	Latitud	: 15° 18' 00"	Organismc	: SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	52.10	67.10	101.10	36.30	12.30	0.00	0.00	0.00	26.70	13.40	49.80	33.50	392.30
1965	128.30	100.10	129.30	44.50	4.40	0.00	0.00	0.00	21.90	15.90	49.60	118.70	612.70
1966	80.50	106.00	46.40	5.10	33.10	0.00	0.00	0.00	7.00	25.20	28.80	84.00	416.10
1967	34.90	118.20	64.70	2.50	3.70	0.00	5.80	4.80	49.70	75.20	10.80	126.10	496.40
1968	21.10	110.00	74.50	17.20	14.70	5.50	4.30	18.00	7.70	45.30	128.10	79.10	525.50
1969	100.50	49.60	43.30	12.90	0.00	0.90	5.20	0.00	12.60	18.80	32.00	71.60	347.40
1970	128.50	79.90	83.60	57.00	7.70	0.00	0.00	0.00	14.30	29.70	41.50	85.60	527.80
1971	92.10	118.70	45.50	17.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	28.50	64.40	34.90	402.90
1972	200.50	78.70	81.30	23.20	4.20	0.00	0.00	0.00	9.60	19.50	69.80	81.10	567.90
1973	149.30	68.20	103.40	86.00	1.50	0.00	2.10	2.30	19.50	17.40	62.60	51.40	563.70
1974	225.80	98.80	101.80	26.40	0.00	5.10	0.00	35.10	2.30	20.00	30.70	84.10	630.10
1975	102.00	87.30	139.00	15.50	15.10	1.30	0.00	0.00	23.40	38.90	6.90	148.30	577.70
1976	163.40	80.30	40.80	0.00	11.30	0.00	0.00	9.10	52.00	0.00	0.00	49.30	406.20
1977	86.30	200.80	120.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.50	34.80	73.10	78.00	647.50
1978	183.70	135.90	72.20	31.30	0.00	0.00	0.00	0.00	26.30	8.70	98.40	128.20	684.70
1979	198.70	75.40	119.80	47.90	0.00	0.00	8.60	10.00	0.70	41.90	29.10	77.40	609.50
1980	56.20	79.00	84.90	21.70	0.00	0.00	0.20	18.50	54.70	81.40	29.20	40.50	466.30
1981	148.50	160.10	135.30	43.60	0.30	0.00	0.00	18.70	38.50	71.60	53.80	77.90	748.30
1982	166.10	65.60	55.80	38.90	0.00	0.00	0.00	5.90	63.40	54.90	81.40	46.60	578.60
1983	126.10	25.40	26.30	36.90	0.20	0.00	0.00	0.00	14.50	29.60	25.70	71.20	355.90
1984	256.70	207.60	123.10	41.50	6.00	38.00	8.00	24.50	0.00	65.90	100.10	178.40	1049.80
1985	151.30	177.00	95.30	115.00	18.40	37.40	0.00	5.40	100.70	69.80	278.70	220.80	1269.80
1986	194.50	217.90	233.80	147.90	0.00	0.00	0.00	19.10	61.50	20.60	62.30	140.90	1098.50
1987	285.40	38.50	40.80	38.00	3.70	0.80	32.00	7.50	9.00	34.80	101.30	67.80	659.60
1988	119.20	49.80	177.30	134.20	31.10	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	4.80	108.30	662.70
1989	126.40	69.10	76.00	50.30	0.60	16.00	0.00	21.60	14.30	12.40	24.00	54.50	465.20
1990	166.40	79.80	24.80	35.60	4.50	42.50	0.00	9.70	10.60	67.70	83.70	192.10	717.40
1991	168.70	102.60	126.90	26.20	23.50	55.00	0.00	0.00	27.00	28.90	32.80	63.70	655.30
1992	137.70	116.40	26.60	9.30	0.00	0.00	6.20	58.10	3.80	59.70	45.50	79.00	542.30
1993	149.50	50.70	98.90	46.20	15.40	4.60	0.00	6.60	23.80	22.00	75.20	123.80	616.70
1994	140.60	196.40	76.60	58.50	11.20	0.00	0.00	0.00	2.40	12.60	25.70	98.40	622.40
1995	135.70	179.80	129.10	22.00	3.20	0.00	0.00	SIN	12.60	23.20	40.40	107.10	
1996	74.20	51.00	79.10	19.60	3.80	0.00	0.00	12.80	16.80	21.20	55.40	98.20	432.10
1997	190.20	146.40	109.00	27.80	0.00	0.00	0.00	17.80	44.10	22.00	61.60	92.00	710.90
1998	123.60	98.60	58.40	64.60	0.00	6.40	0.00	0.00	0.00	54.60	90.60	34.30	531.10
1999	99.60	96.00	115.80	67.20	5.80	0.00	0.00	0.00	39.40	56.20	26.00	38.60	544.60
2000	135.00	73.40	74.00	2.40	8.00	19.30	0.00	5.00	5.60	81.20	1.80	54.00	459.70
2001	111.80	109.80	14.40	11.80	9.60	2.80	0.00	2.20	6.60	37.00	31.00	79.60	416.60
2002	93.60	126.20	63.80	33.40	6.40	0.00	12.00	0.00	39.00	109.20	34.50	53.60	571.70
2003	197.00	100.20	102.40	14.40	10.00	4.80	0.00	4.00	25.00	21.80	32.20	78.20	590.00
2004	157.20	127.00	107.00	37.60	9.40	5.20	4.60	19.80	20.20	8.80	49.60	47.20	593.60
2005	78.40	110.60	105.40	26.60	0.00	0.00	0.00	1.00	21.20	75.00	71.20	108.20	597.60
2006	187.60	47.80	66.20	16.20	1.40	2.00	0.00	1.40	26.60	58.60	44.60	125.60	578.00
2007	89.20	46.20	123.50	76.60	6.20	1.20	0.60	1.80	36.80	18.80	64.40	69.80	535.10
2008	154.00	60.00	67.80	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	3.80	37.40	34.00	98.40	456.80
2009	67.00	150.00	50.40	6.40	0.00	0.00	3.00	0.00	20.20	31.40	60.20	72.00	460.60
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	46	46	46	46	46	46	46	45	46	46	46	46	45
MEDIA	135.55	102.91	87.73	37.00	6.26	5.41	2.01	7.57	23.12	38.25	54.29	88.09	586.57
D. Est.	54.87	47.41	41.63	32.41	7.95	12.46	5.26	11.42	20.84	24.10	43.79	40.97	178.71

Cuadro N° 8- 4 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Arapa

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación	: Arapa	Cuenca	: Titicaca	Zona TDPS	: 2
País	: Perú	Sub cuenca		Código	: 012114
Dpto	: Puno	Río		Altitud	: 3830
Provincia	: Azángaro	Longitud	: 70° 07' 05.6"	Tipo	: CO
Distrito	: Arapa	Latitud	: 15° 08' 10.5"	Organismc	: SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	116.00	74.50	151.00	54.50	9.00	0.00	0.00	4.70	56.50	28.50	50.50	40.00	585.20
1965	121.00	60.40	142.60	40.00	2.00	0.00	0.00	0.50	18.00	22.00	55.60	128.10	590.20
1966	23.70	100.10	64.80	15.70	64.70	0.00	0.00	2.50	13.00	33.30	63.20	83.90	464.90
1967	58.10	106.00	103.60	5.50	25.00	1.00	18.00	19.60	69.50	65.40	14.20	151.60	637.50
1968	112.50	132.40	82.20	16.60	13.40	4.50	9.50	5.90	9.60	50.80	112.50	64.10	614.00
1969	99.00	62.70	43.90	40.70	0.00	1.20	9.50	3.70	26.10	21.10	59.70	72.90	440.50
1970	161.30	89.40	144.40	77.40	11.50	0.00	0.00	0.20	56.20	45.00	27.10	121.50	734.00
1971	121.00	166.30	24.50	35.90	2.80	0.00	0.00	12.60	2.00	35.20	53.10	76.70	530.10
1972	171.20	101.60	123.80	37.20	9.90	0.00	1.40	5.10	36.00	35.20	112.10	123.50	757.00
1973	201.70	107.60	162.20	85.80	17.30	0.50	5.40	16.40	44.90	38.10	58.00	40.00	777.90
1974	227.00	132.80	118.90	35.90	1.70	8.50	1.70	41.60	16.80	44.90	36.70	78.10	744.60
1975	164.30	128.00	138.20	24.40	28.70	8.80	0.00	0.00	0.00	2.00	6.70	45.30	546.40
1976	164.90	71.40	63.60	11.80	19.40	2.60	4.00	10.80	68.60	0.30	23.40	83.60	524.40
1977	95.40	148.50	101.50	7.40	5.60	0.00	3.40	0.00	38.60	68.60	109.40	132.60	711.00
1978	196.10	108.80	103.60	45.60	SIN	10.20	0.20	0.00	11.00	23.20	137.20	142.00	
1979	173.00	59.60	139.50	113.00	0.20	0.00	0.00	8.40	0.20	111.20	73.60	134.40	813.10
1980	212.60	125.20	166.60	28.00	19.00	0.00	25.10	50.40	85.60	71.70	53.80	60.40	898.40
1981	172.20	135.30	219.70	80.10	4.00	0.10	0.00	65.10	8.80	83.90	89.40	170.80	1029.40
1982	167.30	44.60	141.40	63.30	0.40	0.00	0.00	1.80	74.10	93.40	110.50	69.40	766.20
1983	52.80	106.50	64.00	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00	35.70	36.40	18.70	74.30	434.00
1984	212.50	160.30	294.60	38.80	17.30	1.50	0.00	0.00	0.00	74.60	171.30	159.10	1130.00
1985	301.10	263.30	152.80	111.90	0.00	36.80	0.00	4.70	18.90	20.20	166.10	228.70	1304.50
1986	105.20	327.80	188.90	SIN	0.00	0.00	2.10	44.80	48.20	69.20	SIN	SIN	
1987	SIN	46.90	86.60	21.70	2.80	4.30	22.20	33.30	6.00	38.50	125.00	48.50	
1988	164.20	56.90	163.00	127.90	59.40	0.00	0.80	0.00	6.00	58.30	6.60	137.50	780.60
1989	116.70	73.90	85.90	75.10	3.90	11.70	0.00	9.20	50.20	24.70	27.20	35.60	514.10
1990	113.60	84.40	27.30	19.60	6.70	72.80	0.00	5.50	19.50	105.90	47.00	104.20	606.50
1991	148.90	96.10	117.40	31.00	11.50	59.60	1.80	2.30	16.00	37.60	51.80	71.70	645.70
1992	99.60	64.70	32.80	11.90	0.00	11.00	0.60	86.70	13.30	73.10	58.30	62.00	514.00
1993	125.50	73.10	111.70	91.10	11.80	3.50	0.00	19.80	22.00	103.80	74.70	111.60	748.60
1994	100.60	154.90	107.50	145.20	8.00	0.40	0.00	3.00	11.90	21.00	72.40	95.50	720.40
1995	82.40	122.80	131.50	6.40	4.30	0.00	0.00	0.00	9.00	19.50	80.30	129.60	585.80
1996	155.70	38.70	80.80	9.30	13.00	0.00	1.70	4.70	22.50	40.70	46.20	92.80	506.10
1997	193.20	129.90	141.80	55.40	2.50	0.00	0.00	18.70	36.80	31.80	107.00	78.90	796.00
1998	78.90	107.60	131.60	59.00	0.00	4.30	0.00	1.40	0.90	42.70	72.60	33.00	532.00
1999	99.80	68.00	134.60	52.00	3.50	1.00	0.00	0.50	48.30	72.20	52.30	33.10	565.30
2000	187.80	102.20	68.00	2.90	15.60	15.60	1.60	27.50	6.40	93.90	11.40	89.90	622.80
2001	210.00	209.40	129.40	57.90	27.00	3.20	9.20	9.00	9.60	75.70	45.20	131.70	917.30
2002	90.40	198.80	91.70	70.30	47.80	6.50	23.60	20.40	17.70	119.10	54.20	107.30	847.80
2003	179.20	82.60	145.80	37.70	7.80	11.40	0.00	3.50	19.20	19.40	59.80	74.60	641.00
2004	219.00	144.40	125.40	35.60	8.40	5.60	7.80	17.10	43.80	5.60	57.60	70.60	740.90
2005	90.00	154.80	83.80	20.50	1.00	0.00	0.00	5.20	22.80	60.00	68.20	126.80	633.10
2006	131.80	42.40	55.20	18.40	0.00	2.60	0.00	1.40	19.00	80.60	67.40	67.60	486.40
2007	77.80	48.80	158.80	98.20	15.80	1.80	1.00	1.20	59.80	17.00	68.30	81.80	630.30
2008	146.20	74.90	53.00	0.00	8.60	0.40	0.00	0.00	7.60	52.20	156.50	150.80	650.20
2009	41.10	139.10	113.00	44.40	0.00	0.00	3.60	0.00	11.60	35.20	82.00	113.50	583.50
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	45	46	46	45	45	46	46	46	46	46	45	45	43
MEDIA	139.61	111.49	115.50	46.81	11.36	6.33	3.35	12.37	26.48	50.06	68.77	96.21	681.43
D. Est.	56.17	56.93	50.65	34.80	14.58	14.31	6.43	18.48	22.19	29.95	39.96	41.72	178.75

Cuadro N° 8- 5 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Huancané

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación	: Huancané	Cuenca	: Rámis	Zona TDPS	: 2
País	: Perú	Sub cuenca		Código	: 012117
Dpto	: Puno	Río		Altitud	: 3890
Provincia	: Huancané	Longitud	: 69° 45' 12.8"	Tipo	: CO
Distrito	: Huancané	Latitud	: 15° 12' 05.4"	Organismc	: SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	68.00	82.00	206.00	27.00	22.60	0.00	0.00	2.20	16.00	13.50	81.40	27.50	546.20
1965	173.50	108.50	100.00	23.80	3.50	0.00	5.50	2.00	21.00	24.00	74.00	184.00	719.80
1966	106.00	126.00	123.00	16.50	75.00	0.00	0.00	0.00	11.60	37.50	63.20	84.40	643.20
1967	27.50	73.00	78.00	7.00	29.00	1.00	30.50	16.50	62.00	47.00	7.30	166.50	545.30
1968	92.20	237.40	89.20	36.20	11.50	5.40	13.40	12.20	57.00	53.90	127.00	85.80	821.20
1969	121.20	148.80	96.00	33.50	0.00	2.20	11.40	8.20	15.70	13.30	53.80	40.40	544.50
1970	164.10	71.40	86.90	39.70	10.20	1.00	0.00	0.00	42.80	58.20	35.00	193.00	702.30
1971	108.00	183.00	49.30	8.50	1.00	1.00	0.00	2.50	0.00	31.20	46.40	46.50	477.40
1972	169.80	79.00	50.00	13.50	0.00	0.00	7.50	7.50	43.00	26.30	61.50	167.00	625.10
1973	151.60	63.20	163.50	69.50	9.00	0.00	0.00	8.50	74.80	36.40	12.90	56.50	645.90
1974	190.40	SIN	51.00	36.00	0.00	3.00	0.00	24.90	18.00	35.50	47.50	62.50	
1975	127.00	209.50	103.50	18.40	6.00	0.00	0.00	0.00	10.60	61.50	26.20	155.00	717.70
1976	66.00	58.00	9.70	0.00	21.50	4.50	1.80	26.60	SIN	SIN	SIN	97.60	
1977	31.60	150.60	94.60	0.00	2.80	0.00	1.90	3.20	55.60	42.00	77.00	91.00	550.30
1978	120.80	237.20	123.80	65.40	0.10	7.70	6.80	0.10	34.00	28.50	131.10	195.20	950.70
1979	191.80	99.50	43.10	70.50	1.60	0.00	2.80	9.20	4.20	78.20	56.50	107.90	665.30
1980	118.30	125.40	139.70	31.30	7.10	0.20	5.70	9.80	74.70	91.20	26.30	85.10	714.80
1981	326.00	103.60	114.60	83.00	14.70	0.10	0.00	21.80	33.60	106.20	45.80	106.60	956.00
1982	163.00	35.20	112.80	58.00	1.20	1.20	0.00	4.20	13.60	39.20	126.20	48.20	602.80
1983	102.40	48.40	24.40	37.20	13.80	1.00	0.00	2.60	17.50	7.00	53.80	84.80	392.90
1984	24.60	166.70	125.40	38.80	14.20	9.60	0.00	17.80	1.40	72.20	113.40	76.40	660.50
1985	168.70	66.00	107.60	165.80	17.00	17.40	0.00	3.40	103.80	28.80	203.40	163.80	1045.70
1986	183.20	148.40	151.40	67.60	9.20	0.00	9.00	20.30	72.60	17.60	85.00	115.10	879.40
1987	191.10	20.10	77.50	28.20	23.20	10.20	18.20	14.40	5.40	72.40	78.40	57.00	596.10
1988	227.40	77.90	269.80	123.20	48.60	0.00	0.00	0.00	8.90	48.40	5.10	92.70	902.00
1989	156.00	120.30	111.80	58.80	1.90	7.00	1.10	14.70	15.20	21.90	67.90	83.60	660.20
1990	121.90	55.60	49.40	21.20	12.80	44.90	0.00	35.90	25.60	52.10	98.10	98.60	616.10
1991	123.40	137.70	138.00	9.20	20.10	51.10	1.00	0.70	29.40	14.10	46.10	148.20	719.00
1992	132.00	75.40	46.90	6.40	0.00	9.70	9.00	72.10	13.70	66.40	45.20	140.00	616.80
1993	127.30	47.90	111.20	58.10	11.50	2.10	0.00	10.60	19.10	56.50	90.60	143.90	678.80
1994	100.80	114.70	150.60	39.50	14.00	1.80	0.00	0.00	11.00	39.20	64.60	132.80	669.00
1995	133.30	124.10	79.90	13.70	1.20	0.00	0.80	1.20	17.00	14.70	69.50	67.20	522.60
1996	200.90	80.90	71.10	17.50	2.30	0.00	7.60	3.50	13.10	9.80	70.00	177.40	654.10
1997	171.80	110.80	183.40	83.40	15.50	0.00	0.00	15.80	40.60	41.10	85.00	51.70	799.10
1998	109.30	69.40	87.50	52.90	0.00	5.70	0.00	0.50	4.20	65.20	141.80	35.60	572.10
1999	88.80	65.90	151.80	72.40	14.70	0.50	2.10	1.70	45.70	61.70	46.20	41.20	592.70
2000	85.20	55.90	113.80	7.10	12.10	7.30	0.50	21.40	10.50	97.80	14.70	113.50	539.80
2001	205.10	142.20	159.70	13.80	21.70	3.50	6.20	10.90	9.10	92.00	63.30	123.60	851.10
2002	90.90	175.50	151.50	102.30	21.10	4.80	23.50	6.10	37.30	140.10	85.80	116.80	955.70
2003	216.50	107.80	131.30	46.30	3.00	11.00	1.10	3.00	22.40	67.60	40.80	105.90	756.70
2004	195.90	147.10	54.10	42.80	6.10	11.80	8.30	32.80	21.10	34.00	51.30	91.90	697.20
2005	109.40	148.60	96.60	16.60	0.50	0.00	0.00	5.20	28.00	75.50	31.50	94.20	606.10
2006	224.30	31.10	76.70	39.30	0.50	1.50	0.00	3.80	23.10	55.90	51.30	113.20	620.70
2007	137.90	97.40	122.80	64.00	5.20	0.00	2.20	0.70	83.10	7.60	58.10	119.40	698.40
2008	134.30	76.60	61.80	5.10	8.70	0.00	0.00	0.00	5.50	48.50	32.70	212.20	585.40
2009	80.10	113.30	42.90	9.30	0.50	0.00	3.20	0.00	12.60	13.10	58.80	100.00	433.80
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	46	45	46	46	46	46	46	46	45	45	45	46	44
MEDIA	138.25	107.04	103.99	40.83	11.22	4.96	3.94	9.97	28.56	47.66	65.59	106.55	676.15
D. Est.	57.62	51.18	49.27	33.69	13.62	10.06	6.50	13.06	24.22	29.00	37.94	46.33	142.15

Cuadro N° 8- 6 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Huaraya - Moho

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Huaraya Moho	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012131
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3890
Provincia : Moho	Longitud : 69° 29' 3.4"	Tipo : CO
Distrito : Ichuta	Latitud : 15° 23' 17"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	88.80	212.30	229.50	42.60	54.70	0.00	0.00	3.30	21.40	SIN	53.00	101.40	
1965	281.70	109.20	103.50	40.80	4.20	0.80	2.70	0.70	30.00	48.70	SIN	174.90	
1966	156.80	121.20	151.60	38.10	SIN	0.00	0.00	0.50	10.70	37.60	72.40	112.30	
1967	SIN	81.10	190.60	0.50	SIN	7.80	SIN	40.30	78.80	SIN	10.20	174.90	
1968	145.30	302.80	69.90	SIN	29.80	2.50	20.10	14.20	SIN	SIN	157.30	99.00	
1969	178.20	143.60	80.40	44.50	3.50	0.10	27.60	10.50	16.90	13.70	105.20	57.50	681.70
1970	156.20	154.70	146.90	68.50	48.40	0.80	0.20	1.00	52.00	56.00	24.40	192.70	901.80
1971	223.70	263.90	71.80	34.70	5.20	1.20	0.00	23.00	3.50	49.80	68.30	97.20	842.30
1972	86.10	109.70	109.00	46.10	3.30	0.00	2.00	8.70	43.60	54.40	66.60	179.40	708.90
1973	234.50	127.20	116.60	88.70	23.90	1.80	11.50	38.70	107.60	60.40	26.50	88.80	926.20
1974	328.40	179.80	81.90	48.60	1.90	10.00	0.00	26.50	12.70	57.70	32.80	146.00	926.30
1975	207.70	221.00	166.90	48.30	55.00	8.90	0.00	0.50	46.20	67.30	45.30	163.80	1030.90
1976	200.90	95.80	129.80	23.40	71.30	10.70	10.80	9.30	118.70	19.00	8.90	121.50	820.10
1977	94.10	167.90	164.40	3.20	31.40	0.30	3.40	0.20	54.40	47.20	125.20	190.00	881.70
1978	240.80	152.70	141.80	67.00	3.20	11.20	1.50	2.10	28.80	39.50	161.80	190.70	1041.10
1979	318.10	96.40	118.20	113.20	7.60	0.00	12.10	12.80	9.90	122.50	39.70	243.80	1094.30
1980	144.50	74.60	160.80	61.10	3.50	1.80	25.20	30.20	86.90	91.00	12.40	168.70	860.70
1981	324.90	162.30	103.70	79.00	9.80	1.00	0.00	41.10	52.10	121.30	50.70	118.50	1064.40
1982	298.80	61.20	107.40	67.60	3.00	0.30	1.60	8.50	105.80	74.70	96.40	45.40	870.70
1983	84.10	118.80	55.50	87.60	37.00	5.90	0.00	2.00	72.90	60.10	23.30	60.10	607.30
1984	376.60	299.70	142.70	26.50	31.80	32.10	1.20	43.10	2.80	46.80	134.40	136.60	1274.30
1985	212.70	140.60	181.40	135.90	34.60	40.30	0.20	1.00	115.50	42.30	254.40	224.50	1383.40
1986	201.80	207.20	116.50	95.80	44.60	0.00	27.40	41.30	91.80	18.10	76.50	183.40	1104.40
1987	252.10	55.60	109.30	35.20	13.10	7.10	46.20	8.80	10.00	51.40	94.30	84.10	767.20
1988	214.60	158.00	263.10	94.20	57.20	0.00	0.00	0.00	3.80	40.10	14.10	94.80	939.90
1989	92.60	84.10	79.60	96.70	24.80	13.50	3.00	39.00	11.70	16.00	51.90	43.60	556.50
1990	166.60	74.50	58.80	63.80	9.00	72.50	0.00	22.70	25.70	110.10	125.90	102.30	831.90
1991	117.50	181.70	184.50	39.40	31.70	60.50	0.00	7.60	32.00	15.30	63.00	124.60	857.80
1992	156.60	100.70	39.70	21.70	0.00	25.20	1.50	101.60	4.60	84.00	38.80	145.70	720.10
1993	310.30	49.10	65.10	83.60	17.70	18.70	1.40	10.40	30.60	53.30	106.40	124.20	870.80
1994	192.50	102.50	124.40	116.10	21.70	2.80	0.00	2.00	7.40	38.30	74.00	157.30	839.00
1995	133.70	142.70	110.90	7.30	10.00	0.00	0.00	1.70	38.20	28.60	76.50	148.90	698.50
1996	266.50	88.10	78.10	40.50	5.10	0.00	7.60	4.30	23.30	18.10	86.20	169.20	787.00
1997	262.00	159.40	185.30	85.00	9.00	0.00	0.20	24.90	78.30	40.30	145.70	108.80	1098.90
1998	110.10	92.70	144.60	38.40	0.00	11.30	0.00	2.30	3.80	39.70	85.00	20.20	548.10
1999	104.80	63.30	255.40	62.30	4.70	0.50	0.40	0.80	47.80	108.20	50.10	32.90	731.20
2000	143.40	94.30	110.60	19.00	9.70	10.60	0.00	39.20	9.50	114.50	24.80	122.70	698.30
2001	424.10	184.90	181.90	40.60	26.50	5.10	20.30	14.50	8.00	75.90	41.20	136.00	1159.00
2002	112.90	260.30	214.00	43.80	18.10	4.40	32.20	13.80	64.60	117.50	136.70	124.00	1142.30
2003	300.00	165.20	120.90	52.30	21.00	10.60	10.10	14.30	47.30	54.70	12.30	219.10	1027.80
2004	244.20	114.30	61.10	27.60	4.80	17.20	10.00	30.50	18.30	28.20	69.50	52.10	677.80
2005	144.00	231.30	33.80	49.90	0.50	0.00	0.00	9.00	30.60	94.70	97.20	131.20	822.20
2006	238.40	93.60	69.20	21.80	2.40	0.00	0.00	1.40	55.00	16.90	63.80	148.90	711.40
2007	140.30	114.10	SIN	118.90	7.10	0.00	5.80	0.00	75.00	38.20	100.70	89.80	
2008	219.30	135.60	118.00	7.00	20.20	0.00	0.00	0.00	5.30	85.00	10.50	209.50	810.40
2009	85.20	87.80	47.80	15.50	2.20	0.00	5.80	0.00	12.50	48.00	124.40	158.60	587.80
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	45	46	45	45	44	46	45	46	45	43	45	46	40
MEDIA	200.36	139.95	124.38	54.27	18.73	8.64	6.49	15.40	40.14	56.86	74.19	130.86	872.61
D. Est.	84.14	62.61	55.28	32.83	18.15	15.17	10.55	19.08	33.51	31.12	50.30	52.63	192.11

Cuadro N° 8- 7 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Progreso.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Progreso	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
Pais : Perú	Sub cuenca	Código : 012110
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3970 msnm
Provincia : Azangaro	Longitud : 70° 21' 55.8" W	Tipo : CO
Distrito : Asillo	Latitud : 14° 41' 21.1" S	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	77.70	66.50	218.00	17.70	16.40	0.00	0.00	0.50	31.90	40.80	55.70	60.80	586.00
1965	150.40	130.50	116.00	50.60	2.80	0.00	0.00	0.00	20.00	16.00	78.70	122.10	687.10
1966	50.10	74.50	45.90	0.30	40.80	0.00	0.00	0.00	31.30	60.80	70.80	70.70	445.20
1967	66.90	81.20	127.00	26.10	8.90	0.00	13.30	16.90	28.90	47.50	34.40	89.90	541.00
1968	50.70	158.40	98.70	38.60	1.70	0.00	13.40	20.10	27.20	23.30	79.60	44.20	555.90
1969	143.10	83.50	47.50	29.00	0.00	1.40	10.60	0.30	23.00	19.60	53.80	56.40	468.20
1970	141.50	82.20	123.50	68.00	14.00	0.50	0.80	0.00	49.70	53.70	53.90	139.50	727.30
1971	133.10	158.30	22.80	32.10	5.90	0.10	0.00	4.30	1.20	38.90	61.30	79.80	537.80
1972	155.20	166.70	79.30	27.50	0.40	0.00	2.80	8.30	16.60	21.00	57.90	104.20	639.90
1973	162.60	101.00	103.80	105.00	9.50	0.00	3.70	5.40	54.10	78.90	70.40	89.80	784.20
1974	107.10	117.50	86.40	49.80	13.00	5.10	0.20	21.10	32.90	30.70	33.50	55.10	552.40
1975	104.70	88.40	121.80	27.20	9.00	0.00	0.00	0.00	26.40	40.00	45.50	90.30	553.30
1976	167.60	80.10	92.00	28.80	22.30	4.80	3.30	12.50	41.00	8.60	48.00	117.70	626.70
1977	84.40	92.00	145.00	21.80	2.70	0.00	0.00	0.00	21.50	50.40	97.20	83.90	598.90
1978	150.60	110.30	124.30	50.80	4.10	0.00	0.00	0.00	52.90	17.30	128.90	184.60	823.80
1979	146.40	41.30	80.50	69.20	13.80	0.00	5.00	4.60	17.20	31.30	43.30	131.00	583.60
1980	117.20	80.40	107.50	4.90	9.10	0.40	2.30	0.00	6.10	77.40	12.30	81.30	498.90
1981	146.70	101.10	102.70	52.00	1.90	0.00	0.00	13.20	32.90	65.30	73.00	109.90	698.70
1982	191.70	53.40	95.50	20.30	0.00	0.00	0.00	0.80	15.80	53.60	109.30	48.30	588.70
1983	82.30	58.80	73.40	27.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	36.70	63.10	355.10
1984	108.70	37.90	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1985	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	0.00	0.00	34.20	12.40	122.40	154.40
1986	134.30	168.70	162.80	114.10	10.60	0.00	SIN	6.00	38.20	SIN	41.40	102.30	
1987	119.80	78.70	82.90	39.20	1.50	1.00	18.40	0.00	7.50	57.80	126.30	144.80	677.90
1988	148.80	85.00	154.80	58.40	17.60	0.00	0.00	0.00	9.00	17.90	10.50	67.50	569.50
1989	151.60	119.80	108.50	84.80	7.00	4.70	0.00	27.00	25.00	40.90	48.10	69.70	687.10
1990	131.50	75.60	36.70	33.50	0.00	21.60	0.00	5.40	19.00	84.00	67.80	18.00	493.10
1991	154.30	73.70	105.10	40.90	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	28.20	25.90	131.70	565.80
1992	SIN	SIN	49.10	21.10	0.00	3.20	0.00	37.20	18.00	29.40	79.80	78.60	
1993	191.50	79.10	103.60	52.30	9.70	3.70	10.20	21.90	5.90	158.00	178.00	98.30	912.20
1994	120.10	110.70	102.00	59.20	4.80	0.50	0.00	3.20	15.10	51.80	74.80	116.60	658.80
1995	69.50	79.10	101.70	14.80	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	16.80	79.10	98.20	469.90
1996	141.50	62.90	94.60	21.40	10.80	0.00	1.40	3.00	4.60	44.80	45.20	125.40	555.60
1997	179.80	135.80	196.90	48.00	12.60	0.00	0.00	13.60	17.00	40.00	108.70	60.20	812.60
1998	113.80	72.20	52.80	17.50	0.00	7.70	0.00	1.20	2.20	100.30	88.70	32.60	489.00
1999	108.30	125.60	136.60	37.80	0.50	0.00	0.00	0.00	16.60	35.80	54.30	65.70	581.20
2000	126.90	114.10	105.10	9.60	1.40	1.20	1.60	2.40	17.00	108.00	17.60	99.60	604.50
2001	151.80	111.50	135.40	30.60	21.40	0.00	5.50	0.00	14.20	59.40	62.70	57.40	649.90
2002	117.00	107.00	82.00	149.20	8.80	1.80	25.40	4.40	25.60	131.60	86.00	134.60	873.40
2003	163.40	114.90	134.80	60.20	7.00	7.60	0.50	7.00	15.40	14.80	16.10	80.60	622.30
2004	234.00	160.20	61.80	50.60	7.40	0.00	4.80	22.80	40.60	13.00	53.80	134.20	783.20
2005	52.50	199.00	54.70	35.40	0.50	0.00	1.20	2.80	3.80	65.90	57.60	81.60	555.00
2006	137.70	46.90	63.60	50.50	0.00	2.10	0.00	3.90	37.00	42.50	63.60	79.50	527.30
2007	130.10	58.10	152.60	59.20	14.40	0.60	0.50	0.00	25.80	17.00	75.40	51.00	584.70
2008	130.30	73.00	52.40	4.60	6.20	0.00	0.00	0.00	7.60	34.40	26.50	139.80	474.80
2009	112.10	90.90	59.70	15.30	5.20	0.00	4.60	0.80	9.20	19.20	110.80	104.60	532.40
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

N° DATOS	44	44	44	44	44	44	44	45	45	44	45	45	42
MEDIA	128.62	97.88	100.04	42.16	7.49	1.55	2.94	6.01	21.24	45.61	65.90	92.21	607.93
DESVEST	39.02	36.99	41.29	29.44	7.98	3.69	5.54	8.86	13.95	32.68	34.46	35.46	119.66

Cuadro N° 8- 8 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Muñani.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Muñani	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
Pais : Perú	Sub cuenca	Código : 012124
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3948
Provincia : Azángaro	Longitud : 69° 57' 06.5"	Tipo : CO
Distrito : Muñani	Latitud : 14° 46' 01"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1965	106.16	62.57	0.00	SIN	0.00	0.00	0.00	0.00	35.95	23.86	71.62	87.45	
1966	81.97	93.63	61.18	27.51	36.73	0.00	0.00	0.00	18.12	30.12	57.00	36.65	442.91
1967	28.82	51.09	64.40	22.64	24.03	0.00	30.82	42.13	102.16	71.36	43.95	213.87	695.25
1968	79.28	121.21	30.47	62.22	24.73	0.00	37.60	41.61	79.71	46.39	92.85	40.91	656.97
1969	130.87	88.76	67.18	65.79	0.00	0.00	0.00	20.73	37.43	33.78	57.96	88.85	591.34
1970	198.99	70.92	73.88	85.37	27.08	0.00	15.51	13.77	51.96	57.70	33.86	166.19	795.22
1971	131.30	233.01	78.06	28.12	20.55	0.00	0.00	15.33	0.00	54.83	31.51	47.17	639.88
1972	142.70	54.48	27.34	23.86	0.00	0.00	0.00	16.90	15.85	32.91	81.10	86.85	481.98
1973	84.58	90.15	64.92	60.75	13.77	0.00	0.00	26.99	58.83	18.64	34.82	46.83	500.27
1974	100.42	96.94	35.34	28.21	0.00	14.11	0.00	13.77	0.00	21.77	15.51	74.14	400.20
1975	66.49	79.54	77.97	27.86	15.85	0.00	0.00	SIN	0.00	34.99	33.69	174.89	
1976	307.39	332.19	285.12	132.26	0.00	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	27.10	132.20	
1977	96.40	128.90	120.60	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00	42.20	95.40	95.00	640.90
1978	186.50	157.30	115.70	46.20	4.10	4.90	0.00	0.00	18.60	25.20	160.10	254.80	973.40
1979	226.00	45.90	77.30	119.00	11.40	0.00	0.00	0.00	11.70	57.90	26.90	133.30	709.40
1980	114.50	77.70	112.50	3.60	1.80	3.40	3.60	0.00	27.00	82.10	36.40	49.60	512.20
1981	195.80	90.40	131.60	72.60	SIN	0.00	0.00	9.90	25.50	70.80	41.30	93.60	
1982	120.30	70.10	78.00	48.80	0.00	0.00	0.00	0.00	54.10	34.20	153.90	22.40	581.80
1983	89.20	83.30	45.10	49.80	7.20	0.00	0.00	19.70	0.00	36.10	15.60	53.90	399.90
1984	249.30	188.30	90.50	24.80	6.00	SIN	SIN	21.90	9.40	67.30	157.70	154.60	
1985	122.80	137.50	96.80	85.40	6.30	10.80	0.00	0.00	40.10	26.50	130.90	223.10	880.20
1986	88.60	192.20	162.50	94.10	6.70	0.00	2.30	0.00	32.50	0.00	78.40	111.60	768.90
1987	199.60	101.00	59.20	55.90	0.00	6.20	24.10	3.40	1.20	42.20	95.70	33.00	621.50
1988	118.70	112.70	81.30	90.10	19.20	0.00	0.00	0.00	0.00	40.40	3.80	123.20	589.40
1989	112.80	186.10	89.20	67.20	0.00	10.00	0.00	13.10	18.90	33.80	55.30	57.10	643.50
1990	136.80	63.70	24.00	3.20	0.00	55.20	0.00	0.00	8.70	79.60	83.80	67.90	522.90
1991	129.20	83.60	139.20	71.60	9.60	32.00	0.00	0.00	13.00	32.20	83.30	116.30	710.00
1992	188.30	91.40	45.80	19.20	0.00	4.30	0.00	37.70	10.80	33.00	41.40	111.70	583.60
1993	157.00	56.30	83.70	32.20	11.40	0.00	12.30	19.40	24.80	54.90	75.90	104.30	632.20
1994	104.00	94.30	91.80	71.00	23.20	3.10	0.00	0.00	7.10	22.70	64.50	110.20	591.90
1995	154.50	181.80	110.10	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	28.30	96.20	587.60
1996	153.90	70.10	68.80	34.90	18.70	0.00	0.00	8.50	8.10	29.90	104.20	61.40	558.50
1997	181.60	109.20	217.20	38.30	3.20	0.00	0.00	3.00	29.40	33.80	80.10	32.50	728.30
1998	62.50	96.40	106.40	39.20	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	54.10	64.40	41.60	467.60
1999	83.60	40.50	125.20	42.70	29.30	0.00	0.00	0.00	35.70	34.50	35.90	92.90	520.30
2000	119.80	98.10	81.40	9.10	0.00	19.40	0.00	10.60	20.20	126.80	20.50	108.60	614.50
2001	173.00	109.20	163.20	19.50	26.30	3.20	10.30	7.50	21.40	61.30	57.00	87.00	738.90
2002	90.30	115.90	104.50	42.50	5.70	4.40	16.50	4.90	27.90	90.00	58.00	125.70	686.30
2003	225.10	102.30	108.20	43.40	4.60	9.10	0.00	13.00	30.50	73.20	68.00	117.40	794.80
2004	281.70	129.10	117.20	66.70	25.20	1.80	0.80	20.60	28.10	39.40	65.40	133.50	909.50
2005	98.60	224.20	84.60	27.90	2.30	0.00	1.20	1.00	8.40	80.10	124.80	68.20	721.30
2006	203.90	61.90	57.00	87.20	0.00	0.00	0.00	6.60	31.50	62.00	82.80	144.10	737.00
2007	104.00	15.60	119.10	57.90	21.40	0.00	0.00	0.00	24.40	12.60	50.80	55.40	461.20
2008	132.80	65.40	38.20	10.00	1.90	0.00	0.00	0.00	8.90	67.70	31.40	154.50	510.80
2009	77.70	100.10	39.10	26.60	0.00	0.00	4.40	0.00	23.80	18.50	69.00	85.50	444.70
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	45	45	45	44	44	43	43	43	44	44	45	45	40.00
MEDIA	138.62	107.89	90.02	47.40	9.28	4.30	3.71	9.12	23.81	45.55	64.93	100.36	626.18
D. Est.	59.20	58.11	50.24	30.17	10.51	9.99	8.58	11.66	21.42	24.46	37.48	51.80	135.18

Cuadro N° 8- 9 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Putina.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Putina	Cuenca : Huancané	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012127
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3878
Provincia : San Antonio de Putina	Longitud : 70° 20' 56.9"	Tipo : CO
Distrito : Putina	Latitud : 14° 55' 15.5"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	67.5	71.0	111.0	72.5	17.5	0.0	0.0	1.0	16.0	45.0	80.0	92.5	574.00
1965	194.5	93.5	161.0	39.5	0.0	0.0	SIN	0.5	23.0	21.5	100.2	163.3	
1966	66.50	151.10	66.40	32.20	41.90	0.00	0.00	0.00	26.00	43.40	95.50	48.20	571.20
1967	41.20	85.10	152.80	10.00	26.00	0.00	SIN	29.40	94.70	87.40	25.20	SIN	
1968	79.60	126.20	72.00	48.10	0.70	0.40	45.40	1.10	56.40	49.00	138.90	41.40	659.20
1969	214.60	86.50	55.60	11.10	1.00	1.20	15.50	0.00	31.30	33.90	88.60	SIN	
1970	SIN	99.80	92.60	SIN	25.50	0.00	0.00	0.00	61.40	40.30	20.70	184.40	
1971	190.80	184.40	49.50	19.00	2.00	0.70	0.00	5.60	3.80	42.10	48.10	40.60	586.60
1972	155.60	119.00	77.70	46.60	6.00	0.00	1.00	13.80	28.60	43.90	105.10	77.80	675.10
1973	131.90	132.20	100.70	120.50	11.70	3.40	16.20	7.90	49.80	59.90	70.40	90.70	795.30
1974	137.10	144.80	93.60	47.50	0.60	4.80	1.40	16.80	33.40	68.30	51.00	104.70	704.00
1975	115.60	110.30	77.50	18.80	25.50	13.50	0.00	0.50	21.40	42.80	49.30	135.60	610.80
1976	151.70	97.30	86.60	22.30	14.00	8.00	1.50	19.10	76.30	3.70	26.20	66.70	573.40
1977	70.00	178.20	111.80	15.40	10.00	0.00	0.10	0.00	42.80	34.50	97.10	85.60	645.50
1978	117.20	117.40	95.30	58.30	5.30	2.60	0.30	0.30	27.80	23.50	117.30	158.10	723.40
1979	240.10	76.30	82.40	128.60	4.60	0.00	1.50	8.20	11.40	82.00	40.40	97.00	772.50
1980	121.50	55.40	114.40	15.20	11.90	3.00	15.30	4.60	52.90	91.70	33.80	57.40	577.10
1981	236.00	90.50	92.50	77.80	3.30	5.70	0.00	15.90	33.90	83.40	48.30	107.20	794.50
1982	236.40	109.90	99.50	73.80	0.00	0.00	0.80	12.90	59.30	43.00	123.10	65.50	824.20
1983	104.60	81.10	44.40	65.10	10.40	2.00	5.60	1.60	16.80	6.70	36.20	92.20	466.70
1984	291.60	217.30	98.30	34.60	6.80	5.30	2.20	22.50	0.60	81.80	98.00	108.10	967.10
1985	132.50	121.70	87.70	109.00	23.20	2.80	0.00	4.70	35.30	44.30	137.90	167.40	866.50
1986	107.10	146.90	90.40	142.60	13.70	0.00	2.40	7.90	49.70	14.40	86.70	142.60	804.40
1987	112.80	65.40	52.30	34.90	2.50	2.10	29.00	6.00	3.60	47.50	98.60	34.50	489.20
1988	120.60	66.00	202.10	91.90	12.00	0.00	0.00	5.30	8.90	45.90	9.30	137.40	699.40
1989	185.30	90.80	129.50	58.50	0.00	7.50	0.00	9.00	43.30	29.60	32.40	72.90	658.80
1990	179.00	60.10	75.90	25.70	5.80	61.00	0.00	1.80	17.30	109.00	84.00	103.70	723.30
1991	164.80	106.10	134.90	51.00	5.70	45.00	9.80	0.80	14.90	24.80	64.70	108.70	731.20
1992	153.60	49.30	49.70	25.20	0.00	1.20	4.00	72.50	20.80	44.50	66.30	123.70	610.80
1993	174.40	67.10	75.30	99.80	11.40	0.00	2.10	17.00	24.20	67.30	114.20	124.20	777.00
1994	170.80	112.60	113.70	72.40	17.80	5.20	0.00	49.80	57.00	61.90	182.20	142.50	985.90
1995	102.50	126.50	135.30	10.50	0.50	0.00	3.40	0.00	5.20	15.50	67.60	89.40	556.40
1996	118.60	66.80	113.50	37.30	29.60	0.00	0.90	6.90	20.80	19.90	131.60	95.70	641.60
1997	215.20	90.50	201.90	96.80	4.20	0.00	1.10	21.40	22.90	42.40	112.80	59.90	869.10
1998	125.60	105.70	92.80	32.90	0.00	12.00	0.00	1.60	0.50	66.90	89.40	24.60	552.00
1999	104.10	68.90	162.30	25.60	19.80	0.00	0.70	0.00	45.10	53.80	36.40	68.90	585.60
2000	158.00	131.40	93.70	13.10	1.70	27.40	0.00	11.00	12.20	112.30	25.00	105.00	690.80
2001	206.50	134.20	206.50	46.50	34.80	3.00	3.10	9.80	25.80	71.60	47.10	91.40	880.30
2002	125.50	130.50	110.60	53.30	14.60	1.00	16.70	5.80	21.80	128.40	51.60	100.60	760.40
2003	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
2004	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
2005	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
2006	164.80	34.60	46.10	64.40	2.20	9.70	0.00	2.30	20.10	45.30	65.20	82.30	537.00
2007	96.60	50.60	164.40	74.40	19.20	2.10	0.00	0.00	46.30	21.80	57.10	58.40	590.90
2008	100.10	79.40	69.70	3.20	6.00	0.00	0.00	0.00	15.50	51.10	77.10	140.00	542.10
2009	103.40	83.10	63.50	8.60	8.00	0.00	2.40	0.00	13.60	27.80	86.60	89.90	486.90
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	42	43	43	42	43	43	41	43	43	43	43	41	39
MEDIA	144.90	102.69	102.50	50.82	10.64	5.36	4.45	9.19	30.06	50.55	74.82	97.09	681.03
D. Est.	53.88	38.02	41.31	34.97	10.32	11.79	8.97	13.81	20.72	27.99	37.70	37.71	129.62

