

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE
ESCORRENTIA EN LA CUENCA DEL RIO VILCANOTA HASTA SU
CONFLUENCIA CON EL RIO SALCCA, 2022**

PRESENTADO POR:

BR. CESAR ANTHONY HUAMAN ARCE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

DR. ING. EDWIN ASTETE SAMANEZ

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

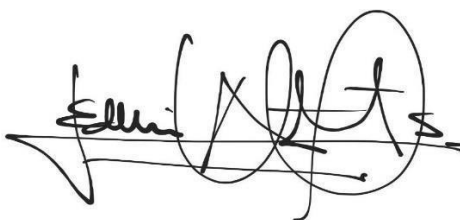
Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC

El que suscribe, **Dr. Ing. Edwin Astete Samanez**, docente asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: **“INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOS CAUDALES DE ESCORRENTIA EN LA CUENCA DEL RIO VILCANOTA HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RIO SALCCA, 2022”** presentado por el **Br. Cesar Anthony Huaman Arce** con código universitario N° **171928**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión 2 veces, mediante el software antiplagio, conforme al Artículo 6° del reglamento para el uso del sistema antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje del **5 (%)**

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	x
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	

Por tanto, en mi condición de docente asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 31 de Enero del 2024



Dr. Ing. Edwin Astete Samanez

Nro. de DNI: 25222417

ORCID del asesor: 0000-0001-7696-7371

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:27259:319476048**

NOMBRE DEL TRABAJO

**Influencia cobertura vegetal caudal Vilca
nota Salcca**

AUTOR

Cesar Anthony Huaman Arce

RECUENTO DE PALABRAS

136027 Words

RECUENTO DE CARACTERES

455093 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

298 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 31, 2024 12:28 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 31, 2024 12:35 PM GMT-5**● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 25 palabras)
- Material citado

Dedicatoria

*Dedico este trabajo con mucho cariño a mi
mamá Vidalina y a mi papá Eulogio por todo el
apoyo que me han dado desde siempre.*

Agradecimientos

A Dios, por haberme dado fuerza, inteligencia e iluminación para realizar esta tesis.

A mi mamá Vidalina y a mi papá Eulogio por ser los mejores padres y por haberme dado todas las herramientas para mi educación y para la vida.

A mi hermana Lizbeth por todos sus consejos y por su apoyo en momentos difíciles.

A mi asesor, el Dr. Ing. Edwin Astete Samanez por haberme dado guía en el desarrollo de este tesis, por las enseñanzas impartidas, por hacerme gustar más mi carrera y por ser un amigo.

A los ingenieros M.Sc. Sandro Virgilio Gutierrez Samanez y Dr. Ing. Adan Wilbert Solorzano Montesinos por los consejos para que esta investigación sea mejor.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil por las enseñanzas brindadas y por los consejos dados no solo para ser un buen profesional, sino para ser una buena persona

A mis amigos de la facultad por todas las bellas experiencias que hemos disfrutado juntos y por todos los retos que hemos superado juntos como equipo.

Cesar Anthony Huaman Arce

Tabla de Contenido

Resumen	i
Abstract	iii
Capítulo I: Introducción	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos de la Investigación	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis General	4
1.5.2. Hipótesis Especificas	4
Capítulo II: Marco Teórico	5
2.1. Antecedentes de la Investigación	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.2. Bases Teóricas	11
2.2.1. Cobertura vegetal	11
2.2.2. Fotointerpretación	11
2.2.3. Teledetección	11
2.2.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	11
2.2.5. Programa Landsat	12
2.2.6. Combinación de bandas	15
2.2.7. Resolución de imágenes satelitales	16
2.2.8. Corrección de imágenes satelitales	19

2.2.9. Clasificación de imágenes satelitales	23
2.2.10. CORINE Land Cover.....	26
2.2.11. Número de curva (CN)	27
2.2.12. Cuenca hidrográfica	30
2.2.13. Sistema Pfafstetter de codificación de cuencas.....	36
2.2.14. Ciclo hidrológico	38
2.2.15. Precipitación	39
2.2.16. Escorrentía.....	39
2.2.17. Análisis de consistencia.....	40
2.2.18. Extensión y completación de datos meteorológicos	44
2.2.19. Modelo hidrológico.....	44
2.2.20. Modelo WEAP (Water Evaluation and Planning System)	45
2.2.21. Calibración y validación.....	51
2.2.22. Simulación de inundación.....	54
Capítulo III: Metodología	57
3.1. Enfoque de la investigación	57
3.2. Alcance del Estudio.....	57
3.3. Diseño de la Investigación.....	57
3.4. Operacionalización de Variables.....	57
3.5. Delimitación del estudio.....	58
3.5.1. Delimitación espacial	58
3.5.2. Delimitación temporal.....	59
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.6.1. Obtención de la información cartográfica.....	59
3.6.2. Obtención de la información hidrológica	60
3.6.3. Softwares Utilizados.....	61
3.7. Metodología para el cálculo de los parámetros de la cuenca	63

3.8. Metodología para la determinación de la variación de las coberturas vegetales	63
3.8.1. Calibración radiométrica.....	64
3.8.2. Corrección atmosférica.....	65
3.8.3. Clasificación supervisada.....	67
3.8.4. Corrección de detalles de la clasificación supervisada	69
3.9. Metodología para la determinación de la variación de caudales.....	70
3.9.1. Cálculo de los parámetros meteorológicos	70
3.9.2. Determinación de las demandas	73
3.9.3. Creación del esquema del modelo.....	73
3.9.4. Ingreso de datos al modelo.....	74
3.9.5. Calibración y validación.....	76
3.9.6. Aforos	77
3.9.7. Simulación de inundación.....	78
3.10. Metodología para determinar el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía.....	78
3.10.1. Correlación entre el número de curva (CN) y caudal.....	79
3.10.2. Correlación entre las coberturas vegetales y caudal	80
Capítulo IV: Resultados	82
4.1. Parámetros de la cuenca	82
4.1.1. Generalidades.....	82
4.1.2. Determinación de los parámetros fisiográficos.....	82
4.1.3. Determinación de los parámetros geomorfológicos	87
4.1.4. Determinación de los parámetros de drenaje.....	91
4.2. Determinación de la variación de las coberturas vegetales	95
4.2.1. Coberturas vegetales presentes en la cuenca de estudio	95
4.2.2. Variación temporal de las coberturas vegetales y no vegetales.....	100
4.2.3. Variación espacial de las coberturas vegetales y no vegetales	109
4.3. Determinación de la variación de los caudales de escorrentía	115