Cuadro N° 8- 10 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Azángaro.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Azángaro	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012104
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3863
Provincia : Azángaro	Longitud : 70° 11' 26.7"	Tipo : CO
Distrito : Azángaro	Latitud : 14° 54' 51.7"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	SIN	SIN	104.50	65.00	13.50	0.00	0.00	0.50	39.00	32.00	50.50	68.80	
1965	150.00	82.00	133.00	27.50	0.50	0.00	0.00	2.50	18.50	18.90	55.50	122.50	610.90
1966	92.50	49.00	31.50	19.00	44.30	0.00	0.00	1.50	36.70	46.50	55.90	92.50	469.40
1967	41.00	104.00	SIN	6.90	14.20	0.00	12.00	23.60	35.80	41.50	8.60	129.80	
1968	81.20	143.00	73.90	36.90	0.70	1.00	8.00	7.60	25.50	20.90	60.40	33.70	492.80
1969	117.10	63.60	36.00	28.80	0.00	SIN	12.00	SIN	18.50	15.60	31.80	51.20	
1970	126.90	42.00	96.10	96.60	14.70	0.00	0.00	0.00	39.30	35.60	38.20	152.10	641.50
1971	91.60	190.30	31.00	28.10	0.50	0.60	0.30	8.70	5.80	18.10	55.80	80.10	510.90
1972	140.90	108.90	68.70	37.40	0.00	0.00	4.00	9.70	41.60	26.30	55.60	106.60	599.70
1973	176.40	99.80	112.90	93.70	22.20	0.00	3.40	4.90	47.70	43.70	88.30	23.80	716.80
1974	98.00	125.00	94.40	34.90	19.00	6.10	0.00	27.60	19.80	30.00	55.70	59.20	569.70
1975	96.00	88.60	108.60	33.10	7.20	14.50	0.00	0.00	20.70	71.70	57.50	110.00	607.90
1976	115.90	102.50	57.40	6.70	8.90	5.50	0.40	13.30	41.20	3.30	61.00	96.10	512.20
1977	64.20	113.00	120.20	17.50	3.40	0.00	0.00	0.00	43.30	51.60	91.20	61.00	565.40
1978	141.60	139.30	77.60	37.40	2.70	0.00	0.00	0.00	17.80	35.60	168.50	192.30	812.80
1979	146.10	28.70	62.20	39.60	4.00	0.00	0.00	0.00	6.50	60.90	37.10	112.80	497.90
1980	120.10	64.20	91.30	9.00	5.70	0.00	5.50	3.60	29.40	77.90	10.10	56.90	473.70
1981	112.50	105.30	92.30	47.00	5.60	4.00	0.00	26.90	27.70	65.40	36.40	100.70	623.80
1982	48.50	101.10	38.80	58.50	0.00	0.00	0.00	27.00	SIN	SIN	SIN	SIN	
1983	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1984	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	0.80	78.30	238.80	167.10	
1985	SIN	SIN	47.80	167.50	SIN	SIN	0.00	0.70	16.30	20.30	178.70	114.00	
1986	85.00	92.60	SIN	SIN	SIN	0.00	0.00	6.30	37.00	4.20	SIN	SIN	
1987	SIN	107.50	67.70	44.60	6.30	5.30	28.40	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1988	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1989	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	20.80	6.50	35.50	64.50	
1990	159.00	76.00	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1991	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1992	SIN	SIN	49.70	14.40	0.00	8.00	0.00	59.80	SIN	SIN	SIN	SIN	
1993	142.80	54.50	84.30	87.90	11.60	4.80	1.30	9.20	24.40	68.60	125.40	127.40	742.20
1994	111.70	169.30	89.10	SIN	0.50	0.00	0.00	6.30	13.40	35.60	59.80	88.10	
1995	62.30	78.00	97.80	4.60	0.20	0.00	0.00	0.60	5.10	33.10	90.00	88.40	460.10
1996	142.50	67.90	121.90	15.70	15.00	0.30	2.00	3.10	11.20	35.20	59.50	64.00	538.30
1997	150.40	151.30	139.10	30.10	7.80	0.00	0.00	13.10	32.10	36.90	134.60	100.50	795.90
1998	95.00	71.40	77.20	24.60	0.00	SIN	0.00	0.00	11.00	58.00	76.30	17.60	
1999	99.80	68.00	134.60	52.00	3.50	1.00	0.00	0.50	30.60	69.30	31.80	23.20	514.30
2000	132.40	114.00	51.30	8.40	2.90	7.90	0.50	38.80	0.70	79.80	25.60	65.30	527.60
2001	195.40	94.80	168.00	15.90	19.90	0.00	4.40	8.00	16.60	44.90	42.50	166.60	777.00
2002	157.40	116.40	155.40	49.10	10.30	1.90	10.80	9.00	15.00	187.30	87.10	170.60	970.30
2003	149.90	95.30	109.40	58.90	4.70	5.70	0.60	5.00	7.80	32.90	42.40	118.20	630.80
2004	227.40	93.90	47.70	22.80	15.90	SIN	2.80	16.50	39.60	11.00	62.60	71.50	
2005	42.50	171.80	78.50	28.60	0.30	0.00	0.00	5.00	19.60	59.80	34.30	84.50	524.90
2006	188.70	36.70	75.30	17.20	0.20	1.30	0.00	2.30	11.30	60.60	60.60	71.10	525.30
2007	97.00	54.50	164.60	80.60	12.50	0.30	0.60	0.80	60.60	17.10	62.80	85.30	636.70
2008	98.40	91.90	43.70	1.00	3.10	0.00	0.00	0.00	22.80	44.00	61.50	171.60	538.00
2009	130.00	91.90	72.20	33.20	4.40	0.00	0.40	0.00	14.20	28.20	91.10	85.40	551.00
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

N° AÑOS	37	38	38	38	38	36	40	38	39	39	38	38	29
MEDIA	119.68	96.00	86.99	38.97	7.53	1.89	2.44	9.01	23.74	43.77	68.92	94.61	601.30
D. Est.	41.91	36.79	36.52	32.21	8.79	3.26	5.32	12.60	13.96	31.56	46.12	43.00	119.89

Cuadro N° 8- 11 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Ananea.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación	: Ananea	Cuenca	: Ramis	Zona TDPS	: 2
País	: Perú	Sub cuenca		Código	: 012101
Dpto	: Puno	Río		Altitud	: 4660
Provincia	: San Antonio de Putina	Longitud	: 69° 32' 03.3"	Tipo	: CO
Distrito	: Ananea	Latitud	: 14° 40' 42.4"	Organismc	: SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	SIN	124.40	SIN	SIN	56.00	7.30	0.00	0.00	32.40	48.60	58.40	70.90	
1965	141.60	77.50	82.90	41.20	0.00	0.00	3.20	13.00	35.90	20.60	52.80	64.70	533.40
1966	50.30	140.40	33.80	7.70	35.50	0.00	0.00	0.00	23.70	65.60	70.50	108.60	536.10
1967	44.00	76.20	66.00	7.70	20.80	0.00	26.50	24.00	38.00	48.20	54.90	151.70	558.00
1968	183.90	175.90	89.70	7.20	2.00	0.00	22.20	36.00	3.70	4.70	5.00	7.90	538.20
1969	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
1970	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	76.50	19.30	122.10	
1971	108.30	244.10	33.50	35.40	4.60	6.00	0.00	7.40	9.80	59.10	37.10	96.30	641.60
1972	112.30	100.60	85.50	31.70	7.00	1.50	6.70	43.80	30.10	43.60	56.20	109.40	628.40
1973	75.00	109.60	90.50	67.60	13.10	0.50	4.70	12.40	52.60	38.50	42.20	66.30	573.00
1974	111.10	117.10	78.00	48.30	9.90	11.00	21.30	33.80	24.70	28.60	28.40	110.00	622.20
1975	88.50	126.00	103.20	56.20	23.20	18.60	0.00	26.30	23.60	79.00	31.40	97.20	673.20
1976	122.80	98.80	90.30	28.30	52.60	13.40	16.10	6.70	59.20	6.50	19.90	81.60	596.20
1977	112.40	86.10	109.30	37.30	23.60	4.90	4.80	0.00	33.50	30.60	99.70	60.80	603.00
1978	87.30	87.60	113.50	53.50	9.10	6.30	0.00	0.00	51.80	19.50	98.60	145.00	672.20
1979	174.80	71.50	89.50	77.90	11.20	0.00	0.00	14.50	24.80	53.10	52.60	123.10	693.00
1980	129.60	94.50	99.90	21.50	26.50	0.00	1.70	10.40	36.70	60.80	42.60	81.70	605.90
1981	186.50	115.50	182.00	25.40	10.10	4.10	0.00	26.00	46.50	73.10	78.40	121.60	869.20
1982	190.30	75.90	114.10	92.70	2.80	5.50	0.00	15.00	40.20	55.60	82.90	83.60	758.60
1983	82.10	111.50	49.00	68.10	16.90	26.40	0.00	0.00	14.80	22.30	19.50	76.70	487.30
1984	158.40	161.30	138.80	29.00	0.00	0.00	10.80	43.10	7.00	59.80	123.70	129.50	861.40
1985	145.80	113.80	109.00	97.70	12.10	40.80	6.30	5.90	41.90	61.10	116.60	118.00	869.00
1986	131.70	128.60	152.20	71.10	18.10	0.00	5.10	16.20	62.80	40.10	59.90	131.80	817.60
1987	157.60	50.50	101.60	41.90	16.10	12.50	35.80	4.80	14.70	48.10	119.60	125.90	729.10
1988	112.80	93.90	115.40	75.20	24.20	0.00	0.00	0.00	13.40	22.90	30.40	81.80	570.00
1989	105.30	59.10	139.60	26.20	31.40	0.00	0.00	41.50	29.10	48.40	48.00	95.10	623.70
1990	167.40	82.50	22.90	50.50	8.30	49.70	3.20	24.50	8.10	76.30	70.70	119.50	683.60
1991	104.80	70.70	78.40	60.20	26.00	31.00	0.00	0.00	26.60	35.40	51.10	52.50	536.70
1992	74.80	90.10	83.60	42.90	0.00	14.10	0.00	30.00	8.30	34.90	69.80	83.80	532.30
1993	127.00	83.70	100.30	61.40	26.50	1.50	8.60	31.80	7.70	41.80	71.10	101.10	662.50
1994	150.20	183.30	114.40	76.50	0.00	3.90	0.00	0.00	8.30	23.70	39.20	104.30	703.80
1995	80.50	84.60	128.50	52.00	9.20	0.00	5.20	15.70	8.40	14.40	40.60	78.50	517.60
1996	132.20	98.60	21.70	28.60	19.00	0.00	0.50	31.40	17.00	27.90	62.50	23.30	462.70
1997	144.70	100.00	102.30	37.90	9.10	0.00	1.40	14.40	18.10	23.40	48.60	110.30	610.20
1998	77.00	102.70	77.50	35.00	0.50	6.20	0.00	0.50	8.90	110.80	83.00	49.20	551.30
1999	136.90	103.90	103.60	46.70	12.60	1.40	2.90	1.50	40.70	41.70	54.70	67.50	614.10
2000	93.20	97.80	95.40	23.70	7.10	18.10	4.10	2.70	20.40	75.00	26.10	112.50	576.10
2001	132.60	46.20	86.40	49.90	62.60	0.50	13.20	13.60	11.90	50.20	63.70	59.80	590.60
2002	65.90	125.70	106.10	42.30	10.10	0.50	27.20	19.70	39.50	48.80	115.30	74.40	675.50
2003	184.80	71.40	114.50	52.30	2.90	9.40	0.00	19.40	13.10	79.30	43.10	85.80	676.00
2004	236.30	136.10	79.40	39.80	11.70	21.40	6.00	11.40	31.20	45.80	60.20	83.80	763.10
2005	79.60	152.90	56.00	17.70	1.10	0.20	0.00	14.00	7.90	51.90	63.00	148.90	593.20
2006	165.00	83.10	61.30	62.60	2.80	5.40	0.00	20.80	29.20	71.30	69.80	98.10	669.40
2007	118.10	79.20	96.90	33.60	16.30	0.00	9.80	0.00	14.70	39.70	61.90	89.60	559.80
2008	168.20	62.70	60.30	40.60	24.70	2.80	1.80	7.70	7.10	48.30	56.00	135.60	615.80
2009	135.10	79.90	63.70	52.60	17.60	0.00	0.00	0.00	16.60	26.80	125.30	98.50	616.10
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	43	44	43	43	44	44	44	44	44	45	45	45	43
MEDIA	125.27	103.99	91.17	45.48	15.79	7.38	5.66	14.54	24.88	46.27	60.54	94.18	634.20
D. Est.	41.47	37.23	32.53	21.12	14.47	11.25	8.60	13.13	15.40	21.73	28.95	30.76	97.36

Cuadro N° 8- 12 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Crucero.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Crucero	Cuenca : Ramis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012106
Dpto : Puno	Río	Altitud : 4130
Provincia : Carabaya	Longitud : 70° 01' 24.7"	Tipo : CO
Distrito : Crucero	Latitud : 14° 21' 44.4"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	96.00	77.20	135.10	35.10	0.00	0.00	0.00	0.00	16.20	21.30	37.60	109.40	527.90
1965	135.60	117.40	79.40	30.10	1.50	0.00	0.00	1.10	22.90	24.70	49.30	142.30	604.30
1966	35.20	160.50	110.00	9.50	36.80	0.00	0.00	1.80	42.20	63.20	43.80	54.00	557.00
1967	34.90	106.90	85.50	2.40	29.20	3.20	13.60	23.10	44.60	75.20	27.60	175.20	621.40
1968	98.10	130.60	108.60	12.50	0.00	0.00	38.00	23.40	40.90	43.90	SIN	51.90	
1969	229.70	83.00	81.80	17.60	4.60	6.00	9.00	16.50	28.80	39.50	76.80	56.20	649.50
1970	145.70	169.60	118.80	70.10	12.10	SIN	8.10	0.00	0.00	61.20	61.20	234.00	
1971	230.70	287.70	53.20	35.50	0.00	8.70	0.00	3.40	5.00	28.60	159.30	174.90	987.00
1972	177.20	82.90	81.70	108.10	24.20	5.40	0.00	31.00	49.70	86.40	101.10	148.40	896.10
1973	244.40	134.40	98.60	123.60	11.40	0.70	23.20	3.80	44.80	89.10	49.80	152.20	976.00
1974	136.50	254.00	102.10	73.00	3.60	11.70	9.70	26.50	47.20	103.60	62.90	179.20	1010.00
1975	137.70	116.20	92.80	113.40	12.80	2.80	1.50	10.70	80.50	57.80	74.90	180.80	881.90
1976	220.70	102.10	114.70	41.00	34.80	2.80	3.50	12.10	65.10	12.10	42.70	151.20	802.80
1977	108.00	140.20	118.30	88.10	22.60	9.50	5.70	0.00	45.00	30.10	158.60	126.50	852.60
1978	158.10	168.00	161.30	65.30	5.40	14.30	0.00	1.90	89.70	20.40	121.70	224.90	1031.00
1979	196.90	158.00	181.70	103.70	32.10	0.00	0.00	31.80	51.60	43.60	92.80	190.50	1082.70
1980	206.20	91.30	149.50	35.80	13.30	0.00	0.00	3.70	92.50	109.50	23.60	65.40	790.80
1981	191.80	218.00	221.90	87.10	2.30	4.30	0.00	3.70	68.60	80.50	104.30	166.70	1149.20
1982	156.70	111.10	77.10	33.40	5.80	7.60	0.00	7.10	12.80	44.70	135.80	90.80	682.90
1983	27.20	154.30	105.80	113.70	14.20	5.80	0.00	1.80	29.80	31.40	39.30	92.60	615.90
1984	397.30	228.00	124.40	71.80	9.10	3.80	4.00	33.90	17.00	105.20	129.20	141.50	1265.20
1985	229.90	106.10	145.00	122.60	28.60	35.20	0.00	24.40	56.00	49.00	151.00	267.80	1215.60
1986	251.50	340.70	227.40	146.40	9.00	0.00	5.30	33.50	61.10	41.50	116.10	190.10	1422.60
1987	247.60	117.80	165.30	25.00	21.70	7.60	41.10	0.00	16.40	73.50	148.20	111.50	975.70
1988	116.90	161.30	164.60	88.50	22.00	0.00	0.00	0.00	20.80	57.00	49.80	164.10	845.00
1989	172.60	85.40	147.40	28.20	13.10	25.40	0.00	25.50	46.90	60.70	79.60	109.30	794.10
1990	156.60	112.80	83.80	55.60	0.00	48.20	0.00	3.70	31.30	106.60	185.10	81.90	865.60
1991	125.50	80.80	176.50	59.80	49.50	30.50	0.00	0.50	72.90	43.10	87.30	183.90	910.30
1992	279.10	274.70	137.50	4.90	0.80	24.50	7.40	116.70	3.60	59.90	201.80	159.80	1270.70
1993	178.30	81.50	91.00	84.20	14.90	8.50	0.00	36.20	25.50	37.10	103.50	160.80	821.50
1994	284.90	423.20	135.40	83.00	24.90	5.60	0.00	5.10	97.60	58.70	62.30	208.40	1389.10
1995	177.90	97.90	152.80	38.30	28.20	2.30	0.00	12.70	24.10	42.20	82.10	95.20	753.70
1996	162.60	134.60	26.10	51.70	36.30	0.00	0.00	19.70	14.00	26.40	103.90	76.70	652.00
1997	205.30	331.80	197.80	42.60	16.10	0.00	0.00	13.90	14.60	42.40	94.50	31.30	990.30
1998	37.30	93.40	157.20	67.10	0.40	4.40	0.00	0.70	2.30	116.90	101.70	37.60	619.00
1999	141.00	120.00	171.10	67.30	31.70	0.80	0.50	0.00	55.70	44.90	64.40	36.30	733.70
2000	111.80	61.10	67.10	4.10	7.40	9.20	5.00	5.90	10.70	87.50	23.80	107.20	500.80
2001	170.30	65.10	135.40	27.10	17.60	0.00	16.10	11.30	21.30	87.10	50.20	89.30	690.80
2002	52.50	166.90	91.80	22.50	11.40	1.00	21.20	10.00	25.80	71.00	74.90	149.50	698.50
2003	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
2004	161.96	143.17	118.97	55.61	14.89	7.04	5.09	13.41	36.85	56.67	85.68	127.96	827.30
2005	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	
2006	156.40	45.90	53.90	34.00	0.90	4.90	0.00	14.20	19.20	32.50	105.40	94.70	562.00
2007	127.20	40.00	83.20	19.40	6.90	0.50	1.70	0.00	14.80	59.10	40.90	55.80	449.50
2008	135.30	48.10	60.90	21.80	14.30	0.00	0.00	5.30	3.90	57.30	43.60	123.30	513.80
2009	81.70	73.00	37.90	24.60	8.80	0.00	4.10	0.00	51.20	10.60	67.40	57.30	416.60
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	44	44	44	44	44	43	44	44	44	44	43	44	42
MEDIA	162.02	143.11	118.87	55.57	14.89	7.03	5.09	13.41	36.85	56.67	86.41	127.92	831.01
D. Est.	73.37	83.27	46.12	36.62	12.19	10.44	9.40	19.30	25.34	27.09	43.61	57.13	250.27

Cuadro N° 8- 13 Serie de Precipitación Total Mensual Original de la Estación Cojata.

PRECIPITACION MENSUAL ORIGINAL (mm)

Estación : Cojata	Cuenca : Suches	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012116
Dpto : Puno	Río	Altitud : 4380
Provincia : Huancané	Longitud : 69° 22' 00"	Tipo : CO
Distrito : Cojata	Latitud : 15° 01' 00"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	92.30	356.20	235.30	41.30	31.00	0.40	7.50	3.40	37.00	69.80	61.70	47.70	983.60
1965	226.00	194.20	246.70	65.70	SIN	SIN	0.00	7.40	SIN	SIN	41.30	174.90	
1966	100.80	155.10	50.70	14.00	42.50	0.00	0.00	0.00	22.60	28.20	29.40	109.50	552.80
1967	34.80	65.70	125.40	20.70	24.40	11.10	25.20	37.10	40.00	44.20	30.00	133.20	591.80
1968	77.80	107.20	31.70	31.90	7.40	0.00	26.40	8.00	32.90	30.90	91.90	54.70	500.80
1969	117.60	74.80	40.80	35.90	1.60	2.50	22.30	3.40	28.90	35.10	48.70	60.20	471.80
1970	101.00	94.00	106.60	73.20	5.00	0.00	2.60	3.70	52.90	32.00	25.30	147.40	643.70
1971	161.40	115.40	62.10	7.50	5.00	1.50	0.00	6.20	8.60	71.80	72.90	75.60	588.00
1972	183.70	78.80	82.80	55.70	0.00	0.00	3.70	18.60	17.50	45.50	80.70	80.70	647.70
1973	162.90	90.30	120.40	72.90	16.30	4.20	1.20	1.10	83.90	58.50	54.90	99.00	765.60
1974	169.00	146.30	64.40	48.50	4.40	6.00	0.00	35.30	13.00	63.90	35.50	98.20	684.50
1975	115.10	132.30	131.70	12.00	22.50	6.80	0.00	2.00	38.20	40.80	60.00	123.30	684.70
1976	172.10	86.20	97.10	45.10	21.50	27.00	9.50	33.50	84.90	12.90	13.30	69.90	673.00
1977	90.70	178.30	112.30	62.60	40.60	16.60	0.00	0.00	27.50	51.70	85.10	121.90	787.30
1978	175.30	156.70	83.30	68.30	0.00	16.70	0.00	0.00	26.00	0.00	147.00	236.60	909.90
1979	192.90	90.80	106.40	62.50	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	18.90	70.30	76.80	622.10
1980	211.10	86.10	135.70	16.30	15.70	1.40	12.30	16.30	52.70	102.40	40.00	66.50	756.50
1981	198.50	187.90	62.40	97.30	4.30	4.20	0.00	22.50	69.00	98.90	36.10	138.70	919.80
1982	170.20	46.00	145.50	72.70	8.30	0.00	0.00	13.50	68.50	72.10	139.30	72.00	808.10
1983	97.50	123.20	87.00	89.70	12.30	0.00	0.00	7.00	29.50	60.00	14.70	55.30	576.20
1984	294.90	227.00	62.80	57.20	0.00	16.00	13.70	47.50	10.80	51.30	121.70	132.80	1035.70
1985	186.90	148.90	127.60	131.70	23.50	21.00	0.00	6.60	86.10	53.70	151.30	174.40	1111.70
1986	144.40	161.10	152.80	104.00	18.70	0.00	7.30	26.20	67.20	32.80	64.50	123.10	902.10
1987	183.90	53.30	73.90	90.90	20.20	2.60	19.00	11.20	8.60	66.30	84.60	SIN	
1988	186.40	106.80	119.80	64.40	38.50	0.00	0.00	0.00	0.00	63.30	0.00	85.80	665.00
1989	92.80	63.50	100.80	49.70	5.90	7.10	3.10	34.90	2.30	17.20	59.00	72.60	508.90
1990	130.40	40.60	66.70	52.20	5.50	63.00	0.00	13.10	16.90	74.30	95.50	73.60	631.80
1991	120.20	96.80	108.10	36.60	19.60	40.30	0.00	0.00	18.50	31.30	53.50	76.80	601.70
1992	171.70	78.50	60.50	7.00	0.00	15.10	0.00	64.60	27.60	29.10	73.10	156.30	683.50
1993	172.80	64.20	64.30	7.00	0.00	15.10	5.90	22.00	27.20	75.60	66.70	113.60	634.40
1994	111.30	169.90	132.80	123.00	31.80	7.90	0.00	0.00	56.10	67.10	114.90	122.30	937.10
1995	153.10	96.00	142.70	33.50	8.50	0.00	6.90	SIN		20.70	34.00	53.30	97.90
1996	127.20	87.00	111.20	65.20	32.50	0.00	SIN	27.70	29.80	52.20	88.30	130.50	
1997	160.70	163.40	144.90	78.80	11.50	0.00	7.90	24.60	41.00	57.10	79.50	55.90	825.30
1998	82.60	184.50	119.10	81.20	0.00	12.00	0.00	8.10	5.00	70.90	111.00	41.40	715.80
1999	125.70	122.70	160.80	47.60	10.00	4.90	3.40	0.00	60.70	63.70	44.10	88.90	732.50
2000	144.70	115.90	64.80	26.50	10.70	19.60	5.40	40.30	28.50	115.60	22.90	124.70	719.60
2001	164.60	58.50	232.70	29.80	37.60	6.80	19.20	33.00	42.20	82.10	102.60	74.00	883.10
2002	83.20	189.50	130.30	65.30	26.20	0.80	37.90	19.90	43.50	111.90	87.40	91.50	887.40
2003	151.00	135.60	130.40	55.10	13.60	6.80	0.00	29.50	19.00	43.90	84.60	119.30	788.80
2004	240.40	55.60	35.80	55.20	98.00	18.80	6.40	22.30	46.20	29.40	72.40	35.00	715.50
2005	138.10	131.30	81.80	30.30	0.80	0.00	2.40	1.80	18.20	107.50	83.30	68.50	664.00
2006	231.40	38.50	80.80	47.70	3.80	0.00	0.00	7.20	19.80	43.60	59.00	84.70	616.50
2007	144.10	53.30	143.50	78.30	37.10	0.00	0.00	2.90	66.60	30.10	99.10	112.00	767.00
2008	130.10	42.80	78.20	20.00	3.50	8.50	0.00	3.50	16.30	79.70	27.50	117.10	527.20
2009	99.50	61.50	9.80	12.10	2.60	0.00	5.20	0.00	12.00	51.20	66.30	141.20	461.40
2010	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	

Nº AÑOS	46	46	46	46	45	45	45	45	45	45	46	45	42
MEDIA	148.32	115.48	105.77	53.13	16.06	8.10	5.65	14.88	33.88	54.94	68.35	101.24	718.66
D. Est.	49.43	60.10	49.90	29.80	17.81	12.03	8.68	15.27	23.10	26.45	34.64	39.94	152.81

Cuadro N° 8- 14 Serie de Evaporación Mensual Original de la Estación Huaraya - Moho.

EVAPORACIÓN MEDIA EN TANQUE (mm)													
ESTACION		HUARAYA - MOHO						CODIGO:		787			
CUBENCA : TITICACA		LATITUD:		15° 23' 00"		REGION : PUNO							
PROP. SENAMHI		LONGITUD:		69° 28' 00"		PROVINCIA : MOHO							
TIPO : C		ALTITUD:		3890 m.s.n.m.		DISTRITO : MOHO							
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	149.20	111.70	115.80	125.60	117.70	93.80	113.00	141.80	151.40		169.50	133.30	
1965	114.40	98.30	125.50	101.80	115.20	105.30	122.70	149.70	151.00	182.70			127.60
1966	154.60	113.20	142.10	130.80		109.20	122.30	135.50	170.70	149.10	156.90	135.30	
1967	143.30	113.10	95.60	138.00	114.00	110.80	101.40	129.80	141.40		176.20	129.10	
1968	135.30	104.30	129.40	108.00	118.80	96.50	109.60	127.20	149.90		108.30	137.00	
1969	128.50	121.10	136.90	135.00	122.50	113.60	109.10	135.00	157.40	192.70	105.20	153.80	1610.80
1970	124.50	98.40	101.60	99.70	109.20	106.40	119.40	144.30	149.50	179.30	185.90	118.40	1536.60
1971	128.70	92.80	106.90	119.70	115.20	109.50	121.80	135.50	180.30	161.20	154.10	118.10	1543.80
1972	90.30	113.80	106.00	122.50	116.40	106.00	125.80	134.80	143.40	179.10	149.60	141.90	1529.60
1973	120.50	118.50	117.50	124.60	116.40	112.80	117.60	130.00	132.10	149.80	152.70	140.60	1533.10
1974	95.40	86.20	117.10	109.80	131.40	115.00	130.00	113.70	160.70	167.80	196.80	141.00	1564.90
1975	111.80	92.00	114.40	134.30	114.50	101.90	118.00	147.50	145.20	159.80	148.10	115.70	1503.20
1976	96.90	112.80	118.10	133.70	113.40	101.50	117.30	137.90	133.20	184.50	193.90	158.50	1601.70
1977	150.90	107.70	112.00	129.10	124.90	111.80	121.90	150.70	161.90	171.20	136.50	129.70	1608.30
1978	114.10	112.20	128.80	116.00	127.90	108.90	115.50	144.50	146.80	186.60	145.20	126.90	1573.40
1979	111.40	123.40	107.70	112.70	103.10	108.30	119.10	146.30	165.20	157.50	166.50	125.70	1546.90
1980	150.20	125.40	107.20	128.60	122.50	100.50	111.40	128.40	139.10	132.80	150.20	168.70	1565.00
1981	112.80	96.90	110.50	107.10	108.50	97.90	113.10	122.20	137.80	137.60	147.60	126.10	1418.10
1982	123.00	131.60	107.80	114.00	115.00	97.50	104.60	124.10	140.80	127.50	115.30	153.10	1454.30
1983		123.20	142.50	129.90	130.70	104.40	118.80	124.60	148.40	151.00	155.70	157.70	
1984	98.20	98.30	101.90	119.10	107.70	98.60	97.20	120.20	143.80	129.00	130.60	122.90	1367.50
1985	114.20	102.10	121.90	110.80	115.40	89.80	96.20	110.00	147.10	135.30	126.00		
1986	120.10	92.30	106.80	105.70	102.40	102.00	99.00	115.30	125.80	140.10	123.40	133.10	1366.00
1987	112.30	118.80	136.80	111.40	111.90	110.10	118.20	127.80	141.50	141.70	115.90		
1988													
1989													
1990										142.20	132.00	130.60	
1991	129.90	115.70	114.60	108.90	103.90	88.90	105.40	130.50	136.50	154.80	151.60	152.80	1493.50
1992	103.70	109.50	126.30	126.10	128.70	108.30	110.60	110.00	140.90	149.00	149.10	141.70	1503.90
1993	105.30	127.30	104.70	96.00	101.90	90.80	112.00	124.30	131.30	148.10	130.50	116.60	1388.80
1994	117.40	86.90	108.50	101.70	94.50	95.20	115.40	189.60	149.60	171.60	162.30	140.00	1532.70
1995	132.50	116.10	102.50	108.80	122.00	109.10	112.40	152.30	142.30	181.10	158.60	167.30	1605.00
1996	138.70	113.30	144.30	118.70	158.00	117.30	142.60	145.50	164.10	181.90	155.50	155.10	1735.00
1997	142.00	142.10	150.30	139.30	145.80	110.70	127.80	127.20	116.80	131.20	148.00	157.50	1638.70
1998	124.50	123.90	103.20	95.20	101.40	93.20	89.60	116.80	135.90	148.10	132.40	128.90	1393.10
1999	120.50	119.70	106.90	82.20	83.80	87.20	95.80	122.10	116.60	120.30	130.60	122.30	1308.00
2000	96.40	83.00	84.00	86.90	99.10	78.60	97.50	99.50	122.80	110.40	143.90	103.40	1205.50
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009													
2010													
Nº DATOS	33	34	34	34	33	34	34	34	34	32	34	33	26
MEDIA	121.6	110.2	116.4	115.6	115.6	102.7	113.3	132.2	144.7	154.8	147.2	136.7	1504.90
DESV STD	17.2	13.8	15.1	14.4	14.0	9.0	11.1	16.2	14.1	21.3	21.9	15.8	113.22
MIN	90.3	83.0	84.0	82.2	83.8	78.6	89.6	99.5	116.6	110.4	105.2	103.4	1205.50
MAX	154.6	142.1	150.3	139.3	158.0	117.3	142.6	189.6	180.3	192.7	196.8	168.7	1735.00

Cuadro N° 8- 15 Serie de Evaporación Mensual Original de la Estación Juli.

EVAPORACIÓN MEDIA EN TANQUE (mm)														
ESTACION		JULI											CODIGO:	880
CUENCA : TITICACA		LATITUD: 16° 13' 00"			REGION : PUNO									
PROP. SENAMHI		LONGITUD: 69° 27' 00"			PROVINCIA CHUCUITO									
TIPO : C		ALTITUD: 3820 m.s.n.m.			DISTRITO JULI									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964														
1965			146.00	134.80	146.40	127.00		176.00	156.20	220.40	181.50	175.30		
1966	164.50	132.50	137.20	156.50		119.00	123.00	170.00	175.00	193.90	161.90	145.60		
1967	181.00	113.10	124.60	136.40	115.20	113.00			141.20	169.30	201.70	156.10		
1968	146.30	105.00	129.80	130.00	113.10	103.70	113.00	150.00	163.60	197.50	157.50	156.10	1665.60	
1969	135.10	127.00	131.40	124.80	136.00	118.00	123.80	144.10	157.40	119.10	206.30	177.40	1700.40	
1970	150.50	109.70		122.30		118.20	67.50	152.00	163.50	239.00	138.50	86.70		
1971	135.80	82.90	121.00	119.90	125.80	120.30	132.00	143.50	190.00	193.50	191.90	150.90	1707.50	
1972	123.90	122.00	114.20	121.80	135.00	115.70	123.80	107.60	150.10	195.20	198.00	202.10	1709.40	
1973	128.40	114.90	90.30	115.20	105.50	110.00	119.10	138.10	124.60	183.40	185.90	161.60	1577.00	
1974	114.00	112.90	118.30	103.20	125.00	108.20	115.20	104.20	141.50	168.60	192.40	166.90	1570.40	
1975	152.30	112.30	122.70	127.60	105.60	101.70	113.00	143.70	153.00	171.90	186.70	169.10	1659.60	
1976	129.20	130.20	120.30	127.00	122.00	104.00	107.40	124.60	127.40	206.50	197.90	176.10	1672.60	
1977	164.90	138.20	122.50	142.40	153.00	120.00	110.50	153.00	153.60	160.40	144.80	149.90	1713.20	
1978	135.90	115.20	142.50	134.80	132.00	111.00	94.10	111.70	119.90	177.90	176.20	146.40	1597.60	
1979	120.20	107.30	128.70	121.70	122.60	109.00	96.10	92.00	110.10	162.70	177.20	152.70	1500.30	
1980	149.70	129.00	123.20	118.40	116.40	105.40	108.90	111.70	113.00	128.20	126.20			
1981														
1982														
1983														
1984														
1985	181.80	102.20	91.90	96.90	82.50	89.70		136.10		149.40	127.20	112.70		
1986	111.60	89.60	100.40	105.70	105.50	95.20	101.10	103.90	136.50	184.10	165.40	132.80	1431.80	
1987	142.30	131.50	123.70	114.00	120.30	92.90	100.10	130.40	163.00	165.30	154.40	165.50	1603.40	
1988	149.30	133.00	101.40	100.80	90.50	84.50	95.20	130.30			163.80	153.60		
1989		104.60	81.60							117.70		173.10		
1990	135.80	131.50	136.00	94.90	94.90	72.50	103.10	119.30	139.50	157.10	151.50	143.90	1480.00	
1991	132.90		120.70	112.30	109.20	96.50	97.70	122.90	139.60	164.20	165.80	162.70		
1992	127.20	136.40	136.40	133.80	120.30	96.80	106.40	108.70	161.40	178.60	161.70	182.30	1650.00	
1993	135.30	137.80	139.10	129.50	154.40	132.60	164.30	148.70	196.40	187.90	189.90	162.70	1878.60	
1994	156.70	128.90	156.00	134.40	147.50	140.90	152.70	178.60	192.30	225.60	210.20	190.40	2014.20	
1995	168.50	157.50	145.50	151.80	155.50	147.90	157.30	184.30	190.30	244.30	213.30	199.20	2115.40	
1996	165.20	134.90	169.80	141.20	154.40	138.00	144.50	169.70	190.20	243.80	204.10	179.90	2035.70	
1997	126.90	106.80	112.20	114.30	118.30	116.70	125.90	119.90						
1998	146.20	118.70	162.30	139.90	147.90	110.30	141.60	167.20	192.50	214.20	188.10	185.00	1913.90	
1999	145.70	120.10	109.60	99.90	101.10	101.40	109.40	143.80	146.00	142.00	171.80	172.80	1563.60	
2000	124.00	120.90	113.40	110.70	117.20	100.10	123.90	125.70	164.70	152.10	209.90	159.80	1622.40	
2001	98.10	102.50	108.70	105.40	97.40	91.30	93.40	106.20	132.50	157.40	165.50	144.70	1403.10	
2002	125.50	100.10	113.50	100.20	98.10	87.20	87.10	109.00	141.10	149.00	155.70	146.30	1412.80	
2003	123.90	115.20	127.80	104.10	81.10	73.50	78.10	95.30	123.40	147.20	155.30	143.60	1368.50	
2004	111.80	111.50	117.00	110.90	102.20	85.40	89.10	99.10	120.70	176.30	179.10	159.00	1462.10	
2005	123.30	97.90	121.20	118.00	129.60	110.60	120.50	135.70	142.20	156.30	150.20	147.30	1552.80	
2006	112.40	122.00	125.70	111.60	121.00	102.60	121.70	142.80	161.90	190.00	152.60	161.60	1625.90	
2007	158.10	152.50	120.30	119.80	125.20	115.20	97.50	109.40	98.60	137.90	134.40	137.70	1506.60	
2008														
2009														
2010														
N° DATOS	37	37	38	38	36	38	35	37	35	37	37	37	29	
MEDIA	138.8	119.1	123.9	120.7	120.2	107.5	113.1	132.7	150.7	176.4	172.8	159.2	1645.32	
DESV STD	19.7	16.0	18.3	15.2	20.2	16.9	21.4	24.9	25.4	32.1	23.9	21.9	187.50	
MIN	98.1	82.9	81.6	94.9	81.1	72.5	67.5	92.0	98.6	117.7	126.2	86.7	1368.50	
MAX	181.8	157.5	169.8	156.5	155.5	147.9	164.3	184.3	196.4	244.3	213.3	202.1	2115.40	

Cuadro N° 8- 16 Serie de Evaporación Mensual Original de la Estación Puno.

EVAPORACIÓN MEDIA EN TANQUE (mm)																
ESTACION		PUNO										CODIGO:		708		
CUENCA : TITICACA		LATITUD: 15° 50' 00"			REGION : PUNO			PROP. SENAMHI			LONGITUD: 70° 01' 00"			PROVINCIA : PUNO		
TIPO : C		ALTITUD: 3812 m.s.n.m.			DISTRITO : PUNO											
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL			
1964																
1965																
1966																
1967								153.90	165.60	205.70	238.80	165.10				
1968	165.30	140.00	154.60	162.00	134.80	119.10	134.10	162.00	174.00	218.10	172.30	202.50	1938.80			
1969	163.00	147.40	170.80	161.00	159.40	145.80	133.00	169.40	184.20	225.10	220.00	210.10	2089.20			
1970	158.40	135.20	139.50	133.60	138.70	136.60	148.00	176.60	178.20	222.90	248.50	170.10	1986.30			
1971	147.50	128.00	157.70	151.70	145.00	145.90	152.20	171.70	218.30	227.90	216.50	180.70	2043.10			
1972	153.50	152.10	134.80	154.40	144.00	133.70	155.20	191.40	176.70	223.20	219.90	208.50	2047.40			
1973	165.00	144.10	144.80	133.90	137.70	125.80	127.60	168.00	157.80	210.30	207.70	190.00	1912.70			
1974	127.80	129.50	157.10	126.50	143.70	131.30	130.40	119.10	173.00	207.90	230.40	200.80	1877.50			
1975	155.00	128.10	153.50	158.10	138.50	121.40	131.20	176.30	180.90	192.90	224.70	179.10	1939.70			
1976	145.50	144.60	148.80	154.70	131.90	121.10	137.70	161.10	152.40	240.20	241.30	205.60	1984.90			
1977	202.90	146.60	156.00	160.40	142.10	105.40	126.90	174.30	172.40	195.30	179.20	177.10	1938.60			
1978	147.70	154.60	170.70	142.60	154.50	134.00	129.60	160.50	182.10	218.30	173.40	164.90	1932.90			
1979	138.10	158.90	146.90	145.80	134.90	131.00	130.00	165.50	191.40	204.30	220.70	192.00	1959.50			
1980	206.70	161.60	161.00	168.80	158.00	132.00	136.40	175.60	170.70	195.30	230.10	226.50	2122.70			
1981	165.80	135.90	158.20	141.60	142.60	127.70	157.70	162.00	183.30	203.20	238.10	186.80	2002.90			
1982	167.60	175.10	161.10	151.60	152.60	134.10	135.00	178.70	175.60	209.50	202.00	239.90	2082.80			
1983	232.90	186.90	204.90	177.30	163.90	159.90	175.50	182.50	213.20	235.40	263.00	217.40	2412.80			
1984	175.60	136.50	153.10	157.80	145.20	121.80	139.00	170.00	205.50	209.00	190.00	199.50	2003.00			
1985	181.60	139.20	167.30	142.10	140.00	117.90	142.10	166.40	178.60	225.80	165.10	157.00	1923.10			
1986	151.60	122.70	143.20	143.30	136.50	121.80	130.00	166.10	180.30	224.60	223.20	184.20	1927.50			
1987	146.80	171.30	166.30	162.00	159.00	125.50	127.30	174.90	208.10	222.40	199.20	232.80	2095.60			
1988	173.90	184.00	160.80	141.10	124.30	124.60	142.30	185.50	196.20	226.70	222.50	190.70	2072.60			
1989	107.50	152.20	157.90	146.00	130.00	117.40	128.90	159.00	201.90	223.40	207.30	234.90	1966.40			
1990	180.00	187.90	186.60	154.90	144.60	104.00	143.80	155.20	159.70	170.00	192.70	188.90	1968.30			
1991	188.30	165.80	166.80	142.90	133.10	116.70	126.70	151.00	146.20	203.20	198.50	194.80	1934.00			
1992	159.00	173.50	196.30	200.60	175.10	143.90	171.50	162.00	207.80	187.00	197.10	218.90	2192.70			
1993				138.10	146.50	140.10	158.70	150.30	169.70	169.40	179.40	170.20				
1994				152.20	165.20	149.90	141.80	154.60	162.00	165.20	152.40	149.50				
1995	156.60	148.60	145.60		160.60	145.40	155.20	168.00	155.40	191.10	170.00	160.70				
1996	157.10	154.40	172.50	158.70	150.80	121.70	125.20	154.10	163.80	191.90	153.80	138.80	1842.80			
1997	138.50	134.10	164.70	144.00	139.30	113.20	113.70	117.80								
1998	132.40	112.30	123.70	119.30	117.00	96.70	105.10	120.50	140.00	136.90	131.90	145.90	1481.70			
1999	128.50	127.80	117.70	129.80	112.30	106.10	104.20	118.50	127.00	129.10	143.40	150.30	1494.70			
2000	116.20	109.50	120.30	114.00	104.90	105.10	110.10	121.00	147.70	141.80	166.80	133.90	1491.30			
2001	122.00	123.20	127.40	114.40	95.40	88.00	92.00	105.80	135.20	162.40	166.00	149.50	1481.30			
2002	149.20	113.80	122.50	101.90	92.20	78.60	78.20	89.50	101.90	115.20	120.40	121.40	1284.80			
2003	109.20	113.30	123.90	92.50	86.50	61.10	84.40	91.20	108.70	140.30	164.50	150.20	1325.80			
2004	121.30	122.00	136.00	113.50	120.50	83.10	75.40	86.80	108.60	147.80	148.00	147.00	1410.00			
2005	132.40	103.00	120.50	110.90	101.30	87.90	101.70	96.90	118.10	119.50	118.80	121.30	1332.30			
2006	97.30	94.80	108.00	104.30	91.40	82.80	81.80	106.80	113.50	127.80	128.30	127.10	1263.90			
2007	134.40	116.50	95.60	93.60	86.10	86.90	68.70	94.70	94.60	134.60	116.80	126.90	1249.40			
2008																
2009																
2010																
N° DATOS	38	38	38	39	40	40	40	41	40	40	40	40	36			
MEDIA	152.7	141.4	149.9	141.1	134.5	118.6	127.2	149.2	164.5	190.0	189.6	177.8	1833.69			
DESV STD	28.0	23.3	23.2	23.0	22.7	22.0	25.5	30.1	31.6	36.1	38.7	32.6	300.92			
MIN	97.3	94.8	95.6	92.5	86.1	61.1	68.7	86.8	94.6	115.2	116.8	121.3	1249.40			
MAX	232.9	187.9	204.9	200.6	175.1	159.9	175.5	191.4	218.3	240.2	263.0	239.9	2412.80			

ANEXO 2

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA TEMPORAL DE LAS SERIES HISTÓRICAS DE INFORMACIÓN
HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO**

Figura N° 8- 1 Serie de Caudales Medios Mensuales originales de la Estación Puente – Carretera Ramis

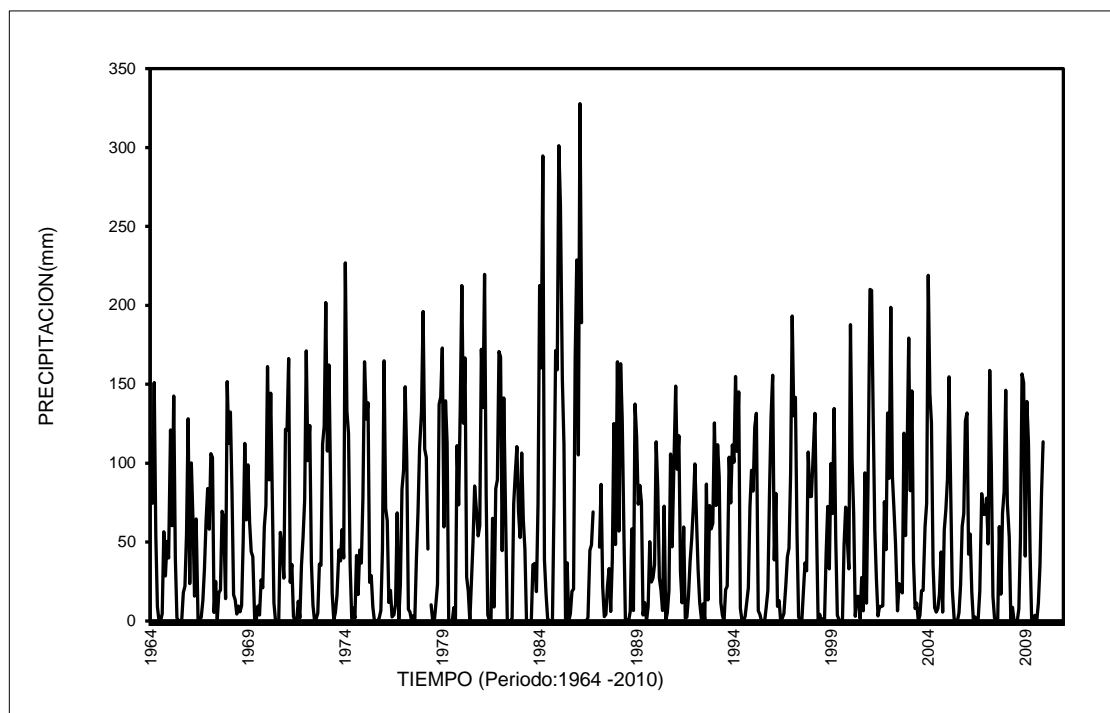


Figura N° 8- 2 Histograma de precipitación anual - Estación Arapa

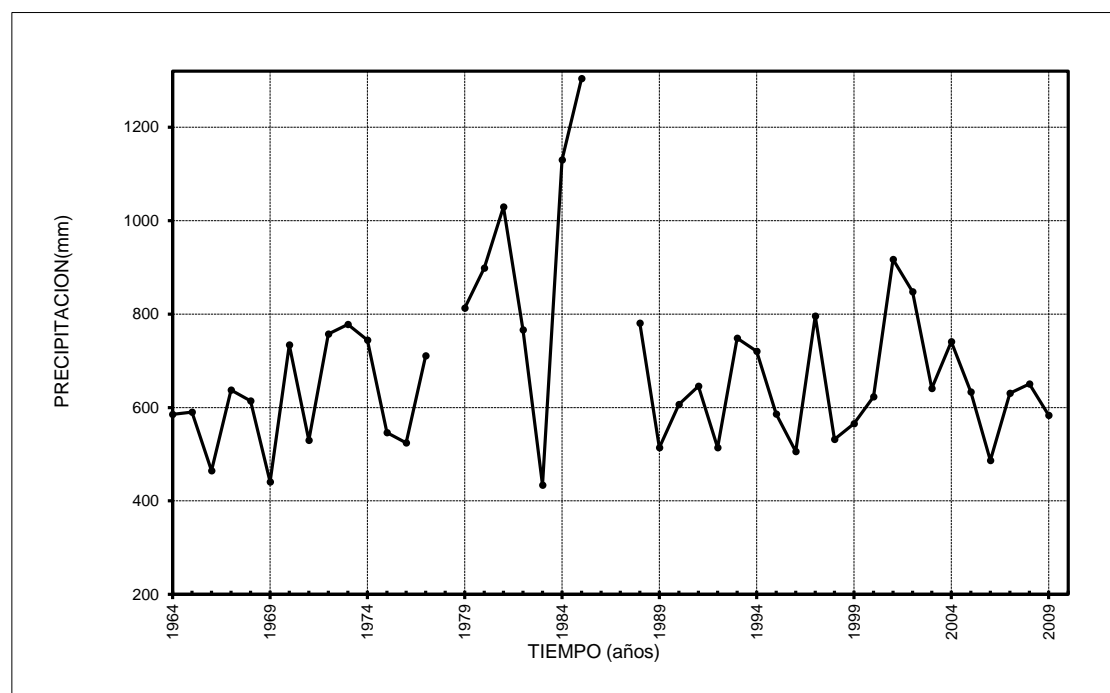


Figura N° 8- 3 Histograma de precipitación media mensual - Estación Crucero.

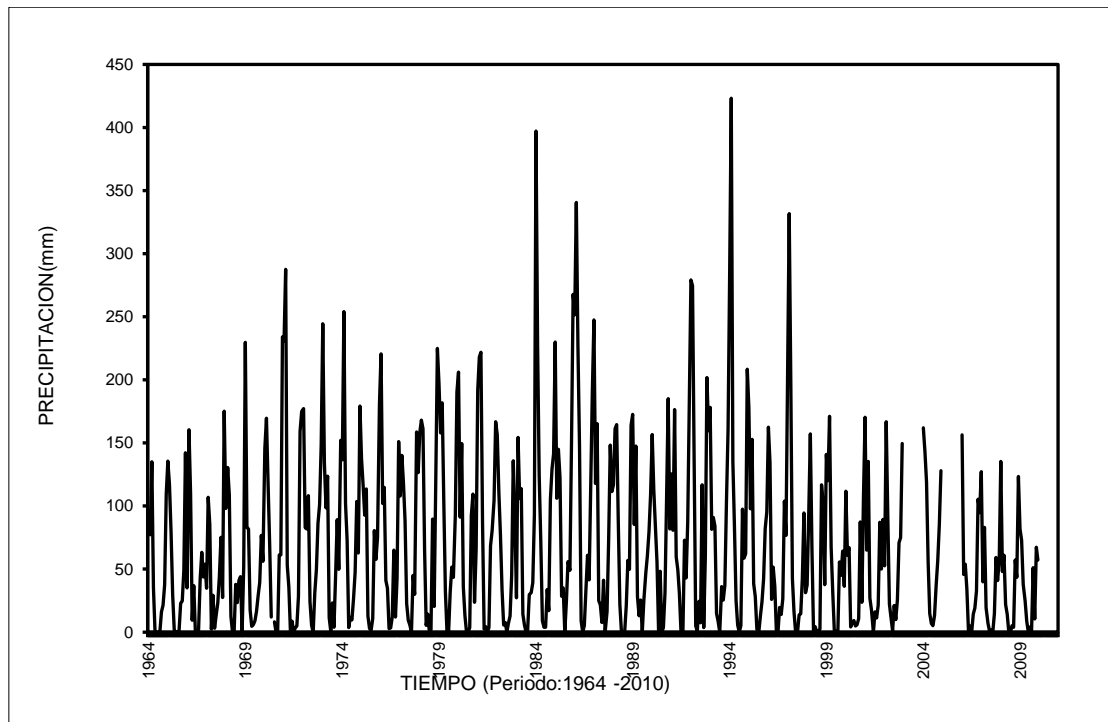


Figura N° 8- 4 Histograma de precipitación anual - Estación Crucero.

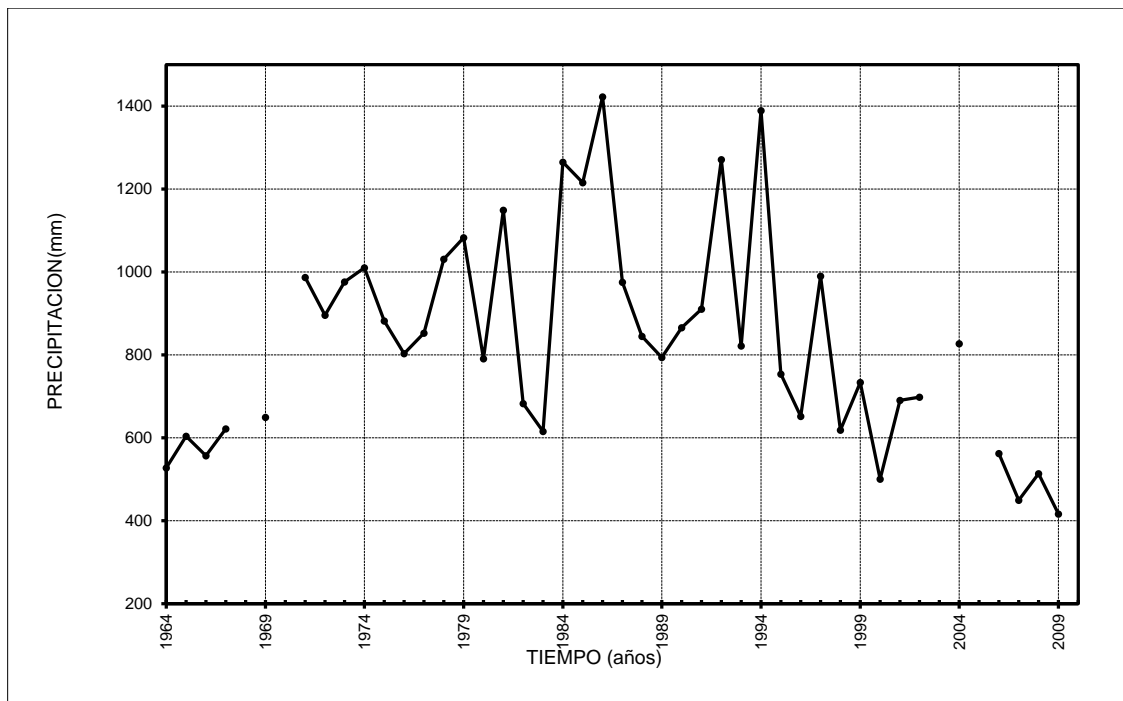


Figura N° 8- 5 Histograma de precipitación media mensual - Estación Ananea.

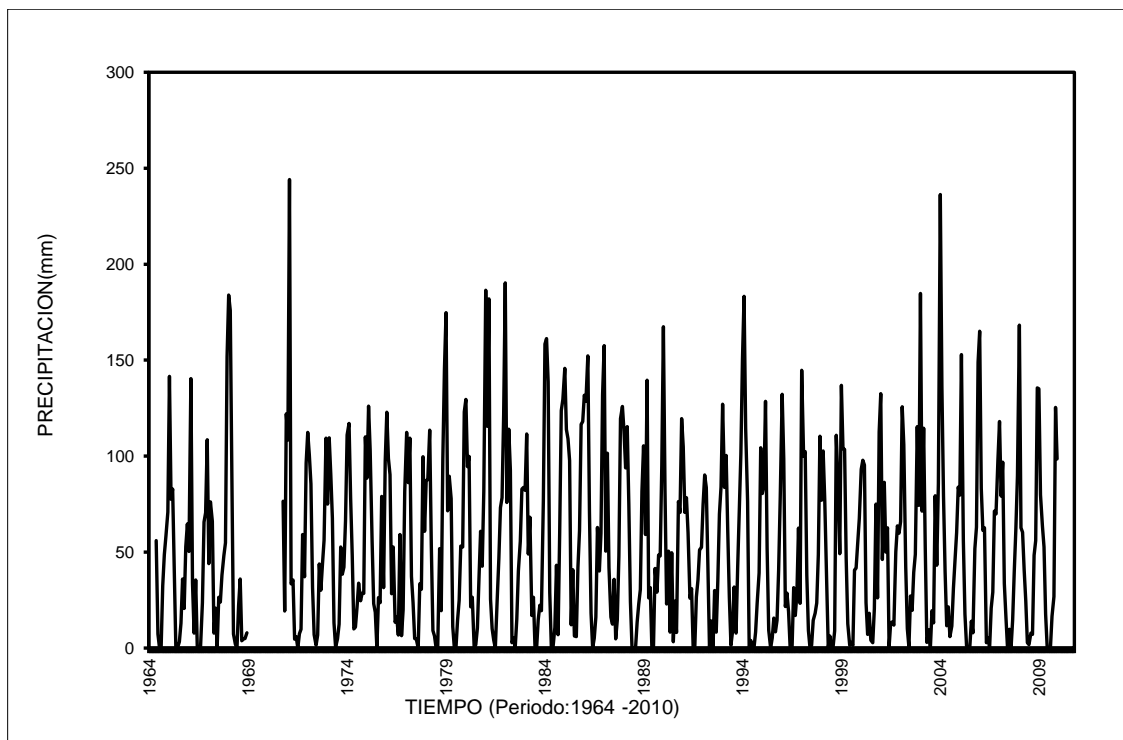


Figura N° 8- 6 Histograma de precipitación anual - Estación Ananea.

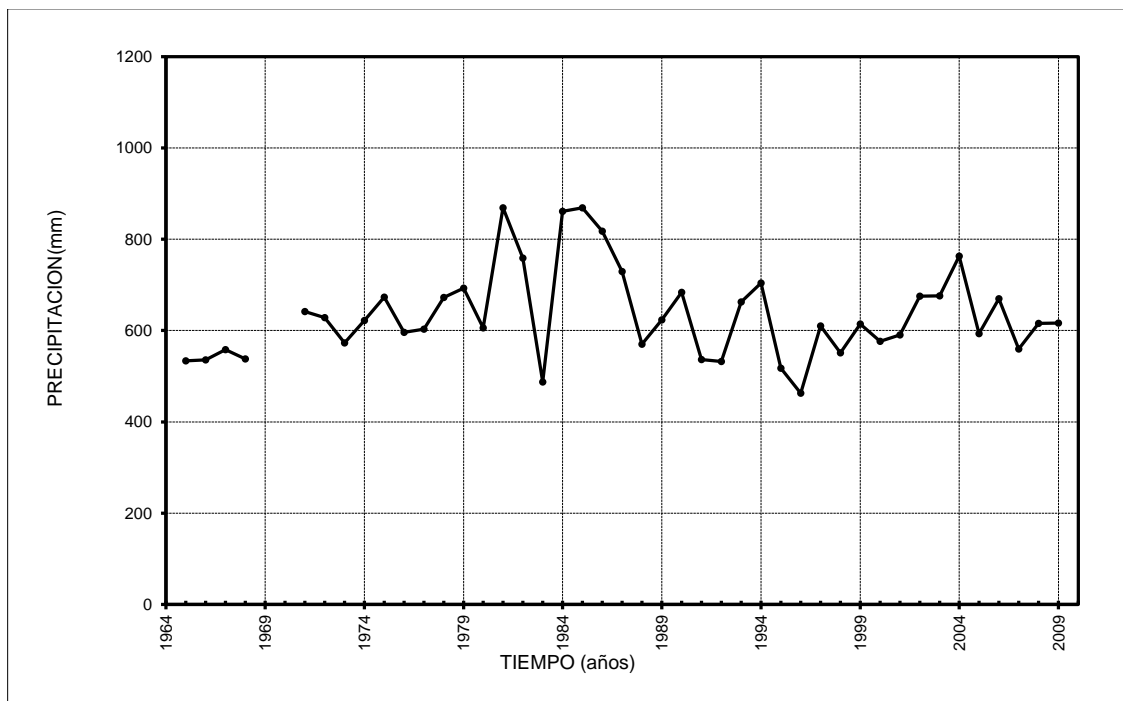


Figura N° 8- 7 Histograma de precipitación media mensual - Estación Azángaro

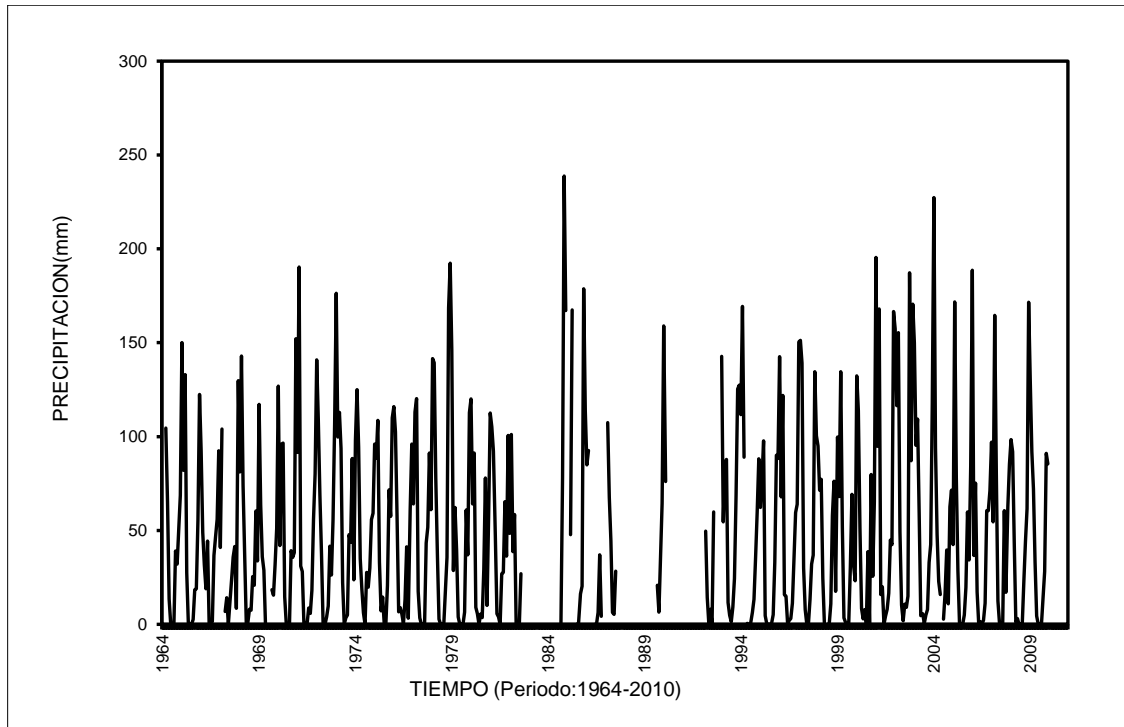


Figura N° 8- 8 Histograma de precipitación anual - Estación Azángaro.

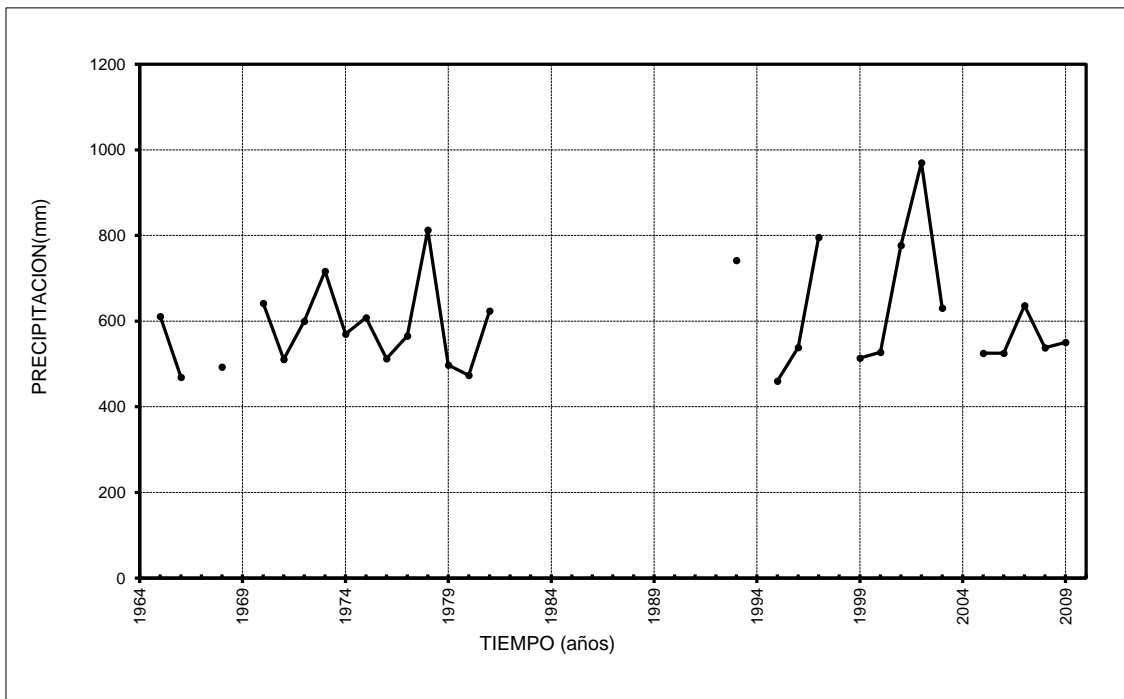


Figura N° 8- 9 Histograma de precipitación media mensual - Estación Progreso.

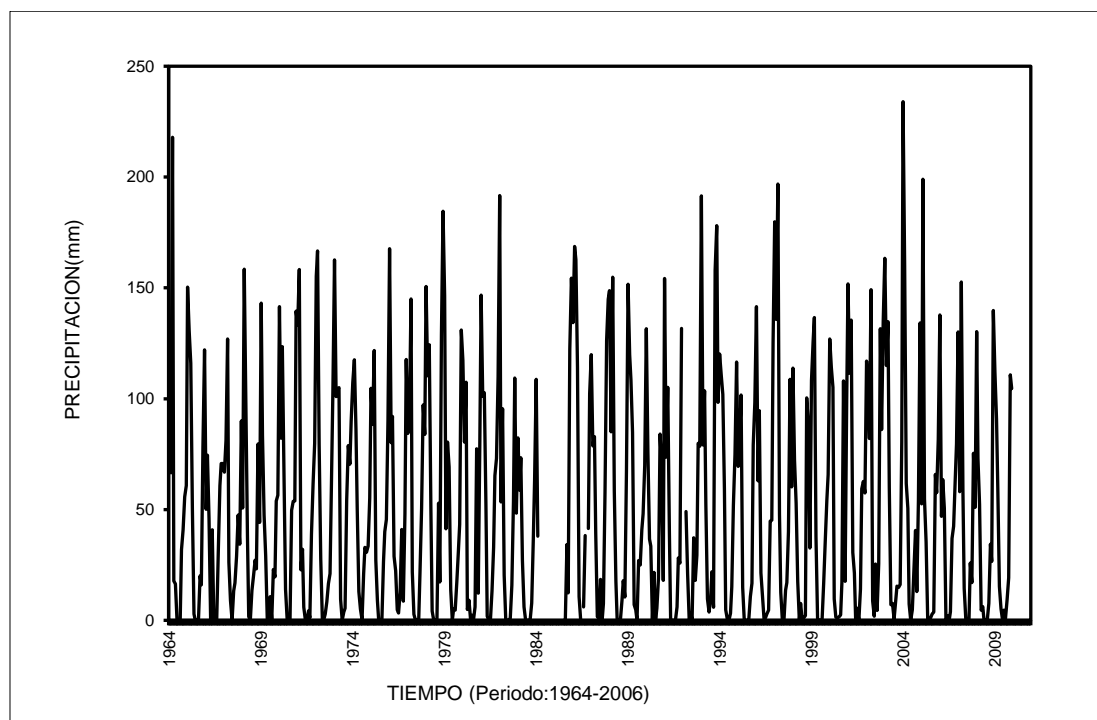


Figura N° 8- 10 Histograma de precipitación anual - Estación Progreso.

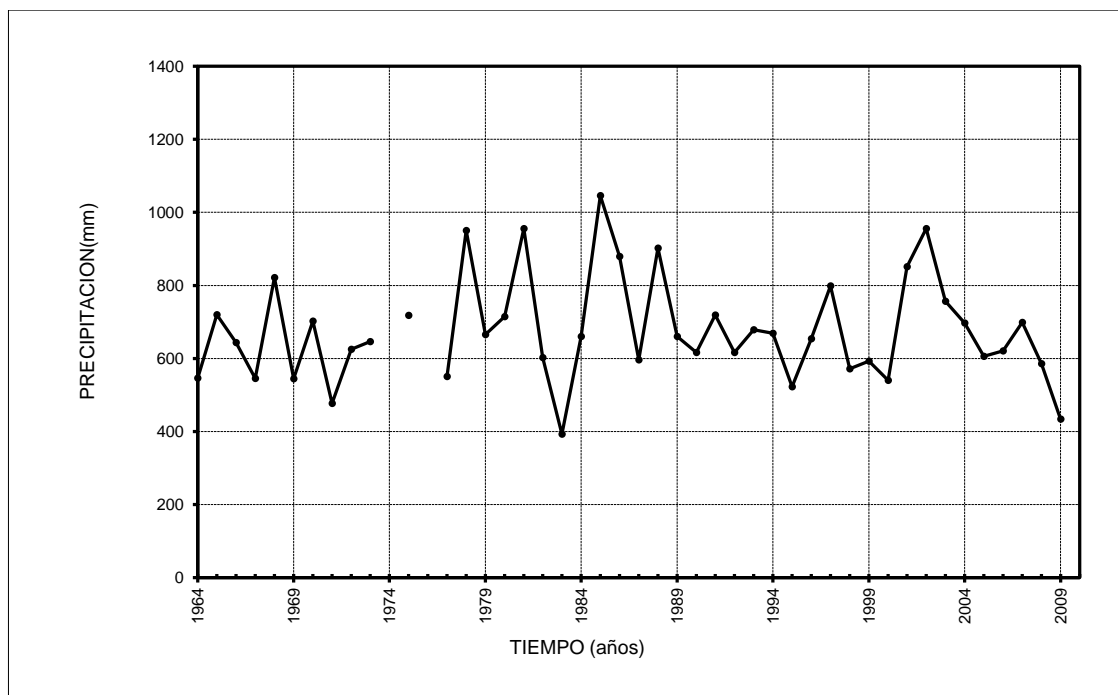


Figura N° 8- 11 Histograma de precipitación media mensual - Estación Huancané.

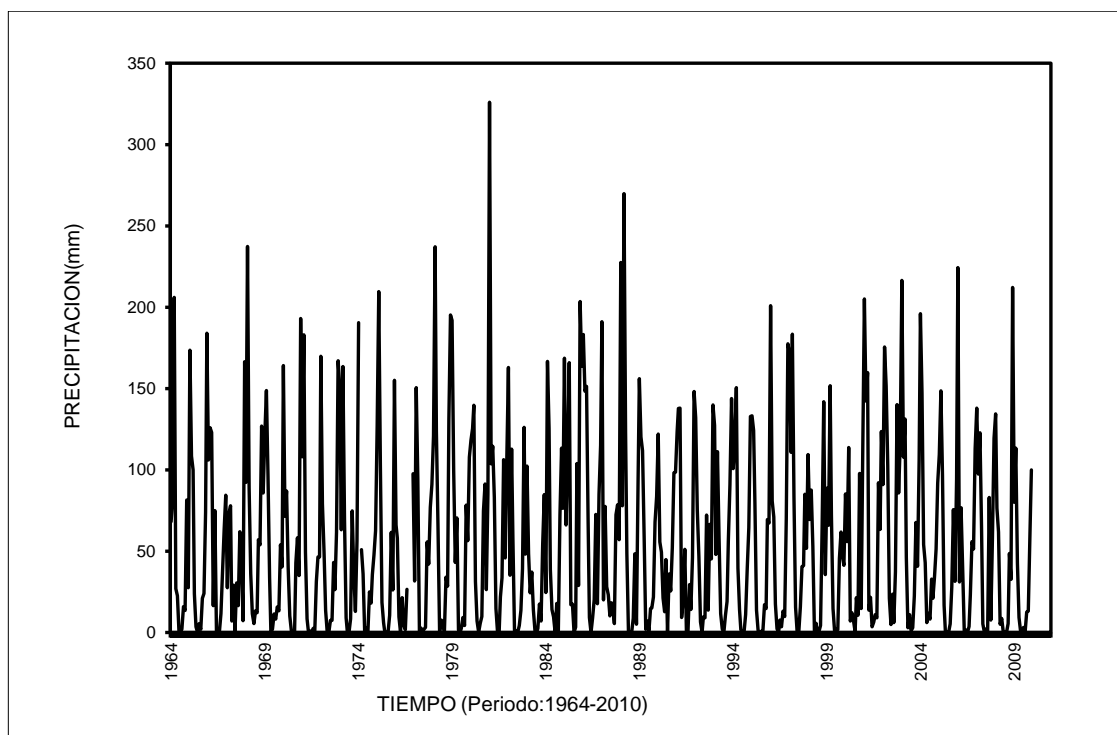


Figura N° 8- 12 Histograma de precipitación anual - Estación Huancané

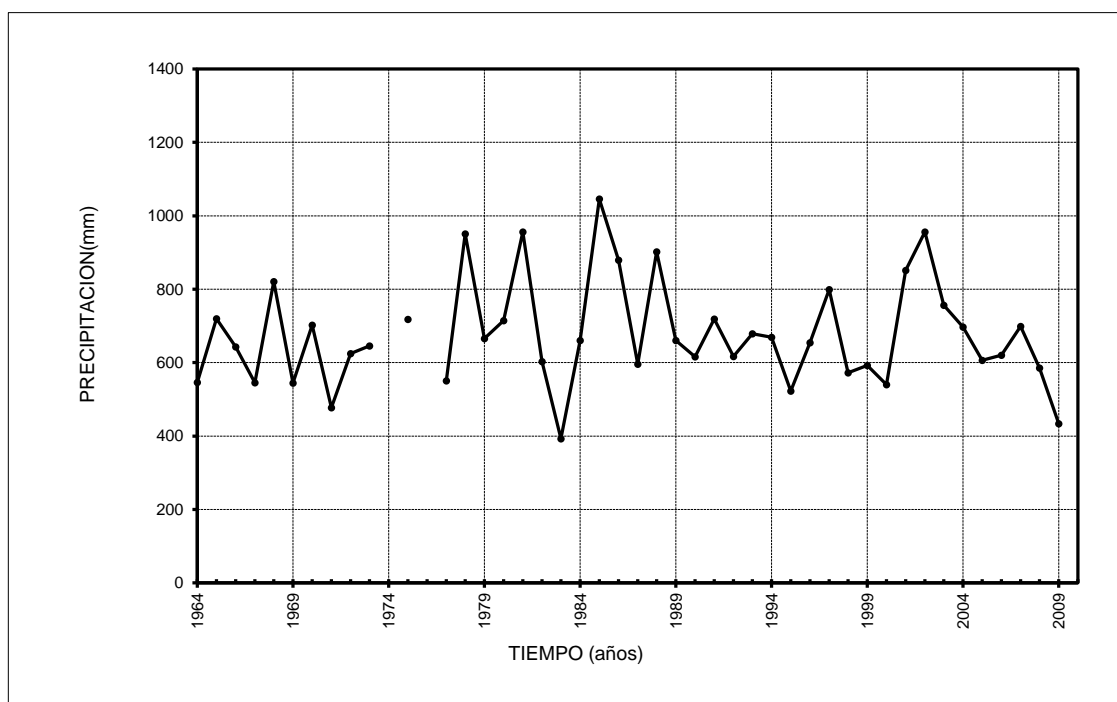


Figura N° 8- 13 Histograma de precipitación media mensual - Estación Taraco.

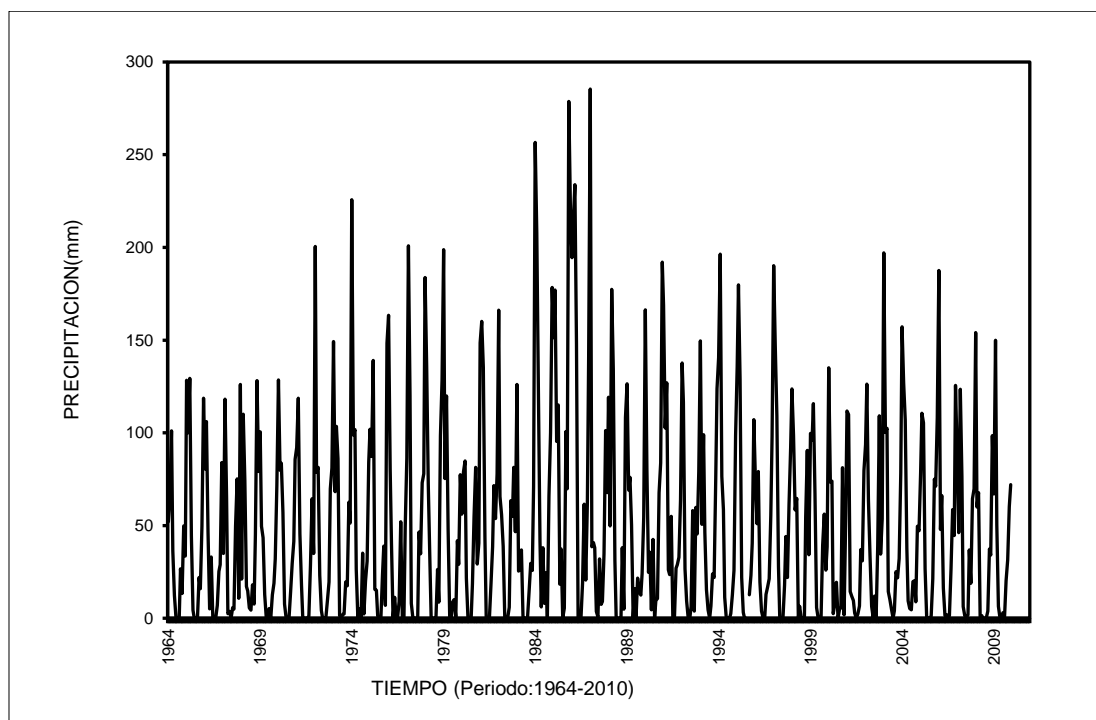


Figura N° 8- 14 Histograma de precipitación anual - Estación Taraco.

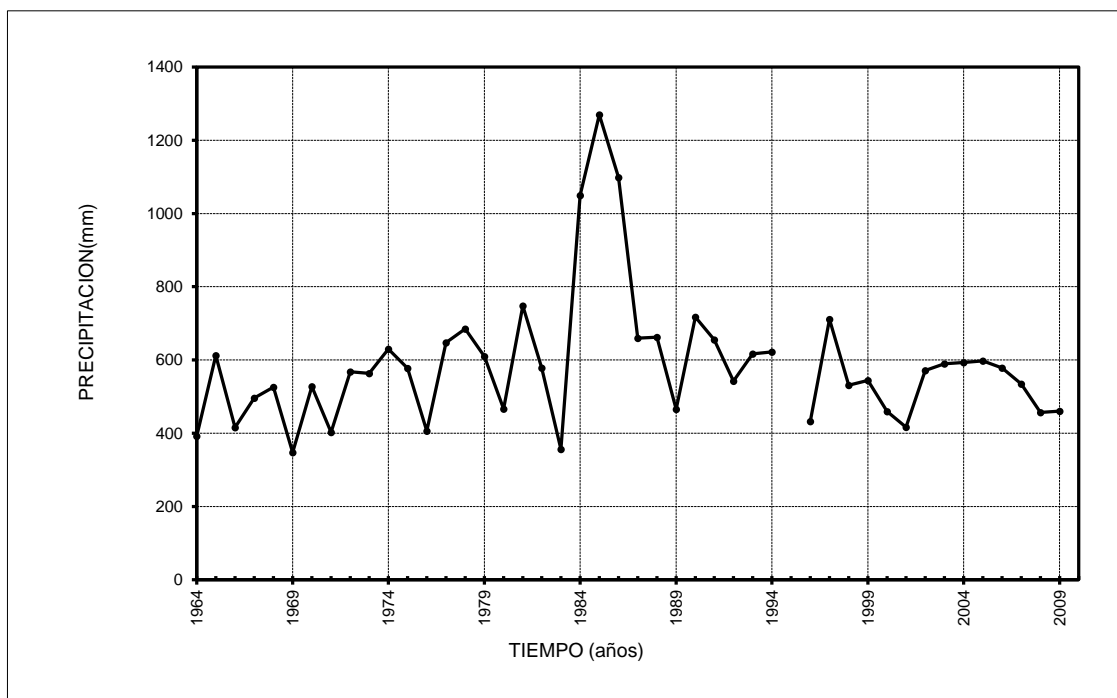


Figura N° 8- 15 Histograma de precipitación media mensual - Estación Putina.

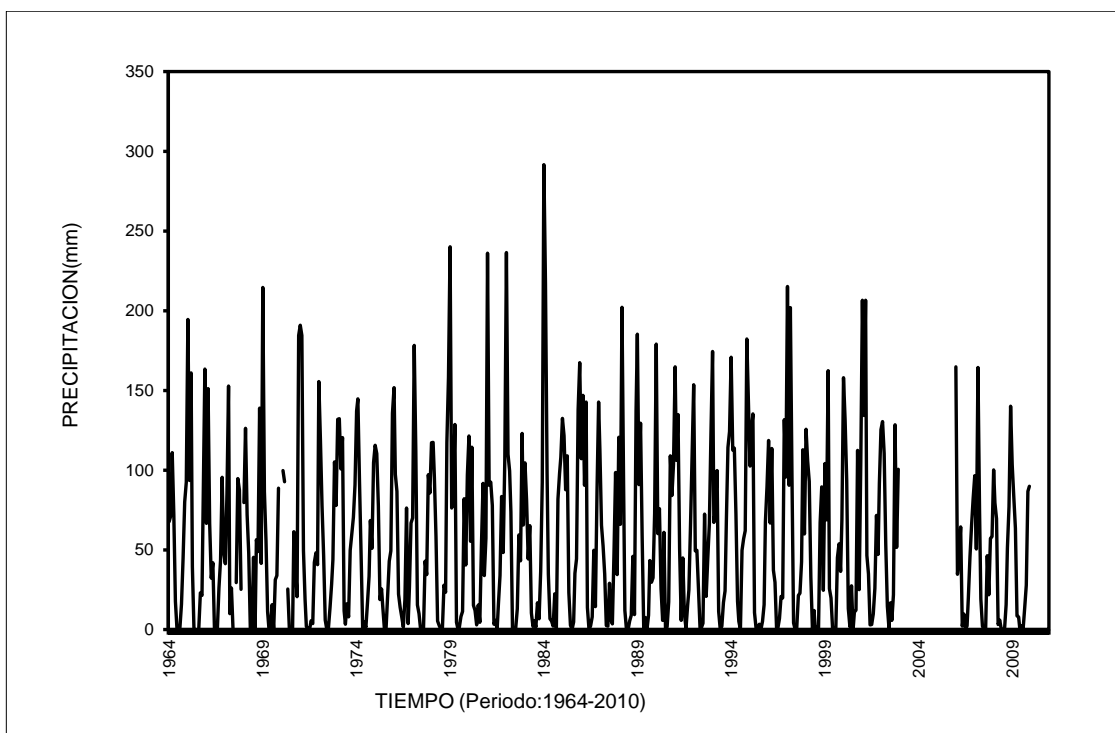


Figura N° 8- 16 Histograma de precipitación anual - Estación Putina.

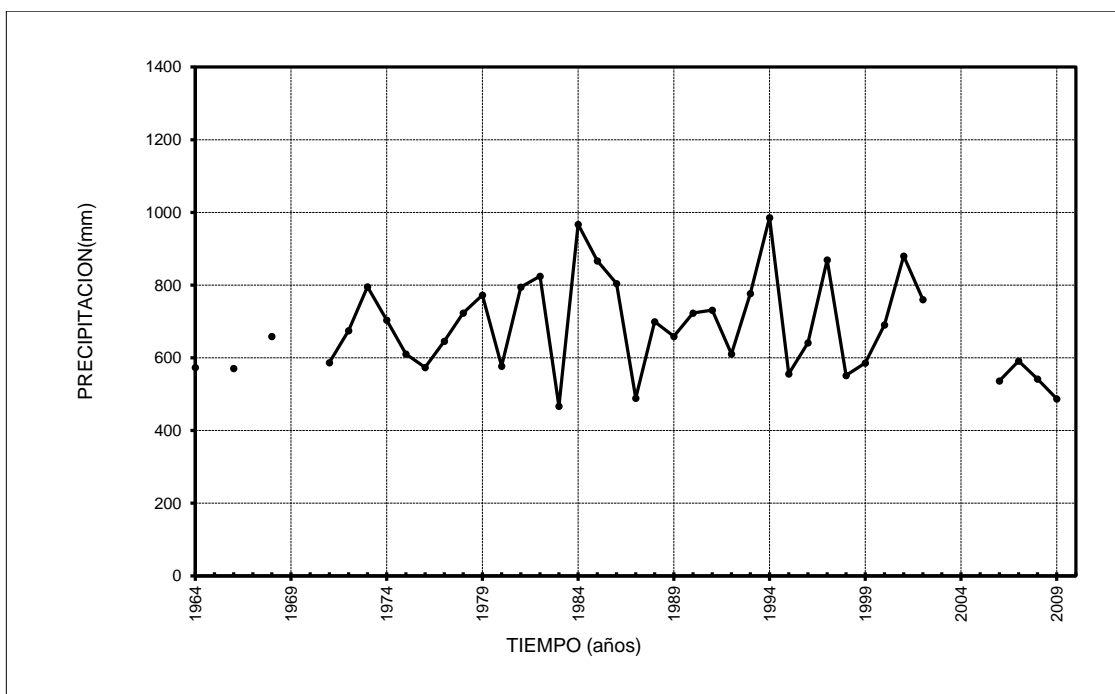


Figura N° 8- 17 Histograma de precipitación media mensual - Estación Cojata.

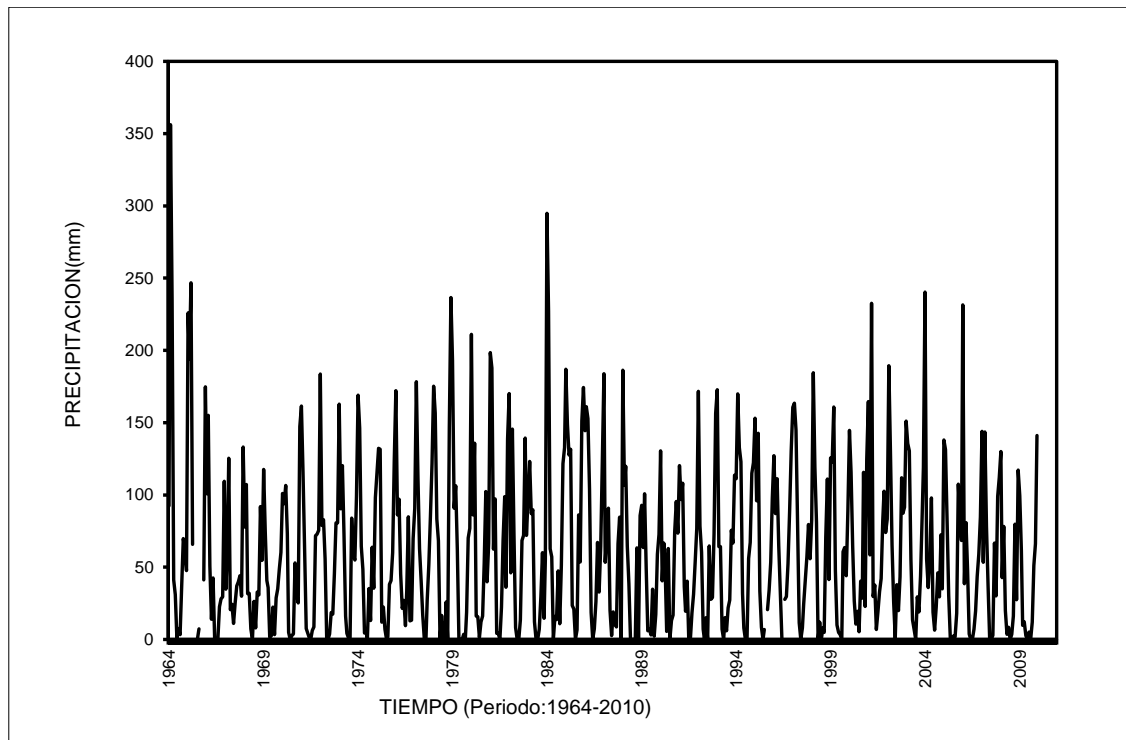


Figura N° 8- 18 Histograma de precipitación anual - Estación Cojata

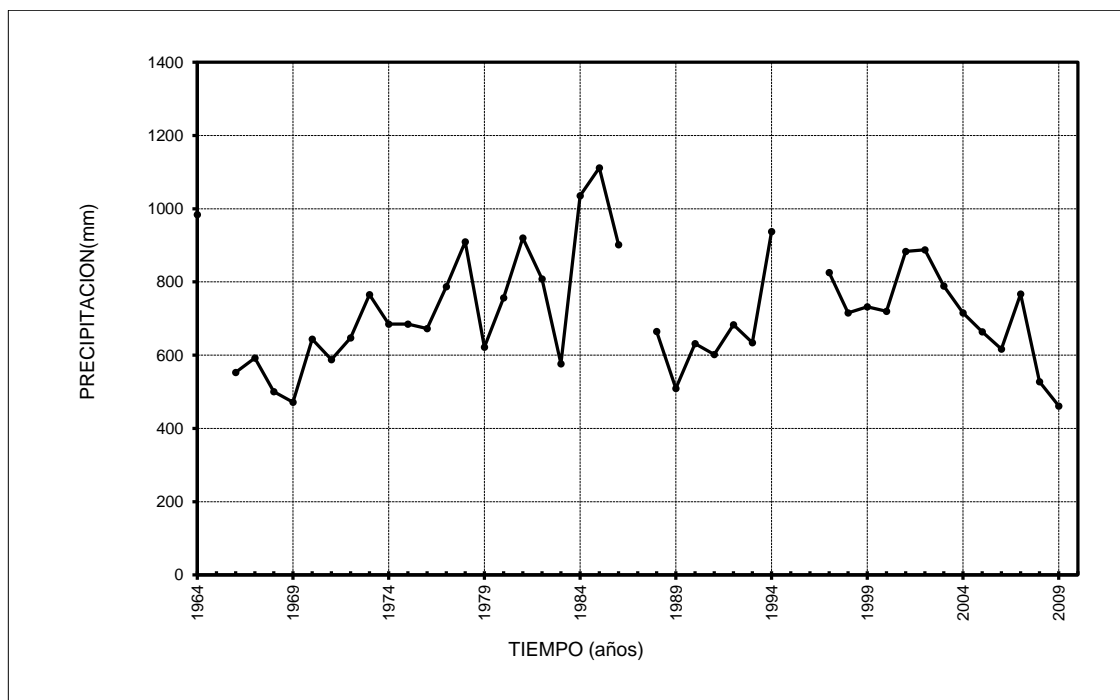


Figura N° 8- 19 Histograma de precipitación media mensual - Estación Muñani.