4.3.1. Cálculo de las variables climáticas	115
4.3.2. Modelo esquemático	123
4.3.3. Datos de entrada.....	123
4.3.4. Calibración y validación.....	136
4.3.5. Determinación de la variación de los caudales	139
4.3.6. Aforos	140
4.3.7. Simulación de inundación.....	145
4.4. Determinación del grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía.....	149
4.4.1. Caudales en función al número de curva.....	149
4.4.2. Caudales en función a las coberturas	151
Capítulo V: Discusión de resultados	152
Capítulo VI: Conclusiones	155
Capítulo VII: Recomendaciones.....	157
Capítulo VIII: Referencias	158
Capítulo IX: Anexos	166

Índice de figuras

Figura 1 <i>Satélite Landsat 8</i>	12
Figura 2 <i>Combinación de bandas</i>	16
Figura 3 <i>Resolución espacial</i>	17
Figura 4 <i>Regiones del espectro electromagnético</i>	18
Figura 5 <i>Diferentes resoluciones radiométrica</i>	19
Figura 6 <i>Números digitales (ND) de una imagen satelital</i>	20
Figura 7 <i>Factores que afectan la radiancia</i>	20
Figura 8 <i>Firmas espectrales para algunas coberturas</i>	22
Figura 9 <i>Clasificación de coberturas: antes y después</i>	23
Figura 10 <i>Ejemplo bidimensional de clasificación por máxima verosimilitud</i>	25
Figura 11 <i>Tipos de Curvas hipsométrica según la edad del río</i>	32
Figura 12 <i>Órdenes de ríos según Strahler</i>	34
Figura 13 <i>Subdivisión y codificación de subcuencas por el método Pfafstetter</i>	36
Figura 14 <i>Consideraciones especiales de la codificación Pfafstetter</i>	37
Figura 15 <i>Clasificación Pfafstetter de la cuenca Vilcanota-Urubamba (ANA)</i>	37
Figura 16 <i>Ciclo Hidrológico</i>	38
Figura 17 <i>Tipos de escorrentía</i>	39
Figura 18 <i>Tipos de modelos hidrológicos determinísticos</i>	45
Figura 19 <i>Esquema conceptual del método de humedad del suelo</i>	48
Figura 20 <i>Otro esquema conceptual del método de humedad del suelo</i>	49
Figura 21 <i>Representación de los términos de la ecuación de la energía</i>	56
Figura 22 <i>Delimitación de la cuenca de estudio</i>	58
Figura 23 <i>Flujograma de la investigación (elaboración propia)</i>	62
Figura 24 <i>Confluencia de los ríos Vilcanota y Salcca</i>	63
Figura 25 <i>Interfaz de la herramienta Radiometric Calibration de ENVI</i>	64
Figura 26 <i>Interfaz de la herramienta FLAASH Atmospheric Correction de ENVI</i>	65
Figura 27 <i>Interfaz de la herramienta Supervised Classification de ENVI</i>	68
Figura 28 <i>Coberturas vegetales de una imagen Landsat 8 - combinación RGB: 6-5-4</i>	68
Figura 29 <i>Coberturas no vegetales de una imagen Landsat 8 - combinación RGB: 6-5-4</i>	69
Figura 30 <i>Un error común de la clasificación supervisada con ENVI</i>	70
Figura 31 <i>Esquema del método del inverso de la distancia ponderada</i>	72
Figura 32 <i>Formato CSV para la entrada de datos meteorológicos WEAP</i>	74
Figura 33 <i>Uso de Key Assumptions o supuestos clave en WEAP</i>	75

Figura 34 <i>Subcuencas o catchments</i>	83
Figura 35 <i>Curva hipsométrica</i>	88
Figura 36 <i>Polígono de frecuencia de altitudes</i>	88
Figura 37 <i>Rectángulo equivalente de la cuenca de estudio</i>	91
Figura 38 <i>Perfil longitudinal del río Vilcanota</i>	93
Figura 39 <i>Perfil longitudinal del río Salcca</i>	94
Figura 40 <i>Cobertura de Vegetación arbustiva/herbácea</i>	96
Figura 41 <i>Cobertura de turberas y bofedales</i>	97
Figura 42 <i>Cobertura de áreas agrícolas</i>	97
Figura 43 <i>Cobertura de bosque</i>	98
Figura 44 <i>Cobertura de áreas sin o con poca vegetación</i>	99
Figura 45 <i>Cobertura de áreas urbanizadas</i>	99
Figura 46 <i>Cobertura de glaciares</i>	100
Figura 47 <i>Cobertura de aguas continentales</i>	100
Figura 48 <i>Mapa de coberturas del año 1990</i>	101
Figura 49 <i>Mapa de coberturas del año 1995</i>	101
Figura 50 <i>Mapa de coberturas del año 2004</i>	102
Figura 51 <i>Mapa de coberturas del año 2011</i>	102
Figura 52 <i>Mapa de coberturas del año 2016</i>	103
Figura 53 <i>Mapa de coberturas del año 2022</i>	103
Figura 54 <i>Distribución porcentual de coberturas por año</i>	104
Figura 55 <i>Variación total de coberturas 1990-2022</i>	106
Figura 56 <i>Variación de las diferentes coberturas en la cuenca de estudio</i>	107
Figura 57 <i>Variación de vegetación arbustiva – herbácea (1990 – 2022)</i>	111
Figura 58 <i>Variación de turberas y bofedales (1990 – 2022)</i>	111
Figura 59 <i>Variación de bosque (1990 – 2022)</i>	112
Figura 60 <i>Variación de áreas agrícolas (1990 – 2022)</i>	112
Figura 61 <i>Variación de áreas sin o con poca vegetación (1990 – 2022)</i>	113
Figura 62 <i>Variación de áreas urbanizadas (1990 – 2022)</i>	113
Figura 63 <i>Variación de glaciares (1990 – 2022)</i>	114
Figura 64 <i>Variación de aguas continentales (1990 – 2022)</i>	114
Figura 65 <i>Histograma de la precipitación media mensual de las estaciones consideradas</i> ..	115
Figura 66 <i>Histograma de la temperatura media mensual de las estaciones consideradas</i>	116
Figura 67 <i>Histograma de humedad relativa media mensual de las estaciones consideradas</i>	117
Figura 68 <i>Histograma de los datos de velocidad del viento promedio</i>	118

Figura 69 <i>Registro de precipitaciones - Estación Combapata</i>	119
Figura 70 <i>Registro de precipitaciones - Estación Sicuani</i>	119
Figura 71 <i>Registro de precipitaciones - Estación Salcca</i>	119
Figura 72 <i>Registro de precipitaciones - Estación La Raya</i>	120
Figura 73 <i>Análisis de doble masa</i>	120
Figura 74 <i>Modelo esquemático WEAP de la cuenca de estudio</i>	123
Figura 75 <i>Demanda de agua agrícola por mes</i>	132
Figura 76 <i>Demanda de agua poblacional por mes</i>	133
Figura 77 <i>Demanda de agua pecuaria por mes</i>	135
Figura 78 <i>Demanda de agua acuícola por mes</i>	136
Figura 79 <i>Caudales generados y observados</i>	138
Figura 80 <i>Caudales promedio mensuales generados y observados</i>	138
Figura 81 <i>Variación de los caudales totales anuales (desembocadura)</i>	139
Figura 82 <i>Variación de los caudales máximos y mínimos anuales (desembocadura)</i>	139
Figura 83 <i>Ubicación de los puntos de aforo</i>	140
Figura 84 <i>Sección transversal en el punto 1</i>	141
Figura 85 <i>Sección transversal en el punto 2</i>	141
Figura 86 <i>Puntos de aforo - Izquierda: Punto 1, Derecha: Punto 2</i>	141
Figura 87 <i>Ajuste de los datos a una distribución Gamma</i>	146
Figura 88 <i>Pruebas de bondad de ajuste con la distribución Gamma (Easyfit)</i>	146
Figura 89 <i>Simulación de inundación para un caudal de 151.67 m³/s.</i>	148
Figura 90 <i>Áreas de cultivo vulnerables cerca al poblado de Checacupe</i>	148
Figura 91 <i>Variación del número de curva (CN)</i>	149
Figura 92 <i>Ecuación de ajuste Número de curva y Caudal - TableCurve2D</i>	150

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Satélites Landsat y sus fechas de lanzamiento</i>	12
Tabla 2 <i>Bandas espectrales del satélite Landsat 5</i>	13
Tabla 3 <i>Bandas espectrales del satélite Landsat 7</i>	14
Tabla 4 <i>Bandas espectrales del satélite Landsat 8</i>	14
Tabla 5 <i>Combinaciones de bandas utilizadas para análisis de coberturas vegetales</i>	15
Tabla 6 <i>Clasificación CORINE Land Cover adaptada al Perú hasta el nivel III</i>	26
Tabla 7 <i>Grupos hidrológicos según tipo de suelo</i>	28
Tabla 8 <i>Valores de número de curva según grupo hidrológico y cobertura</i>	29
Tabla 9 <i>Clases de forma según rango de valores de Ff</i>	31
Tabla 10 <i>Clasificación de cuencas según el índice de compacidad</i>	32
Tabla 11 <i>Clases según rangos de densidad de drenaje</i>	35
Tabla 12 <i>Pruebas estadísticas para análisis de consistencia</i>	41
Tabla 13 <i>Datos de entrada del modelo WEAP</i>	47
Tabla 14 <i>Parámetros de suelos del método de humedad del suelo</i>	51
Tabla 15 <i>Clasificación del modelo con índice de Nash-Sutcliffe (NSE)</i>	53
Tabla 16 <i>Clasificación del modelo con el índice PBIAS</i>	53
Tabla 17 <i>Coefficientes para el cálculo de “n” según Cowan</i>	55
Tabla 18 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	57
Tabla 19 <i>Provincias y distritos dentro de la cuenca de estudio</i>	59
Tabla 20 <i>Principales softwares utilizados en la investigación</i>	61
Tabla 21 <i>Estaciones meteorológicas utilizadas</i>	71
Tabla 22 <i>Variación de los parámetros WEAP y su efecto en los caudales</i>	76
Tabla 23 <i>Grupos hidrológicos presentes en la cuenca de estudio</i>	80
Tabla 24 <i>Números de curva de acuerdo a los grupos hidrológicos y usos de suelo</i>	80
Tabla 25 <i>Área de las subcuencas</i>	83
Tabla 26 <i>Perímetro de las subcuencas</i>	84
Tabla 27 <i>Longitud axial de las subcuencas</i>	84
Tabla 28 <i>Ancho promedio de las subcuencas</i>	85
Tabla 29 <i>Factor de forma de las subcuencas</i>	86
Tabla 30 <i>Coefficientes de compacidad de las subcuencas</i>	87
Tabla 31 <i>Cálculo de la curva hipsométrica</i>	87
Tabla 32 <i>Cálculo de la altitud media de la cuenca</i>	89
Tabla 33 <i>Altitud media de las subcuencas</i>	89