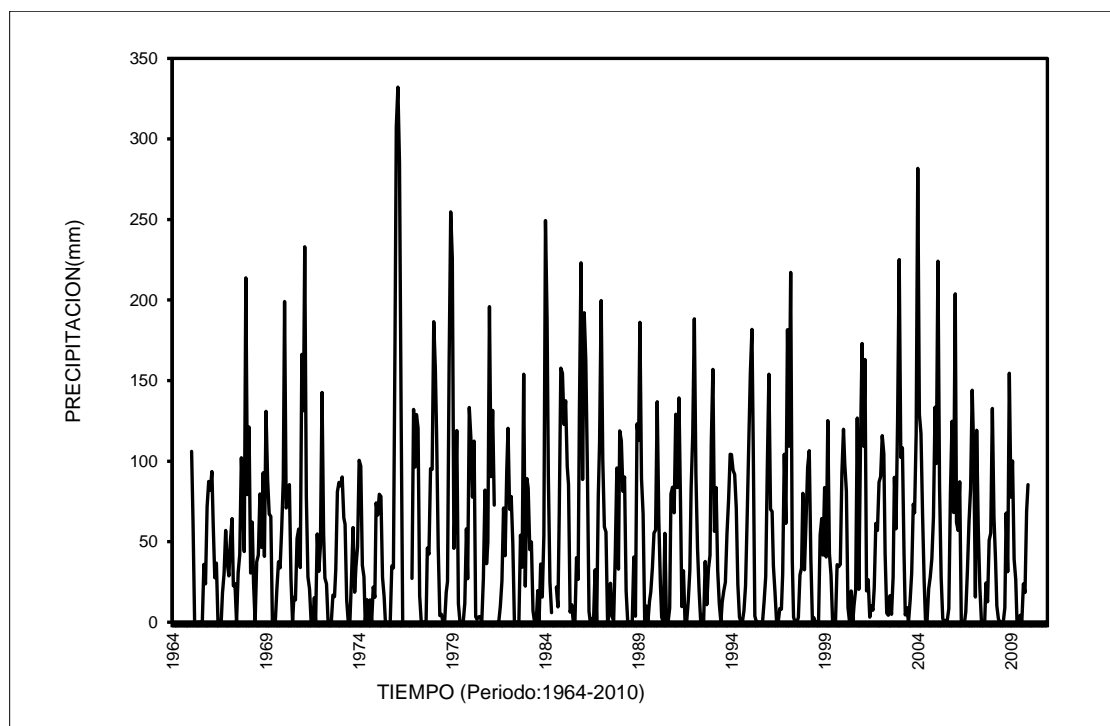


Figura N° 8- 20 Histograma de precipitación anual - Estación Muñani.

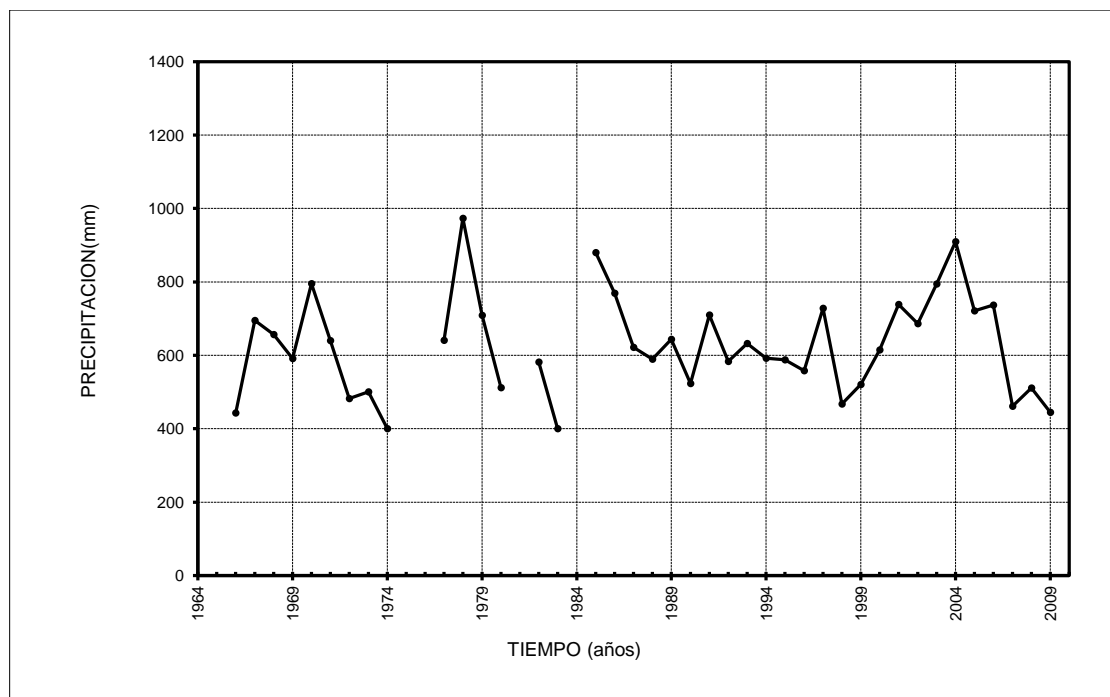


Figura N° 8- 21 Histograma de precipitación media mensual - Estación Huaraya - Moho.

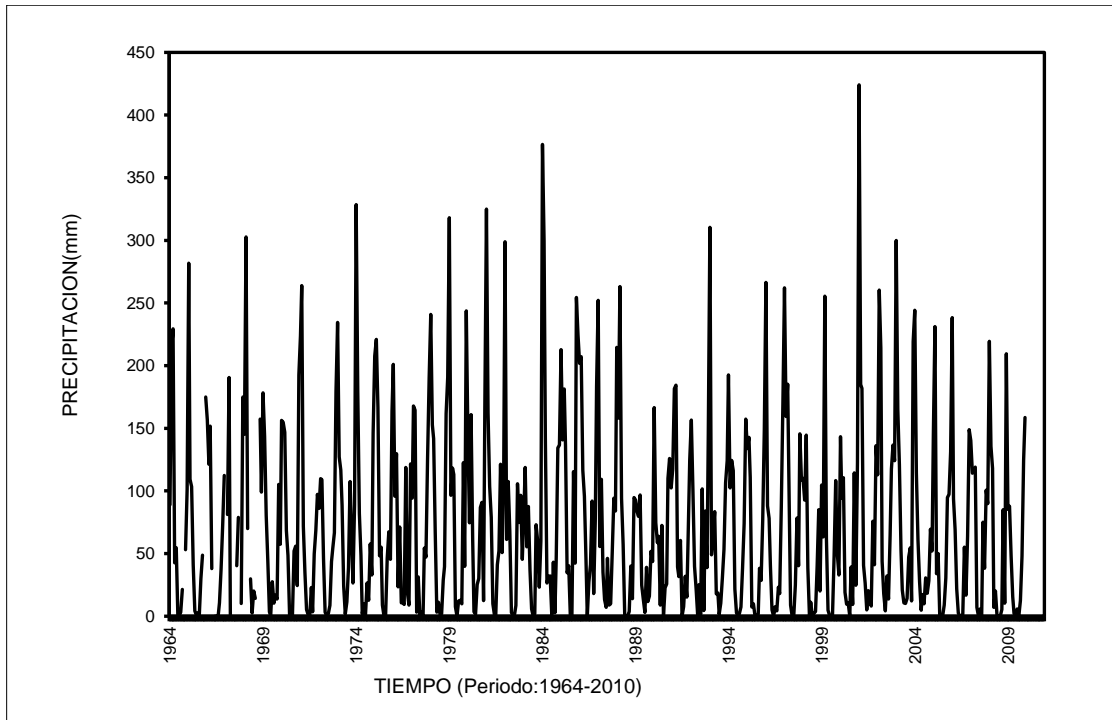


Figura N° 8- 22 Histograma de precipitación anual - Estación Huaraya - Moho.

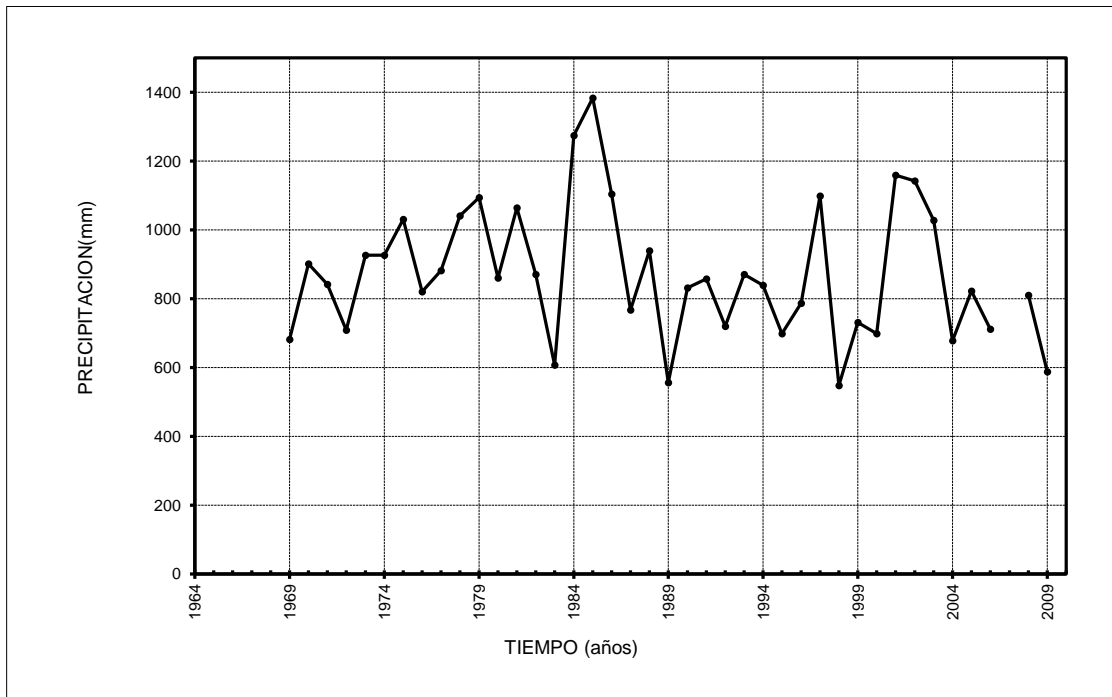


Figura N° 8- 23 Histograma de evaporación mensual - Estación Huaraya- Moho

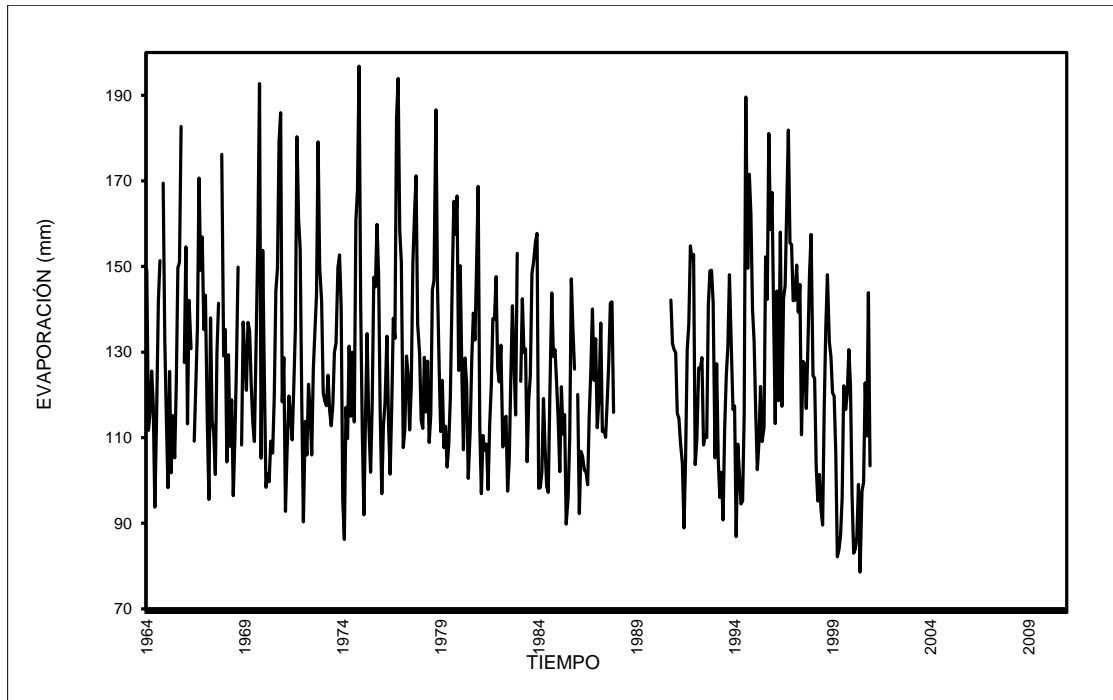


Figura N° 8- 24 Histograma de evaporación anual - Estación Huaraya- Moho

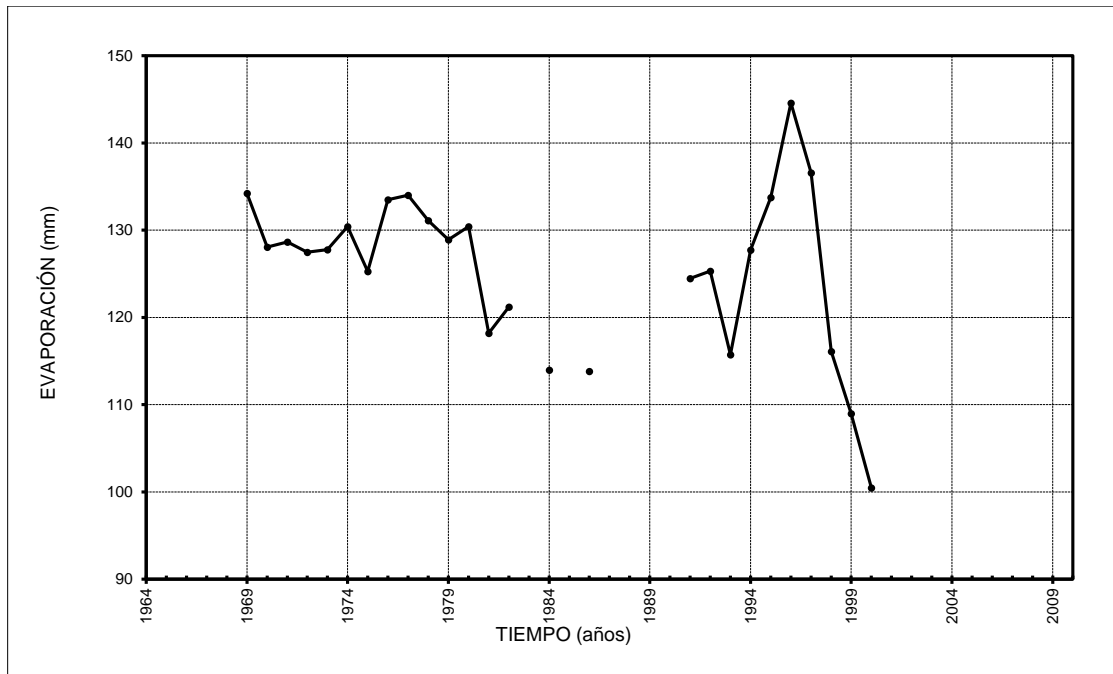


Figura N° 8- 25 Histograma de evaporación mensual - Estación Juli

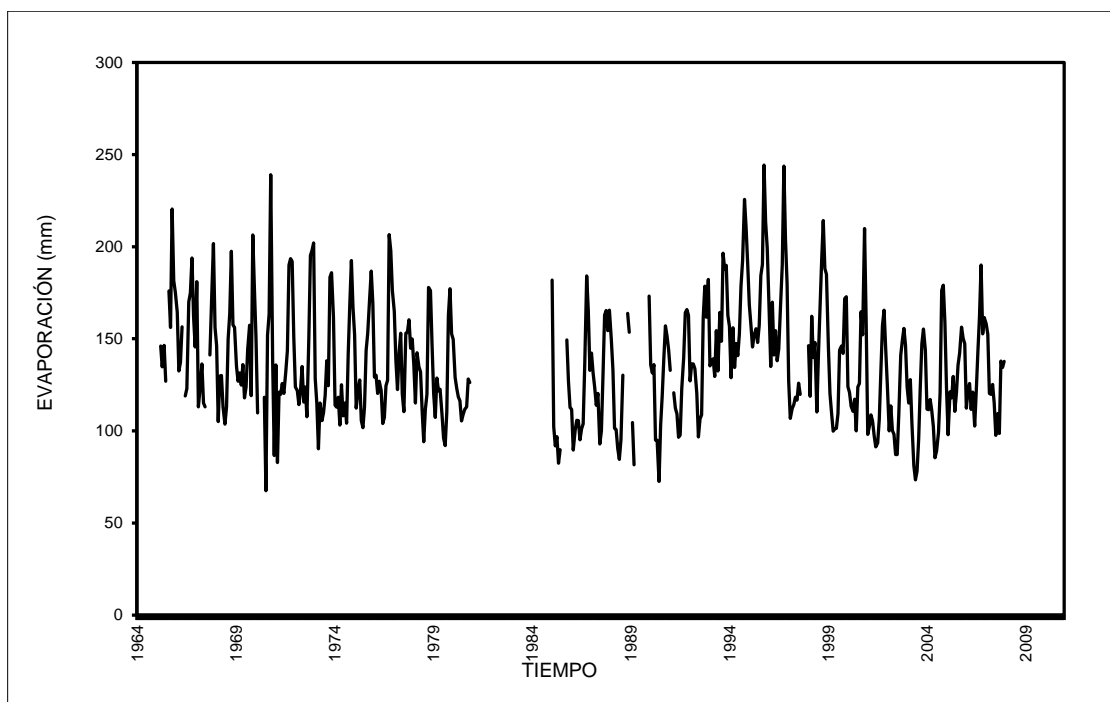


Figura N° 8- 26 Histograma de evaporación anual - Estación Juli

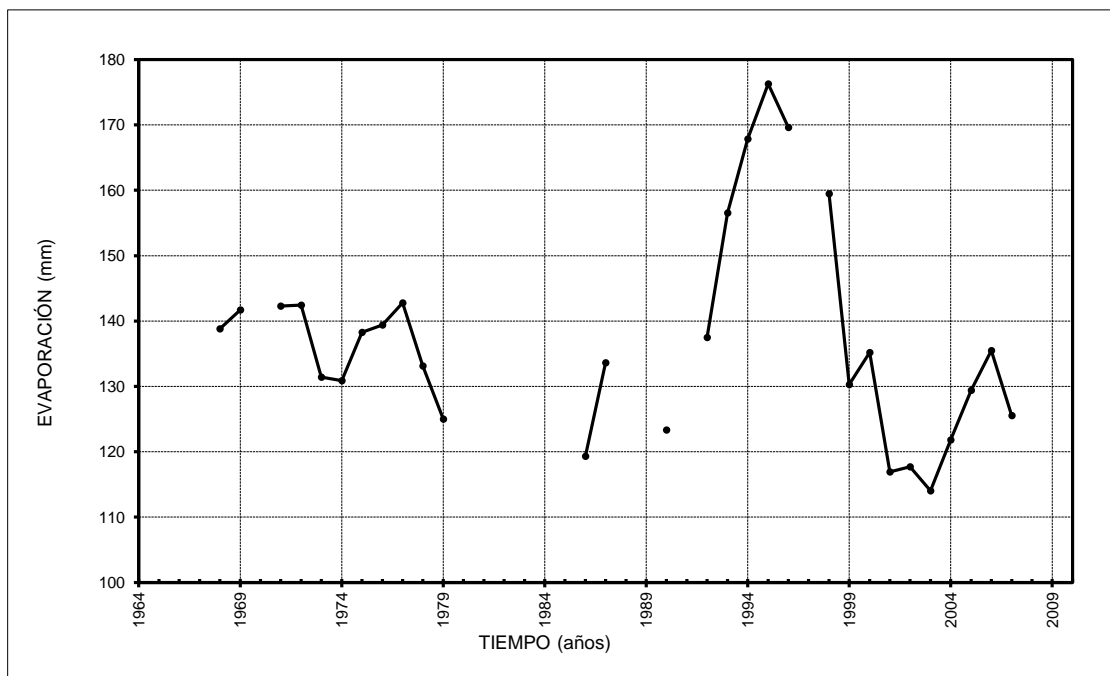


Figura N° 8- 27 Histograma de evaporación mensual - Estación Puno

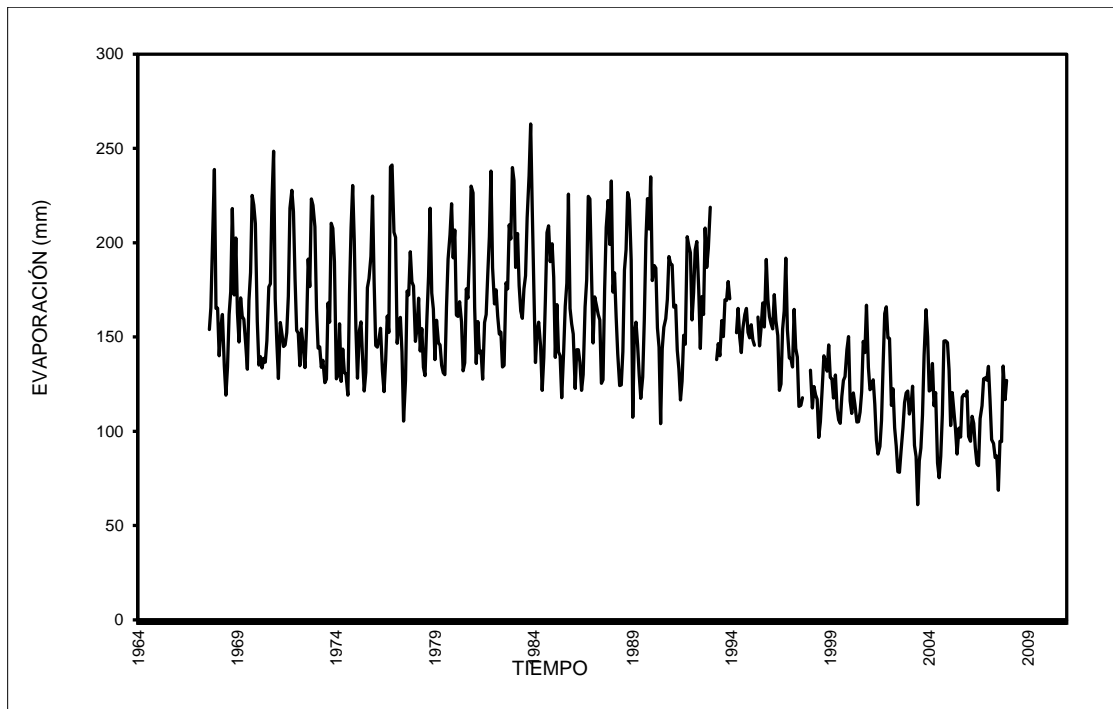
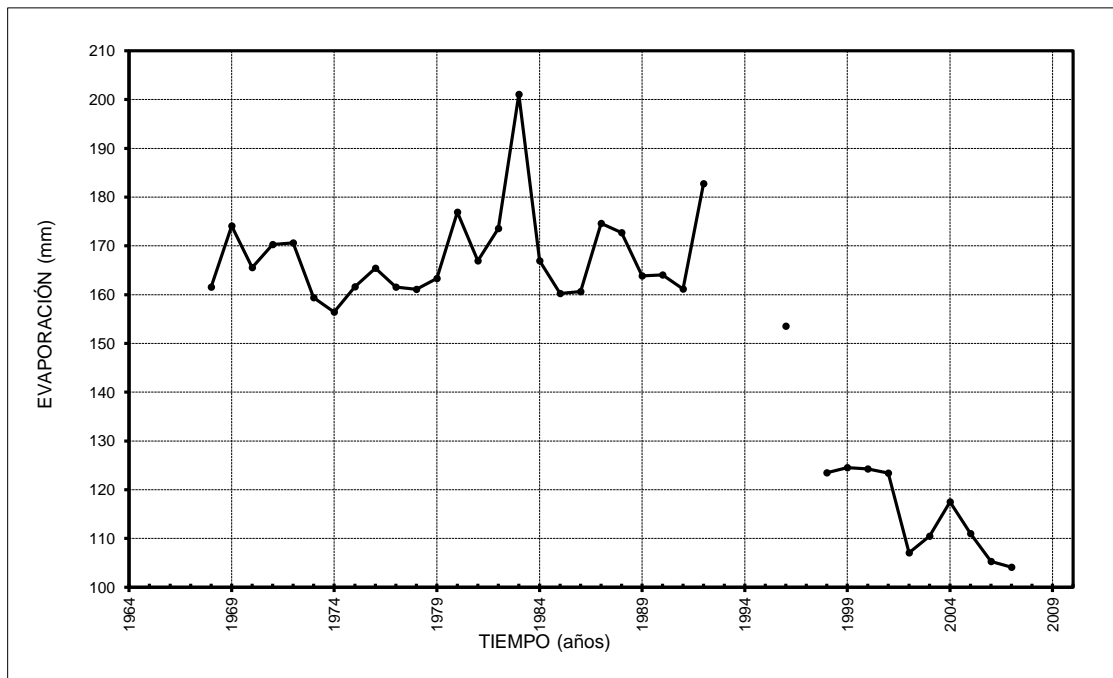


Figura N° 8- 28 Histograma de evaporación anual - Estación Puno



ANEXO 3

**DIAGRAMAS DE DOBLE MASA PARA LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL Y
EVAPORACIÓN MENSUAL**

Figura N° 8- 29 Curvas de doble masa de las precipitaciones anuales entre todas las estaciones en estudio (periodo 1964 – 2010)

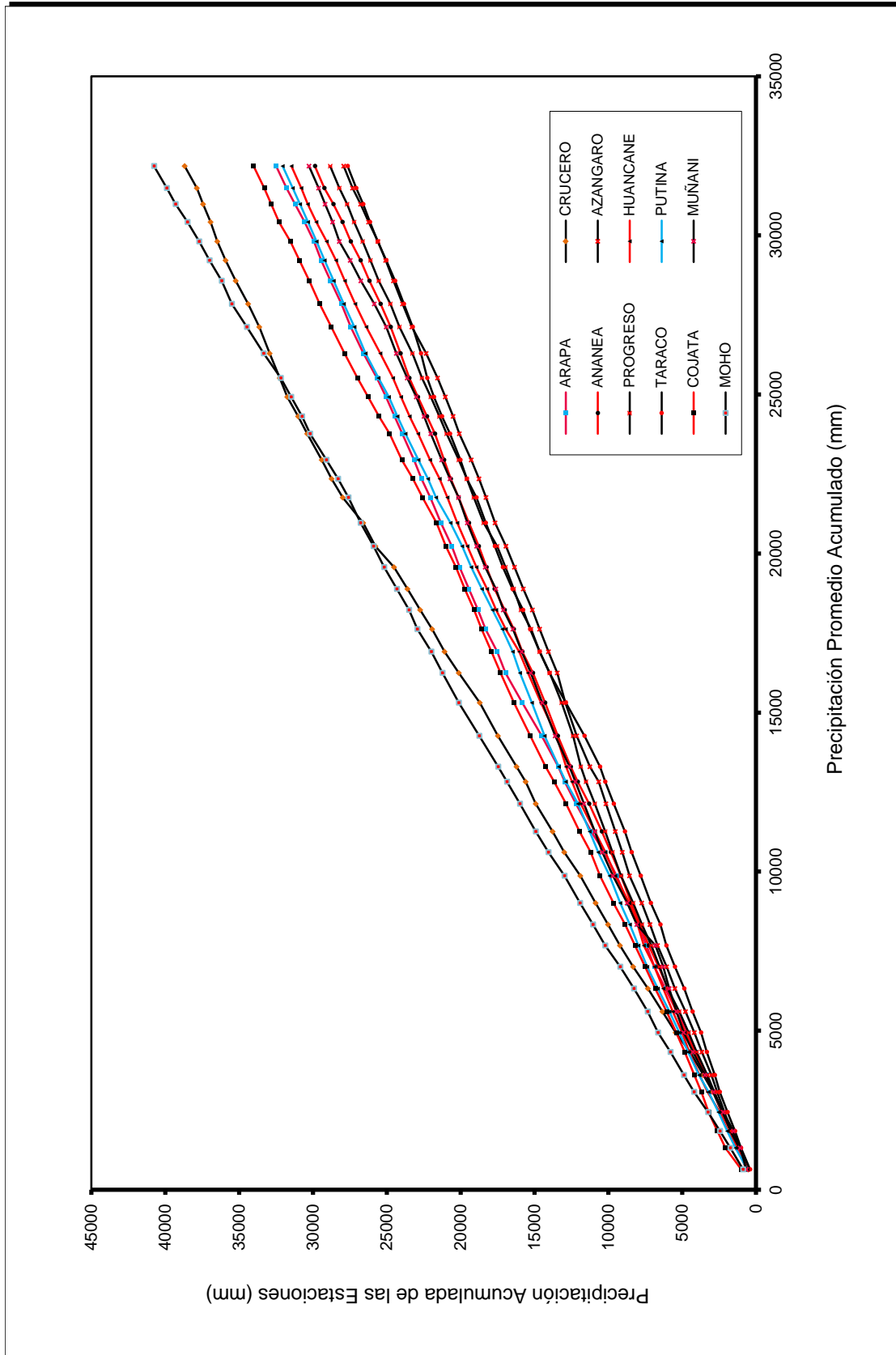


Figura N° 8- 30 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Arapa vs Huaraya – Moho

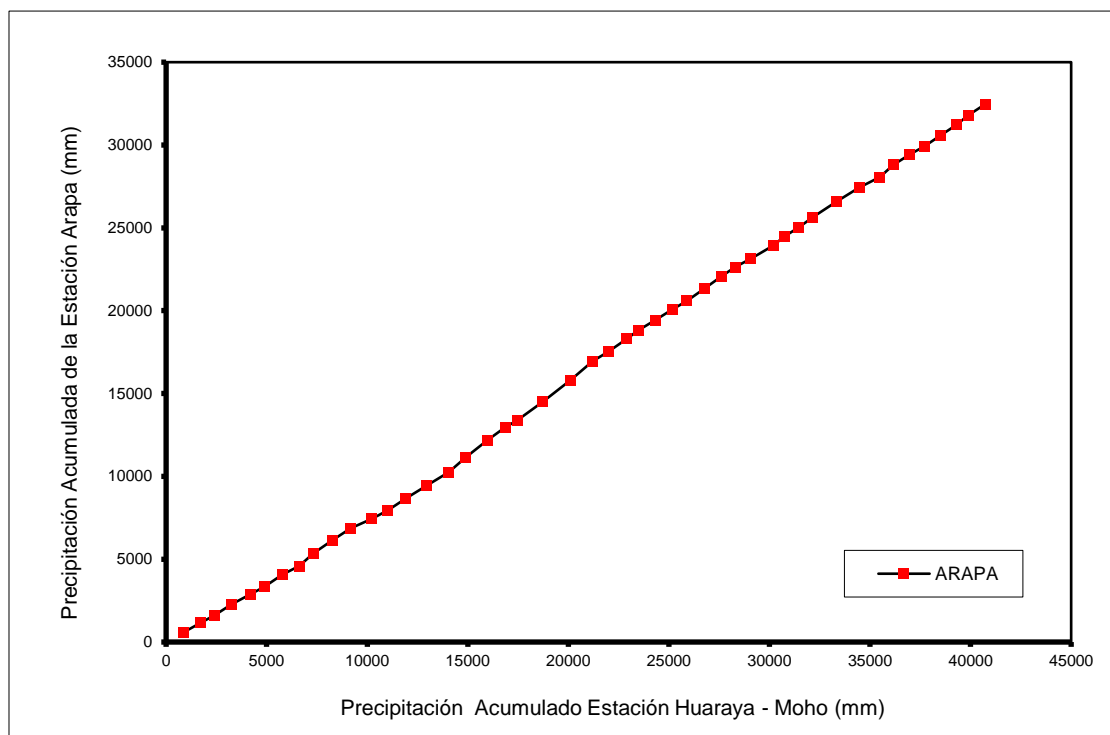


Figura N° 8- 31 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Crucero vs Huaraya – Moho

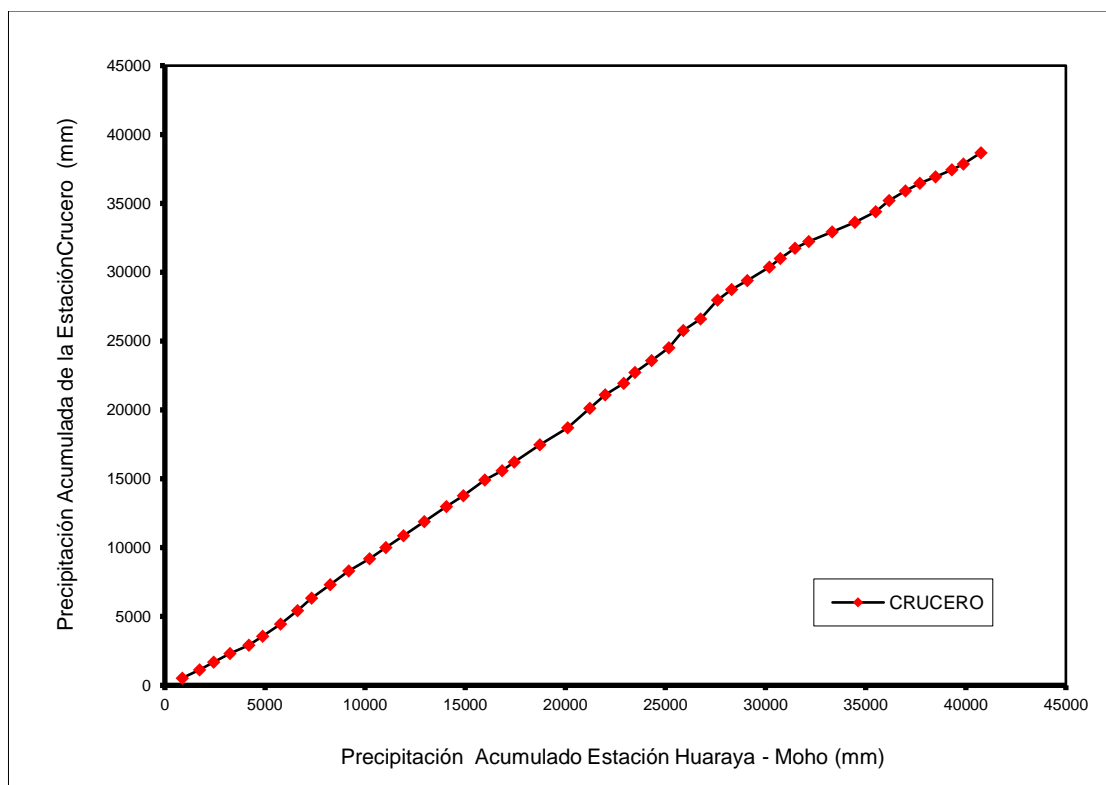


Figura N° 8- 32 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Ananea vs Huaraya – Moho

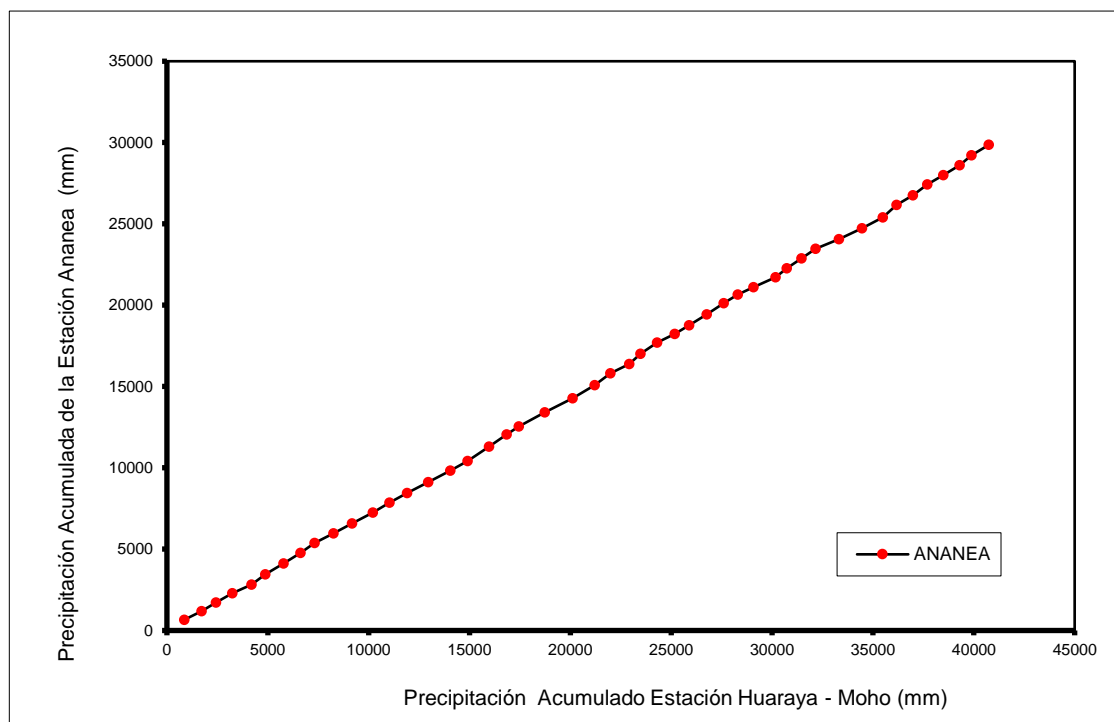


Figura N° 8- 33 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Azangaro vs Huaraya – Moho

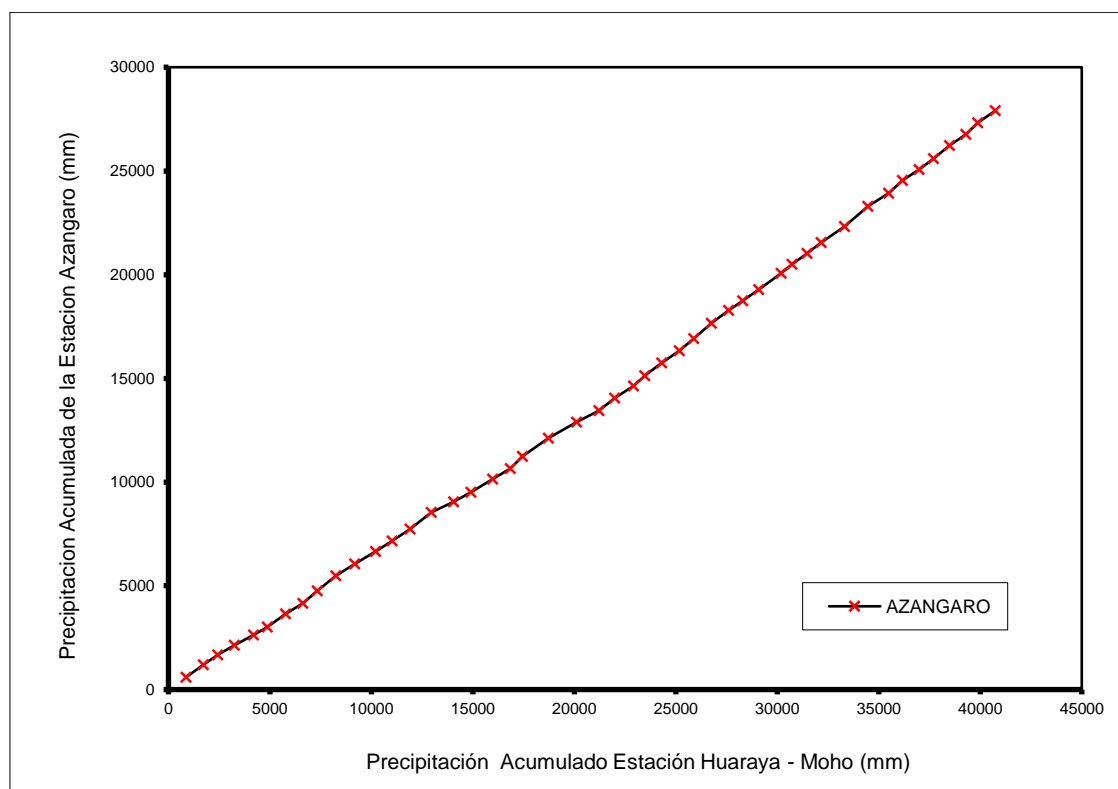


Figura N° 8- 34 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Progreso vs Huaraya – Moho

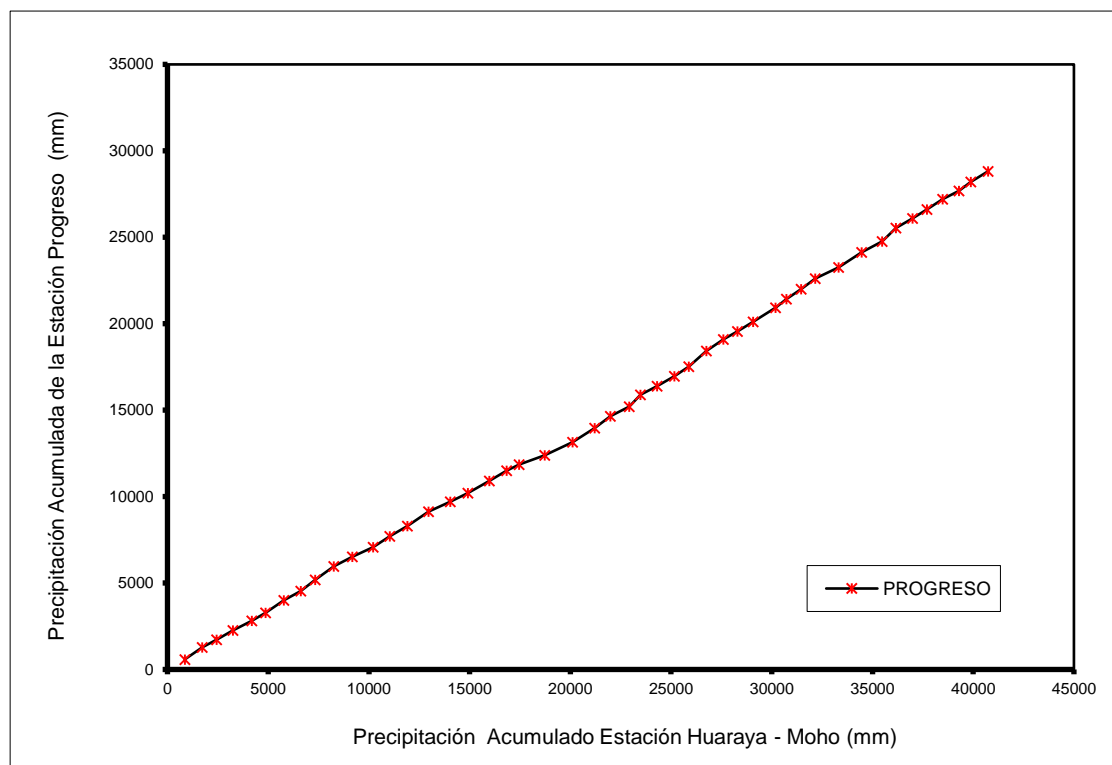


Figura N° 8- 35 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Huancané vs Huaraya – Moho