Tabla 34 <i>Ordenes de ríos</i>	91
Tabla 35 <i>Resumen de los parámetros de la cuenca</i>	94
Tabla 36 <i>Coberturas CORINE Land Cover presentes en la cuenca</i>	95
Tabla 37 <i>Variación de las coberturas presentes en la cuenca de estudios en km²</i>	105
Tabla 38 <i>Variación de las coberturas presentes en la cuenca de estudios en porcentajes</i> ...	105
Tabla 39 <i>Precipitación media mensual de las estaciones consideradas</i>	115
Tabla 40 <i>Temperatura media mensual de las estaciones consideradas</i>	116
Tabla 41 <i>Humedad relativa media mensual de las estaciones consideradas</i>	117
Tabla 42 <i>Velocidad del viento promedio de las estaciones consideradas</i>	118
Tabla 43 <i>Análisis estadístico de consistencia - Estación Combapata</i>	121
Tabla 44 <i>Análisis estadístico de consistencia - Estación Sicuani</i>	121
Tabla 45 <i>Análisis estadístico de consistencia - Estación Salcca</i>	121
Tabla 46 <i>Análisis estadístico de consistencia - Estación La Raya</i>	121
Tabla 47 <i>Precipitación total anual de las estaciones (mm)</i>	122
Tabla 48 <i>Coberturas vegetales en la cuenca a través de los años</i>	124
Tabla 49 <i>Valores inicial de coeficiente de cultivo (Kc)</i>	124
Tabla 50 <i>Valores iniciales de capacidad de almacenamiento en zona de raíces (Sw)</i>	125
Tabla 51 <i>Valores iniciales de factor de resistencia a la escorrentía (RRF)</i>	125
Tabla 52 <i>Valores iniciales de dirección preferencial de flujo (f)</i>	125
Tabla 53 <i>Valores iniciales de capacidad de almacenamiento en la zona profunda (Dw)</i>	126
Tabla 54 <i>Valores iniciales de factor de conductividad en la zona de raíces (Ks)</i>	126
Tabla 55 <i>Valores iniciales de conductividad en la zona profunda (Kd)</i>	126
Tabla 56 <i>Valores iniciales de Z1</i>	127
Tabla 57 <i>Valores iniciales de Z2</i>	127
Tabla 58 <i>Caudal de aporte - Laguna Sibinacocha</i>	127
Tabla 59 <i>Parámetros WEAP de los glaciares</i>	128
Tabla 60 <i>Precipitación media mensual en los catchments</i>	129
Tabla 61 <i>Temperatura media mensual en los catchments</i>	129
Tabla 62 <i>Humedad relativa media mensual en los catchments</i>	130
Tabla 63 <i>Velocidad del viento media mensual de los catchments</i>	130
Tabla 64 <i>Demanda de agua agrícola por distritos</i>	131
Tabla 65 <i>Demanda de agua agrícola por mes</i>	132
Tabla 66 <i>Demanda de agua poblacional por distritos</i>	132
Tabla 67 <i>Demanda de agua poblacional por mes</i>	133
Tabla 68 <i>Requerimiento de agua de las principales especies pecuarias</i>	134

Tabla 69 <i>Cálculo de la demanda pecuaria</i>	134
Tabla 70 <i>Demanda pecuaria por distritos</i>	134
Tabla 71 <i>Demanda de agua acuícola por distritos</i>	135
Tabla 72 <i>Demanda de agua acuícola por mes</i>	136
Tabla 73 <i>Parámetros calibrados del modelo hidrológico – Parte 1</i>	136
Tabla 74 <i>Parámetros calibrados del modelo hidrológico – Parte 2</i>	137
Tabla 75 <i>Índices Nash-Sutcliffe y PBIAS del modelo hidrológico</i>	138
Tabla 76 <i>Puntos de aforo</i>	140
Tabla 77 <i>Aforo en el Punto 1 - 17/09/2023 – Cálculo del caudal</i>	142
Tabla 78 <i>Aforo en el Punto 1 - 24/09/2023 – Cálculo del caudal</i>	143
Tabla 79 <i>Aforo en el Punto 2 - 24/09/2023 – Cálculo del caudal</i>	144
Tabla 80 <i>Caudales máximos anuales</i>	145
Tabla 81 <i>Caudales máximos para diferentes periodos de retorno</i>	147
Tabla 82 <i>Comparación de números de curva y caudales</i>	149

Índice de anexos

Anexo 1	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación Combapata (sin completar)</i>	168
Anexo 2	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación Salcca (sin completar)</i>	169
Anexo 3	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación Sicuani (sin completar)</i>	170
Anexo 4	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación La Raya (sin completar)</i>	171
Anexo 5	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Pomacanchi (sin completar)</i>	172
Anexo 6	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Salcca (sin completar)</i>	173
Anexo 7	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Sicuani (sin completar)</i>	174
Anexo 8	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Santa Rosa (sin completar)</i>	175
Anexo 9	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Estación Pomacanchi (sin completar)</i>	176
Anexo 10	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Estación Sicuani (sin completar)</i>	177
Anexo 11	<i>Velocidad media del viento (m/s) - Estación Pomacanchi (sin completar)</i>	178
Anexo 12	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación Combapata (completado)</i>	179
Anexo 13	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación Salcca (completado)</i>	180
Anexo 14	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación Sicuani (completado)</i>	181
Anexo 15	<i>Precipitación total mensual (mm) - Estación La Raya (completado)</i>	182
Anexo 16	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Pomacanchi (completado)</i>	183
Anexo 17	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Salcca (completado)</i>	184
Anexo 18	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Sicuani (completado)</i>	185
Anexo 19	<i>Temperatura media mensual (°C) - Estación Santa Rosa (completado)</i>	186
Anexo 20	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Estación Pomacanchi (completado)</i>	187
Anexo 21	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Estación Sicuani (completado)</i>	188
Anexo 22	<i>Velocidad media del viento (m/s) - Estación Pomacanchi (completado)</i>	189
Anexo 23	<i>Cálculo de la precipitación en los catchments</i>	190
Anexo 24	<i>Cálculo de la temperatura en los catchments</i>	191
Anexo 25	<i>Cálculo de la humedad relativa en los catchments</i>	193
Anexo 26	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V1</i>	195
Anexo 27	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V2</i>	196
Anexo 28	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V3</i>	197
Anexo 29	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V4</i>	198
Anexo 30	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V5</i>	199
Anexo 31	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V6</i>	200
Anexo 32	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V7</i>	201
Anexo 33	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V8</i>	202