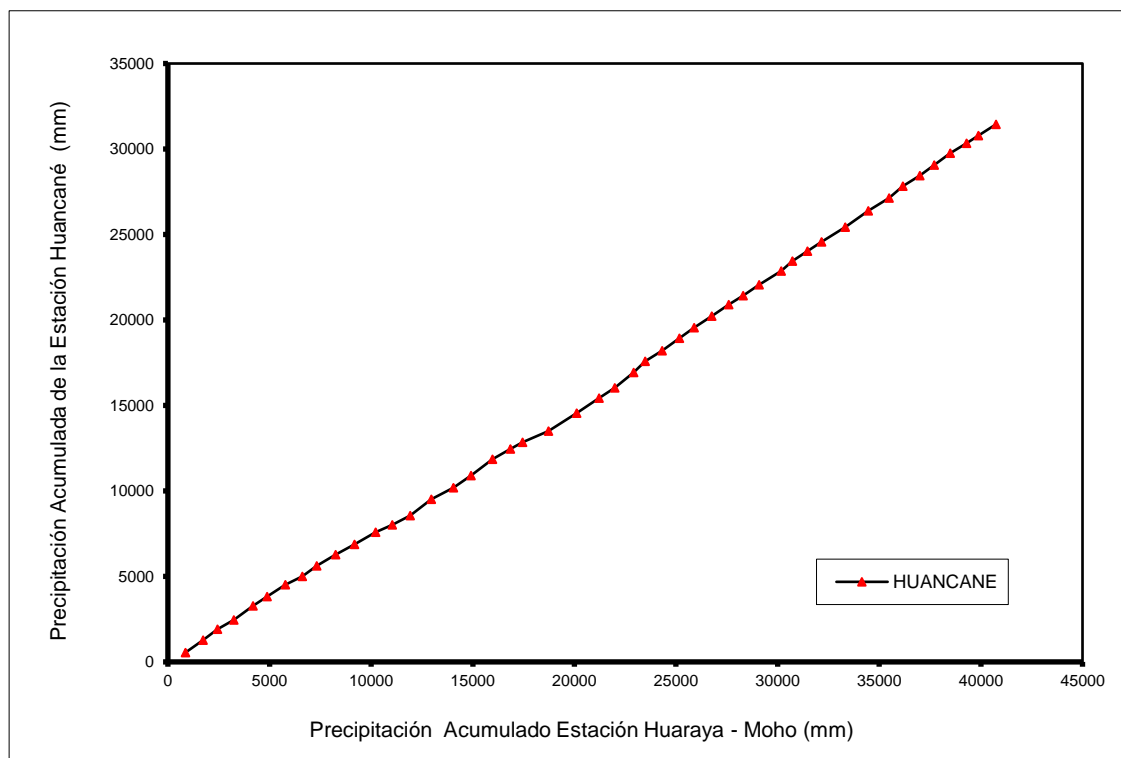


Figura N° 8- 36 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Taraco vs Huaraya – Moho

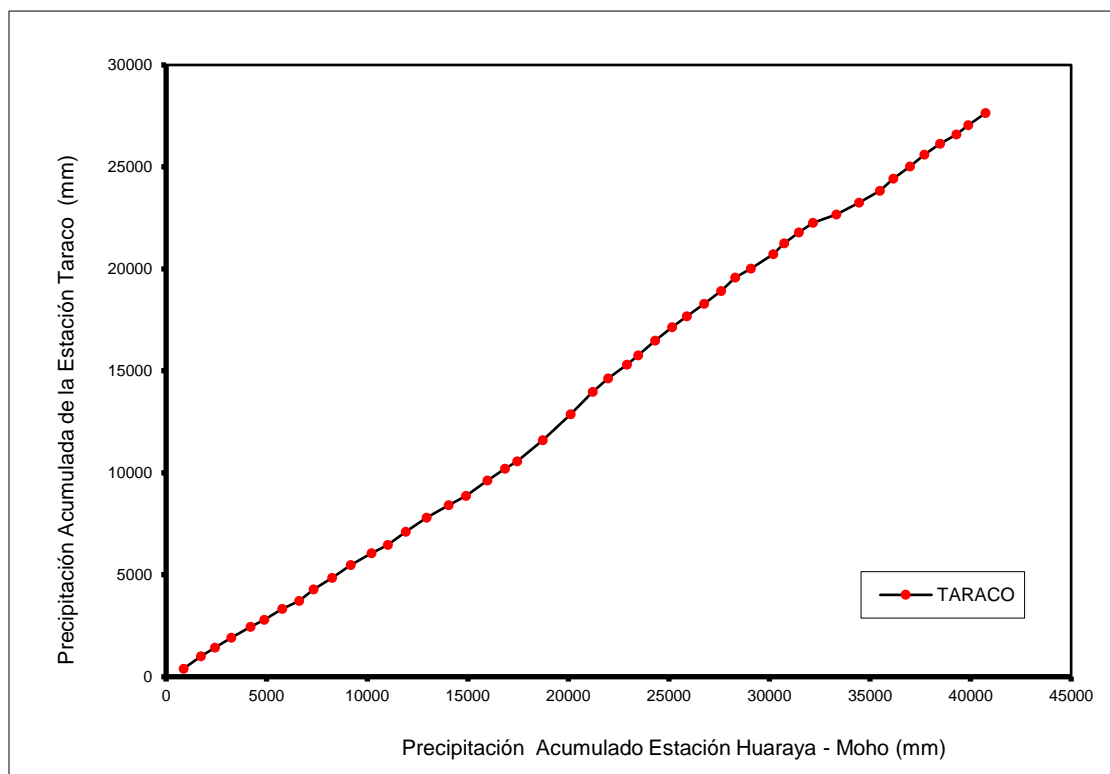


Figura N° 8- 37 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Putina vs Huaraya – Moho

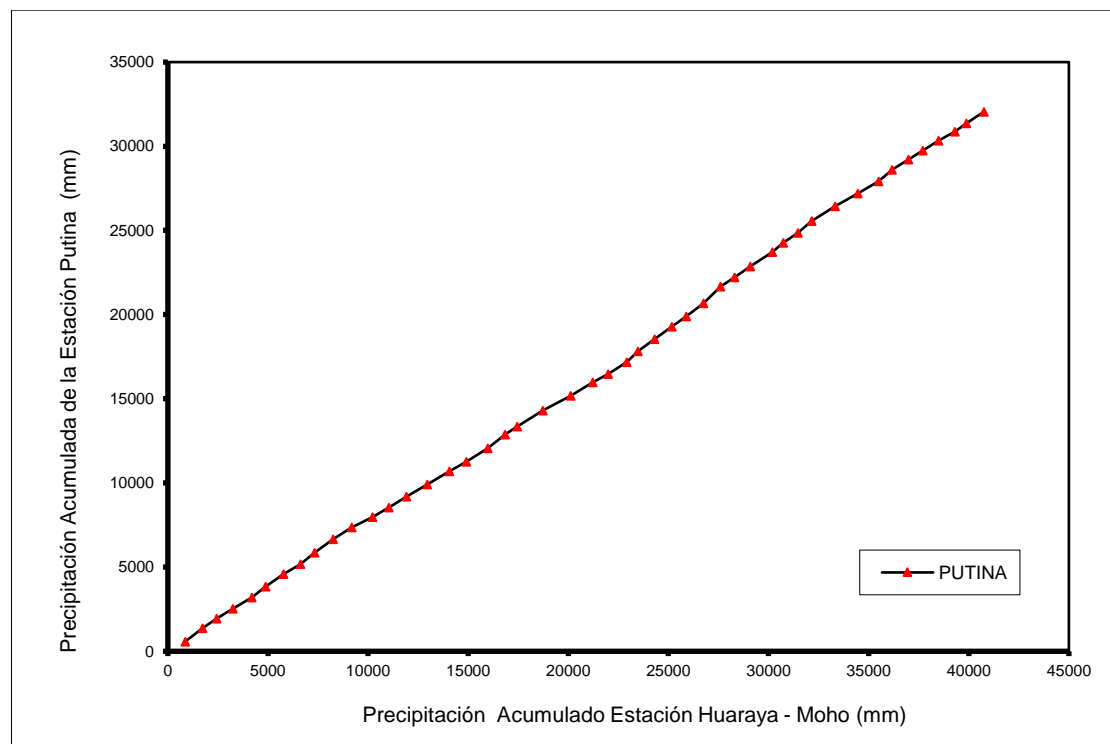


Figura N° 8- 38 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Cojata vs Huaraya – Moho

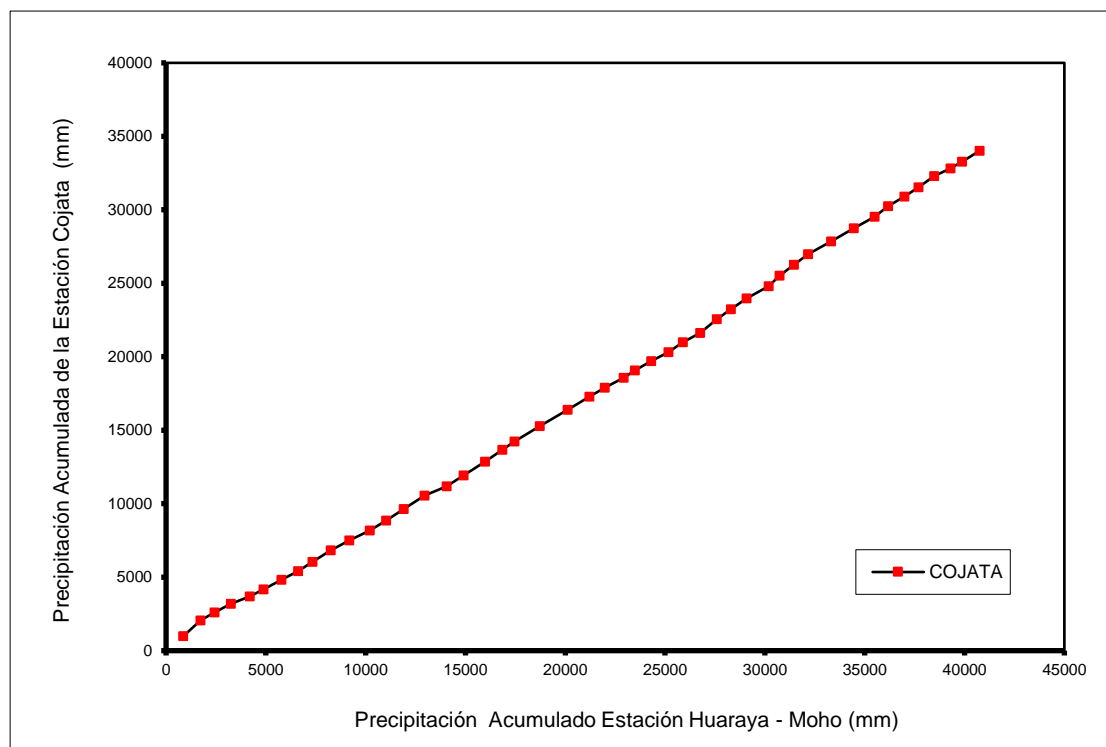


Figura N° 8- 39 Curva de doble masa de la precipitación anual entre las Estaciones Muñani vs Huaraya – Moho

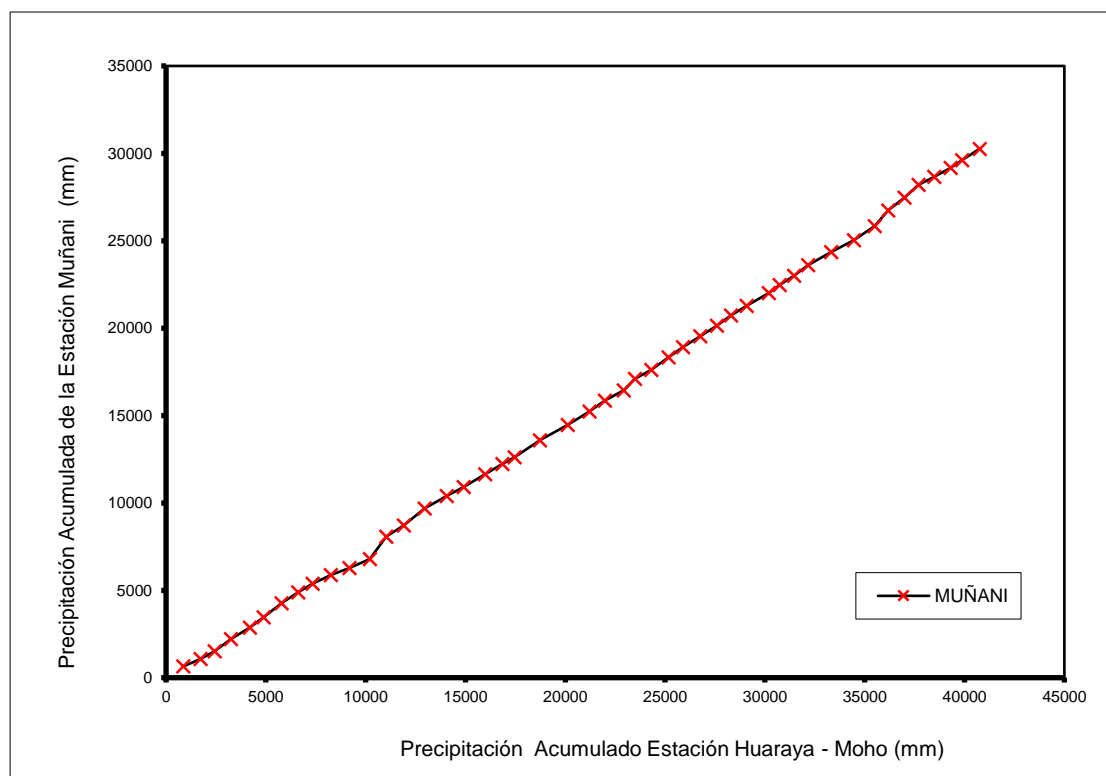
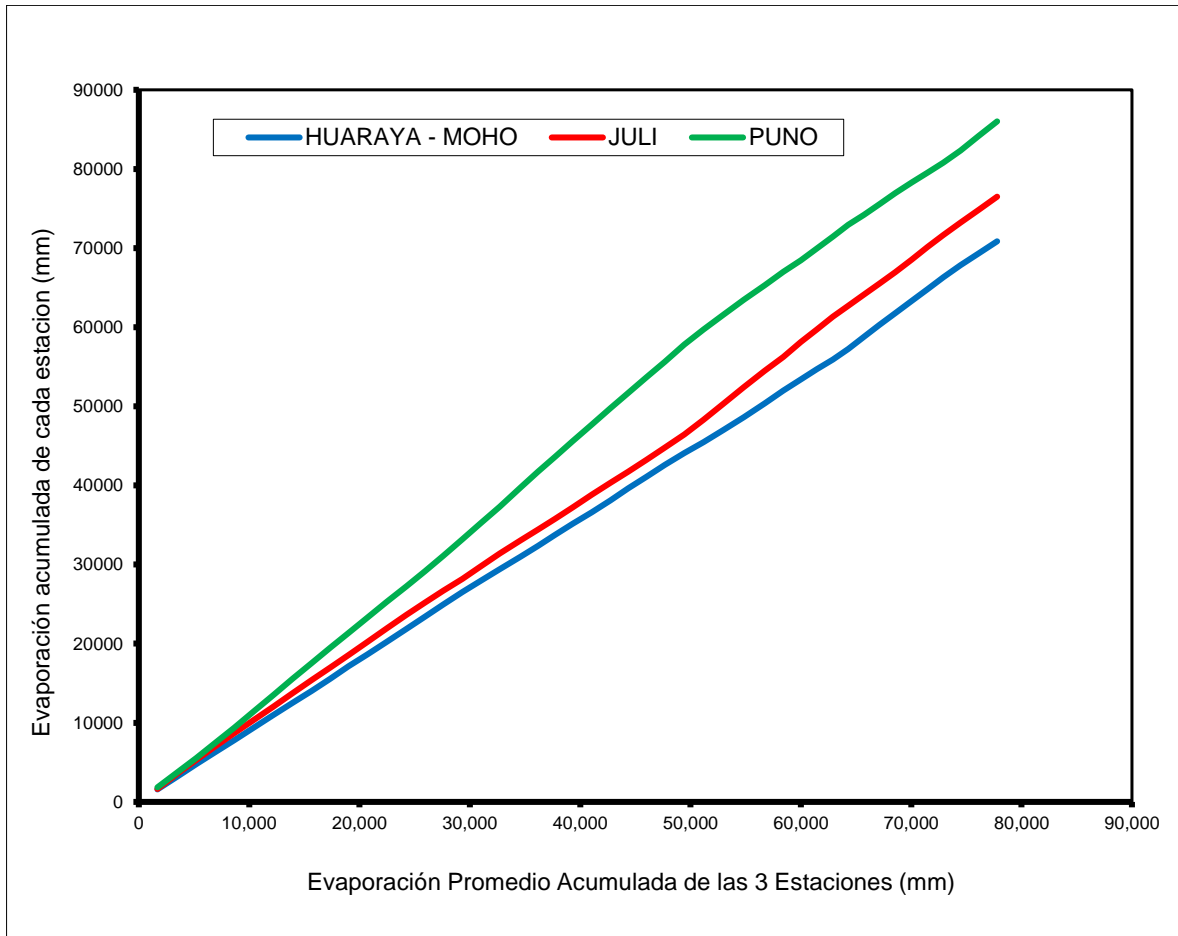


Figura N° 8- 40 Curva de doble masa de la evaporación anual periodo 1964 - 2010



ANEXO 4

SERIES COMPLETADAS Y EXTENDIDAS DE CAUDALES, PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO

Cuadro N° 8- 17 Caudales medios mensuales completados Puente Huancané.

CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS (m3/seg)													
ESTACION		PUENTE HUANCANE						CODIGO:		7419			
RIO : HUANCANE		LATITUD: 15° 12' 52"			DPTO : PUNO								
PERIODO : 1960 - 2006		LONGITUD: 69° 47' 31"			PROVINCIA : HUANCANE								
TIPO : CO		ALTITUD: 3814 m.s.n.m.			DISTRITO : HUANCANE								
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	40.60	37.30	46.10	35.60	12.30	5.70	3.80	3.20	3.30	2.20	5.80	11.50	17.28
1965	48.20	75.00	68.80	29.40	8.00	3.90	3.00	2.10	2.30	1.80	2.60	12.90	21.50
1966	23.10	30.80	26.50	12.40	5.50	3.20	3.40	1.20	0.90	1.60	4.70	18.80	11.01
1967	3.00	14.40	33.80	8.00	2.70	1.70	2.30	1.60	2.00	3.90	1.60	18.90	7.83
1968	12.20	49.10	31.90	14.90	7.20	3.90	2.90	2.40	1.90	2.10	7.80	12.60	12.41
1969	38.20	43.00	18.10	15.70	4.30	2.60	53.10	2.70	1.40	1.30	1.60	2.30	15.36
1970	25.20	80.10	55.00	50.90	11.40	4.00	2.80	2.00	3.20	2.00	1.60	22.40	21.72
1971	55.30	197.00	70.10	14.60	7.80	5.60	4.70	3.50	1.90	1.70	2.50	2.10	30.57
1972	36.50	49.00	26.90	16.70	6.00	4.20	3.40	2.40	2.50	2.00	8.80	17.90	14.69
1973	45.80	57.90	53.10	41.80	15.20	6.20	5.50	3.50	3.40	4.00	3.90	6.10	20.53
1974	62.70	103.10	62.80	24.40	8.70	5.90	4.90	5.40	5.40	3.90	4.00	11.30	25.21
1975	21.90	94.90	67.50	21.80	10.20	6.80	4.70	3.60	2.90	158.70	4.00	16.70	34.48
1976	69.60	55.40	39.60	13.20	6.80	5.10	3.10	2.60	5.80	2.40	1.20	2.70	17.29
1977	11.50	35.40	70.10	27.30	5.90	3.50	2.40	1.90	2.20	1.80	5.30	8.40	14.64
1978	36.70	71.90	56.20	23.20	8.60	3.30	2.80	1.80	1.70	1.30	4.60	46.40	21.54
1979	124.20	65.10	38.00	34.70	14.00	6.10	3.80	2.70	1.70	3.60	2.20	9.70	25.48
1980	24.10	34.50	43.70	18.80	5.30	3.20	2.50	1.60	1.70	3.60	3.50	2.50	12.08
1981	64.10	73.50	87.30	34.00	8.40	4.90	3.60	3.10	2.80	7.00	7.30	16.00	26.00
1982	99.20	28.10	68.40	36.40	11.10	6.00	4.20	3.10	5.20	5.10	17.30	18.00	25.18
1983	13.30	37.00	8.70	8.20	5.10	2.70	2.30	1.80	1.80	1.70	1.40	1.60	7.13
1984	54.70	127.90	62.40	30.00	8.70	4.60	3.40	2.70	2.50	3.80	7.90	24.60	27.77
1985	92.10	64.20	61.80	68.90	26.20	14.00	5.70	3.50	5.60	5.40	13.50	67.70	35.72
1986	115.70	90.00	127.70	48.50	28.30	8.30	4.80	3.20	3.20	2.80	2.80	37.40	39.39
1987	75.20	45.30	23.30	16.70	7.10	4.20	3.80	2.00	1.10	2.10	4.10	7.10	16.00
1988	56.00	38.80	52.80	67.60	16.90	6.30	4.00	2.40	1.90	2.40	2.80	7.00	21.58
1989	18.90	34.50	41.80	26.80	7.80	4.20	3.60	2.10	1.60	1.90	2.50	1.90	12.30
1990	20.00	16.20	10.90	6.70	4.10	3.80	2.50	1.60	1.40	2.10	13.00	17.40	8.31
1991	20.50	22.40	26.10	25.10	14.50	7.30	5.20	4.10	3.90	3.80	5.70	8.80	12.28
1992	47.20	34.80	30.30	9.40	4.50	3.40	2.40	3.70	1.60	1.70	2.50	8.00	12.46
1993	45.20	31.70	30.30	25.80	11.40	5.90	3.80	2.80	3.00	5.00	9.50	35.70	17.51
1994	48.10	86.60	48.00	59.50	19.00	7.90	5.90	3.70	2.90	3.80	7.80	21.90	26.26
1995	40.40	24.00	50.80	17.20	6.50	4.30	3.40	2.90	2.80	2.80	4.10	4.10	13.61
1996	21.50	32.40	20.40	16.70	5.70	3.40	2.40	1.90	1.70	1.90	3.70	12.60	10.36
1997	56.60	90.30	97.10	42.70	11.00	5.90	3.60	3.80	2.80	0.40	0.90	0.40	26.29
1998	9.10	21.90	30.80	20.40	5.30	3.10	2.70	2.20	1.90	2.10	3.90	6.50	9.16
1999	13.50	21.30	56.60	27.10	11.10	4.00	2.50	2.20	2.60	4.20	3.80	5.30	12.85
2000	15.30	47.10	52.00	10.90	5.10	4.30	3.00	2.40	2.10	4.30	3.20	5.90	12.97
2001	97.60	79.40	119.60	30.70	16.20	8.10	5.10	3.80	4.00	5.40	5.60	8.40	31.99
2002	19.60	73.10	82.10	36.90	14.10	4.90	4.30	3.20	4.60	10.70	12.20	40.00	25.48
2003	98.00	121.60	127.70	80.20	11.70	6.40	5.60	4.60	4.20	7.80	5.50	12.80	40.51
2004	149.60	92.20	24.90	15.60	14.30	4.70	3.90	3.40	4.50	2.60	7.40	6.40	27.46
2005	25.40	88.70	27.20	23.10	7.30	3.60	2.70	1.80	1.30	4.00	4.40	11.50	16.75
2006	78.90	37.10	40.20	27.10	9.70	5.50	3.40	2.00	3.40	5.60	10.10	21.90	20.41
2007	251.70	30.50	304.00	42.60	20.10	8.70	4.60	3.30	3.50	3.20	7.10	11.10	57.53
2008	159.20	36.30	154.70	7.30	1.40	1.80	2.00	1.40	1.60	3.60	2.70	53.40	35.45
2009	35.40	23.30	20.60	11.20	4.00	2.60	2.80	1.90	1.60	2.30	2.60	11.70	10.00
2010	49.00	47.90	61.30	32.70	11.20	5.20	2.90	2.30	2.50	2.00	3.40	7.60	19.00
N° DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	54.7	57.3	58.7	27.9	10.0	5.0	4.7	2.7	2.7	6.6	5.2	15.2	20.88
DESV STD	46.6	34.9	47.9	16.8	5.6	2.1	7.2	0.9	1.2	22.5	3.5	14.1	10.19
MIN	3.0	14.4	8.7	6.7	1.4	1.7	2.0	1.2	0.9	0.4	0.9	0.4	7.13
MAX	251.7	197.0	304.0	80.2	28.3	14.0	53.1	5.4	5.8	158.7	17.3	67.7	57.53

Cuadro N° 8- 18 Serie de Caudales medios mensuales completados Puente Ramis.

CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS (m3/seg)													
ESTACION		PUENTE RAMIS						CODIGO:		7419			
RIO : RAMIS		LATITUD: 15° 15' 06"			DPTO : PUNO								
PERIODO : 1960 - 2006		LONGITUD: 69° 52' 17"			PROVINCIA : HUANCANES								
TIPO : CO		ALTITUD: 3813 m.s.n.m.			DISTRITO : TARACO								
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	137.60	187.70	204.80	132.60	49.80	21.70	16.40	10.40	9.80	8.80	16.60	39.80	69.67
1965	90.90	231.60	198.60	94.70	46.80	23.20	17.50	13.50	12.40	10.50	10.60	32.20	65.21
1966	96.00	149.10	143.30	40.30	24.40	13.10	9.10	7.30	5.50	11.10	25.20	75.90	50.03
1967	49.50	67.50	175.30	53.80	21.60	12.70	9.30	7.80	9.10	11.80	12.00	52.50	40.24
1968	76.50	223.90	153.00	60.10	29.40	17.90	10.80	7.50	8.90	11.40	35.30	54.10	57.40
1969	104.30	125.40	55.00	61.40	24.00	12.70	11.40	9.70	9.40	8.30	6.80	25.20	37.80
1970	87.60	264.60	250.60	198.00	55.40	20.00	11.40	7.70	10.00	10.30	7.60	63.20	82.20
1971	155.80	435.30	251.90	65.20	29.60	17.70	13.10	10.30	8.50	9.30	10.80	26.50	86.17
1972	159.10	198.60	152.70	120.10	37.30	20.30	14.90	9.70	7.50	7.00	19.60	43.30	65.84
1973	146.70	247.50	267.50	187.40	66.20	30.50	20.10	13.90	13.00	19.00	14.90	24.80	87.63
1974	165.10	366.60	300.90	139.30	49.00	26.00	17.80	12.20	19.30	15.30	14.00	36.10	96.80
1975	112.00	307.50	252.00	124.80	48.10	25.40	16.50	10.40	10.50	9.90	10.90	62.10	82.51
1976	258.00	240.50	208.00	76.60	26.80	19.90	14.40	11.50	10.50	10.10	9.10	18.70	75.34
1977	64.40	88.10	301.90	119.60	25.40	13.60	9.10	6.50	3.50	6.90	35.10	38.60	59.39
1978	250.30	305.30	220.40	130.10	45.20	21.30	13.30	8.30	4.40	7.20	23.70	152.60	98.51
1979	293.20	226.10	202.20	148.00	66.90	32.00	16.10	7.50	3.00	7.60	12.30	48.40	88.61
1980	112.40	183.80	223.00	124.80	32.80	15.50	11.10	7.10	3.10	18.00	26.60	24.60	65.23
1981	157.40	265.60	305.20	159.00	41.20	13.70	5.20	4.00	2.90	3.80	14.90	54.50	85.62
1982	294.00	145.10	220.40	149.80	48.70	16.40	0.00	5.20	6.10	21.20	76.90	76.70	88.38
1983	59.10	97.30	61.30	21.00	15.20	8.70	5.60	4.80	5.10	4.90	3.30	11.20	24.79
1984	164.70	329.50	219.10	142.00	44.40	23.30	16.40	10.30	7.20	9.60	43.70	135.00	95.43
1985	224.10	203.50	262.30	218.20	76.10	33.20	7.10	2.90	6.10	7.70	153.00	148.00	111.85
1986	361.50	409.80	410.10	197.80	41.00	31.50	14.20	14.40	10.40	16.10	13.60	14.90	127.94
1987	211.00	133.70	86.50	57.30	31.40	14.70	13.20	12.60	13.10	14.70	34.30	51.90	56.20
1988	89.40	163.00	266.50	264.40	61.40	35.00	22.10	19.40	16.40	13.30	11.10	15.00	81.42
1989	144.50	176.00	213.20	140.30	74.40	50.30	30.10	12.70	13.90	24.70	18.90	44.60	78.63
1990	91.70	69.70	86.20	41.50	15.40	18.20	12.10	10.50	20.00	16.70	71.90	49.90	41.98
1991	111.60	88.60	85.50	80.20	34.50	16.50	12.60	12.20	10.80	8.00	9.10	23.90	41.13
1992	153.00	122.30	110.50	37.30	10.80	4.70	7.90	8.10	8.00	7.00	9.10	32.70	42.62
1993	131.80	143.40	158.80	95.70	53.20	15.90	10.80	9.50	5.60	12.50	68.80	121.10	68.93
1994	214.50	273.10	167.50	161.70	72.00	25.20	16.80	11.30	9.60	9.00	16.60	53.00	85.86
1995	113.10	81.30	216.00	100.00	32.00	15.50	10.50	9.60	8.40	7.70	13.90	23.00	52.58
1996	78.70	181.00	114.50	98.30	31.30	14.20	11.10	8.30	8.00	7.30	14.10	47.20	51.17
1997	169.90	310.40	282.30	146.70	44.70	22.50	15.20	13.10	11.60	13.50	41.50	48.30	93.31
1998	85.00	166.90	142.00	87.30	23.10	11.80	10.50	9.00	7.90	10.60	21.30	34.50	50.83
1999	68.40	156.60	236.40	171.70	67.70	22.60	15.20	10.70	9.50	16.30	12.40	19.40	67.24
2000	97.90	253.40	234.40	59.10	28.90	16.60	13.70	12.20	10.50	18.00	14.20	28.60	65.63
2001	321.90	277.40	337.70	149.10	58.10	30.60	14.30	10.80	9.70	12.40	18.00	27.30	105.61
2002	85.30	263.40	282.20	169.40	78.20	28.90	20.20	16.10	13.60	19.50	53.30	130.60	96.73
2003	285.20	295.40	212.40	55.10	37.10	30.00	24.90	20.00	20.00	16.40	13.60	38.00	87.34
2004	310.50	107.50	91.70	53.90	22.60	16.10	12.60	9.70	9.70	7.10	11.70	35.70	57.40
2005	53.90	146.60	140.60	53.70	24.30	14.10	10.30	7.80	7.80	15.20	20.00	27.60	43.49
2006	208.00	189.60	112.90	133.70	38.10	17.00	12.90	10.40	8.10	11.00	28.90	68.20	69.90
2007	167.00	114.40	283.50	223.40	90.30	31.70	18.40	13.20	11.10	9.10	13.40	23.30	83.23
2008	135.80	160.60	153.80	43.40	24.30	14.70	15.20	13.70	12.80	13.30	11.70	36.60	52.99
2009	141.00	118.80	148.40	94.10	38.40	23.20	16.50	12.30	10.90	7.10	10.70	35.80	54.77
2010	226.60	178.70	198.80	97.90	33.80	19.30	16.50	11.10	10.70	9.40	11.90	43.80	71.54
Nº DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	155.7	201.5	200.0	114.5	41.9	20.8	13.7	10.4	9.7	11.6	24.4	49.3	71.13
DESV STD	78.9	87.8	76.8	56.0	18.6	8.2	5.1	3.4	4.0	4.5	25.3	34.2	21.74
MIN	49.5	67.5	55.0	21.0	10.8	4.7	0.0	2.9	2.9	3.8	3.3	11.2	24.79
MAX	361.5	435.3	410.1	264.4	90.3	50.3	30.1	20.0	20.0	24.7	153.0	152.6	127.94

Cuadro N° 8- 19 Serie de Caudales medios mensuales completados Puente Ilave.

CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS (m3/seg)													
ESTACION		PUENTE ILAVE						CODIGO:		879			
RIO : ILAVE		LATITUD: 16° 05' 04"			DPTO : PUNO								
PERIODO : 1960 - 2006		LONGITUD: 69° 37' 47"			PROVINCIA : EL COLLAO								
TIPO :		ALTITUD: 3825 m.s.n.m.			DISTRITO : ILAVE								
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	41.60	57.60	114.00	35.50	13.10	11.70	10.70	8.40	7.10	5.50	5.60	10.40	26.77
1965	15.70	41.50	27.20	13.40	6.80	5.50	6.40	5.40	6.90	4.40	4.10	16.70	12.83
1966	10.60	23.00	26.40	7.80	8.80	6.70	6.80	5.70	4.40	5.40	8.00	11.20	10.40
1967	11.60	58.00	172.80	31.10	11.00	7.60	7.20	6.30	6.30	6.00	3.50	11.20	27.72
1968	47.00	159.90	137.80	34.10	17.60	12.40	8.70	7.30	6.30	7.30	39.00	26.80	42.02
1969	79.20	95.90	35.20	17.40	8.40	8.10	7.80	6.90	6.10	4.60	5.70	13.60	24.08
1970	54.60	133.10	117.50	32.40	13.80	8.30	7.30	6.30	4.90	4.30	3.50	21.60	33.97
1971	49.30	296.20	110.60	29.70	10.90	8.20	7.30	6.30	4.40	3.40	5.90	18.60	45.90
1972	154.10	163.00	131.60	55.20	15.40	9.50	8.10	6.20	6.50	5.80	6.20	24.20	48.82
1973	107.40	169.40	151.10	45.30	18.40	9.00	7.10	6.20	5.60	4.20	1.30	2.50	43.96
1974	228.10	192.90	51.00	19.20	12.20	10.60	17.70	12.10	6.90	6.90	9.50	9.10	48.02
1975	52.60	243.30	159.20	31.10	17.60	12.20	9.30	8.00	6.90	6.50	5.80	31.30	48.65
1976	189.30	184.00	118.90	35.40	15.90	12.10	10.30	8.90	11.10	5.50	4.10	7.60	50.26
1977	16.40	118.40	166.00	31.10	12.70	10.00	8.80	7.20	7.00	6.50	21.90	15.50	35.13
1978	193.20	128.80	56.80	33.60	13.80	9.90	8.80	7.60	6.30	6.70	13.20	30.10	42.40
1979	84.00	50.20	75.60	18.70	9.30	7.60	7.30	6.30	6.50	7.70	4.70	11.90	24.15
1980	15.10	20.40	88.70	20.80	8.50	7.20	7.50	5.70	6.50	8.00	6.80	5.20	16.70
1981	54.00	226.00	151.80	64.20	17.50	13.10	12.00	11.80	11.80	9.70	9.00	13.80	49.56
1982	128.20	42.20	81.20	42.50	13.30	9.90	9.20	7.20	10.90	13.90	12.00	8.30	31.57
1983	7.20	11.70	5.20	6.50	4.30	3.70	3.50	3.40	3.50	3.20	2.70	5.40	5.03
1984	121.20	293.50	215.20	65.30	15.90	10.30	7.50	5.50	3.50	7.10	24.80	27.80	66.47
1985	64.00	173.90	138.20	79.90	32.40	21.90	12.90	8.60	12.90	6.50	36.40	74.40	55.17
1986	213.60	286.60	111.00	44.70	25.10	20.70	17.20	13.70	11.20	12.50	33.10	32.00	68.45
1987	242.90	77.20	35.30	16.70	11.60	11.80	12.70	9.60	10.30	10.20	10.80	9.70	38.23
1988	64.90	57.20	86.90	129.70	29.70	17.80	14.30	12.00	11.80	9.70	7.00	13.30	37.86
1989	52.80	91.80	86.50	73.60	24.00	15.70	13.80	10.90	8.20	7.30	6.80	6.20	33.13
1990	23.80	16.50	18.70	13.00	8.10	13.30	9.30	9.40	7.90	10.00	25.10	27.10	15.18
1991	68.70	58.90	91.60	31.70	14.40	13.90	10.20	8.10	8.80	7.10	7.60	8.40	27.45
1992	40.10	18.80	13.90	5.90	4.50	4.30	4.10	4.90	3.90	4.10	4.70	6.90	9.68
1993	59.10	25.80	58.90	22.50	9.00	4.40	6.30	10.30	7.20	9.80	12.00	27.50	21.07
1994	54.10	179.90	39.50	33.10	18.40	9.90	8.10	7.40	6.50	5.90	7.40	13.90	32.01
1995	24.70	38.10	75.90	19.00	9.70	7.30	7.10	5.60	4.90	3.40	5.00	7.40	17.34
1996	56.30	86.00	37.70	31.60	14.00	7.90	7.60	7.00	3.40	2.80	6.80	15.90	23.08
1997	100.50	215.90	100.70	46.30	17.70	11.60	9.60	12.70	1.10	1.10	1.50	2.00	43.39
1998	26.80	28.70	16.70	8.10	4.00	4.60	4.40	3.30	2.80	2.80	4.80	3.40	9.20
1999	5.60	40.10	65.20	30.10	13.40	8.30	6.80	5.60	4.00	6.50	3.30	4.40	16.11
2000	11.90	160.70	126.60	16.70	13.50	10.40	7.60	7.80	6.30	7.70	5.20	10.20	32.05
2001	253.40	287.50	277.80	78.00	20.30	13.40	12.90	12.50	11.60	9.00	8.50	9.60	82.88
2002	14.80	88.20	174.00	58.80	27.40	12.40	13.00	9.90	6.50	9.90	16.80	17.20	37.41
2003	29.20	41.00	84.90	27.40	11.00	7.80	7.00	7.00	5.00	4.00	3.20	6.40	19.49
2004	87.10	210.30	30.00	15.70	9.80	8.30	12.20	9.40	7.20	4.60	3.90	4.50	33.58
2005	12.10	157.70	29.00	12.80	7.90	5.90	5.20	4.70	5.80	6.40	6.90	17.50	22.66
2006	237.80	196.60	209.70	68.60	15.20	9.10	7.80	6.50	5.00	4.50	6.80	11.20	64.90
2007	238.80	125.70	134.70	65.70	19.80	13.20	11.30	9.30	10.90	9.70	7.10	9.60	54.65
2008	154.70	67.60	75.30	17.40	8.30	6.50	5.60	5.00	3.80	2.80	2.60	5.40	29.58
2009	8.90	30.90	105.00	36.40	8.20	4.40	4.20	4.20	3.40	3.10	4.20	32.60	20.46
2010	70.80	100.20	57.50	25.20	10.80	9.00	7.60	6.40	6.00	4.60	5.30	11.20	26.22
Nº DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	82.5	118.5	95.2	35.7	13.9	9.9	8.9	7.7	6.7	6.4	9.4	15.1	34.16
DESV STD	74.4	83.7	59.3	24.0	6.3	3.9	3.2	2.5	2.7	2.7	8.8	12.2	17.04
MIN	5.6	11.7	5.2	5.9	4.0	3.7	3.5	3.3	1.1	1.1	1.3	2.0	5.03
MAX	253.4	296.2	277.8	129.7	32.4	21.9	17.7	13.7	12.9	13.9	39.0	74.4	82.88

Cuadro N° 8- 20 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Taraco.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Taraco	Cuenca : Ramis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012113
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3820
Provincia : Huancané	Longitud : 69° 59' 00"	Tipo : CO
Distrito : Taraco	Latitud : 15° 18' 00"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	52.10	67.10	101.10	36.30	12.30	0.00	0.00	0.00	26.70	13.40	49.80	33.50	392.30
1965	128.30	100.10	129.30	44.50	4.40	0.00	0.00	0.00	21.90	15.90	49.60	118.70	612.70
1966	80.50	106.00	46.40	5.10	33.10	0.00	0.00	0.00	7.00	25.20	28.80	84.00	416.10
1967	34.90	118.20	64.70	2.50	3.70	0.00	5.80	4.80	49.70	75.20	10.80	126.10	496.40
1968	21.10	110.00	74.50	17.20	14.70	5.50	4.30	18.00	7.70	45.30	128.10	79.10	525.50
1969	100.50	49.60	43.30	12.90	0.00	0.90	5.20	0.00	12.60	18.80	32.00	71.60	347.40
1970	128.50	79.90	83.60	57.00	7.70	0.00	0.00	0.00	14.30	29.70	41.50	85.60	527.80
1971	92.10	118.70	45.50	17.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	28.50	64.40	34.90	402.90
1972	200.50	78.70	81.30	23.20	4.20	0.00	0.00	0.00	9.60	19.50	69.80	81.10	567.90
1973	149.30	68.20	103.40	86.00	1.50	0.00	2.10	2.30	19.50	17.40	62.60	51.40	563.70
1974	225.80	98.80	101.80	26.40	0.00	5.10	0.00	35.10	2.30	20.00	30.70	84.10	630.10
1975	102.00	87.30	139.00	15.50	15.10	1.30	0.00	0.00	23.40	38.90	6.90	148.30	577.70
1976	163.40	80.30	40.80	0.00	11.30	0.00	0.00	9.10	52.00	0.00	0.00	49.30	406.20
1977	86.30	200.80	120.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.50	34.80	73.10	78.00	647.50
1978	183.70	135.90	72.20	31.30	0.00	0.00	0.00	0.00	26.30	8.70	98.40	128.20	684.70
1979	198.70	75.40	119.80	47.90	0.00	0.00	8.60	10.00	0.70	41.90	29.10	77.40	609.50
1980	56.20	79.00	84.90	21.70	0.00	0.00	0.20	18.50	54.70	81.40	29.20	40.50	466.30
1981	148.50	160.10	135.30	43.60	0.30	0.00	0.00	18.70	38.50	71.60	53.80	77.90	748.30
1982	166.10	65.60	55.80	38.90	0.00	0.00	0.00	5.90	63.40	54.90	81.40	46.60	578.60
1983	126.10	25.40	26.30	36.90	0.20	0.00	0.00	0.00	14.50	29.60	25.70	71.20	355.90
1984	256.70	207.60	123.10	41.50	6.00	38.00	8.00	24.50	0.00	65.90	100.10	178.40	1049.80
1985	151.30	177.00	95.30	115.00	18.40	37.40	0.00	5.40	100.70	69.80	278.70	220.80	1269.80
1986	194.50	217.90	233.80	147.90	0.00	0.00	0.00	19.10	61.50	20.60	62.30	140.90	1098.50
1987	285.40	38.50	40.80	38.00	3.70	0.80	32.00	7.50	9.00	34.80	101.30	67.80	659.60
1988	119.20	49.80	177.30	134.20	31.10	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	4.80	108.30	662.70
1989	126.40	69.10	76.00	50.30	0.60	16.00	0.00	21.60	14.30	12.40	24.00	54.50	465.20
1990	166.40	79.80	24.80	35.60	4.50	42.50	0.00	9.70	10.60	67.70	83.70	192.10	717.40
1991	168.70	102.60	126.90	26.20	23.50	55.00	0.00	0.00	27.00	28.90	32.80	63.70	655.30
1992	137.70	116.40	26.60	9.30	0.00	0.00	6.20	58.10	3.80	59.70	45.50	79.00	542.30
1993	149.50	50.70	98.90	46.20	15.40	4.60	0.00	6.60	23.80	22.00	75.20	123.80	616.70
1994	140.60	196.40	76.60	58.50	11.20	0.00	0.00	0.00	2.40	12.60	25.70	98.40	622.40
1995	135.70	179.80	129.10	22.00	3.20	0.00	0.00	0.30	12.60	23.20	40.40	107.10	653.40
1996	74.20	51.00	79.10	19.60	3.80	0.00	0.00	12.80	16.80	21.20	55.40	98.20	432.10
1997	190.20	146.40	109.00	27.80	0.00	0.00	0.00	17.80	44.10	22.00	61.60	92.00	710.90
1998	123.60	98.60	58.40	64.60	0.00	6.40	0.00	0.00	0.00	54.60	90.60	34.30	531.10
1999	99.60	96.00	115.80	67.20	5.80	0.00	0.00	0.00	39.40	56.20	26.00	38.60	544.60
2000	135.00	73.40	74.00	2.40	8.00	19.30	0.00	5.00	5.60	81.20	1.80	54.00	459.70
2001	111.80	109.80	14.40	11.80	9.60	2.80	0.00	2.20	6.60	37.00	31.00	79.60	416.60
2002	93.60	126.20	63.80	33.40	6.40	0.00	12.00	0.00	39.00	109.20	34.50	53.60	571.70
2003	197.00	100.20	102.40	14.40	10.00	4.80	0.00	4.00	25.00	21.80	32.20	78.20	590.00
2004	157.20	127.00	107.00	37.60	9.40	5.20	4.60	19.80	20.20	8.80	49.60	47.20	593.60
2005	78.40	110.60	105.40	26.60	0.00	0.00	0.00	1.00	21.20	75.00	71.20	108.20	597.60
2006	187.60	47.80	66.20	16.20	1.40	2.00	0.00	1.40	26.60	58.60	44.60	125.60	578.00
2007	89.20	46.20	123.50	76.60	6.20	1.20	0.60	1.80	36.80	18.80	64.40	69.80	535.10
2008	154.00	60.00	67.80	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	3.80	37.40	34.00	98.40	456.80
2009	67.00	150.00	50.40	6.40	0.00	0.00	3.00	0.00	20.20	31.40	60.20	72.00	460.60
2010	116.60	85.60	70.10	28.80	2.90	0.20	0.00	0.80	17.30	23.20	45.40	92.50	483.40

N° AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	135.14	102.54	87.35	36.83	6.19	5.30	1.97	7.27	22.99	37.93	54.10	88.18	585.80	175.78
D. Est.	54.36	46.97	41.27	32.09	7.88	12.35	5.21	11.26	20.64	23.94	43.34	40.54	175.78	175.78