Anexo 34	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment V9</i>	203
Anexo 35	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S1</i>	204
Anexo 36	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S2</i>	205
Anexo 37	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S3</i>	206
Anexo 38	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S4</i>	207
Anexo 39	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S5</i>	208
Anexo 40	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S6</i>	209
Anexo 41	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S7</i>	210
Anexo 42	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S8</i>	211
Anexo 43	<i>Precipitación total mensual (mm) - Catchment S9</i>	212
Anexo 44	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V1</i>	213
Anexo 45	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V2</i>	214
Anexo 46	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V3</i>	215
Anexo 47	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V4</i>	216
Anexo 48	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V5</i>	217
Anexo 49	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V6</i>	218
Anexo 50	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V7</i>	219
Anexo 51	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V8</i>	220
Anexo 52	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V9</i>	221
Anexo 53	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S1</i>	222
Anexo 54	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S2</i>	223
Anexo 55	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S3</i>	224
Anexo 56	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S4</i>	225
Anexo 57	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S5</i>	226
Anexo 58	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S6</i>	227
Anexo 59	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S7</i>	228
Anexo 60	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S8</i>	229
Anexo 61	<i>Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S9</i>	230
Anexo 62	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V1</i>	231
Anexo 63	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V2</i>	232
Anexo 64	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V3</i>	233
Anexo 65	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V4</i>	234
Anexo 66	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V5</i>	235
Anexo 67	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V6</i>	236
Anexo 68	<i>Humedad relativa media mensual (%) - Subcuenca/Catchment V7</i>	237

Anexo 69	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V8</i>	238
Anexo 70	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V9</i>	239
Anexo 71	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S1</i>	240
Anexo 72	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S2</i>	241
Anexo 73	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S3</i>	242
Anexo 74	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S4</i>	243
Anexo 75	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S5</i>	244
Anexo 76	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S6</i>	245
Anexo 77	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S7</i>	246
Anexo 78	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S8</i>	247
Anexo 79	<i>Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S9</i>	248
Anexo 80	<i>Velocidad media del viento (m/s) - Todas las subcuencas/catchment</i>	249
Anexo 81	<i>Caudales registrados – Estación hidrométrica Salcca (m³/s)</i>	250
Anexo 82	<i>Caudal de aforo con correntómetro(Desembocadura) - 17/09/2023</i>	251
Anexo 83	<i>Coberturas vegetales por catchment - Año 1990</i>	253
Anexo 84	<i>Coberturas vegetales por catchment - Año 1995</i>	253
Anexo 85	<i>Coberturas vegetales por catchment - Año 2004</i>	254
Anexo 86	<i>Coberturas vegetales por catchment - Año 2011</i>	254
Anexo 87	<i>Coberturas vegetales por catchment - Año 2016</i>	255
Anexo 88	<i>Coberturas vegetales por catchment - Año 2022</i>	255
Anexo 89	<i>Demandas agrícolas</i>	257
Anexo 90	<i>Demandas poblacionales</i>	261
Anexo 91	<i>Demandas pecuarias</i>	266
Anexo 92	<i>Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Medición del ancho del río</i>	270
Anexo 93	<i>Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Medición del número de revoluciones</i> 270	
Anexo 94	<i>Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Medición del número de revoluciones</i> 271	
Anexo 95	<i>Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Finalización del trabajo de aforo</i>	271
Anexo 96	<i>Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Marcado de sogas</i>	272
Anexo 97	<i>Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Soga extendida</i>	272
Anexo 98	<i>Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Técnico aforando</i>	273
Anexo 99	<i>Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Anotando los datos</i>	273
Anexo 100	<i>Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Técnico aforando</i>	274
Anexo 101	<i>Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Wincha extendida</i>	274
Anexo 102	<i>Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Fin del aforo</i>	275
Anexo 103	<i>Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Detalle del molinete</i>	275

Anexo 104 <i>Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Vista río arriba</i>	276
Anexo 105 <i>Matriz de consistencia</i>	277

Resumen

La investigación titulada “Influencia de la cobertura vegetal en los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 2022” tuvo como objetivo general determinar el grado de influencia de la variación de la cobertura vegetal en los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca en el periodo 1990 – 2022. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo-correlacional y un diseño no experimental - longitudinal y consistió en la delimitación de la cuenca y el cálculo de sus parámetros, la determinación de la variación de la cobertura vegetal para los años los años 1990, 1995, 2004, 2011, 2016 y 2022 utilizando imágenes satelitales Landsat y el método de clasificación supervisada para identificar y obtener las superficies de cobertura vegetal, la determinación de la variación de los caudales por medio de una modelización hidrológica con el modelo WEAP con su calibración y validación correspondiente y finalmente la determinación del grado de correlación de la variación de las coberturas vegetales en los caudales mediante dos métodos: el primero correlacionando el número de curva y los caudales con una ecuación de ajuste y el segundo correlacionando las superficies de cobertura vegetal con los caudales utilizando regresión lineal múltiple. Los resultados revelan que desde el año 1990 al año 2022 las coberturas vegetales de vegetación arbustiva/herbácea y bofedales han sufrido una disminución considerable de 175.5 y 57.2 km² respectivamente, mientras las áreas agrícolas y los bosques han aumentado en 108.1 y 14.3 km² respectivamente. Con respecto a las coberturas no vegetales, las áreas sin o con poca vegetación se han incrementado en 163.4 km², las áreas urbanizadas en 7.2 km², las aguas continentales en 6.3 km² y los glaciares han disminuido en 66.5 km². En cuanto a la modelización hidrológica, se calibró y validó el modelo con los datos registrados por la estación hidrométrica Salcca obteniéndose índices de eficiencia Nash-Sutcliffe de 0.92 y 0.91 e índices PBIAS de 2.58% y -0.85% para los periodos de calibración y validación respectivamente lo cual demuestra que el modelo posee un comportamiento excelente generando caudales muy similares a los observados, encontrándose además una tendencia creciente en los caudales anuales y especialmente en los caudales máximos.