Cuadro N° 8- 21 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Huancané.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Huancané	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012117
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3890
Provincia : Huancané	Longitud : 69° 45' 12.8"	Tipo : CO
Distrito : Huancané	Latitud : 15° 12' 05.4"	Organismc: SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	68.00	82.00	206.00	27.00	22.60	0.00	0.00	2.20	16.00	13.50	81.40	27.50	546.20
1965	173.50	108.50	100.00	23.80	3.50	0.00	5.50	2.00	21.00	24.00	74.00	184.00	719.80
1966	106.00	126.00	123.00	16.50	75.00	0.00	0.00	0.00	11.60	37.50	63.20	84.40	643.20
1967	27.50	73.00	78.00	7.00	29.00	1.00	30.50	16.50	62.00	47.00	7.30	166.50	545.30
1968	92.20	237.40	89.20	36.20	11.50	5.40	13.40	12.20	57.00	53.90	127.00	85.80	821.20
1969	121.20	148.80	96.00	33.50	0.00	2.20	11.40	8.20	15.70	13.30	53.80	40.40	544.50
1970	164.10	71.40	86.90	39.70	10.20	1.00	0.00	0.00	42.80	58.20	35.00	193.00	702.30
1971	108.00	183.00	49.30	8.50	1.00	1.00	0.00	2.50	0.00	31.20	46.40	46.50	477.40
1972	169.80	79.00	50.00	13.50	0.00	0.00	7.50	7.50	43.00	26.30	61.50	167.00	625.10
1973	151.60	63.20	163.50	69.50	9.00	0.00	0.00	8.50	74.80	36.40	12.90	56.50	645.90
1974	190.40	116.00	51.00	36.00	0.00	3.00	0.00	24.90	18.00	35.50	47.50	62.50	584.80
1975	127.00	209.50	103.50	18.40	6.00	0.00	0.00	0.00	10.60	61.50	26.20	155.00	717.70
1976	66.00	58.00	9.70	0.00	21.50	4.50	1.80	26.60	45.60	8.90	11.10	97.60	351.30
1977	31.60	150.60	94.60	0.00	2.80	0.00	1.90	3.20	55.60	42.00	77.00	91.00	550.30
1978	120.80	237.20	123.80	65.40	0.10	7.70	6.80	0.10	34.00	28.50	131.10	195.20	950.70
1979	191.80	99.50	43.10	70.50	1.60	0.00	2.80	9.20	4.20	78.20	56.50	107.90	665.30
1980	118.30	125.40	139.70	31.30	7.10	0.20	5.70	9.80	74.70	91.20	26.30	85.10	714.80
1981	326.00	103.60	114.60	83.00	14.70	0.10	0.00	21.80	33.60	106.20	45.80	106.60	956.00
1982	163.00	35.20	112.80	58.00	1.20	1.20	0.00	4.20	13.60	39.20	126.20	48.20	602.80
1983	102.40	48.40	24.40	37.20	13.80	1.00	0.00	2.60	17.50	7.00	53.80	84.80	392.90
1984	24.60	166.70	125.40	38.80	14.20	9.60	0.00	17.80	1.40	72.20	113.40	76.40	660.50
1985	168.70	66.00	107.60	165.80	17.00	17.40	0.00	3.40	103.80	28.80	203.40	163.80	1045.70
1986	183.20	148.40	151.40	67.60	9.20	0.00	9.00	20.30	72.60	17.60	85.00	115.10	879.40
1987	191.10	20.10	77.50	28.20	23.20	10.20	18.20	14.40	5.40	72.40	78.40	57.00	596.10
1988	227.40	77.90	269.80	123.20	48.60	0.00	0.00	0.00	8.90	48.40	5.10	92.70	902.00
1989	156.00	120.30	111.80	58.80	1.90	7.00	1.10	14.70	15.20	21.90	67.90	83.60	660.20
1990	121.90	55.60	49.40	21.20	12.80	44.90	0.00	35.90	25.60	52.10	98.10	98.60	616.10
1991	123.40	137.70	138.00	9.20	20.10	51.10	1.00	0.70	29.40	14.10	46.10	148.20	719.00
1992	132.00	75.40	46.90	6.40	0.00	9.70	9.00	72.10	13.70	66.40	45.20	140.00	616.80
1993	127.30	47.90	111.20	58.10	11.50	2.10	0.00	10.60	19.10	56.50	90.60	143.90	678.80
1994	100.80	114.70	150.60	39.50	14.00	1.80	0.00	0.00	11.00	39.20	64.60	132.80	669.00
1995	133.30	124.10	79.90	13.70	1.20	0.00	0.80	1.20	17.00	14.70	69.50	67.20	522.60
1996	200.90	80.90	71.10	17.50	2.30	0.00	7.60	3.50	13.10	9.80	70.00	177.40	654.10
1997	171.80	110.80	183.40	83.40	15.50	0.00	0.00	15.80	40.60	41.10	85.00	51.70	799.10
1998	109.30	69.40	87.50	52.90	0.00	5.70	0.00	0.50	4.20	65.20	141.80	35.60	572.10
1999	88.80	65.90	151.80	72.40	14.70	0.50	2.10	1.70	45.70	61.70	46.20	41.20	592.70
2000	85.20	55.90	113.80	7.10	12.10	7.30	0.50	21.40	10.50	97.80	14.70	113.50	539.80
2001	205.10	142.20	159.70	13.80	21.70	3.50	6.20	10.90	9.10	92.00	63.30	123.60	851.10
2002	90.90	175.50	151.50	102.30	21.10	4.80	23.50	6.10	37.30	140.10	85.80	116.80	955.70
2003	216.50	107.80	131.30	46.30	3.00	11.00	1.10	3.00	22.40	67.60	40.80	105.90	756.70
2004	195.90	147.10	54.10	42.80	6.10	11.80	8.30	32.80	21.10	34.00	51.30	91.90	697.20
2005	109.40	148.60	96.60	16.60	0.50	0.00	0.00	5.20	28.00	75.50	31.50	94.20	606.10
2006	224.30	31.10	76.70	39.30	0.50	1.50	0.00	3.80	23.10	55.90	51.30	113.20	620.70
2007	137.90	97.40	122.80	64.00	5.20	0.00	2.20	0.70	83.10	7.60	58.10	119.40	698.40
2008	134.30	76.60	61.80	5.10	8.70	0.00	0.00	0.00	5.50	48.50	32.70	212.20	585.40
2009	80.10	113.30	42.90	9.30	0.50	0.00	3.20	0.00	12.60	13.10	58.80	100.00	433.80
2010	147.50	107.70	123.70	38.90	4.20	1.90	0.80	2.30	22.00	30.80	62.50	118.90	661.20

Nº AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	138.44	107.25	104.41	40.79	11.07	4.90	3.87	9.80	28.78	46.48	64.36	106.81	666.97	666.97
D. Est.	57.02	50.09	48.82	33.33	13.51	9.96	6.44	12.97	23.84	29.01	37.95	45.87	145.81	145.81

Cuadro N° 8- 22 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Arapa.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Arapa	Cuenca : Titicaca	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012114
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3830
Provincia : Azángaro	Longitud : 70° 07' 05.6"	Tipo : CO
Distrito : Arapa	Latitud : 15° 08' 10.5"	Organismc: SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	116.00	74.50	151.00	54.50	9.00	0.00	0.00	4.70	56.50	28.50	50.50	40.00	585.20
1965	121.00	60.40	142.60	40.00	2.00	0.00	0.00	0.50	18.00	22.00	55.60	128.10	590.20
1966	23.70	100.10	64.80	15.70	64.70	0.00	0.00	2.50	13.00	33.30	63.20	83.90	464.90
1967	58.10	106.00	103.60	5.50	25.00	1.00	18.00	19.60	69.50	65.40	14.20	151.60	637.50
1968	112.50	132.40	82.20	16.60	13.40	4.50	9.50	5.90	9.60	50.80	112.50	64.10	614.00
1969	99.00	62.70	43.90	40.70	0.00	1.20	9.50	3.70	26.10	21.10	59.70	72.90	440.50
1970	161.30	89.40	144.40	77.40	11.50	0.00	0.00	0.20	56.20	45.00	27.10	121.50	734.00
1971	121.00	166.30	24.50	35.90	2.80	0.00	0.00	12.60	2.00	35.20	53.10	76.70	530.10
1972	171.20	101.60	123.80	37.20	9.90	0.00	1.40	5.10	36.00	35.20	112.10	123.50	757.00
1973	201.70	107.60	162.20	85.80	17.30	0.50	5.40	16.40	44.90	38.10	58.00	40.00	777.90
1974	227.00	132.80	118.90	35.90	1.70	8.50	1.70	41.60	16.80	44.90	36.70	78.10	744.60
1975	164.30	128.00	138.20	24.40	28.70	8.80	0.00	0.00	0.00	2.00	6.70	45.30	546.40
1976	164.90	71.40	63.60	11.80	19.40	2.60	4.00	10.80	68.60	0.30	23.40	83.60	524.40
1977	95.40	148.50	101.50	7.40	5.60	0.00	3.40	0.00	38.60	68.60	109.40	132.60	711.00
1978	196.10	108.80	103.60	45.60	0.00	10.20	0.20	0.00	11.00	23.20	137.20	142.00	777.90
1979	173.00	59.60	139.50	113.00	0.20	0.00	0.00	8.40	0.20	111.20	73.60	134.40	813.10
1980	212.60	125.20	166.60	28.00	19.00	0.00	25.10	50.40	85.60	71.70	53.80	60.40	898.40
1981	172.20	135.30	219.70	80.10	4.00	0.10	0.00	65.10	8.80	83.90	89.40	170.80	1029.40
1982	167.30	44.60	141.40	63.30	0.40	0.00	0.00	1.80	74.10	93.40	110.50	69.40	766.20
1983	52.80	106.50	64.00	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00	35.70	36.40	18.70	74.30	434.00
1984	212.50	160.30	294.60	38.80	17.30	1.50	0.00	0.00	0.00	74.60	171.30	159.10	1130.00
1985	301.10	263.30	152.80	111.90	0.00	36.80	0.00	4.70	18.90	20.20	166.10	228.70	1304.50
1986	105.20	327.80	188.90	123.20	0.00	0.00	2.10	44.80	48.20	69.20	64.20	159.90	1133.50
1987	255.10	46.90	86.60	21.70	2.80	4.30	22.20	33.30	6.00	38.50	125.00	48.50	690.90
1988	164.20	56.90	163.00	127.90	59.40	0.00	0.80	0.00	6.00	58.30	6.60	137.50	780.60
1989	116.70	73.90	85.90	75.10	3.90	11.70	0.00	9.20	50.20	24.70	27.20	35.60	514.10
1990	113.60	84.40	27.30	19.60	6.70	72.80	0.00	5.50	19.50	105.90	47.00	104.20	606.50
1991	148.90	96.10	117.40	31.00	11.50	59.60	1.80	2.30	16.00	37.60	51.80	71.70	645.70
1992	99.60	64.70	32.80	11.90	0.00	11.00	0.60	86.70	13.30	73.10	58.30	62.00	514.00
1993	125.50	73.10	111.70	91.10	11.80	3.50	0.00	19.80	22.00	103.80	74.70	111.60	748.60
1994	100.60	154.90	107.50	145.20	8.00	0.40	0.00	3.00	11.90	21.00	72.40	95.50	720.40
1995	82.40	122.80	131.50	6.40	4.30	0.00	0.00	0.00	9.00	19.50	80.30	129.60	585.80
1996	155.70	38.70	80.80	9.30	13.00	0.00	1.70	4.70	22.50	40.70	46.20	92.80	506.10
1997	193.20	129.90	141.80	55.40	2.50	0.00	0.00	18.70	36.80	31.80	107.00	78.90	796.00
1998	78.90	107.60	131.60	59.00	0.00	4.30	0.00	1.40	0.90	42.70	72.60	33.00	532.00
1999	99.80	68.00	134.60	52.00	3.50	1.00	0.00	0.50	48.30	72.20	52.30	33.10	565.30
2000	187.80	102.20	68.00	2.90	15.60	15.60	1.60	27.50	6.40	93.90	11.40	89.90	622.80
2001	210.00	209.40	129.40	57.90	27.00	3.20	9.20	9.00	9.60	75.70	45.20	131.70	917.30
2002	90.40	198.80	91.70	70.30	47.80	6.50	23.60	20.40	17.70	119.10	54.20	107.30	847.80
2003	179.20	82.60	145.80	37.70	7.80	11.40	0.00	3.50	19.20	19.40	59.80	74.60	641.00
2004	219.00	144.40	125.40	35.60	8.40	5.60	7.80	17.10	43.80	5.60	57.60	70.60	740.90
2005	90.00	154.80	83.80	20.50	1.00	0.00	0.00	5.20	22.80	60.00	68.20	126.80	633.10
2006	131.80	42.40	55.20	18.40	0.00	2.60	0.00	1.40	19.00	80.60	67.40	67.60	486.40
2007	77.80	48.80	158.80	98.20	15.80	1.80	1.00	1.20	59.80	17.00	68.30	81.80	630.30
2008	146.20	74.90	53.00	0.00	8.60	0.40	0.00	0.00	7.60	52.20	156.50	150.80	650.20
2009	41.10	139.10	113.00	44.40	0.00	0.00	3.60	0.00	11.60	35.20	82.00	113.50	583.50
2010	160.30	108.00	86.20	42.80	7.30	1.40	0.20	2.70	33.10	46.70	80.00	98.00	666.70

Nº AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	142.50	111.41	114.87	48.35	11.03	6.23	3.29	12.17	26.62	49.99	68.91	97.61	692.99	183.44
D. Est.	57.50	56.32	50.28	35.80	14.37	14.18	6.38	18.34	21.97	29.63	39.14	41.84	183.44	

Cuadro N° 8- 23 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Huaraya - Moho.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA (mm)

Estación : Huaraya Moho	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012131
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3890
Provincia : Moho	Longitud : 69° 29' 3.4"	Tipo : CO
Distrito : Ichuta	Latitud : 15° 23' 17"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	88.80	212.30	229.50	42.60	54.70	0.00	0.00	3.30	21.40	26.40	53.00	101.40	833.40
1965	281.70	109.20	103.50	40.80	4.20	0.80	2.70	0.70	30.00	48.70	68.90	174.90	866.10
1966	156.80	121.20	151.60	38.10	127.90	0.00	0.00	0.50	10.70	37.60	72.40	112.30	829.10
1967	74.40	81.10	190.60	0.50	101.20	7.80	18.80	40.30	78.80	87.40	10.20	174.90	866.00
1968	145.30	302.80	69.90	49.00	29.80	2.50	20.10	14.20	34.00	78.10	157.30	99.00	1002.00
1969	178.20	143.60	80.40	44.50	3.50	0.10	27.60	10.50	16.90	13.70	105.20	57.50	681.70
1970	156.20	154.70	146.90	68.50	48.40	0.80	0.20	1.00	52.00	56.00	24.40	192.70	901.80
1971	223.70	263.90	71.80	34.70	5.20	1.20	0.00	23.00	3.50	49.80	68.30	97.20	842.30
1972	86.10	109.70	109.00	46.10	3.30	0.00	2.00	8.70	43.60	54.40	66.60	179.40	708.90
1973	234.50	127.20	116.60	88.70	23.90	1.80	11.50	38.70	107.60	60.40	26.50	88.80	926.20
1974	328.40	179.80	81.90	48.60	1.90	10.00	0.00	26.50	12.70	57.70	32.80	146.00	926.30
1975	207.70	221.00	166.90	48.30	55.00	8.90	0.00	0.50	46.20	67.30	45.30	163.80	1030.90
1976	200.90	95.80	129.80	23.40	71.30	10.70	10.80	9.30	118.70	19.00	8.90	121.50	820.10
1977	94.10	167.90	164.40	3.20	31.40	0.30	3.40	0.20	54.40	47.20	125.20	190.00	881.70
1978	240.80	152.70	141.80	67.00	3.20	11.20	1.50	2.10	28.80	39.50	161.80	190.70	1041.10
1979	318.10	96.40	118.20	113.20	7.60	0.00	12.10	12.80	9.90	122.50	39.70	243.80	1094.30
1980	144.50	74.60	160.80	61.10	3.50	1.80	25.20	30.20	86.90	91.00	12.40	168.70	860.70
1981	324.90	162.30	103.70	79.00	9.80	1.00	0.00	41.10	52.10	121.30	50.70	118.50	1064.40
1982	298.80	61.20	107.40	67.60	3.00	0.30	1.60	8.50	105.80	74.70	96.40	45.40	870.70
1983	84.10	118.80	55.50	87.60	37.00	5.90	0.00	2.00	72.90	60.10	23.30	60.10	607.30
1984	376.60	299.70	142.70	26.50	31.80	32.10	1.20	43.10	2.80	46.80	134.40	136.60	1274.30
1985	212.70	140.60	181.40	135.90	34.60	40.30	0.20	1.00	115.50	42.30	254.40	224.50	1383.40
1986	201.80	207.20	116.50	95.80	44.60	0.00	27.40	41.30	91.80	18.10	76.50	183.40	1104.40
1987	252.10	55.60	109.30	35.20	13.10	7.10	46.20	8.80	10.00	51.40	94.30	84.10	767.20
1988	214.60	158.00	263.10	94.20	57.20	0.00	0.00	0.00	3.80	40.10	14.10	94.80	939.90
1989	92.60	84.10	79.60	96.70	24.80	13.50	3.00	39.00	11.70	16.00	51.90	43.60	556.50
1990	166.60	74.50	58.80	63.80	9.00	72.50	0.00	22.70	25.70	110.10	125.90	102.30	831.90
1991	117.50	181.70	184.50	39.40	31.70	60.50	0.00	7.60	32.00	15.30	63.00	124.60	857.80
1992	156.60	100.70	39.70	21.70	0.00	25.20	1.50	101.60	4.60	84.00	38.80	145.70	720.10
1993	310.30	49.10	65.10	83.60	17.70	18.70	1.40	10.40	30.60	53.30	106.40	124.20	870.80
1994	192.50	102.50	124.40	116.10	21.70	2.80	0.00	2.00	7.40	38.30	74.00	157.30	839.00
1995	133.70	142.70	110.90	7.30	10.00	0.00	0.00	1.70	38.20	28.60	76.50	148.90	698.50
1996	266.50	88.10	78.10	40.50	5.10	0.00	7.60	4.30	23.30	18.10	86.20	169.20	787.00
1997	262.00	159.40	185.30	85.00	9.00	0.00	0.20	24.90	78.30	40.30	145.70	108.80	1098.90
1998	110.10	92.70	144.60	38.40	0.00	11.30	0.00	2.30	3.80	39.70	85.00	20.20	548.10
1999	104.80	63.30	255.40	62.30	4.70	0.50	0.40	0.80	47.80	108.20	50.10	32.90	731.20
2000	143.40	94.30	110.60	19.00	9.70	10.60	0.00	39.20	9.50	114.50	24.80	122.70	698.30
2001	424.10	184.90	181.90	40.60	26.50	5.10	20.30	14.50	8.00	75.90	41.20	136.00	1159.00
2002	112.90	260.30	214.00	43.80	18.10	4.40	32.20	13.80	64.60	117.50	136.70	124.00	1142.30
2003	300.00	165.20	120.90	52.30	21.00	10.60	10.10	14.30	47.30	54.70	12.30	219.10	1027.80
2004	244.20	114.30	61.10	27.60	4.80	17.20	10.00	30.50	18.30	28.20	69.50	52.10	677.80
2005	144.00	231.30	33.80	49.90	0.50	0.00	0.00	9.00	30.60	94.70	97.20	131.20	822.20
2006	238.40	93.60	69.20	21.80	2.40	0.00	0.00	1.40	55.00	16.90	63.80	148.90	711.40
2007	140.30	114.10	149.20	118.90	7.10	0.00	5.80	0.00	75.00	38.20	100.70	89.80	839.10
2008	219.30	135.60	118.00	7.00	20.20	0.00	0.00	0.00	5.30	85.00	10.50	209.50	810.40
2009	85.20	87.80	47.80	15.50	2.20	0.00	5.80	0.00	12.50	48.00	124.40	158.60	587.80
2010	209.90	114.20	107.30	52.60	5.80	2.40	1.20	4.60	21.90	50.30	50.90	164.80	785.90

Nº AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	197.89	139.40	124.54	54.13	22.53	8.51	6.64	15.17	39.62	57.18	73.59	131.58	870.77	47
D. Est.	84.33	62.06	54.26	32.13	26.37	15.04	10.50	18.94	32.90	30.60	49.34	52.29	178.94	47

Cuadro N° 8- 24 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Progreso.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Progreso	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012110
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3970 msnm
Provincia : Azangaro	Longitud : 70° 21' 55.8" W	Tipo : CO
Distrito : Asillo	Latitud : 14° 41' 21.1" S	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	77.70	66.50	218.00	17.70	16.40	0.00	0.00	0.50	31.90	40.80	55.70	60.80	586.00
1965	150.40	130.50	116.00	50.60	2.80	0.00	0.00	0.00	20.00	16.00	78.70	122.10	687.10
1966	50.10	74.50	45.90	0.30	40.80	0.00	0.00	0.00	31.30	60.80	70.80	70.70	445.20
1967	66.90	81.20	127.00	26.10	8.90	0.00	13.30	16.90	28.90	47.50	34.40	89.90	541.00
1968	50.70	158.40	98.70	38.60	1.70	0.00	13.40	20.10	27.20	23.30	79.60	44.20	555.90
1969	143.10	83.50	47.50	29.00	0.00	1.40	10.60	0.30	23.00	19.60	53.80	56.40	468.20
1970	141.50	82.20	123.50	68.00	14.00	0.50	0.80	0.00	49.70	53.70	53.90	139.50	727.30
1971	133.10	158.30	22.80	32.10	5.90	0.10	0.00	4.30	1.20	38.90	61.30	79.80	537.80
1972	155.20	166.70	79.30	27.50	0.40	0.00	2.80	8.30	16.60	21.00	57.90	104.20	639.90
1973	162.60	101.00	103.80	105.00	9.50	0.00	3.70	5.40	54.10	78.90	70.40	89.80	784.20
1974	107.10	117.50	86.40	49.80	13.00	5.10	0.20	21.10	32.90	30.70	33.50	55.10	552.40
1975	104.70	88.40	121.80	27.20	9.00	0.00	0.00	0.00	26.40	40.00	45.50	90.30	553.30
1976	167.60	80.10	92.00	28.80	22.30	4.80	3.30	12.50	41.00	8.60	48.00	117.70	626.70
1977	84.40	92.00	145.00	21.80	2.70	0.00	0.00	0.00	21.50	50.40	97.20	83.90	598.90
1978	150.60	110.30	124.30	50.80	4.10	0.00	0.00	0.00	52.90	17.30	128.90	184.60	823.80
1979	146.40	41.30	80.50	69.20	13.80	0.00	5.00	4.60	17.20	31.30	43.30	131.00	583.60
1980	117.20	80.40	107.50	4.90	9.10	0.40	2.30	0.00	6.10	77.40	12.30	81.30	498.90
1981	146.70	101.10	102.70	52.00	1.90	0.00	0.00	13.20	32.90	65.30	73.00	109.90	698.70
1982	191.70	53.40	95.50	20.30	0.00	0.00	0.00	0.80	15.80	53.60	109.30	48.30	588.70
1983	82.30	58.80	73.40	27.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	36.70	63.10	355.10
1984	108.70	37.90	93.60	39.20	10.90	0.20	0.30	19.30	16.10	47.40	132.30	125.70	631.60
1985	133.80	121.30	55.40	78.20	2.80	0.50	0.00	0.00	34.20	12.40	122.40	154.40	715.40
1986	134.30	168.70	162.80	114.10	10.60	0.00	0.40	6.00	38.20	20.20	41.40	102.30	799.00
1987	119.80	78.70	82.90	39.20	1.50	1.00	18.40	0.00	7.50	57.80	126.30	144.80	677.90
1988	148.80	85.00	154.80	58.40	17.60	0.00	0.00	0.00	9.00	17.90	10.50	67.50	569.50
1989	151.60	119.80	108.50	84.80	7.00	4.70	0.00	27.00	25.00	40.90	48.10	69.70	687.10
1990	131.50	75.60	36.70	33.50	0.00	21.60	0.00	5.40	19.00	84.00	67.80	18.00	493.10
1991	154.30	73.70	105.10	40.90	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	28.20	25.90	131.70	565.80
1992	148.40	60.70	49.10	21.10	0.00	3.20	0.00	37.20	18.00	29.40	79.80	78.60	525.50
1993	191.50	79.10	103.60	52.30	9.70	3.70	10.20	21.90	5.90	158.00	178.00	98.30	912.20
1994	120.10	110.70	102.00	59.20	4.80	0.50	0.00	3.20	15.10	51.80	74.80	116.60	658.80
1995	69.50	79.10	101.70	14.80	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	16.80	79.10	98.20	469.90
1996	141.50	62.90	94.60	21.40	10.80	0.00	1.40	3.00	4.60	44.80	45.20	125.40	555.60
1997	179.80	135.80	196.90	48.00	12.60	0.00	0.00	13.60	17.00	40.00	108.70	60.20	812.60
1998	113.80	72.20	52.80	17.50	0.00	7.70	0.00	1.20	2.20	100.30	88.70	32.60	489.00
1999	108.30	125.60	136.60	37.80	0.50	0.00	0.00	0.00	16.60	35.80	54.30	65.70	581.20
2000	126.90	114.10	105.10	9.60	1.40	1.20	1.60	2.40	17.00	108.00	17.60	99.60	604.50
2001	151.80	111.50	135.40	30.60	21.40	0.00	5.50	0.00	14.20	59.40	62.70	57.40	649.90
2002	117.00	107.00	82.00	149.20	8.80	1.80	25.40	4.40	25.60	131.60	86.00	134.60	873.40
2003	163.40	114.90	134.80	60.20	7.00	7.60	0.50	7.00	15.40	14.80	16.10	80.60	622.30
2004	234.00	160.20	61.80	50.60	7.40	0.00	4.80	22.80	40.60	13.00	53.80	134.20	783.20
2005	52.50	199.00	54.70	35.40	0.50	0.00	1.20	2.80	3.80	65.90	57.60	81.60	555.00
2006	137.70	46.90	63.60	50.50	0.00	2.10	0.00	3.90	37.00	42.50	63.60	79.50	527.30
2007	130.10	58.10	152.60	59.20	14.40	0.60	0.50	0.00	25.80	17.00	75.40	51.00	584.70
2008	130.30	73.00	52.40	4.60	6.20	0.00	0.00	0.00	7.60	34.40	26.50	139.80	474.80
2009	112.10	90.90	59.70	15.30	5.20	0.00	4.60	0.80	9.20	19.20	110.80	104.60	532.40
2010	138.70	73.90	122.90	34.70	1.80	0.00	0.30	0.60	38.90	27.60	53.80	90.60	583.80

N° DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	129.37	97.07	99.44	42.70	7.34	1.46	2.78	6.18	21.51	44.72	67.05	92.89	612.51	612.51
DESVEST	37.86	36.51	40.61	28.98	7.81	3.59	5.39	8.92	13.91	31.92	35.12	35.03	118.14	118.14

Cuadro N° 8- 25 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Muñani

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Muñani	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012124
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3948
Provincia : Azángaro	Longitud : 69° 57' 06.5"	Tipo : CO
Distrito : Muñani	Latitud : 14° 46' 01"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	82.50	46.60	122.90	51.40	11.50	0.00	0.00	2.10	10.50	44.80	61.50	81.70	515.50
1965	106.10	62.60	0.00	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	35.90	23.90	71.60	87.50	401.90
1966	82.00	93.60	61.20	27.50	36.70	0.00	0.00	0.00	18.10	30.10	57.00	36.60	442.80
1967	28.80	51.10	64.40	22.60	24.00	0.00	30.80	42.10	102.20	71.40	44.00	213.90	695.30
1968	79.30	121.20	30.50	62.20	24.70	0.00	37.60	41.60	79.70	46.40	92.80	40.90	656.90
1969	130.90	88.80	67.20	65.80	0.00	0.00	0.00	20.70	37.40	33.80	58.00	88.80	591.40
1970	199.00	70.90	73.90	85.40	27.10	0.00	15.50	13.80	52.00	57.70	33.90	166.20	795.40
1971	131.30	233.00	78.10	28.10	20.60	0.00	0.00	15.30	0.00	54.80	31.50	47.20	639.90
1972	142.70	54.50	27.30	23.90	0.00	0.00	0.00	16.90	15.90	32.90	81.10	86.80	482.00
1973	84.60	90.20	64.90	60.70	13.80	0.00	0.00	27.00	58.80	18.60	34.80	46.80	500.20
1974	100.40	96.90	35.30	28.20	0.00	14.10	0.00	13.80	0.00	21.80	15.50	74.10	400.10
1975	66.50	79.50	78.00	27.90	15.90	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	33.70	174.90	511.40
1976	307.40	332.20	285.10	132.30	0.00	2.30	0.70	3.50	81.00	3.30	27.10	132.20	1307.10
1977	96.40	128.90	120.60	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00	42.20	95.40	95.00	640.90
1978	186.50	157.30	115.70	46.20	4.10	4.90	0.00	0.00	18.60	25.20	160.10	254.80	973.40
1979	226.00	45.90	77.30	119.00	11.40	0.00	0.00	0.00	11.70	57.90	26.90	133.30	709.40
1980	114.50	77.70	112.50	3.60	1.80	3.40	3.60	0.00	27.00	82.10	36.40	49.60	512.20
1981	195.80	90.40	131.60	72.60	3.50	0.00	0.00	9.90	25.50	70.80	41.30	93.60	735.00
1982	120.30	70.10	78.00	48.80	0.00	0.00	0.00	0.00	54.10	34.20	153.90	22.40	581.80
1983	89.20	83.30	45.10	49.80	7.20	0.00	0.00	19.70	0.00	36.10	15.60	53.90	399.90
1984	249.30	188.30	90.50	24.80	6.00	0.50	0.00	21.90	9.40	67.30	157.70	154.60	970.30
1985	122.80	137.50	96.80	85.40	6.30	10.80	0.00	0.00	40.10	26.50	130.90	223.10	880.20
1986	88.60	192.20	162.50	94.10	6.70	0.00	2.30	0.00	32.50	0.00	78.40	111.60	768.90
1987	199.60	101.00	59.20	55.90	0.00	6.20	24.10	3.40	1.20	42.20	95.70	33.00	621.50
1988	118.70	112.70	81.30	90.10	19.20	0.00	0.00	0.00	0.00	40.40	3.80	123.20	589.40
1989	112.80	186.10	89.20	67.20	0.00	10.00	0.00	13.10	18.90	33.80	55.30	57.10	643.50
1990	136.80	63.70	24.00	3.20	0.00	55.20	0.00	0.00	8.70	79.60	83.80	67.90	522.90
1991	129.20	83.60	139.20	71.60	9.60	32.00	0.00	0.00	13.00	32.20	83.30	116.30	710.00
1992	188.30	91.40	45.80	19.20	0.00	4.30	0.00	37.70	10.80	33.00	41.40	111.70	583.60
1993	157.00	56.30	83.70	32.20	11.40	0.00	12.30	19.40	24.80	54.90	75.90	104.30	632.20
1994	104.00	94.30	91.80	71.00	23.20	3.10	0.00	0.00	7.10	22.70	64.50	110.20	591.90
1995	154.50	181.80	110.10	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	28.30	96.20	587.60
1996	153.90	70.10	68.80	34.90	18.70	0.00	0.00	8.50	8.10	29.90	104.20	61.40	558.50
1997	181.60	109.20	217.20	38.30	3.20	0.00	0.00	3.00	29.40	33.80	80.10	32.50	728.30
1998	62.50	96.40	106.40	39.20	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	54.10	64.40	41.60	467.60
1999	83.60	40.50	125.20	42.70	29.30	0.00	0.00	0.00	35.70	34.50	35.90	92.90	520.30
2000	119.80	98.10	81.40	9.10	0.00	19.40	0.00	10.60	20.20	126.80	20.50	108.60	614.50
2001	173.00	109.20	163.20	19.50	26.30	3.20	10.30	7.50	21.40	61.30	57.00	87.00	738.90
2002	90.30	115.90	104.50	42.50	5.70	4.40	16.50	4.90	27.90	90.00	58.00	125.70	686.30
2003	225.10	102.30	108.20	43.40	4.60	9.10	0.00	13.00	30.50	73.20	68.00	117.40	794.80
2004	281.70	129.10	117.20	66.70	25.20	1.80	0.80	20.60	28.10	39.40	65.40	133.50	909.50
2005	98.60	224.20	84.60	27.90	2.30	0.00	1.20	1.00	8.40	80.10	124.80	68.20	721.30
2006	203.90	61.90	57.00	87.20	0.00	0.00	0.00	6.60	31.50	62.00	82.80	144.10	737.00
2007	104.00	15.60	119.10	57.90	21.40	0.00	0.00	0.00	24.40	12.60	50.80	55.40	461.20
2008	132.80	65.40	38.20	10.00	1.90	0.00	0.00	0.00	8.90	67.70	31.40	154.50	510.80
2009	77.70	100.10	39.10	26.60	0.00	0.00	4.40	0.00	23.80	18.50	69.00	85.50	444.70
2010	116.00	113.50	109.70	51.80	1.60	0.10	0.00	1.50	35.20	58.40	55.50	109.40	652.70

Nº AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47.00
MEDIA	136.94	106.70	91.14	46.87	9.04	4.00	3.41	8.49	24.99	44.91	64.66	100.15	641.30	
D. Est.	58.57	57.55	49.46	29.60	10.27	9.61	8.26	11.34	22.46	24.52	36.70	50.78	172.02	

Cuadro N° 8- 26 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Putina.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Putina	Cuenca : Huanacán	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012127
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3878
Provincia : San Antonio de Putina	Longitud : 70° 20' 56.9"	Tipo : CO
Distrito : Putina	Latitud : 14° 55' 15.5"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	67.5	71.0	111.0	72.5	17.5	0.0	0.0	1.0	16.0	45.0	80.0	92.5	574.00
1965	194.5	93.5	161.0	39.5	0.0	0.0	0.2	0.5	23.0	21.5	100.2	163.3	797.20
1966	66.50	151.10	66.40	32.20	41.90	0.00	0.00	0.00	26.00	43.40	95.50	48.20	571.20
1967	41.20	85.10	152.80	10.00	26.00	0.00	63.50	29.40	94.70	87.40	25.20	156.00	771.30
1968	79.60	126.20	72.00	48.10	0.70	0.40	45.40	1.10	56.40	49.00	138.90	41.40	659.20
1969	214.60	86.50	55.60	11.10	1.00	1.20	15.50	0.00	31.30	33.90	88.60	93.80	633.10
1970	159.80	99.80	92.60	92.20	25.50	0.00	0.00	0.00	61.40	40.30	20.70	184.40	776.70
1971	190.80	184.40	49.50	19.00	2.00	0.70	0.00	5.60	3.80	42.10	48.10	40.60	586.60
1972	155.60	119.00	77.70	46.60	6.00	0.00	1.00	13.80	28.60	43.90	105.10	77.80	675.10
1973	131.90	132.20	100.70	120.50	11.70	3.40	16.20	7.90	49.80	59.90	70.40	90.70	795.30
1974	137.10	144.80	93.60	47.50	0.60	4.80	1.40	16.80	33.40	68.30	51.00	104.70	704.00
1975	115.60	110.30	77.50	18.80	25.50	13.50	0.00	0.50	21.40	42.80	49.30	135.60	610.80
1976	151.70	97.30	86.60	22.30	14.00	8.00	1.50	19.10	76.30	3.70	26.20	66.70	573.40
1977	70.00	178.20	111.80	15.40	10.00	0.00	0.10	0.00	42.80	34.50	97.10	85.60	645.50
1978	117.20	117.40	95.30	58.30	5.30	2.60	0.30	0.30	27.80	23.50	117.30	158.10	723.40
1979	240.10	76.30	82.40	128.60	4.60	0.00	1.50	8.20	11.40	82.00	40.40	97.00	772.50
1980	121.50	55.40	114.40	15.20	11.90	3.00	15.30	4.60	52.90	91.70	33.80	57.40	577.10
1981	236.00	90.50	92.50	77.80	3.30	5.70	0.00	15.90	33.90	83.40	48.30	107.20	794.50
1982	236.40	109.90	99.50	73.80	0.00	0.00	0.80	12.90	59.30	43.00	123.10	65.50	824.20
1983	104.60	81.10	44.40	65.10	10.40	2.00	5.60	1.60	16.80	6.70	36.20	92.20	466.70
1984	291.60	217.30	98.30	34.60	6.80	5.30	2.20	22.50	0.60	81.80	98.00	108.10	967.10
1985	132.50	121.70	87.70	109.00	23.20	2.80	0.00	4.70	35.30	44.30	137.90	167.40	866.50
1986	107.10	146.90	90.40	142.60	13.70	0.00	2.40	7.90	49.70	14.40	86.70	142.60	804.40
1987	112.80	65.40	52.30	34.90	2.50	2.10	29.00	6.00	3.60	47.50	98.60	34.50	489.20
1988	120.60	66.00	202.10	91.90	12.00	0.00	0.00	5.30	8.90	45.90	9.30	137.40	699.40
1989	185.30	90.80	129.50	58.50	0.00	7.50	0.00	9.00	43.30	29.60	32.40	72.90	658.80
1990	179.00	60.10	75.90	25.70	5.80	61.00	0.00	1.80	17.30	109.00	84.00	103.70	723.30
1991	164.80	106.10	134.90	51.00	5.70	45.00	9.80	0.80	14.90	24.80	64.70	108.70	731.20
1992	153.60	49.30	49.70	25.20	0.00	1.20	4.00	72.50	20.80	44.50	66.30	123.70	610.80
1993	174.40	67.10	75.30	99.80	11.40	0.00	2.10	17.00	24.20	67.30	114.20	124.20	777.00
1994	170.80	112.60	113.70	72.40	17.80	5.20	0.00	49.80	57.00	61.90	182.20	142.50	985.90
1995	102.50	126.50	135.30	10.50	0.50	0.00	3.40	0.00	5.20	15.50	67.60	89.40	556.40
1996	118.60	66.80	113.50	37.30	29.60	0.00	0.90	6.90	20.80	19.90	131.60	95.70	641.60
1997	215.20	90.50	201.90	96.80	4.20	0.00	1.10	21.40	22.90	42.40	112.80	59.90	869.10
1998	125.60	105.70	92.80	32.90	0.00	12.00	0.00	1.60	0.50	66.90	89.40	24.60	552.00
1999	104.10	68.90	162.30	25.60	19.80	0.00	0.70	0.00	45.10	53.80	36.40	68.90	585.60
2000	158.00	131.40	93.70	13.10	1.70	27.40	0.00	11.00	12.20	112.30	25.00	105.00	690.80
2001	206.50	134.20	206.50	46.50	34.80	3.00	3.10	9.80	25.80	71.60	47.10	91.40	880.30
2002	125.50	130.50	110.60	53.30	14.60	1.00	16.70	5.80	21.80	128.40	51.60	100.60	760.40
2003	205.60	117.90	117.50	52.00	2.00	9.10	0.20	5.50	33.50	64.40	69.30	118.90	795.90
2004	308.40	133.10	59.90	42.00	19.40	1.90	8.90	12.90	38.10	27.00	69.50	105.90	827.00
2005	87.80	143.10	83.80	48.40	1.10	0.00	0.70	17.60	26.00	106.20	98.20	81.10	694.00
2006	164.80	34.60	46.10	64.40	2.20	9.70	0.00	2.30	20.10	45.30	65.20	82.30	537.00
2007	96.60	50.60	164.40	74.40	19.20	2.10	0.00	0.00	46.30	21.80	57.10	58.40	590.90
2008	100.10	79.40	69.70	3.20	6.00	0.00	0.00	0.00	15.50	51.10	77.10	140.00	542.10
2009	103.40	83.10	63.50	8.60	8.00	0.00	2.40	0.00	13.60	27.80	86.60	89.90	486.90
2010	135.70	107.40	117.70	48.90	3.60	0.30	0.70	1.00	52.00	54.70	43.90	89.70	655.60

N° AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	148.58	104.62	101.84	51.45	10.29	5.15	5.46	9.20	30.68	51.62	74.43	98.43	691.72	47
D. Est.	57.48	37.13	40.21	33.63	10.17	11.35	12.05	13.34	20.11	28.25	36.52	36.48	123.62	

Cuadro N° 8- 27 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Azángaro.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Azángaro	Cuenca : Rámis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012104
Dpto : Puno	Río	Altitud : 3863
Provincia : Azángaro	Longitud : 70° 11' 26.7"	Tipo : CO
Distrito : Azángaro	Latitud : 14° 54' 51.7"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	79.40	63.60	104.50	65.00	13.50	0.00	0.00	0.50	39.00	32.00	50.50	68.80	516.80
1965	150.00	82.00	133.00	27.50	0.50	0.00	0.00	2.50	18.50	18.90	55.50	122.50	610.90
1966	92.50	49.00	31.50	19.00	44.30	0.00	0.00	1.50	36.70	46.50	55.90	92.50	469.40
1967	41.00	104.00	113.20	6.90	14.20	0.00	12.00	23.60	35.80	41.50	8.60	129.80	530.60
1968	81.20	143.00	73.90	36.90	0.70	1.00	8.00	7.60	25.50	20.90	60.40	33.70	492.80
1969	117.10	63.60	36.00	28.80	0.00	1.80	12.00	1.20	18.50	15.60	31.80	51.20	377.60
1970	126.90	42.00	96.10	96.60	14.70	0.00	0.00	0.00	39.30	35.60	38.20	152.10	641.50
1971	91.60	190.30	31.00	28.10	0.50	0.60	0.30	8.70	5.80	18.10	55.80	80.10	510.90
1972	140.90	108.90	68.70	37.40	0.00	0.00	4.00	9.70	41.60	26.30	55.60	106.60	599.70
1973	176.40	99.80	112.90	93.70	22.20	0.00	3.40	4.90	47.70	43.70	88.30	23.80	716.80
1974	98.00	125.00	94.40	34.90	19.00	6.10	0.00	27.60	19.80	30.00	55.70	59.20	569.70
1975	96.00	88.60	108.60	33.10	7.20	14.50	0.00	0.00	20.70	71.70	57.50	110.00	607.90
1976	115.90	102.50	57.40	6.70	8.90	5.50	0.40	13.30	41.20	3.30	61.00	96.10	512.20
1977	64.20	113.00	120.20	17.50	3.40	0.00	0.00	0.00	43.30	51.60	91.20	61.00	565.40
1978	141.60	139.30	77.60	37.40	2.70	0.00	0.00	0.00	17.80	35.60	168.50	192.30	812.80
1979	146.10	28.70	62.20	39.60	4.00	0.00	0.00	0.00	6.50	60.90	37.10	112.80	497.90
1980	120.10	64.20	91.30	9.00	5.70	0.00	5.50	3.60	29.40	77.90	10.10	56.90	473.70
1981	112.50	105.30	92.30	47.00	5.60	4.00	0.00	26.90	27.70	65.40	36.40	100.70	623.80
1982	48.50	101.10	38.80	58.50	0.00	0.00	0.00	27.00	26.30	32.00	117.80	54.20	504.20
1983	79.50	66.10	50.90	35.10	7.80	0.00	0.00	2.80	8.00	5.80	29.80	76.70	362.50
1984	123.30	78.00	79.30	30.50	7.50	1.90	0.20	8.20	0.80	78.30	238.80	167.10	813.90
1985	121.60	117.90	47.80	167.50	7.60	0.60	0.00	0.70	16.30	20.30	178.70	114.00	793.00
1986	85.00	92.60	90.00	94.40	11.00	0.00	0.00	6.30	37.00	4.20	62.50	110.70	593.70
1987	110.10	107.50	67.70	44.60	6.30	5.30	28.40	13.80	14.00	37.30	131.20	60.80	627.00
1988	124.20	80.90	148.20	90.30	20.40	0.00	0.00	0.60	13.30	42.50	16.70	87.90	625.00
1989	129.70	137.20	77.60	52.70	2.50	1.40	0.10	4.50	20.80	6.50	35.50	64.50	533.00
1990	159.00	76.00	49.20	18.00	0.30	17.90	0.00	0.30	28.90	72.60	71.50	62.20	555.90
1991	110.90	64.70	91.10	44.50	0.40	0.10	0.20	0.40	12.30	19.40	32.90	126.90	503.80
1992	142.30	63.00	49.70	14.40	0.00	8.00	0.00	59.80	9.50	39.70	62.10	109.50	558.00
1993	142.80	54.50	84.30	87.90	11.60	4.80	1.30	9.20	24.40	68.60	125.40	127.40	742.20
1994	111.70	169.30	89.10	48.00	0.50	0.00	0.00	6.30	13.40	35.60	59.80	88.10	621.80
1995	62.30	78.00	97.80	4.60	0.20	0.00	0.00	0.60	5.10	33.10	90.00	88.40	460.10
1996	142.50	67.90	121.90	15.70	15.00	0.30	2.00	3.10	11.20	35.20	59.50	64.00	538.30
1997	150.40	151.30	139.10	30.10	7.80	0.00	0.00	13.10	32.10	36.90	134.60	100.50	795.90
1998	95.00	71.40	77.20	24.60	0.00	21.90	0.00	0.00	11.00	58.00	76.30	17.60	453.00
1999	99.80	68.00	134.60	52.00	3.50	1.00	0.00	0.50	30.60	69.30	31.80	23.20	514.30
2000	132.40	114.00	51.30	8.40	2.90	7.90	0.50	38.80	0.70	79.80	25.60	65.30	527.60
2001	195.40	94.80	168.00	15.90	19.90	0.00	4.40	8.00	16.60	44.90	42.50	166.60	777.00
2002	157.40	116.40	155.40	49.10	10.30	1.90	10.80	9.00	15.00	187.30	87.10	170.60	970.30
2003	149.90	95.30	109.40	58.90	4.70	5.70	0.60	5.00	7.80	32.90	42.40	118.20	630.80
2004	227.40	93.90	47.70	22.80	15.90	0.00	2.80	16.50	39.60	11.00	62.60	71.50	611.70
2005	42.50	171.80	78.50	28.60	0.30	0.00	0.00	5.00	19.60	59.80	34.30	84.50	524.90
2006	188.70	36.70	75.30	17.20	0.20	1.30	0.00	2.30	11.30	60.60	60.60	71.10	525.30
2007	97.00	54.50	164.60	80.60	12.50	0.30	0.60	0.80	60.60	17.10	62.80	85.30	636.70
2008	98.40	91.90	43.70	1.00	3.10	0.00	0.00	0.00	22.80	44.00	61.50	171.60	538.00
2009	130.00	91.90	72.20	33.20	4.40	0.00	0.40	0.00	14.20	28.20	91.10	85.40	551.00
2010	109.70	78.30	118.90	41.10	3.80	0.10	0.10	0.90	43.80	38.60	78.90	117.20	631.40

N° AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	118.27	93.57	87.75	41.18	7.39	2.42	2.09	7.98	23.02	42.45	68.56	93.64	588.31	47
D. Est.	38.33	35.19	35.43	31.19	8.32	4.71	4.97	11.69	13.68	29.84	44.45	40.33	118.71	

Cuadro N° 8- 28 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Ananea

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Ananea	Cuenca : Ramis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012101
Dpto : Puno	Río	Altitud : 4660
Provincia : San Antonio de Putina	Longitud : 69° 32' 03.3"	Tipo : CO
Distrito : Ananea	Latitud : 14° 40' 42.4"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	101.10	124.40	94.10	33.20	56.00	7.30	0.00	0.00	32.40	48.60	58.40	70.90	626.40
1965	141.60	77.50	82.90	41.20	0.00	0.00	3.20	13.00	35.90	20.60	52.80	64.70	533.40
1966	50.30	140.40	33.80	7.70	35.50	0.00	0.00	0.00	23.70	65.60	70.50	108.60	536.10
1967	44.00	76.20	66.00	7.70	20.80	0.00	26.50	24.00	38.00	48.20	54.90	151.70	558.00
1968	183.90	175.90	89.70	7.20	2.00	0.00	22.20	36.00	3.70	4.70	5.00	7.90	538.20
1969	116.60	101.90	73.50	26.50	7.90	4.20	2.20	10.60	16.30	58.00	65.00	94.60	577.30
1970	114.70	109.50	87.60	47.10	11.80	0.10	1.50	0.00	14.10	76.50	19.30	122.10	604.30
1971	108.30	244.10	33.50	35.40	4.60	6.00	0.00	7.40	9.80	59.10	37.10	96.30	641.60
1972	112.30	100.60	85.50	31.70	7.00	1.50	6.70	43.80	30.10	43.60	56.20	109.40	628.40
1973	75.00	109.60	90.50	67.60	13.10	0.50	4.70	12.40	52.60	38.50	42.20	66.30	573.00
1974	111.10	117.10	78.00	48.30	9.90	11.00	21.30	33.80	24.70	28.60	28.40	110.00	622.20
1975	88.50	126.00	103.20	56.20	23.20	18.60	0.00	26.30	23.60	79.00	31.40	97.20	673.20
1976	122.80	98.80	90.30	28.30	52.60	13.40	16.10	6.70	59.20	6.50	19.90	81.60	596.20
1977	112.40	86.10	109.30	37.30	23.60	4.90	4.80	0.00	33.50	30.60	99.70	60.80	603.00
1978	87.30	87.60	113.50	53.50	9.10	6.30	0.00	0.00	51.80	19.50	98.60	145.00	672.20
1979	174.80	71.50	89.50	77.90	11.20	0.00	0.00	14.50	24.80	53.10	52.60	123.10	693.00
1980	129.60	94.50	99.90	21.50	26.50	0.00	1.70	10.40	36.70	60.80	42.60	81.70	605.90
1981	186.50	115.50	182.00	25.40	10.10	4.10	0.00	26.00	46.50	73.10	78.40	121.60	869.20
1982	190.30	75.90	114.10	92.70	2.80	5.50	0.00	15.00	40.20	55.60	82.90	83.60	758.60
1983	82.10	111.50	49.00	68.10	16.90	26.40	0.00	0.00	14.80	22.30	19.50	76.70	487.30
1984	158.40	161.30	138.80	29.00	0.00	0.00	10.80	43.10	7.00	59.80	123.70	129.50	861.40
1985	145.80	113.80	109.00	97.70	12.10	40.80	6.30	5.90	41.90	61.10	116.60	118.00	869.00
1986	131.70	128.60	152.20	71.10	18.10	0.00	5.10	16.20	62.80	40.10	59.90	131.80	817.60
1987	157.60	50.50	101.60	41.90	16.10	12.50	35.80	4.80	14.70	48.10	119.60	125.90	729.10
1988	112.80	93.90	115.40	75.20	24.20	0.00	0.00	0.00	13.40	22.90	30.40	81.80	570.00
1989	105.30	59.10	139.60	26.20	31.40	0.00	0.00	41.50	29.10	48.40	48.00	95.10	623.70
1990	167.40	82.50	22.90	50.50	8.30	49.70	3.20	24.50	8.10	76.30	70.70	119.50	683.60
1991	104.80	70.70	78.40	60.20	26.00	31.00	0.00	0.00	26.60	35.40	51.10	52.50	536.70
1992	74.80	90.10	83.60	42.90	0.00	14.10	0.00	30.00	8.30	34.90	69.80	83.80	532.30
1993	127.00	83.70	100.30	61.40	26.50	1.50	8.60	31.80	7.70	41.80	71.10	101.10	662.50
1994	150.20	183.30	114.40	76.50	0.00	3.90	0.00	0.00	8.30	23.70	39.20	104.30	703.80
1995	80.50	84.60	128.50	52.00	9.20	0.00	5.20	14.60	8.40	14.40	40.60	78.50	516.50
1996	132.20	98.60	21.70	28.60	19.00	0.00	0.50	31.40	17.00	27.90	62.50	23.30	462.70
1997	144.70	100.00	102.30	37.90	9.10	0.00	1.40	14.40	18.10	23.40	48.60	110.30	610.20
1998	77.00	102.70	77.50	35.00	0.50	6.20	0.00	0.50	8.90	110.80	83.00	49.20	551.30
1999	136.90	103.90	103.60	46.70	12.60	1.40	2.90	1.50	40.70	41.70	54.70	67.50	614.10
2000	93.20	97.80	95.40	23.70	7.10	18.10	4.10	2.70	20.40	75.00	26.10	112.50	576.10
2001	132.60	46.20	86.40	49.90	62.60	0.50	13.20	13.60	11.90	50.20	63.70	59.80	590.60
2002	65.90	125.70	106.10	42.30	10.10	0.50	27.20	19.70	39.50	48.80	115.30	74.40	675.50
2003	184.80	71.40	114.50	52.30	2.90	9.40	0.00	19.40	13.10	79.30	43.10	85.80	676.00
2004	236.30	136.10	79.40	39.80	11.70	21.40	6.00	11.40	31.20	45.80	60.20	83.80	763.10
2005	79.60	152.90	56.00	17.70	1.10	0.20	0.00	14.00	7.90	51.90	63.00	148.90	593.20
2006	165.00	83.10	61.30	62.60	2.80	5.40	0.00	20.80	29.20	71.30	69.80	98.10	669.40
2007	118.10	79.20	96.90	33.60	16.30	0.00	9.80	0.00	14.70	39.70	61.90	89.60	559.80
2008	168.20	62.70	60.30	40.60	24.70	2.80	1.80	7.70	7.10	48.30	56.00	135.60	615.80
2009	135.10	79.90	63.70	52.60	17.60	0.00	0.00	0.00	16.60	26.80	125.30	98.50	616.10
2010	84.30	97.60	82.20	54.70	5.60	1.20	0.10	8.60	36.20	45.50	54.70	121.10	591.80

N° AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	123.48	103.93	90.59	45.04	15.32	7.03	5.38	14.00	24.71	46.51	60.51	94.77	631.26	93.79
D. Est.	40.28	36.04	31.25	20.51	14.13	10.98	8.39	12.91	15.13	21.33	28.35	30.35	93.79	93.79

Cuadro N° 8- 29 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Crucero

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Crucero	Cuenca : Ramis	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012106
Dpto : Puno	Río	Altitud : 4130
Provincia : Carabaya	Longitud : 70° 01' 24.7"	Tipo : CO
Distrito : Crucero	Latitud : 14° 21' 44.4"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	96.00	77.20	135.10	35.10	0.00	0.00	0.00	0.00	16.20	21.30	37.60	109.40	527.90
1965	135.60	117.40	79.40	30.10	1.50	0.00	0.00	1.10	22.90	24.70	49.30	142.30	604.30
1966	35.20	160.50	110.00	9.50	36.80	0.00	0.00	1.80	42.20	63.20	43.80	54.00	557.00
1967	34.90	106.90	85.50	2.40	29.20	3.20	13.60	23.10	44.60	75.20	27.60	175.20	621.40
1968	98.10	130.60	108.60	12.50	0.00	0.00	38.00	23.40	40.90	43.90	69.60	51.90	617.50
1969	229.70	83.00	81.80	17.60	4.60	6.00	9.00	16.50	28.80	39.50	76.80	56.20	649.50
1970	145.70	169.60	118.80	70.10	12.10	0.20	8.10	0.00	0.00	61.20	61.20	234.00	881.00
1971	230.70	287.70	53.20	35.50	0.00	8.70	0.00	3.40	5.00	28.60	159.30	174.90	987.00
1972	177.20	82.90	81.70	108.10	24.20	5.40	0.00	31.00	49.70	86.40	101.10	148.40	896.10
1973	244.40	134.40	98.60	123.60	11.40	0.70	23.20	3.80	44.80	89.10	49.80	152.20	976.00
1974	136.50	254.00	102.10	73.00	3.60	11.70	9.70	26.50	47.20	103.60	62.90	179.20	1010.00
1975	137.70	116.20	92.80	113.40	12.80	2.80	1.50	10.70	80.50	57.80	74.90	180.80	881.90
1976	220.70	102.10	114.70	41.00	34.80	2.80	3.50	12.10	65.10	12.10	42.70	151.20	802.80
1977	108.00	140.20	118.30	88.10	22.60	9.50	5.70	0.00	45.00	30.10	158.60	126.50	852.60
1978	158.10	168.00	161.30	65.30	5.40	14.30	0.00	1.90	89.70	20.40	121.70	224.90	1031.00
1979	196.90	158.00	181.70	103.70	32.10	0.00	0.00	31.80	51.60	43.60	92.80	190.50	1082.70
1980	206.20	91.30	149.50	35.80	13.30	0.00	0.00	3.70	92.50	109.50	23.60	65.40	790.80
1981	191.80	218.00	221.90	87.10	2.30	4.30	0.00	3.70	68.60	80.50	104.30	166.70	1149.20
1982	156.70	111.10	77.10	33.40	5.80	7.60	0.00	7.10	12.80	44.70	135.80	90.80	682.90
1983	27.20	154.30	105.80	113.70	14.20	5.80	0.00	1.80	29.80	31.40	39.30	92.60	615.90
1984	397.30	228.00	124.40	71.80	9.10	3.80	4.00	33.90	17.00	105.20	129.20	141.50	1265.20
1985	229.90	106.10	145.00	122.60	28.60	35.20	0.00	24.40	56.00	49.00	151.00	267.80	1215.60
1986	251.50	340.70	227.40	146.40	9.00	0.00	5.30	33.50	61.10	41.50	116.10	190.10	1422.60
1987	247.60	117.80	165.30	25.00	21.70	7.60	41.10	0.00	16.40	73.50	148.20	111.50	975.70
1988	116.90	161.30	164.60	88.50	22.00	0.00	0.00	0.00	20.80	57.00	49.80	164.10	845.00
1989	172.60	85.40	147.40	28.20	13.10	25.40	0.00	25.50	46.90	60.70	79.60	109.30	794.10
1990	156.60	112.80	83.80	55.60	0.00	48.20	0.00	3.70	31.30	106.60	185.10	81.90	865.60
1991	125.50	80.80	176.50	59.80	49.50	30.50	0.00	0.50	72.90	43.10	87.30	183.90	910.30
1992	279.10	274.70	137.50	4.90	0.80	24.50	7.40	116.70	3.60	59.90	201.80	159.80	1270.70
1993	178.30	81.50	91.00	84.20	14.90	8.50	0.00	36.20	25.50	37.10	103.50	160.80	821.50
1994	284.90	423.20	135.40	83.00	24.90	5.60	0.00	5.10	97.60	58.70	62.30	208.40	1389.10
1995	177.90	97.90	152.80	38.30	28.20	2.30	0.00	12.70	24.10	42.20	82.10	95.20	753.70
1996	162.60	134.60	26.10	51.70	36.30	0.00	0.00	19.70	14.00	26.40	103.90	76.70	652.00
1997	205.30	331.80	197.80	42.60	16.10	0.00	0.00	13.90	14.60	42.40	94.50	31.30	990.30
1998	37.30	93.40	157.20	67.10	0.40	4.40	0.00	0.70	2.30	116.90	101.70	37.60	619.00
1999	141.00	120.00	171.10	67.30	31.70	0.80	0.50	0.00	55.70	44.90	64.40	36.30	733.70
2000	111.80	61.10	67.10	4.10	7.40	9.20	5.00	5.90	10.70	87.50	23.80	107.20	500.80
2001	170.30	65.10	135.40	27.10	17.60	0.00	16.10	11.30	21.30	87.10	50.20	89.30	690.80
2002	52.50	166.90	91.80	22.50	11.40	1.00	21.20	10.00	25.80	71.00	74.90	149.50	698.50
2003	166.10	106.50	127.20	65.20	5.90	9.70	0.00	16.40	37.60	56.60	69.30	112.80	773.30
2004	162.00	143.20	119.00	55.60	14.90	7.00	5.10	13.40	36.90	56.70	85.70	128.00	827.50
2005	163.60	165.80	96.30	19.60	1.70	0.30	0.10	11.90	13.80	77.80	59.00	151.60	761.50
2006	156.40	45.90	53.90	34.00	0.90	4.90	0.00	14.20	19.20	32.50	105.40	94.70	562.00
2007	127.20	40.00	83.20	19.40	6.90	0.50	1.70	0.00	14.80	59.10	40.90	55.80	449.50
2008	135.30	48.10	60.90	21.80	14.30	0.00	0.00	5.30	3.90	57.30	43.60	123.30	513.80
2009	81.70	73.00	37.90	24.60	8.80	0.00	4.10	0.00	51.20	10.60	67.40	57.30	416.60
2010	77.90	126.60	95.00	51.90	15.70	3.60	0.00	4.10	20.60	41.80	84.30	219.20	740.70

Nº AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	160.35	142.46	118.06	54.93	14.44	6.72	4.76	13.24	36.03	56.81	85.06	130.04	822.91	
D. Est.	72.02	80.85	44.89	35.85	12.01	10.09	9.17	18.73	24.85	26.48	42.03	56.97	239.33	

Cuadro N° 8- 30 Serie de Precipitación Total Mensual Completada Estación Cojata.

PRECIPITACION MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)

Estación : Cojata	Cuenca : Suches	Zona TDPS : 2
País : Perú	Sub cuenca	Código : 012116
Dpto : Puno	Río	Altitud : 4380
Provincia : Huancané	Longitud : 69° 22' 00"	Tipo : CO
Distrito : Cojata	Latitud : 15° 01' 00"	Organismc : SENAMHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	92.30	356.20	235.30	41.30	31.00	0.40	7.50	3.40	37.00	69.80	61.70	47.70	983.60
1965	226.00	194.20	246.70	65.70	0.20	0.50	0.00	7.40	35.60	47.70	41.30	174.90	1040.20
1966	100.80	155.10	50.70	14.00	42.50	0.00	0.00	0.00	22.60	28.20	29.40	109.50	552.80
1967	34.80	65.70	125.40	20.70	24.40	11.10	25.20	37.10	40.00	44.20	30.00	133.20	591.80
1968	77.80	107.20	31.70	31.90	7.40	0.00	26.40	8.00	32.90	30.90	91.90	54.70	500.80
1969	117.60	74.80	40.80	35.90	1.60	2.50	22.30	3.40	28.90	35.10	48.70	60.20	471.80
1970	101.00	94.00	106.60	73.20	5.00	0.00	2.60	3.70	52.90	32.00	25.30	147.40	643.70
1971	161.40	115.40	62.10	7.50	5.00	1.50	0.00	6.20	8.60	71.80	72.90	75.60	588.00
1972	183.70	78.80	82.80	55.70	0.00	0.00	3.70	18.60	17.50	45.50	80.70	80.70	647.70
1973	162.90	90.30	120.40	72.90	16.30	4.20	1.20	1.10	83.90	58.50	54.90	99.00	765.60
1974	169.00	146.30	64.40	48.50	4.40	6.00	0.00	35.30	13.00	63.90	35.50	98.20	684.50
1975	115.10	132.30	131.70	12.00	22.50	6.80	0.00	2.00	38.20	40.80	60.00	123.30	684.70
1976	172.10	86.20	97.10	45.10	21.50	27.00	9.50	33.50	84.90	12.90	13.30	69.90	673.00
1977	90.70	178.30	112.30	62.60	40.60	16.60	0.00	0.00	27.50	51.70	85.10	121.90	787.30
1978	175.30	156.70	83.30	68.30	0.00	16.70	0.00	0.00	26.00	0.00	147.00	236.60	909.90
1979	192.90	90.80	106.40	62.50	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	18.90	70.30	76.80	622.10
1980	211.10	86.10	135.70	16.30	15.70	1.40	12.30	16.30	52.70	102.40	40.00	66.50	756.50
1981	198.50	187.90	62.40	97.30	4.30	4.20	0.00	22.50	69.00	98.90	36.10	138.70	919.80
1982	170.20	46.00	145.50	72.70	8.30	0.00	0.00	13.50	68.50	72.10	139.30	72.00	808.10
1983	97.50	123.20	87.00	89.70	12.30	0.00	0.00	7.00	29.50	60.00	14.70	55.30	576.20
1984	294.90	227.00	62.80	57.20	0.00	16.00	13.70	47.50	10.80	51.30	121.70	132.80	1035.70
1985	186.90	148.90	127.60	131.70	23.50	21.00	0.00	6.60	86.10	53.70	151.30	174.40	1111.70
1986	144.40	161.10	152.80	104.00	18.70	0.00	7.30	26.20	67.20	32.80	64.50	123.10	902.10
1987	183.90	53.30	73.90	90.90	20.20	2.60	19.00	11.20	8.60	66.30	84.60	142.10	756.60
1988	186.40	106.80	119.80	64.40	38.50	0.00	0.00	0.00	0.00	63.30	0.00	85.80	665.00
1989	92.80	63.50	100.80	49.70	5.90	7.10	3.10	34.90	2.30	17.20	59.00	72.60	508.90
1990	130.40	40.60	66.70	52.20	5.50	63.00	0.00	13.10	16.90	74.30	95.50	73.60	631.80
1991	120.20	96.80	108.10	36.60	19.60	40.30	0.00	0.00	18.50	31.30	53.50	76.80	601.70
1992	171.70	78.50	60.50	7.00	0.00	15.10	0.00	64.60	27.60	29.10	73.10	156.30	683.50
1993	172.80	64.20	64.30	7.00	0.00	15.10	5.90	22.00	27.20	75.60	66.70	113.60	634.40
1994	111.30	169.90	132.80	123.00	31.80	7.90	0.00	0.00	56.10	67.10	114.90	122.30	937.10
1995	153.10	96.00	142.70	33.50	8.50	0.00	6.90	11.50	20.70	34.00	53.30	97.90	658.10
1996	127.20	87.00	111.20	65.20	32.50	0.00	0.40	27.70	29.80	52.20	88.30	130.50	752.00
1997	160.70	163.40	144.90	78.80	11.50	0.00	7.90	24.60	41.00	57.10	79.50	55.90	825.30
1998	82.60	184.50	119.10	81.20	0.00	12.00	0.00	8.10	5.00	70.90	111.00	41.40	715.80
1999	125.70	122.70	160.80	47.60	10.00	4.90	3.40	0.00	60.70	63.70	44.10	88.90	732.50
2000	144.70	115.90	64.80	26.50	10.70	19.60	5.40	40.30	28.50	115.60	22.90	124.70	719.60
2001	164.60	58.50	232.70	29.80	37.60	6.80	19.20	33.00	42.20	82.10	102.60	74.00	883.10
2002	83.20	189.50	130.30	65.30	26.20	0.80	37.90	19.90	43.50	111.90	87.40	91.50	887.40
2003	151.00	135.60	130.40	55.10	13.60	6.80	0.00	29.50	19.00	43.90	84.60	119.30	788.80
2004	240.40	55.60	35.80	55.20	98.00	18.80	6.40	22.30	46.20	29.40	72.40	35.00	715.50
2005	138.10	131.30	81.80	30.30	0.80	0.00	2.40	1.80	18.20	107.50	83.30	68.50	664.00
2006	231.40	38.50	80.80	47.70	3.80	0.00	0.00	7.20	19.80	43.60	59.00	84.70	616.50
2007	144.10	53.30	143.50	78.30	37.10	0.00	0.00	2.90	66.60	30.10	99.10	112.00	767.00
2008	130.10	42.80	78.20	20.00	3.50	8.50	0.00	3.50	16.30	79.70	27.50	117.10	527.20
2009	99.50	61.50	9.80	12.10	2.60	0.00	5.20	0.00	12.00	51.20	66.30	141.20	461.40
2010	112.50	83.20	110.70	31.30	1.30	1.90	0.60	6.10	55.50	35.50	72.60	95.80	607.00

N° AÑOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
MEDIA	147.56	114.80	105.87	52.67	15.41	7.81	5.43	14.62	34.37	54.38	68.44	102.00	723.36	
D. Est.	49.17	59.64	49.37	29.65	17.70	11.86	8.55	15.00	22.81	26.05	34.28	39.53	153.11	

Cuadro N° 8- 31 Serie de Evaporación Mensual Completada y Extendida Estación Huaraya - Moho.

EVAPORACIÓN MEDIA COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)																	
ESTACION		HUARAYA - MOHO						CODIGO:		787							
CUENCA : TITICACA		LATITUD: 15° 23' 00"		REGION : PUNO		PROP. SENAMHI		LONGITUD: 69° 28' 00"		PROVINCIA : MOHO		TIPO : C		ALTITUD: 3890 m.s.n.m.		DISTRITO : MOHO	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL				
1964	149.20	111.70	115.80	125.60	117.70	93.80	113.00	141.80	151.40	158.50	169.50	133.30	1581.30				
1965	114.40	98.30	125.50	101.80	115.20	105.30	122.70	149.70	151.00	182.70	147.30	127.60	1541.50				
1966	154.60	113.20	142.10	130.80	124.50	109.20	122.30	135.50	170.70	149.10	156.90	135.30	1644.20				
1967	143.30	113.10	95.60	138.00	114.00	110.80	101.40	129.80	141.40	147.30	176.20	129.10	1540.00				
1968	135.30	104.30	129.40	108.00	118.80	96.50	109.60	127.20	149.90	167.00	108.30	137.00	1491.30				
1969	128.50	121.10	136.90	135.00	122.50	113.60	109.10	135.00	157.40	192.70	105.20	153.80	1610.80				
1970	124.50	98.40	101.60	99.70	109.20	106.40	119.40	144.30	149.50	179.30	185.90	118.40	1536.60				
1971	128.70	92.80	106.90	119.70	115.20	109.50	121.80	135.50	180.30	161.20	154.10	118.10	1543.80				
1972	90.30	113.80	106.00	122.50	116.40	106.00	125.80	134.80	143.40	179.10	149.60	141.90	1529.60				
1973	120.50	118.50	117.50	124.60	116.40	112.80	117.60	130.00	132.10	149.80	152.70	140.60	1533.10				
1974	95.40	86.20	117.10	109.80	131.40	115.00	130.00	113.70	160.70	167.80	196.80	141.00	1564.90				
1975	111.80	92.00	114.40	134.30	114.50	101.90	118.00	147.50	145.20	159.80	148.10	115.70	1503.20				
1976	96.90	112.80	118.10	133.70	113.40	101.50	117.30	137.90	133.20	184.50	193.90	158.50	1601.70				
1977	150.90	107.70	112.00	129.10	124.90	111.80	121.90	150.70	161.90	171.20	136.50	129.70	1608.30				
1978	114.10	112.20	128.80	116.00	127.90	108.90	115.50	144.50	146.80	186.60	145.20	126.90	1573.40				
1979	111.40	123.40	107.70	112.70	103.10	108.30	119.10	146.30	165.20	157.50	166.50	125.70	1546.90				
1980	150.20	125.40	107.20	128.60	122.50	100.50	111.40	128.40	139.10	132.80	150.20	168.70	1565.00				
1981	112.80	96.90	110.50	107.10	108.50	97.90	113.10	122.20	137.80	137.60	147.60	126.10	1418.10				
1982	123.00	131.60	107.80	114.00	115.00	97.50	104.60	124.10	140.80	127.50	115.30	153.10	1454.30				
1983	130.90	123.20	142.50	129.90	130.70	104.40	118.80	124.60	148.40	151.00	155.70	157.70	1617.80				
1984	98.20	98.30	101.90	119.10	107.70	98.60	97.20	120.20	143.80	129.00	130.60	122.90	1367.50				
1985	114.20	102.10	121.90	110.80	115.40	89.80	96.20	110.00	147.10	135.30	126.00	67.40	1336.20				
1986	120.10	92.30	106.80	105.70	102.40	102.00	99.00	115.30	125.80	140.10	123.40	133.10	1366.00				
1987	112.30	118.80	136.80	111.40	111.90	110.10	118.20	127.80	141.50	141.70	115.90	143.85	1490.25				
1988	114.60	119.40	125.10	120.10	108.00	105.90	112.10	127.50	147.50	170.30	158.20	154.60	1563.30				
1989	97.00	106.00	114.80	127.70	127.40	110.90	112.80	124.90	149.70	136.50	142.10	157.70	1507.50				
1990	133.80	115.60	135.90	121.10	107.00	103.70	118.80	126.50	137.00	142.20	132.00	130.60	1504.20				
1991	129.90	115.70	114.60	108.90	103.90	88.90	105.40	130.50	136.50	154.80	151.60	152.80	1493.50				
1992	103.70	109.50	126.30	126.10	128.70	108.30	110.60	110.00	140.90	149.00	149.10	141.70	1503.90				
1993	105.30	127.30	104.70	96.00	101.90	90.80	112.00	124.30	131.30	148.10	130.50	116.60	1388.80				
1994	117.40	86.90	108.50	101.70	94.50	95.20	115.40	189.60	149.60	171.60	162.30	140.00	1532.70				
1995	132.50	116.10	102.50	108.80	122.00	109.10	112.40	152.30	142.30	181.10	158.60	167.30	1605.00				
1996	138.70	113.30	144.30	118.70	158.00	117.30	142.60	145.50	164.10	181.90	155.50	155.10	1735.00				
1997	142.00	142.10	150.30	139.30	145.80	110.70	127.80	127.20	116.80	131.20	148.00	157.50	1638.70				
1998	124.50	123.90	103.20	95.20	101.40	93.20	89.60	116.80	135.90	148.10	132.40	128.90	1393.10				
1999	120.50	119.70	106.90	82.20	83.80	87.20	95.80	122.10	116.60	120.30	130.60	122.30	1308.00				
2000	96.40	83.00	84.00	86.90	99.10	78.60	97.50	99.50	122.80	110.40	143.90	103.40	1205.50				
2001	105.40	97.40	101.20	98.90	95.70	97.00	110.80	133.20	137.10	138.90	132.70	152.00	1400.30				
2002	109.30	98.10	103.10	101.80	94.90	88.70	101.90	113.80	122.20	123.70	128.40	139.90	1325.80				
2003	110.20	101.20	99.40	91.70	95.00	90.00	104.90	128.70	135.90	139.10	128.60	155.90	1380.60				
2004	100.10	105.80	109.50	114.80	103.50	88.80	101.80	116.30	123.90	131.70	145.00	156.60	1397.80				
2005	108.70	92.70	97.30	103.10	111.00	105.40	116.40	129.30	130.60	134.60	115.30	55.60	1300.00				
2006	112.10	99.10	95.70	97.90	99.60	86.80	96.30	113.60	127.20	137.40	129.70	157.70	1353.10				
2007	121.80	112.60	96.00	87.90	93.60	89.50	100.50	121.40	128.90	127.60	125.20	149.90	1354.90				
2008	114.10	103.10	104.50	110.30	110.60	101.10	114.10	141.60	145.00	170.20	147.50	148.30	1510.40				
2009	135.90	112.40	117.50	127.00	127.00	109.00	119.90	146.00	149.10	151.90	162.20	157.70	1615.60				
2010	111.30	108.50	113.50	106.50	110.20	103.30	108.00	122.20	136.10	152.50	141.50	157.70	1471.30				
NP DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47				
MEDIA	119.5	108.9	114.2	113.6	113.2	101.5	112.1	130.6	142.4	152.0	144.9	137.6	1490.53				
DESV STD	16.0	12.6	14.7	14.3	13.8	9.0	10.4	14.9	13.5	19.9	20.2	22.1	109.86				
MIN	90.3	83.0	84.0	82.2	83.8	78.6	89.6	99.5	116.6	110.4	105.2	55.6	1205.50				
MAX	154.6	142.1	150.3	139.3	158.0	117.3	142.6	189.6	180.3	192.7	196.8	168.7	1735.00				

Cuadro N° 8- 32 Serie de Evaporación Mensual Completada y Extendida Estación Juli.

EVAPORACIÓN MEDIA COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)														
ESTACION	JULI												CODIGO:	880
CUENCA : TITICACA	LATITUD: 16° 13' 00"						REGION : PUNO							
PROP. SENAMHI	LONGITUD: 69° 27' 00"						PROVINCIA CHUCUITO							
TIPO : C	ALTITUD: 3820 m.s.n.m.						DISTRITO JULI							
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	154.60	119.80	135.10	133.20	144.60	121.50	130.70	129.60	170.40	177.00	182.90	151.70	1751.10	
1965	141.10	107.80	146.00	134.80	146.40	127.00	130.70	176.00	156.20	220.40	181.50	175.30	1843.20	
1966	164.50	132.50	137.20	156.50	158.30	119.00	123.00	170.00	175.00	193.90	161.90	145.60	1837.40	
1967	181.00	113.10	124.60	136.40	115.20	113.00	130.70	129.20	141.20	169.30	201.70	156.10	1711.50	
1968	146.30	105.00	129.80	130.00	113.10	103.70	113.00	150.00	163.60	197.50	157.50	156.10	1665.60	
1969	135.10	127.00	131.40	124.80	136.00	118.00	123.80	144.10	157.40	119.10	206.30	177.40	1700.40	
1970	150.50	109.70	121.50	122.30	126.60	118.20	67.50	152.00	163.50	239.00	138.50	86.70	1596.00	
1971	135.80	82.90	121.00	119.90	125.80	120.30	132.00	143.50	190.00	193.50	191.90	150.90	1707.50	
1972	123.90	122.00	114.20	121.80	135.00	115.70	123.80	107.60	150.10	195.20	198.00	202.10	1709.40	
1973	128.40	114.90	90.30	115.20	105.50	110.00	119.10	138.10	124.60	183.40	185.90	161.60	1577.00	
1974	114.00	112.90	118.30	103.20	125.00	108.20	115.20	104.20	141.50	168.60	192.40	166.90	1570.40	
1975	152.30	112.30	122.70	127.60	105.60	101.70	113.00	143.70	153.00	171.90	186.70	169.10	1659.60	
1976	129.20	130.20	120.30	127.00	122.00	104.00	107.40	124.60	127.40	206.50	197.90	176.10	1672.60	
1977	164.90	138.20	122.50	142.40	153.00	120.00	110.50	153.00	153.60	160.40	144.80	149.90	1713.20	
1978	135.90	115.20	142.50	134.80	132.00	111.00	94.10	111.70	119.90	177.90	176.20	146.40	1597.60	
1979	120.20	107.30	128.70	121.70	122.60	109.00	96.10	92.00	110.10	162.70	177.20	152.70	1500.30	
1980	149.70	129.00	123.20	118.40	116.40	105.40	108.90	111.70	113.00	128.20	126.20	153.80	1483.90	
1981	126.90	116.30	110.70	104.60	105.70	97.70	123.90	110.20	150.10	170.00	172.10	169.60	1557.80	
1982	141.30	122.00	143.20	136.10	135.50	121.10	130.70	133.90	173.50	157.30	197.40	178.90	1770.90	
1983	158.00	120.90	128.20	132.20	141.90	127.40	130.70	159.10	172.70	160.00	180.70	167.90	1779.70	
1984	148.70	112.30	112.90	114.10	115.10	108.20	130.70	118.10	173.70	146.80	165.90	157.80	1604.30	
1985	181.80	102.20	91.90	96.90	82.50	89.70	121.50	136.10	147.20	149.40	127.20	112.70	1439.10	
1986	111.60	89.60	100.40	105.70	105.50	95.20	101.10	103.90	136.50	184.10	165.40	132.80	1431.80	
1987	142.30	131.50	123.70	114.00	120.30	92.90	100.10	130.40	163.00	165.30	154.40	165.50	1603.40	
1988	149.30	133.00	101.40	100.80	90.50	84.50	95.20	130.30	172.90	187.40	163.80	153.60	1562.70	
1989	108.70	104.60	81.60	99.70	99.00	92.70	45.60	101.90	171.60	117.70	159.80	173.10	1356.00	
1990	135.80	131.50	136.00	94.90	94.90	72.50	103.10	119.30	139.50	157.10	151.50	143.90	1480.00	
1991	132.90	132.00	120.70	112.30	109.20	96.50	97.70	122.90	139.60	164.20	165.80	162.70	1556.50	
1992	127.20	136.40	136.40	133.80	120.30	96.80	106.40	108.70	161.40	178.60	161.70	182.30	1650.00	
1993	135.30	137.80	139.10	129.50	154.40	132.60	164.30	148.70	196.40	187.90	189.90	162.70	1878.60	
1994	156.70	128.90	156.00	134.40	147.50	140.90	152.70	178.60	192.30	225.60	210.20	190.40	2014.20	
1995	168.50	157.50	145.50	151.80	155.50	147.90	157.30	184.30	190.30	244.30	213.30	199.20	2115.40	
1996	165.20	134.90	169.80	141.20	154.40	138.00	144.50	169.70	190.20	243.80	204.10	179.90	2035.70	
1997	126.90	106.80	112.20	114.30	118.30	116.70	125.90	119.90	140.80	170.30	187.10	171.60	1610.80	
1998	146.20	118.70	162.30	139.90	147.90	110.30	141.60	167.20	192.50	214.20	188.10	185.00	1913.90	
1999	145.70	120.10	109.60	99.90	101.10	101.40	109.40	143.80	146.00	142.00	171.80	172.80	1563.60	
2000	124.00	120.90	113.40	110.70	117.20	100.10	123.90	125.70	164.70	152.10	209.90	159.80	1622.40	
2001	98.10	102.50	108.70	105.40	97.40	91.30	93.40	106.20	132.50	157.40	165.50	144.70	1403.10	
2002	125.50	100.10	113.50	100.20	98.10	87.20	87.10	109.00	141.10	149.00	155.70	146.30	1412.80	
2003	123.90	115.20	127.80	104.10	81.10	73.50	78.10	95.30	123.40	147.20	155.30	143.60	1368.50	
2004	111.80	111.50	117.00	110.90	102.20	85.40	89.10	99.10	120.70	176.30	179.10	159.00	1462.10	
2005	123.30	97.90	121.20	118.00	129.60	110.60	120.50	135.70	142.20	156.30	150.20	147.30	1552.80	
2006	112.40	122.00	125.70	111.60	121.00	102.60	121.70	142.80	161.90	190.00	152.60	161.60	1625.90	
2007	158.10	152.50	120.30	119.80	125.20	115.20	97.50	109.40	98.60	137.90	134.40	137.70	1506.60	
2008	119.90	127.20	125.50	128.90	136.80	121.50	130.70	135.40	173.70	182.90	170.90	138.80	1692.20	
2009	142.40	115.30	113.80	114.10	117.30	106.20	130.70	156.30	173.70	181.40	172.90	161.80	1685.90	
2010	137.20	119.40	120.40	109.80	111.70	104.10	119.80	118.60	160.20	166.70	140.20	127.10	1535.20	
Nº DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
MEDIA	138.6	119.2	123.8	120.4	121.7	108.2	115.2	131.9	154.3	175.1	172.9	158.9	1640.18	
DESV STD	18.8	14.5	17.1	14.8	19.8	16.0	22.1	23.5	23.6	29.2	22.3	20.6	168.83	
MIN	98.1	82.9	81.6	94.9	81.1	72.5	45.6	92.0	98.6	117.7	126.2	86.7	1356.00	
MAX	181.8	157.5	169.8	156.5	158.3	147.9	164.3	184.3	196.4	244.3	213.3	202.1	2115.40	

Cuadro N° 8- 33 Serie de Evaporación Mensual Completada y Extendida Estación Puno.

EVAPORACIÓN MEDIA COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)														
ESTACION	PUNO												CODIGO:	708
CUENCA : TITICACA	LATITUD: 15° 50' 00"			REGION : PUNO										
PROP. SENAMHI	LONGITUD: 70° 01' 00"			PROVINCIA : PUNO										
TIPO : C	ALTITUD: 3812 m.s.n.m.			DISTRITO : PUNO										
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	173.40	144.10	149.50	151.40	156.10	140.10	151.40	180.30	206.10	235.30	234.90	211.70	2134.30	
1965	168.50	128.80	147.70	152.20	148.50	133.50	140.10	167.30	177.60	218.60	218.40	186.40	1987.60	
1966	192.70	168.60	176.40	171.90	165.10	145.60	155.70	172.60	195.70	214.60	224.30	189.80	2173.00	
1967	179.30	145.10	138.10	141.70	129.00	120.00	128.20	153.90	165.60	205.70	238.80	165.10	1910.50	
1968	165.30	140.00	154.60	162.00	134.80	119.10	134.10	162.00	174.00	218.10	172.30	202.50	1938.80	
1969	163.00	147.40	170.80	161.00	159.40	145.80	133.00	169.40	184.20	225.10	220.00	210.10	2089.20	
1970	158.40	135.20	139.50	133.60	138.70	136.60	148.00	176.60	178.20	222.90	248.50	170.10	1986.30	
1971	147.50	128.00	157.70	151.70	145.00	145.90	152.20	171.70	218.30	227.90	216.50	180.70	2043.10	
1972	153.50	152.10	134.80	154.40	144.00	133.70	155.20	191.40	176.70	223.20	219.90	208.50	2047.40	
1973	165.00	144.10	144.80	133.90	137.70	125.80	127.60	168.00	157.80	210.30	207.70	190.00	1912.70	
1974	127.80	129.50	157.10	126.50	143.70	131.30	130.40	119.10	173.00	207.90	230.40	200.80	1877.50	
1975	155.00	128.10	153.50	158.10	138.50	121.40	131.20	176.30	180.90	192.90	224.70	179.10	1939.70	
1976	145.50	144.60	148.80	154.70	131.90	121.10	137.70	161.10	152.40	240.20	241.30	205.60	1984.90	
1977	202.90	146.60	156.00	160.40	142.10	105.40	126.90	174.30	172.40	195.30	179.20	177.10	1938.60	
1978	147.70	154.60	170.70	142.60	154.50	134.00	129.60	160.50	182.10	218.30	173.40	164.90	1932.90	
1979	138.10	158.90	146.90	145.80	134.90	131.00	130.00	165.50	191.40	204.30	220.70	192.00	1959.50	
1980	206.70	161.60	161.00	168.80	158.00	132.00	136.40	175.60	170.70	195.30	230.10	226.50	2122.70	
1981	165.80	135.90	158.20	141.60	142.60	127.70	157.70	162.00	183.30	203.20	238.10	186.80	2002.90	
1982	167.60	175.10	161.10	151.60	152.60	134.10	135.00	178.70	175.60	209.50	202.00	239.90	2082.80	
1983	232.90	186.90	204.90	177.30	163.90	159.90	175.50	182.50	213.20	235.40	263.00	217.40	2412.80	
1984	175.60	136.50	153.10	157.80	145.20	121.80	139.00	170.00	205.50	209.00	190.00	199.50	2003.00	
1985	181.60	139.20	167.30	142.10	140.00	117.90	142.10	166.40	178.60	225.80	165.10	157.00	1923.10	
1986	151.60	122.70	143.20	143.30	136.50	121.80	130.00	166.10	180.30	224.60	223.20	184.20	1927.50	
1987	146.80	171.30	166.30	162.00	159.00	125.50	127.30	174.90	208.10	222.40	199.20	232.80	2095.60	
1988	173.90	184.00	160.80	141.10	124.30	124.60	142.30	185.50	196.20	226.70	222.50	190.70	2072.60	
1989	107.50	152.20	157.90	146.00	130.00	117.40	128.90	159.00	201.90	223.40	207.30	234.90	1966.40	
1990	180.00	187.90	186.60	154.90	144.60	104.00	143.80	155.20	159.70	170.00	192.70	188.90	1968.30	
1991	188.30	165.80	166.80	142.90	133.10	116.70	126.70	151.00	146.20	203.20	198.50	194.80	1934.00	
1992	159.00	173.50	196.30	200.60	175.10	143.90	171.50	162.00	207.80	187.00	197.10	218.90	2192.70	
1993	159.10	156.90	155.60	138.10	146.50	140.10	158.70	150.30	169.70	169.40	179.40	170.20	1894.00	
1994	144.10	125.20	146.50	152.20	165.20	149.90	141.80	154.60	162.00	165.20	152.40	149.50	1808.60	
1995	156.60	148.60	145.60	142.50	160.60	145.40	155.20	168.00	155.40	191.10	170.00	160.70	1899.70	
1996	157.10	154.40	172.50	158.70	150.80	121.70	125.20	154.10	163.80	191.90	153.80	138.80	1842.80	
1997	138.50	134.10	164.70	144.00	139.30	113.20	113.70	117.80	128.00	141.80	157.90	156.70	1649.70	
1998	132.40	112.30	123.70	119.30	117.00	96.70	105.10	120.50	140.00	136.90	131.90	145.90	1481.70	
1999	128.50	127.80	117.70	129.80	112.30	106.10	104.20	118.50	127.00	129.10	143.40	150.30	1494.70	
2000	116.20	109.50	120.30	114.00	104.90	105.10	110.10	121.00	147.70	141.80	166.80	133.90	1491.30	
2001	122.00	123.20	127.40	114.40	95.40	88.00	92.00	105.80	135.20	162.40	166.00	149.50	1481.30	
2002	149.20	113.80	122.50	101.90	92.20	78.60	78.20	89.50	101.90	115.20	120.40	121.40	1284.80	
2003	109.20	113.30	123.90	92.50	86.50	61.10	84.40	91.20	108.70	140.30	164.50	150.20	1325.80	
2004	121.30	122.00	136.00	113.50	120.50	83.10	75.40	86.80	108.60	147.80	148.00	147.00	1410.00	
2005	132.40	103.00	120.50	110.90	101.30	87.90	101.70	96.90	118.10	119.50	118.80	121.30	1332.30	
2006	97.30	94.80	108.00	104.30	91.40	82.80	81.80	106.80	113.50	127.80	128.30	127.10	1263.90	
2007	134.40	116.50	95.60	93.60	86.10	86.90	68.70	94.70	94.60	134.60	116.80	126.90	1249.40	
2008	113.70	107.90	127.40	128.70	139.30	125.90	129.60	165.30	178.10	210.90	203.90	188.50	1819.20	
2009	172.00	146.20	160.00	153.00	149.40	128.90	125.60	164.00	176.00	202.40	218.90	196.80	1993.20	
2010	159.40	138.10	139.80	125.30	118.10	110.40	114.20	138.20	145.20	185.60	169.90	140.00	1684.20	
Nº DATOS	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
MEDIA	154.6	141.2	149.7	141.9	135.9	120.2	128.4	151.1	165.7	191.7	191.7	178.3	1850.36	
DESV STD	27.2	22.3	21.6	21.8	22.0	21.1	24.3	28.9	30.9	35.3	37.5	31.3	275.70	
MIN	97.3	94.8	95.6	92.5	86.1	61.1	68.7	86.8	94.6	115.2	116.8	121.3	1249.40	
MAX	232.9	187.9	204.9	200.6	175.1	159.9	175.5	191.4	218.3	240.2	263.0	239.9	2412.80	

ANEXO 5

**CALCULOS DE LOS COEFICIENTES PLUVIOMÉTRICOS Y PRECIPITACIÓN MEDIA EN LA CUENCA DEL
RÍO HUANCANÉ**

Cuadro N° 8- 34 Cálculo de los coeficientes pluviométricos de Thiessen Modificado para la Cuenca Huancané.

Área total de la Cuenca = 3533.655 Km²

Estación	Isoyeta (mm)		Precipitación entre Isoyetas	Área entre Isoyetas		Precipitación Media	Precipitación Media de la Isoyeta	Ki = Pai / Pei	Ri = Si / S	Coeficiente Pluviométrico CPI = Ki * Ri
	Inferior	Superior		Si (km ²)	Sj (km ²)					
Muñani	600.00	625.00	612.50	7.3591	4,507.45	658.390	641.30	1.027	0.208	0.2137
	625.00	650.00	637.50	166.6249	106,223.37					
	650.00	675.00	662.50	501.2797	332,097.80					
	675.00	700.00	687.50	60.3950	41,521.56					
			735.66	484,350.19						
Crucero	650.00	675.00	662.50	17.6838	11,715.52	687.671	822.91	0.836	0.026	0.0219
	675.00	700.00	687.50	56.6785	38,966.47					
	700.00	725.00	712.50	18.3192	13,052.43					
				92.68	63,734.42					
Ananea	625.00	650.00	637.50	90.7861	57,876.14	658.243	631.26	1.043	0.091	0.0954
	650.00	675.00	662.50	196.6725	130,295.53					
	675.00	700.00	687.50	35.7520	24,579.50					
				323.21	212,751.17					
Cojata	675.00	700.00	687.50	127.7847	87,851.98	735.238	723.36	1.016	0.160	0.1627
	700.00	725.00	712.50	120.7996	86,069.72					
	725.00	750.00	737.50	111.2351	82,035.89					
	750.00	775.00	762.50	100.8803	76,921.23					
	775.00	800.00	787.50	78.1715	61,560.06					
	825.00	812.50	812.50	26.3935	21,444.72					
	800.00	25.00	25.00	0.3937	9.84					
			565.66	415,893.43						
Huaraya - Moho	725.00	750.00	737.50	13.6354	10,056.11	804.773	870.77	0.924	0.081	0.0745
	750.00	775.00	762.50	53.3827	40,704.31					
	775.00	800.00	787.50	59.8040	47,095.65					
	800.00	825.00	812.50	68.2557	55,457.76					
	825.00	850.00	837.50	60.4224	50,603.76					
	850.00	875.00	862.50	29.4827	25,428.83					
			284.98	229,346.41						
Huancané	650.00	675.00	662.50	302.6091	200,478.53	681.534	666.97	1.022	0.175	0.1785
	675.00	700.00	687.50	198.1116	136,201.73					
	700.00	725.00	712.50	77.5694	55,268.20					
	725.00	750.00	737.50	38.8737	28,669.35					
				617.16	420,617.81					
Putina	650.00	675.00	662.50	199.8718	132,415.07	682.035	691.72	0.986	0.259	0.2551
	675.00	700.00	687.50	714.4276	491,168.98					
				914.30	623,584.04					
Total				3,533.655						1.0019

Cuadro N° 8- 35 Precipitación media de la cuenca del Rio Huancané por el método de Thiessen Modificado (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	80.37	130.04	158.67	48.13	25.42	0.76	1.22	1.90	20.24	41.89	68.46	70.44	647.5
1965	177.50	106.29	116.42	35.70	1.00	0.14	1.54	3.00	29.24	28.77	72.04	143.98	715.6
1966	87.06	132.21	77.15	23.10	52.55	0.00	0.00	0.08	20.23	39.23	65.69	72.91	570.2
1967	37.74	72.00	109.44	12.82	31.07	2.64	36.55	31.28	74.05	65.89	28.62	168.24	670.3
1968	96.89	160.11	62.11	41.83	11.12	1.25	30.75	17.65	50.73	44.29	106.61	52.78	676.1
1969	152.92	102.01	67.11	34.94	1.63	1.65	12.08	8.60	26.93	31.37	68.24	74.45	581.9
1970	154.79	94.33	94.17	71.90	19.93	0.25	4.07	3.63	48.24	51.02	27.89	172.12	742.3
1971	154.32	197.52	57.93	20.33	6.73	1.45	0.00	8.65	3.67	49.68	51.26	61.30	612.8
1972	151.39	88.51	66.12	37.29	2.97	0.26	2.98	17.00	28.42	40.43	80.79	108.39	624.6
1973	135.27	101.85	107.81	83.74	13.47	1.75	6.14	13.63	66.29	45.39	43.72	75.61	694.7
1974	155.97	132.28	66.78	42.29	2.03	7.80	2.60	23.20	18.18	48.11	37.11	94.97	631.3
1975	112.03	135.08	100.65	27.44	21.23	7.05	0.03	3.23	21.02	49.83	42.23	145.13	665.0
1976	175.69	138.99	121.34	46.64	22.00	9.87	4.82	17.42	74.64	7.64	20.12	94.21	733.4
1977	78.95	152.69	114.72	23.34	14.74	3.40	1.20	0.59	43.38	40.82	95.06	100.94	669.8
1978	149.57	154.81	109.61	59.06	3.47	7.55	1.40	0.29	30.42	21.72	135.58	201.09	874.6
1979	219.85	79.27	83.87	99.13	6.23	0.00	1.78	7.34	10.39	65.47	47.59	119.07	740.0
1980	138.57	83.70	125.02	20.27	10.32	1.89	9.73	8.90	53.17	88.85	33.11	73.05	646.6
1981	238.73	119.35	112.28	76.22	6.66	2.72	0.00	19.35	41.14	89.23	48.74	113.02	867.4
1982	186.65	71.02	106.43	66.05	2.18	0.93	0.32	8.46	52.26	48.85	127.55	55.16	725.9
1983	94.58	90.04	50.60	64.00	13.34	3.77	1.43	6.41	19.70	27.73	29.02	73.00	473.6
1984	231.90	205.07	103.61	36.67	8.12	8.25	4.00	29.39	5.42	67.98	123.39	121.49	945.3
1985	155.35	120.09	110.11	119.21	18.48	17.21	0.62	4.05	63.94	40.90	157.46	181.84	989.3
1986	135.56	166.41	137.85	102.60	14.86	0.00	6.54	15.26	57.68	18.23	78.49	131.20	864.7
1987	174.70	62.07	73.31	47.84	11.05	5.99	26.65	7.76	6.04	54.87	95.04	69.87	635.2
1988	156.36	96.46	170.80	91.30	29.16	0.00	0.00	1.35	5.88	45.70	9.14	110.35	716.5
1989	135.04	108.51	110.93	58.19	6.43	8.02	0.92	20.82	22.85	28.62	51.99	72.25	624.6
1990	149.68	61.37	52.56	30.31	6.12	56.82	0.31	13.11	16.96	84.02	92.56	91.35	655.2
1991	132.73	107.31	131.47	45.90	16.21	42.13	2.68	0.91	21.36	26.28	62.72	109.85	699.5
1992	155.84	80.45	54.63	18.63	0.02	9.17	2.90	62.92	15.76	45.89	59.69	128.19	634.1
1993	168.02	61.57	83.82	57.78	11.57	4.55	5.05	18.56	22.88	60.06	89.35	120.56	703.8
1994	136.81	131.38	120.26	78.47	19.33	4.30	0.00	12.96	30.63	44.96	101.11	129.74	809.9
1995	129.40	129.74	119.39	17.75	3.96	0.05	2.63	3.88	11.90	19.27	55.74	91.95	585.7
1996	155.73	79.53	82.90	37.58	20.23	0.00	2.27	12.46	17.89	26.30	97.36	106.94	639.2
1997	188.34	121.47	182.13	71.47	8.28	0.00	1.71	16.46	33.92	40.83	91.56	59.86	816.0
1998	94.71	108.72	103.02	47.09	0.06	8.20	0.00	2.05	2.87	67.89	96.42	35.28	566.3
1999	104.68	75.21	154.07	46.89	17.81	1.07	1.42	0.51	45.83	55.50	42.74	68.93	614.7
2000	126.68	101.01	90.96	14.63	5.90	18.35	1.47	18.76	16.83	109.61	21.97	112.76	638.9
2001	201.01	112.08	178.68	31.72	32.82	3.61	10.35	14.04	21.84	73.50	62.43	93.80	835.9
2002	96.92	155.26	126.86	59.36	15.53	2.58	23.61	9.98	34.40	110.17	77.92	107.87	820.5
2003	207.38	114.69	120.47	50.08	6.21	9.23	1.00	12.79	27.75	64.16	59.80	120.71	794.3
2004	257.24	121.48	70.54	48.66	29.17	9.51	6.39	20.83	32.16	33.87	65.44	92.32	787.6
2005	107.37	167.75	79.98	32.04	1.17	0.03	0.83	8.19	19.72	88.89	85.44	90.52	681.9
2006	200.23	49.78	62.96	58.18	1.73	3.36	0.00	6.25	26.51	50.65	66.80	108.30	634.8
2007	119.43	59.23	134.84	68.00	18.67	0.55	1.80	0.60	50.01	22.44	66.22	82.73	624.5
2008	134.40	72.00	65.58	11.99	8.23	1.65	0.17	1.42	10.65	61.32	43.77	156.90	568.1
2009	94.49	88.58	44.27	18.22	4.59	0.00	3.49	0.00	16.39	28.08	80.82	104.50	483.4
2010	129.42	105.01	111.48	45.85	3.53	1.12	0.52	3.23	39.28	46.71	56.88	111.70	654.7
MEDIA	145.92	110.73	101.82	48.52	12.50	5.76	4.81	11.04	29.99	49.85	68.55	103.86	693.37
DESV STD	45.31	36.13	34.42	25.23	10.72	10.39	8.20	11.17	18.70	23.14	31.75	35.43	109.94
MAXIMA	257.2	205.1	182.1	119.2	52.6	56.8	36.6	62.9	74.6	110.2	157.5	201.1	989.3
MINIMA	37.7	49.8	44.3	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	7.6	9.1	35.3	473.6

ANEXO 6

RESULTADOS DEL PROCESO DE CALIBRACION DEL MODELO SEAMOD

1

RESULTS OF THE SEASONAL STREAMFLOW SIMULATION MODEL

ESTIMATION OF WATERSHED PARAMETERS

CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ - CALIBRACIÓN (1964 - 1988)

INPUT PARAMETERS

NUMBER OF SUBWATERSHEDS	=	1	NUMBER OF MONTHS	=	300
FIRST MONTH OF RUN	=	1	LAST DRY MONTH	=	10
LAST WET MONTH	=	3	FIRST YEAR OF RUN	=	1964
NUMBER OF PLOTS	=	0	SYSTEM OF UNITS	=	METRIC

PARAMETERS TO BE OPTIMAZED ARE:

1 2 3 4 5 6 7

OBJECTIVE FUNCTION : SUM OF SQUARED ERRORS

INITIAL WATERSHED STORAGES

INITIAL GROUND WATER STORAGE	:	110.000
INITIAL SOIL MOISTURE STORAGE	:	51.300
INITIAL SURFACE WATER STORAGE	:	8.040

WATERSHED CHARACTERISTICS

AREA	:	3533.7
FIELD CAPACITY	:	51.300
ETP THRESHOLD	:	41.040
SATURATION CAPACITY	:	190.000
INFILTRATION CAPACITY : ASSUMED EXPONENTIAL FUNCTION OF SOIL WATER CONTENT		

1 ROSENBROCK - HILLCLIMB - PROCEEDURE

LOOP	STAGE	FUNCTION	PROGRESS	LATERAL PROGRESS	FBEST	ERROR
0	0	-.22594890E+18	.20458960E-42	.22912010E-38	-.22594890E+18	.00000000E+00

NUMBER OF FUNCTION EVALUATIONS = 0

VALUES OF X AT THIS STAGE (MODEL PARAMETERS)

X(1) = .860081E+00

X(2) = .376295E+00

X(3) = .338485E+00

X(4) = .506754E+00

X(5) = .338516E+00

X(6) = .136673E+00

X(7) = .849400E+02

LOOP	STAGE	FUNCTION	PROGRESS	LATERAL PROGRESS	FBEST	ERROR
1	1	-.22577960E+18	.26462680E-01	.53506970E-02	-.22575650E+18	.99500000E+00

NUMBER OF FUNCTION EVALUATIONS = 85

VALUES OF X AT THIS STAGE (MODEL PARAMETERS)

X(1) = .860276E+00

X(2) = .375318E+00

X(3) = .334579E+00

X(4) = .510465E+00

X(5) = .313223E+00

X(6) = .137454E+00

X(7) = .849455E+02

LOOP	STAGE	FUNCTION	PROGRESS	LATERAL PROGRESS	FBEST	ERROR
1	0	-.22634480E+18	.26462680E-01	.53506970E-02	-.22575650E+18	-.24009110E-02

NUMBER OF FUNCTION EVALUATIONS = 86

VALUES OF X AT THIS STAGE

(MODEL PARAMETERS)

$$X(1) = .860645E+00$$

$$X(2) = .373473E+00$$

$$X(3) = .327198E+00$$

$$X(4) = .517477E+00$$

$$X(5) = .265433E+00$$

$$X(6) = .138930E+00$$

$$X(7) = .849558E+02$$

OPTIMIZED PARAMETER VALUES

PAR. #	VALUE
1	.8606454
2	.3734733
3	.3271981
4	.5174766
5	.2654332
6	.1389304
7	84.95580

HISTORICAL STREAMFLOW

.406E+02	.373E+02	.461E+02	.356E+02	.123E+02	.570E+01	.380E+01	.320E+01	.330E+01	.220E+01	.580E+01	.115E+02
.482E+02	.750E+02	.688E+02	.294E+02	.800E+01	.390E+01	.300E+01	.210E+01	.230E+01	.180E+01	.260E+01	.129E+02
.231E+02	.308E+02	.265E+02	.124E+02	.550E+01	.320E+01	.340E+01	.120E+01	.900E+00	.160E+01	.470E+01	.107E+02
.166E+02	.144E+02	.338E+02	.800E+01	.270E+01	.170E+01	.230E+01	.160E+01	.200E+01	.390E+01	.160E+01	.189E+02
.122E+02	.491E+02	.319E+02	.149E+02	.720E+01	.390E+01	.290E+01	.240E+01	.190E+01	.210E+01	.780E+01	.126E+02
.382E+02	.282E+02	.181E+02	.157E+02	.430E+01	.260E+01	.270E+01	.270E+01	.140E+01	.130E+01	.160E+01	.230E+01
.252E+02	.401E+02	.550E+02	.509E+02	.114E+02	.400E+01	.280E+01	.200E+01	.320E+01	.200E+01	.160E+01	.224E+02
.553E+02	.106E+03	.701E+02	.146E+02	.780E+01	.560E+01	.470E+01	.350E+01	.190E+01	.170E+01	.250E+01	.210E+01
.365E+02	.490E+02	.269E+02	.167E+02	.600E+01	.420E+01	.340E+01	.240E+01	.250E+01	.200E+01	.880E+01	.179E+02
.458E+02	.579E+02	.531E+02	.418E+02	.152E+02	.620E+01	.550E+01	.350E+01	.340E+01	.400E+01	.390E+01	.610E+01
.627E+02	.764E+02	.628E+02	.244E+02	.870E+01	.590E+01	.490E+01	.540E+01	.540E+01	.390E+01	.400E+01	.113E+02
.219E+02	.623E+02	.675E+02	.218E+02	.102E+02	.680E+01	.470E+01	.360E+01	.290E+01	.320E+01	.400E+01	.167E+02
.696E+02	.554E+02	.396E+02	.132E+02	.680E+01	.510E+01	.310E+01	.260E+01	.580E+01	.240E+01	.120E+01	.270E+01
.115E+02	.354E+02	.701E+02	.273E+02	.590E+01	.350E+01	.240E+01	.190E+01	.220E+01	.180E+01	.530E+01	.840E+01
.367E+02	.719E+02	.562E+02	.232E+02	.860E+01	.330E+01	.280E+01	.180E+01	.170E+01	.130E+01	.460E+01	.464E+02
.962E+02	.651E+02	.380E+02	.347E+02	.140E+02	.610E+01	.380E+01	.270E+01	.170E+01	.360E+01	.220E+01	.970E+01
.241E+02	.345E+02	.437E+02	.188E+02	.530E+01	.320E+01	.250E+01	.160E+01	.170E+01	.360E+01	.350E+01	.250E+01
.641E+02	.735E+02	.873E+02	.340E+02	.840E+01	.490E+01	.360E+01	.310E+01	.280E+01	.700E+01	.730E+01	.160E+02
.992E+02	.281E+02	.684E+02	.364E+02	.111E+02	.600E+01	.420E+01	.310E+01	.520E+01	.510E+01	.173E+02	.180E+02
.133E+02	.370E+02	.870E+01	.820E+01	.510E+01	.270E+01	.230E+01	.180E+01	.180E+01	.170E+01	.140E+01	.160E+01
.547E+02	.996E+02	.624E+02	.300E+02	.870E+01	.460E+01	.340E+01	.270E+01	.250E+01	.380E+01	.790E+01	.246E+02
.921E+02	.642E+02	.618E+02	.689E+02	.262E+02	.140E+02	.570E+01	.350E+01	.560E+01	.540E+01	.135E+02	.677E+02
.789E+02	.900E+02	.693E+02	.485E+02	.283E+02	.830E+01	.480E+01	.320E+01	.320E+01	.280E+01	.280E+01	.374E+02
.752E+02	.453E+02	.233E+02	.167E+02	.710E+01	.420E+01	.380E+01	.200E+01	.110E+01	.210E+01	.410E+01	.710E+01
.560E+02	.388E+02	.528E+02	.676E+02	.169E+02	.630E+01	.400E+01	.240E+01	.190E+01	.240E+01	.280E+01	.700E+01

CALCULATED STREAMFLOW

.425E+02	.353E+02	.581E+02	.374E+02	.219E+02	.147E+02	.946E+01	.634E+01	.440E+01	.286E+01	.227E+01	.138E+01
.465E+02	.488E+02	.530E+02	.272E+02	.169E+02	.116E+02	.749E+01	.503E+01	.349E+01	.228E+01	.181E+01	.336E+02
.224E+02	.442E+02	.250E+02	.142E+02	.923E+01	.641E+01	.418E+01	.281E+01	.195E+01	.127E+01	.101E+01	.612E+00
.383E+00	.266E+00	.131E+02	.744E+01	.484E+01	.337E+01	.219E+01	.147E+01	.103E+01	.668E+00	.530E+00	.424E+02
.332E+02	.633E+02	.371E+02	.210E+02	.137E+02	.953E+01	.620E+01	.417E+01	.290E+01	.189E+01	.125E+02	.759E+01
.382E+02	.407E+02	.283E+02	.142E+02	.876E+01	.597E+01	.387E+01	.260E+01	.180E+01	.117E+01	.931E+00	.565E+00
.348E+02	.341E+02	.332E+02	.162E+02	.975E+01	.660E+01	.426E+01	.286E+01	.199E+01	.129E+01	.103E+01	.446E+02
.635E+02	.106E+03	.599E+02	.340E+02	.221E+02	.154E+02	.100E+02	.674E+01	.468E+01	.305E+01	.242E+01	.147E+01
.363E+02	.276E+02	.162E+02	.917E+01	.597E+01	.415E+01	.270E+01	.182E+01	.126E+01	.824E+00	.653E+00	.119E+02
.367E+02	.406E+02	.337E+02	.193E+02	.125E+02	.866E+01	.564E+01	.379E+01	.264E+01	.172E+01	.136E+01	.826E+00
.355E+02	.554E+02	.399E+02	.197E+02	.120E+02	.814E+01	.526E+01	.353E+01	.245E+01	.160E+01	.127E+01	.572E+01
.214E+02	.478E+02	.349E+02	.195E+02	.126E+02	.874E+01	.569E+01	.382E+01	.266E+01	.173E+01	.137E+01	.305E+02
.679E+02	.807E+02	.639E+02	.358E+02	.232E+02	.161E+02	.105E+02	.706E+01	.491E+01	.320E+01	.254E+01	.677E+01
.424E+01	.401E+02	.409E+02	.252E+02	.155E+02	.106E+02	.686E+01	.460E+01	.320E+01	.208E+01	.682E+01	.164E+02
.451E+02	.702E+02	.521E+02	.295E+02	.192E+02	.133E+02	.869E+01	.585E+01	.407E+01	.265E+01	.279E+02	.786E+02
.120E+03	.817E+02	.459E+02	.353E+02	.242E+02	.162E+02	.104E+02	.700E+01	.486E+01	.316E+01	.251E+01	.183E+02
.424E+02	.284E+02	.386E+02	.219E+02	.143E+02	.991E+01	.645E+01	.434E+01	.302E+01	.559E+01	.444E+01	.269E+01
.774E+02	.774E+02	.663E+02	.350E+02	.221E+02	.152E+02	.984E+01	.661E+01	.460E+01	.482E+01	.383E+01	.161E+02
.646E+02	.486E+02	.372E+02	.209E+02	.135E+02	.938E+01	.610E+01	.410E+01	.285E+01	.186E+01	.231E+02	.140E+02
.135E+02	.171E+02	.131E+02	.625E+01	.373E+01	.252E+01	.162E+01	.109E+01	.755E+00	.492E+00	.390E+00	.237E+00
.760E+02	.115E+03	.783E+02	.444E+02	.289E+02	.201E+02	.131E+02	.881E+01	.612E+01	.399E+01	.260E+02	.340E+02
.591E+02	.605E+02	.500E+02	.463E+02	.295E+02	.204E+02	.132E+02	.889E+01	.618E+01	.402E+01	.401E+02	.765E+02
.826E+02	.985E+02	.843E+02	.595E+02	.376E+02	.259E+02	.168E+02	.113E+02	.784E+01	.510E+01	.405E+01	.291E+02
.638E+02	.441E+02	.249E+02	.141E+02	.919E+01	.639E+01	.416E+01	.280E+01	.194E+01	.127E+01	.763E+01	.462E+01
.414E+02	.346E+02	.640E+02	.397E+02	.258E+02	.180E+02	.117E+02	.787E+01	.547E+01	.356E+01	.283E+01	.142E+02

PER CENT DIFFERENCES

4.637	5.314	25.930	5.157	78.310	157.894	148.843	98.033	33.336	30.169	60.824	88.021
3.605	34.947	23.040	7.490	111.136	196.400	149.597	139.500	51.947	26.392	30.567	160.342
2.992	43.332	5.728	14.272	67.743	100.441	22.830	134.147	117.048	20.508	78.526	94.281
97.690	98.153	61.207	7.037	79.343	98.029	4.699	7.830	48.736	82.883	66.891	124.097
171.758	28.924	16.306	1.234	90.300	144.250	113.869	73.869	52.689	10.053	60.502	39.757
.089	44.456	56.210	9.257	103.706	129.765	43.157	3.879	28.794	9.711	41.789	75.448
37.969	14.883	39.572	68.248	14.501	65.056	52.219	42.982	37.927	35.354	35.881	98.875
14.809	.038	14.558	132.684	183.577	174.603	113.031	92.469	146.492	79.372	3.208	30.135
.454	43.683	39.874	45.067	.450	1.128	20.478	24.204	49.413	58.828	92.575	33.252
19.796	29.879	36.507	53.758	17.808	39.757	2.498	8.340	22.470	57.093	65.078	86.463
43.345	27.506	36.426	19.253	37.691	37.929	7.316	34.644	54.599	59.080	68.342	49.409
2.517	23.312	48.340	10.650	23.487	28.492	20.955	6.220	8.335	45.913	65.664	82.799
2.450	45.682	61.242	171.557	241.64	216.225	238.566	171.551	15.374	33.156	111.331	150.880
63.096	13.313	41.664	7.782	163.020	202.649	185.655	142.295	45.389	15.675	28.625	95.608
22.932	2.426	7.310	27.204	123.312	304.530	210.406	224.859	139.135	103.608	506.221	69.347
24.444	25.423	20.877	1.646	72.803	166.087	174.860	159.273	185.932	12.121	14.098	89.132
75.800	17.753	11.653	16.479	169.01	209.762	158.158	171.389	77.579	55.385	26.830	7.658
20.812	5.340	24.042	3.016	162.604	209.561	173.362	113.336	64.148	31.081	47.558	.871
34.842	72.885	45.584	42.694	21.702	56.258	45.260	32.386	45.134	63.577	33.732	22.069
1.809	53.887	50.382	23.837	26.918	6.846	29.494	39.579	58.037	71.080	72.136	85.218
38.980	15.818	25.529	48.089	232.478	337.169	285.101	226.270	144.979	4.938	228.561	38.077
35.832	5.756	19.174	32.806	12.543	45.373	131.936	153.941	10.315	25.520	197.242	12.983
4.670	9.439	21.657	22.642	32.762	211.585	249.665	252.514	144.995	82.284	44.647	22.097
15.202	2.768	6.819	15.509	29.368	52.032	9.405	39.854	76.782	39.708	86.002	34.876
26.168	10.811	21.122	41.281	52.927	185.205	192.473	227.960	188.009	48.455	.978	102.888

AVERAGE DIFF. IN PER CENT 36.765

ABSOLUTE DIFFERENCES

.188E+01	.198E+01	.120E+02	.184E+01	.963E+01	.900E+01	.566E+01	.314E+01	.110E+01	.664E+00	.353E+01	.101E+02
.174E+01	.262E+02	.159E+02	.220E+01	.889E+01	.766E+01	.449E+01	.293E+01	.119E+01	.475E+00	.795E+00	.207E+02
.691E+00	.133E+02	.152E+01	.177E+01	.373E+01	.321E+01	.776E+00	.161E+01	.105E+01	.328E+00	.369E+01	.101E+02
.162E+02	.141E+02	.207E+02	.563E+00	.214E+01	.167E+01	.108E+00	.125E+00	.975E+00	.323E+01	.107E+01	.235E+02
.210E+02	.142E+02	.520E+01	.614E+01	.650E+01	.563E+01	.330E+01	.177E+01	.100E+01	.211E+00	.472E+01	.501E+01
.338E-01	.125E+02	.102E+02	.145E+01	.446E+01	.337E+01	.117E+01	.105E+00	.403E+00	.126E+00	.669E+00	.174E+01
.957E+01	.597E+01	.218E+02	.347E+02	.165E+01	.260E+01	.146E+01	.860E+00	.121E+01	.707E+00	.574E+00	.222E+02
.819E+01	.406E-01	.102E+02	.194E+02	.143E+02	.978E+01	.531E+01	.324E+01	.278E+01	.135E+01	.802E-01	.633E+00
.166E+00	.214E+02	.107E+02	.753E+01	.270E-01	.474E-01	.696E+00	.581E+00	.124E+01	.118E+01	.815E+01	.595E+01
.907E+01	.173E+02	.194E+02	.225E+02	.271E+01	.246E+01	.137E+00	.292E+00	.764E+00	.228E+01	.254E+01	.527E+01
.272E+02	.210E+02	.229E+02	.470E+01	.328E+01	.224E+01	.359E+00	.187E+01	.295E+01	.230E+01	.273E+01	.558E+01
.551E+00	.145E+02	.326E+02	.232E+01	.240E+01	.194E+01	.985E+00	.224E+00	.242E+00	.147E+01	.263E+01	.138E+02
.171E+01	.253E+02	.243E+02	.226E+02	.164E+02	.110E+02	.740E+01	.446E+01	.892E+00	.796E+00	.134E+01	.407E+01
.726E+01	.471E+01	.292E+02	.212E+01	.962E+01	.709E+01	.446E+01	.270E+01	.999E+00	.282E+00	.152E+01	.803E+01
.842E+01	.174E+01	.411E+01	.631E+01	.106E+02	.100E+02	.589E+01	.405E+01	.237E+01	.135E+01	.233E+02	.322E+02
.235E+02	.166E+02	.793E+01	.571E+00	.102E+02	.101E+02	.665E+01	.430E+01	.316E+01	.436E+00	.310E+00	.865E+01
.183E+02	.612E+01	.509E+01	.310E+01	.896E+01	.671E+01	.395E+01	.274E+01	.132E+01	.199E+01	.939E+00	.191E+00
.133E+02	.392E+01	.210E+02	.103E+01	.137E+02	.103E+02	.624E+01	.351E+01	.180E+01	.218E+01	.347E+01	.139E+00
.346E+02	.205E+02	.312E+02	.155E+02	.241E+01	.338E+01	.190E+01	.100E+01	.235E+01	.324E+01	.584E+01	.397E+01
.241E+00	.199E+02	.438E+01	.195E+01	.137E+01	.185E+00	.678E+00	.713E+00	.104E+01	.121E+01	.101E+01	.136E+01
.213E+02	.158E+02	.159E+02	.144E+02	.202E+02	.155E+02	.969E+01	.611E+01	.362E+01	.188E+00	.181E+02	.937E+01
.330E+02	.370E+01	.119E+02	.226E+02	.329E+01	.635E+01	.752E+01	.539E+01	.578E+00	.138E+01	.266E+02	.879E+01
.368E+01	.850E+01	.150E+02	.110E+02	.927E+01	.176E+02	.120E+02	.808E+01	.464E+01	.230E+01	.125E+01	.827E+01
.114E+02	.125E+01	.159E+01	.259E+01	.209E+01	.219E+01	.357E+00	.797E+00	.845E+00	.834E+00	.353E+01	.248E+01
.147E+02	.419E+01	.112E+02	.279E+02	.895E+01	.117E+02	.770E+01	.547E+01	.357E+01	.116E+01	.274E-01	.720E+01

SUM OF ABSOLUTE DIFFERENCES = 2099.939

OBJECTIVE FUNCTION

DRY MONTHS - .9281E+04

WET MONTHS - .2362E+05

OBJECTIVE FUNCTION -(WET + DRY SEASONS) = .329E+05

ANEXO 7

RESULTADOS DEL PROCESO DE SIMULACION Y GENERACION DE DESCARGAS POR EL MODELO SEAMOD

RESULTS OF THE SEASONAL STREAMFLOW SIMULATION MODEL

SIMULATION OF SEASONAL STREAMFLOW,
CUENCA DEL RÍO HUANCANÉ - SIMULACIÓN (1989 - 2010)

INPUT PARAMETERS

NUMBER OF SUBWATERSHEDS	=	1	NUMBER OF MONTHS	=	264
FIRST MONTH OF RUN	=	1	LAST DRY MONTH	=	10
LAST WET MONTH	=	3	FIRST YEAR OF RUN	=	1989
NUMBER OF PLOTS	=	0	SYSTEM OF UNITS	=	METRIC

OBJECTIVE FUNCTION : SUM OF SQUARED ERRORS

INITIAL WATERSHED STORAGES

INITIAL GROUND WATER STORAGE	:	110.000
INITIAL SOIL MOISTURE STORAGE	:	51.300
INITIAL SURFACE WATER STORAGE	:	11.030

WATERSHED CHARACTERISTICS

AREA	:	3533.7
FIELD CAPACITY	:	51.300
ETP THRESHOLD	:	41.040
SATURATION CAPACITY	:	190.000
INFILTRATION CAPACITY	:	ASSUMED EXPONENTIAL FUNCTION OF SOIL WATER CONTENT

OPTIMIZED PARAMETERS TO BE USED FOR SIMULATION

EVAPOTRANSPIRATION COEFFICIENT	=	.861
WET SEASON RUN OFF COEFFICIENT	=	.373
DRY SEASON RUNOFF COEFFICIENT	=	.327
GROUND WATER FLOW COEFFICIENT	=	.517
BASE FLOW COEFFICIENT	=	.265
WET SEASON INFILTRATION COEFFICIENT	=	.139
DRY SEASON INFILTRATION COEFFICIENT	=	84.956

HISTORICAL STREAMFLOW

.189E+02	.345E+02	.418E+02	.268E+02	.780E+01	.420E+01	.360E+01	.210E+01	.160E+01	.190E+01	.250E+01	.190E+01
.200E+02	.162E+02	.109E+02	.670E+01	.410E+01	.380E+01	.250E+01	.160E+01	.140E+01	.210E+01	.130E+02	.174E+02
.205E+02	.224E+02	.261E+02	.251E+02	.145E+02	.730E+01	.520E+01	.410E+01	.390E+01	.380E+01	.570E+01	.880E+01
.472E+02	.348E+02	.303E+02	.940E+01	.450E+01	.340E+01	.240E+01	.370E+01	.160E+01	.170E+01	.250E+01	.800E+01
.452E+02	.317E+02	.303E+02	.258E+02	.114E+02	.590E+01	.380E+01	.280E+01	.300E+01	.500E+01	.950E+01	.357E+02
.481E+02	.866E+02	.480E+02	.595E+02	.190E+02	.790E+01	.590E+01	.370E+01	.290E+01	.380E+01	.780E+01	.219E+02
.404E+02	.240E+02	.508E+02	.172E+02	.650E+01	.430E+01	.340E+01	.290E+01	.280E+01	.280E+01	.410E+01	.410E+01
.215E+02	.324E+02	.204E+02	.167E+02	.570E+01	.340E+01	.240E+01	.190E+01	.170E+01	.190E+01	.370E+01	.126E+02
.566E+02	.903E+02	.971E+02	.427E+02	.110E+02	.590E+01	.360E+01	.380E+01	.280E+01	.400E+00	.900E+00	.400E+00
.910E+01	.219E+02	.308E+02	.204E+02	.530E+01	.310E+01	.270E+01	.220E+01	.190E+01	.210E+01	.390E+01	.650E+01
.135E+02	.213E+02	.566E+02	.271E+02	.111E+02	.400E+01	.250E+01	.220E+01	.260E+01	.420E+01	.380E+01	.530E+01
.153E+02	.471E+02	.520E+02	.109E+02	.510E+01	.430E+01	.300E+01	.240E+01	.210E+01	.430E+01	.320E+01	.590E+01
.976E+02	.794E+02	.651E+02	.307E+02	.162E+02	.810E+01	.510E+01	.380E+01	.400E+01	.540E+01	.560E+01	.840E+01
.196E+02	.731E+02	.821E+02	.369E+02	.141E+02	.490E+01	.430E+01	.320E+01	.460E+01	.107E+02	.122E+02	.400E+02
.980E+02	.863E+02	.746E+02	.802E+02	.117E+02	.640E+01	.560E+01	.460E+01	.420E+01	.780E+01	.550E+01	.128E+02
.111E+03	.922E+02	.249E+02	.156E+02	.143E+02	.470E+01	.390E+01	.340E+01	.450E+01	.260E+01	.740E+01	.640E+01
.254E+02	.887E+02	.272E+02	.231E+02	.730E+01	.360E+01	.270E+01	.180E+01	.130E+01	.400E+01	.440E+01	.115E+02
.789E+02	.371E+02	.402E+02	.271E+02	.970E+01	.550E+01	.340E+01	.200E+01	.340E+01	.560E+01	.101E+02	.219E+02
.262E+02	.305E+02	.366E+02	.426E+02	.201E+02	.870E+01	.460E+01	.330E+01	.350E+01	.320E+01	.710E+01	.111E+02
.237E+02	.363E+02	.218E+02	.730E+01	.140E+01	.180E+01	.200E+01	.140E+01	.160E+01	.360E+01	.270E+01	.534E+02
.354E+02	.233E+02	.206E+02	.112E+02	.400E+01	.260E+01	.280E+01	.190E+01	.160E+01	.230E+01	.260E+01	.117E+02
.490E+02	.479E+02	.403E+02	.327E+02	.112E+02	.520E+01	.290E+01	.230E+01	.250E+01	.200E+01	.340E+01	.760E+01

CALCULATED STREAMFLOW

.707E+02	.452E+02	.371E+02	.204E+02	.131E+02	.909E+01	.591E+01	.397E+01	.276E+01	.180E+01	.143E+01	.865E+00
.359E+02	.249E+02	.141E+02	.798E+01	.520E+01	.361E+01	.235E+01	.158E+01	.110E+01	.717E+00	.896E+01	.102E+02
.309E+02	.337E+02	.458E+02	.284E+02	.174E+02	.119E+02	.767E+01	.515E+01	.358E+01	.233E+01	.185E+01	.162E+02
.450E+02	.326E+02	.231E+02	.117E+02	.724E+01	.494E+01	.320E+01	.215E+01	.149E+01	.972E+00	.771E+00	.218E+02
.590E+02	.465E+02	.243E+02	.134E+02	.118E+02	.668E+01	.403E+01	.264E+01	.182E+01	.118E+01	.589E+01	.211E+02
.432E+02	.610E+02	.519E+02	.291E+02	.189E+02	.131E+02	.853E+01	.574E+01	.399E+01	.260E+01	.121E+02	.294E+02
.448E+02	.587E+02	.507E+02	.286E+02	.186E+02	.129E+02	.840E+01	.565E+01	.393E+01	.256E+01	.203E+01	.704E+01
.393E+02	.282E+02	.215E+02	.105E+02	.637E+01	.432E+01	.279E+01	.187E+01	.130E+01	.847E+00	.796E+01	.161E+02
.630E+02	.637E+02	.883E+02	.538E+02	.334E+02	.229E+02	.148E+02	.994E+01	.691E+01	.450E+01	.761E+01	.462E+01
.769E+01	.232E+02	.307E+02	.149E+02	.901E+01	.610E+01	.394E+01	.264E+01	.184E+01	.120E+01	.999E+01	.606E+01
.135E+02	.938E+01	.472E+02	.246E+02	.153E+02	.105E+02	.682E+01	.458E+01	.318E+01	.207E+01	.165E+01	.998E+00
.212E+02	.274E+02	.301E+02	.139E+02	.811E+01	.543E+01	.349E+01	.234E+01	.162E+01	.117E+02	.928E+01	.193E+02
.737E+02	.775E+02	.874E+02	.489E+02	.317E+02	.220E+02	.143E+02	.962E+01	.669E+01	.436E+01	.346E+01	.662E+01
.135E+02	.514E+02	.505E+02	.285E+02	.185E+02	.129E+02	.837E+01	.563E+01	.391E+01	.146E+02	.115E+02	.196E+02
.732E+02	.698E+02	.588E+02	.333E+02	.217E+02	.151E+02	.982E+01	.661E+01	.459E+01	.299E+01	.237E+01	.191E+02
.101E+03	.977E+02	.538E+02	.299E+02	.193E+02	.134E+02	.870E+01	.585E+01	.407E+01	.265E+01	.210E+01	.683E+01
.153E+02	.608E+02	.447E+02	.218E+02	.132E+02	.894E+01	.577E+01	.387E+01	.269E+01	.367E+01	.651E+01	.903E+01
.634E+02	.439E+02	.248E+02	.141E+02	.916E+01	.637E+01	.415E+01	.279E+01	.194E+01	.126E+01	.100E+01	.134E+02
.257E+02	.178E+02	.351E+02	.199E+02	.149E+02	.945E+01	.596E+01	.397E+01	.275E+01	.179E+01	.142E+01	.274E+01
.270E+02	.181E+02	.106E+02	.601E+01	.391E+01	.272E+01	.177E+01	.119E+01	.829E+00	.540E+00	.428E+00	.357E+02
.315E+02	.275E+02	.146E+02	.808E+01	.521E+01	.361E+01	.235E+01	.158E+01	.110E+01	.715E+00	.567E+00	.141E+02
.310E+02	.358E+02	.357E+02	.199E+02	.129E+02	.894E+01	.582E+01	.391E+01	.272E+01	.177E+01	.141E+01	.164E+02

PER CENT DIFFERENCES

274.112	30.916	11.182	23.749	68.279	116.313	64.079	89.157	72.578	5.381	42.936	54.476
79.273	53.523	29.121	19.146	26.771	4.907	5.890	1.066	21.392	65.879	31.056	41.435
50.760	50.358	75.339	13.242	20.114	62.519	47.561	25.643	8.234	38.693	67.569	83.814
4.573	6.417	23.751	24.758	60.851	45.387	33.323	41.926	6.690	42.831	69.153	172.191
30.537	46.608	19.972	48.137	3.877	13.292	5.966	5.766	39.382	76.385	38.028	40.806
10.132	29.573	8.105	51.045	.642	65.884	44.550	55.055	37.530	31.664	55.166	34.178
10.770	144.511	.181	66.307	185.837	200.158	147.102	94.899	40.335	8.629	50.483	71.752
82.649	13.042	5.387	36.959	11.823	27.161	16.348	1.380	23.435	55.408	115.176	28.056
11.329	29.519	9.039	26.092	203.678	287.345	311.165	161.629	146.718	1024.264	745.705	1053.712
15.466	5.965	.252	26.775	69.966	96.830	45.889	20.128	3.383	43.101	156.045	6.854
0.162	55.965	16.583	9.397	38.237	163.092	172.867	108.321	22.492	50.635	56.705	81.179
38.520	41.842	42.121	27.249	58.966	26.261	16.382	2.517	22.646	171.990	190.030	227.912
24.445	2.460	34.308	59.422	95.548	171.382	180.462	153.199	67.219	19.353	38.288	21.160
31.033	29.668	38.494	22.787	31.260	162.396	94.637	75.954	14.904	36.014	5.336	51.010
25.305	19.109	21.132	58.436	85.411	135.613	75.314	43.591	9.335	61.668	56.861	48.834
8.374	5.935	116.190	91.744	34.941	184.581	123.082	72.108	9.603	1.865	71.599	6.640
39.626	31.513	64.364	5.560	80.578	148.206	113.692	115.077	106.858	8.381	48.032	21.496
19.620	18.298	38.268	48.074	5.554	15.798	21.963	39.496	42.952	77.448	90.077	38.974
2.047	41.634	3.999	53.218	25.948	8.613	29.644	20.344	21.377	44.070	80.004	75.302
13.908	50.192	51.390	17.663	179.534	51.153	11.426	14.867	48.212	85.014	84.143	33.130
10.970	18.142	29.278	27.858	30.198	38.801	16.171	16.913	31.412	68.935	78.193	20.141
36.724	25.228	11.422	39.041	15.073	71.922	100.569	70.106	8.793	11.458	58.669	116.309

AVERAGE DIFF. IN PER CENT :36.259

ABSOLUTE DIFFERENCES

.518E+02	.107E+02	.467E+01	.636E+01	.533E+01	.489E+01	.231E+01	.187E+01	.116E+01	.102E+00	.107E+01	.104E+01
.159E+02	.867E+01	.317E+01	.128E+01	.110E+01	.186E+00	.147E+00	.171E-01	.299E+00	.138E+01	.404E+01	.721E+01
.104E+02	.113E+02	.197E+02	.332E+01	.292E+01	.456E+01	.247E+01	.105E+01	.321E+00	.147E+01	.385E+01	.738E+01
.216E+01	.223E+01	.720E+01	.233E+01	.274E+01	.154E+01	.800E+00	.155E+01	.107E+00	.728E+00	.173E+01	.138E+02
.138E+02	.148E+02	.605E+01	.124E+02	.442E+00	.784E+00	.227E+00	.161E+00	.118E+01	.382E+01	.361E+01	.146E+02
.487E+01	.256E+02	.389E+01	.304E+01	.122E+00	.520E+01	.263E+01	.204E+01	.109E+01	.120E+01	.430E+01	.749E+01
.435E+01	.347E+02	.921E-01	.114E+02	.121E+02	.861E+01	.500E+01	.275E+01	.113E+01	.242E+00	.207E+01	.294E+01
.178E+02	.423E+01	.110E+01	.617E+01	.674E+00	.923E+00	.392E+00	.262E-01	.398E+00	.105E+01	.426E+01	.354E+01
.641E+01	.267E+02	.878E+01	.111E+02	.224E+02	.170E+02	.112E+02	.614E+01	.411E+01	.410E+01	.671E+01	.422E+01
.141E+01	.131E+01	.775E-01	.546E+01	.371E+01	.300E+01	.124E+01	.443E+00	.643E-01	.905E+00	.609E+01	.446E+00
.219E-01	.119E+02	.939E+01	.255E+01	.424E+01	.652E+01	.432E+01	.238E+01	.585E+00	.213E+01	.215E+01	.430E+01
.589E+01	.197E+02	.219E+02	.297E+01	.301E+01	.113E+01	.492E+00	.604E-01	.476E+00	.740E+01	.608E+01	.134E+02
.239E+02	.195E+01	.223E+02	.182E+02	.155E+02	.139E+02	.920E+01	.582E+01	.269E+01	.105E+01	.214E+01	.178E+01
.608E+01	.217E+02	.316E+02	.841E+01	.441E+01	.796E+01	.407E+01	.243E+01	.686E+00	.385E+01	.651E+00	.204E+02
.248E+02	.165E+02	.158E+02	.469E+02	.999E+01	.868E+01	.422E+01	.201E+01	.392E+00	.481E+01	.313E+01	.625E+01
.925E+01	.547E+01	.289E+02	.143E+02	.500E+01	.868E+01	.480E+01	.245E+01	.432E+00	.485E-01	.530E+01	.425E+00
.101E+02	.280E+02	.175E+02	.128E+01	.588E+01	.534E+01	.307E+01	.207E+01	.139E+01	.335E+00	.211E+01	.247E+01
.155E+02	.679E+01	.154E+02	.130E+02	.539E+00	.869E+00	.747E+00	.790E+00	.146E+01	.434E+01	.910E+01	.854E+01
.536E+00	.127E+02	.146E+01	.227E+02	.522E+01	.749E+00	.136E+01	.671E+00	.748E+00	.141E+01	.568E+01	.836E+01
.330E+01	.182E+02	.112E+02	.129E+01	.251E+01	.921E+00	.229E+00	.208E+00	.771E+00	.306E+01	.227E+01	.177E+02
.388E+01	.423E+01	.603E+01	.312E+01	.121E+01	.101E+01	.453E+00	.321E+00	.503E+00	.159E+01	.203E+01	.236E+01
.180E+02	.121E+02	.460E+01	.128E+02	.169E+01	.374E+01	.292E+01	.161E+01	.220E+00	.229E+00	.199E+01	.884E+01

SUM OF ABSOLUTE DIFFERENCES = 1647.285

OBJECTIVE FUNCTION

DRY MONTHS - .7952E+04

WET MONTHS - .1827E+05

OBJECTIVE FUNCTION -(WET + DRY SEASONS) = .262E+05