Finalmente, analizando el grado de correlación, la ecuación propuesta entre el número de curva y los caudales posee un coeficiente de correlación de 0.964 y un coeficiente de determinación de 0.930

mientras que la ecuación entre las superficies de cobertura vegetal y los caudales posee un coeficiente de correlación múltiple de 0.978 y un coeficiente de determinación ajustado de 0.889. Estos valores indican que la cobertura vegetal ejerce una influencia significativa en los caudales de escorrentía.

Palabras clave: cobertura vegetal, caudal, imágenes satelitales, WEAP, Vilcanota, Salcca

Abstract

The research titled “Influence of vegetation cover on runoff flows in the Vilcanota River basin until its confluence with the Salcca River, 2022” had the general objective of determining the degree of influence of the variation in vegetation cover on water flows. runoff in the Vilcanota River basin until its confluence with the Salcca River in the period 1990 – 2022. The methodology used had a quantitative approach, with a descriptive-correlational scope and a non-experimental - longitudinal design and consisted of the delimitation of the basin and the calculation of its parameters, the determination of the variation of the vegetation cover for the years 1990, 1995, 2004, 2011, 2016 and 2022 using Landsat satellite images and the supervised classification method to identify and obtain the coverage surfaces vegetation, the determination of the variation of the flows through hydrological modeling with the WEAP model with its corresponding calibration and validation and finally the determination of the degree of correlation of the variation of the vegetation coverage in the flows through two methods: the first correlating the curve number and the flows with a fitting equation and the second correlating the vegetation cover surfaces with the flows using multiple linear regression. The results reveal that from 1990 to 2022, vegetation cover of shrub/herbaceous vegetation and wetlands has suffered a considerable decrease of 175.5 and 57.2 km² respectively, while agricultural areas and forests have increased by 108.1 and 14.3 km² respectively. With respect to non-vegetative cover, areas without or with little vegetation have increased by 163.4 km², urbanized areas by 7.2 km², continental waters by 6.3 km² and glaciers have decreased by 66.5 km². Regarding hydrological modeling, the model was calibrated and validated with the data recorded by the Salcca hydrometric station, obtaining Nash-Sutcliffe efficiency indices of 0.92 and 0.91 and PBIAS indices of 2.58% and -0.85% for the calibration and validation periods. respectively, which demonstrates that the model has excellent behavior, generating flows very similar to those observed, also finding an increasing trend in annual flows and especially in maximum flows.

Finally, analyzing the degree of correlation, the proposed equation between the curve number and the flows has a correlation coefficient of 0.964 and a determination coefficient of 0.930 while the equation between the vegetation cover surfaces and the flows has a coefficient of multiple correlation of

0.978 and an adjusted coefficient of determination of 0.889. These values indicate that vegetation cover exerts a considerable influence on runoff flows.

Keywords: vegetation cover, runoff, satellite images, WEAP, Vilcanota, Salcca

Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

Un factor que juega un papel fundamental en los procesos del ciclo hidrológico es la cobertura vegetal, dado que permite que la precipitación infiltre al subsuelo y por lo tanto que la evacuación de las lluvias sea más tardía evitando así la generación de caudales elevados. Sin embargo, las coberturas vegetales han sufrido una disminución drástica a nivel mundial debido a una serie de fenómenos de origen antrópico tales como el crecimiento poblacional, el avance de la agricultura, los incendios forestales, la explotación forestal, el cambio climático entre otros. En ese sentido, la pérdida de la cobertura vegetal supone una amenaza importante para las poblaciones y los ecosistemas dado que existe una mayor susceptibilidad a sufrir fenómenos tales como erosión, inundaciones, pérdida de biodiversidad, disminución del agua disponible en épocas estiaje entre otros.

A nivel mundial la degradación forestal ha presentado un incremento alarmante. La principal causa de la deforestación y la fragmentación de los bosques ha sido la actividad agrícola comercial a gran escala culpable del 40% de la deforestación de bosques tropicales entre los años 2000 y 2010, le sigue la agricultura local de subsistencia con un 33%. En cifras, se estima que desde el año 1990 hasta el 2020 se han perdido 420 millones de hectáreas de bosque en todo el mundo debido a cambios en los usos de la tierra, a pesar de que la tasa de deforestación en las tres últimas décadas se ha reducido. Se estima también que la superficie de bosques primarios ha disminuido en más de 80 millones de hectáreas y más de 100 millones de hectáreas boscosas se han visto afectadas por desastres como incendios, plagas, enfermedades, especies invasivas, sequías y fenómenos meteorológicos adversos (FAO, 2020). Otras investigaciones sostienen que la pérdida de las coberturas vegetales no solo aumenta los picos de caudales máximos, sino que también provoca mayores velocidades de flujo en los suelos carentes de vegetación lo que a su vez conduce a una reducción en la evapotranspiración y un aumento en el albedo, lo que en conjunto tiene un impacto significativo en la disminución de las precipitaciones. (Yin et al., 2018)

El Perú no es ajeno al problema de la pérdida de la cobertura vegetal. Se estima que en los últimos 36 años, la cuenca amazónica peruana, la cual comprende un 80% el bioma Amazonía y en un

20% el bioma Andes, ha perdido una superficie de cobertura vegetal natural equivalente a dos veces la extensión del departamento de Lambayeque con alrededor de 29000 km², 19000 km² correspondiente a bosques y 10000 km² correspondiente a formaciones naturales no forestales. Este fenómeno se debe principalmente a la acción humana, la cual ha generado un aumento del 61% en las superficies destinadas a la agricultura (26000 km²), ha crecido en 6.8 veces la superficie destinada a la minería (625 km²) y ha aumentado en 2.8 veces la infraestructura urbana en general (478 km²). (Instituto del Bien Común, 2022).

En el ámbito local, un tipo de cobertura que no cuenta con el monitoreo hidrológico suficiente y que no se conocen los impactos por los cambios en el uso de suelo de la misma es el pajonal andino el cual constituye un 13% del territorio nacional. Esta cobertura que es predominante en la sierra peruana, es importante para la provisión anual de agua y la regulación de caudales pues posee una alta capacidad de infiltración y tiene la ventaja de perder menos cantidad de agua en la atmósfera, alrededor de un 51%, que otros tipos de cobertura vegetal. Los pajonales andinos conservados poseen un rendimiento hídrico tres a cuatro veces superior a cuando estos son forestados con árboles. Adicionalmente, permiten la recarga continua de los humedales andinos siendo la interacción entre ambos crucial para la conservación de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistemas hídricos. (Mosquera et al., 2022)

Por otra parte, de acuerdo al Gobierno Regional Cusco (2019), los ríos Vilcanota y Salcca, que son los ríos principales de la cuenca de estudio, se caracterizan por presentar fuertes pendientes y desniveles en su cauce por lo que adquieren velocidades de flujo altas ocasionando fuertes procesos erosivos y comportándose como agentes modeladores de relieve por la acelerada actividad en la profundización de valles. En adición, las actividades económicas productivas principales de la provincia de Canchis, la cual engloba la mayor parte de la cuenca de estudio, son la agricultura, la silvicultura y la actividad ganadera. Es evidente que el crecimiento de las actividades mencionadas supone un factor desfavorable para el decremento de las coberturas vegetales nativas de la zona como los pajonales, bofedales e incluso aquellos bosques oriundos de la zona lo cual en conjunto con las características de los ríos podría ocasionar un aumento sustancial en los caudales de escorrentía siendo esto un factor de peligro para las poblaciones circundantes.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. *Problema General*

P.G. ¿Cuál es el grado de influencia de la cobertura vegetal en la determinación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?

1.2.2. *Problemas Específicos*

P.E.01: ¿Cuál es la variación de las superficies de cobertura vegetal en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 – 2022?

P.E.02: ¿Cómo varían los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?

P.E.03: ¿Cuál es el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?

1.3. Justificación

La investigación se justifica porque contribuirá al conocimiento científico regional para:

- Conocer como han variado las coberturas vegetales existentes en el área de estudio en los últimos 30 años y determinar su efecto en los caudales de escorrentía.
- Formular políticas públicas y estrategias para la conservación de las coberturas vegetales, especialmente de aquellas que son sensibles y/o que son importantes para la regulación del recurso hídrico.
- Formular políticas y planes de gestión para el uso sostenible de los recursos hídricos y para la conservación del medio ambiente.
- Ser fuente de información en los estudios de ordenamiento territorial como por ejemplo en la formulación de políticas o directrices para la designación de áreas de protección destinadas a la restauración de coberturas vegetales críticas
- Proporcionar evidencia científica que apoye a la sensibilización de la población dentro del área de estudio sobre la importancia de la cobertura vegetal en la escorrentía, orientado a su bienestar socio – económico entendiéndose además que su disminución significaría la ocurrencia de desastres en el futuro.

- Elaborar planes y estrategias de prevención y reducción de desastres naturales causadas por precipitaciones extremas.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. *Objetivo General*

O.G: Determinar el grado de influencia de la variación de la cobertura vegetal en la determinación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 – 2022.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

O.E.01: Determinar la variación de las superficies de cobertura vegetal en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022.

O.E.02: Determinar la variación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 – 2022.

O.E.03: Determinar el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990-2022.

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis General*

H.G: El grado de influencia de la cobertura vegetal en la determinación de caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca es significativo.

1.5.2. *Hipótesis Específicas*

H.E.01: Las coberturas vegetales en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca presentan notable variación espacio – temporal en su superficie, 1990 – 2022.

H.E.02: Los caudales de escorrentía anuales de la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca presentan una tendencia de crecimiento, 1990 – 2022.

H.E.03: El grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía de la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca es significativo, 1990 – 2022.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

2.1.1.1. **Análisis de la influencia de la cobertura vegetal en los caudales de escorrentía de la cuenca del Arroyo Guayepo (Universidad de Cartagena)**

Moreno y Osorio (2021) en su tesis de pregrado: “Análisis de la influencia de la cobertura vegetal en los caudales de escorrentía de la cuenca del Arroyo Guayepo” tuvieron como objetivo determinar la influencia de la variación de la cobertura vegetal en la generación de caudales de escorrentía entre los años 2000 y 2019 en la cuenca Arroyo Guayepo. La metodología consistió en la delimitación y caracterización la cuenca de estudio, el procesamiento de la información hidrológica, la determinación de las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) y las lluvias de retorno para 25, 50 y 1000 años, la evaluación de la cobertura vegetal mediante la metodología CORINE Land Cover utilizando imágenes de Google Earth y SAS Planet, el cálculo los caudales de escorrentía mediante los métodos racional y número de la curva con el modelo HEC-HMS y finalmente la determinación de la relación entre las variables cobertura vegetal y caudales de escorrentía. Los resultados mostraron que entre los años 2000 y 2019 la cobertura vegetal en total disminuyó en un 2.08% originando un aumento de los caudales de escorrentía de entre 8.25% con el método racional y 3.67% mediante el método del número de curva.

2.1.1.2. **Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas, Nariño (Universidad Católica de Colombia)**

Bastidas y Naranjo (2020) en su tesis de maestría “Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas, Nariño” tuvieron el objetivo de identificar las variaciones de las coberturas vegetales en la cuenca de estudio mediante un análisis multitemporal y medir su efecto en los caudales máximos. La metodología consistió en la recolección de información pluviométrica y obtención del modelo de elevación digital (DEM), la delimitación y caracterización de la cuenca, análisis de los datos meteorológicos, obtención de las curvas intensidad-duración-frecuencia, obtención de los números de curva, la obtención

de caudales mediante una modelación hidrológica con el modelo HEC HMS y finalmente el análisis de la relación que tiene con la variación de las coberturas vegetales. Los resultados del análisis de coberturas entre los años 2000 y 2012 muestran que las áreas de bosques densos han disminuido en un 50% y los bosques fragmentados con pastos han aumentado de un 1.5% a un 23.4%, fenómenos que han incidido directamente en que los caudales máximos aumenten de 127,1 m³/s para el periodo 2000 – 2002 hasta un valor de 139.3 m³/s para el periodo 2010-2012 considerando un periodo de retorno de 5 años, asimismo, para un periodo de retorno de 100 años el caudal máximo se incrementó de 190.6 m³/s para el periodo 2000-2002 hasta 206.2 m³/s para el periodo 2010 -2012.

2.1.1.3. Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su influencia en la generación de caudales pico de la cuenca Sardinata, del departamento del Norte de Santander – Colombia (Universidad Católica de Colombia)

Hernández y Salamanca (2019) en su tesis de pregrado: “Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su influencia en la generación de caudales pico de la cuenca Sardinata, del departamento del Norte de Santander – Colombia” tuvieron como objetivo determinar la influencia del cambio de cobertura en la generación de caudales pico en la cuenca de estudio realizando un análisis multitemporal mediante sistemas de información geográfica. La metodología consistió en la delimitación y caracterización de la cuenca de estudio, el análisis climatológico, la caracterización del suelo, el análisis de las coberturas vegetales, la modelización hidrológica en el modelo SWAT y finalmente la predicción del comportamiento hidrológico de la cuenca de estudio. Los resultados mostraron que la variación de ciertos tipos de cobertura influye directamente en el aumento de los caudales de escorrentía, es así que el número de curva y la relación escorrentía/precipitación (E/P) han ido aumentando durante el periodo de estudio, teniendo un CN de 65.86 y un E/P de 10.5%, para el periodo 2000-2002, un CN de 67.24 y un E/P de 12.06% para el periodo 2005-2009 y un CN de 67.86 y E/P de 15.77% para el periodo 2010-2012 . Sin embargo, se ha llegado a la conclusión que los cambios de cobertura durante el periodo analizado no son críticos dado que no son suficientes para generar caudales picos extremos en la cuenca.

2.1.1.4. Influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río Catamayo, Ecuador (Universidad Nacional de Loja)

González et al. (2016) en su artículo de investigación: “Influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río Catamayo, Ecuador” tuvieron como objetivo determinar si la cobertura vegetal y el uso de suelo eran factores importantes en el balance hidrológico y en la escorrentía. La metodología se dividió en tres fases: el análisis de los coeficientes de escorrentía verdaderos mediante la relación de volúmenes escurridos y precipitados, el análisis de la variación de cobertura vegetal por medio de imágenes satelitales Landsat 5 y finalmente la aplicación de métodos indirectos de generación de escorrentía con los métodos racional y número de la curva para determinar cuál de ellos posee mayor correlación con los coeficientes reales. Los resultados obtenidos muestran que la cobertura vegetal tuvo una variación del 43.5% y que el método de la curva logró una correlación significativa al 85% con los coeficientes reales, también se demostró que la precipitación tiene un peso de 70.1% y la vegetación de 29.9% en la generación de coeficientes de escorrentía con el método de número de curva. Sin embargo se llegó a la conclusión de que el cambio de cobertura vegetal no influyó significativamente en la fluctuación del coeficiente de escorrentía promedio de la cuenca de estudio.

2.1.1.5. Modelación hidrológica de escenarios futuros, con la aplicación del modelo hidrológico WEAP en la cuenca del río Suches – Bolivia (Universidad Mayor San Andrés)

Mamani y Flores (2020) en su tesis de pregrado: “Modelación hidrológica de escenarios futuros, con la aplicación del modelo hidrológico WEAP en la cuenca del río Suches – Bolivia” tuvieron como objetivo evaluar la gestión hídrica considerando escenarios futuros de cambio climático utilizando modelos de simulación e indicadores a fin de garantizar la sostenibilidad de las actividades en la cuenca del río Suches. La metodología consistió en la caracterización del régimen hídrico de la cuenca de estudio, el análisis del efecto del cambio climático al año 2030 y 2050 y el análisis de escenarios futuros de cambio de suelos y eficiencias que determinen medidas de adaptación en la cuenca utilizando trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero representativas (RCP). Los resultados estiman que se

presente una disminución de caudal respecto a las condiciones actuales, de entre 8% y 15% para el RCP 4.5 y entre 4.8% y 8.6% para el RCP 8.5.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

2.1.2.1. Análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal mediante el uso de herramientas SIG aplicados a la cuenca de Chuyapi – Santa Ana – La Convención – Cusco (Universidad Andina del Cusco)

Chariarse y Chariarse (2021) en su tesis de pregrado: “Análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal mediante el uso de herramientas SIG aplicados a la cuenca de Chuyapi – Santa Ana – La Convención – Cusco” tuvieron como objetivo realizar el análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal de la cuenca de Chuyapi entre los años 1992 al 2015. La metodología fue de tipo cuantitativa con un alcance descriptivo y consistió en la determinación de las características biofísicas de la cuenca de estudio, la determinación de la variación de la cobertura vegetal y la determinación de los cambios de uso de suelo entre los años 1992 y 2015. Los resultados muestran que la mayor variación de unidad de cobertura fue el Mosaico de Tierras de cultivo con un 45.65% con tendencia negativa, por otra parte, la cobertura con menor variación fue el Mosaico vegetación natural en 11.36% también con tendencia negativa. Finalmente se encontró que la mayor variación de unidad de uso del suelo fue el mosaico cubierta herbácea en 81% con tendencia positiva y la de menor variación la unidad de Tierras de cultivo de secano con un 4.76% con tendencia negativa.

2.1.2.2. Reconstrucción histórica y proyecciones de cambio climático de la seguridad hídrica en la cuenca Vilcanota-Urubamba (Universidad Nacional Agraria La Molina)

Goyburo (2021) en su tesis de maestría: “Reconstrucción histórica y proyecciones de cambio climático de la seguridad hídrica en la cuenca Vilcanota-Urubamba” tuvo como objetivo principal reconstruir y evaluar la seguridad hídrica actual y futura hasta el año 2099 en la cuenca Vilcanota-Urubamba. La metodología consistió en la determinación de las variables meteorológicas utilizando el producto PISCO y datos de SENAMHI, la creación de un modelo en WEAP con el método de humedad el suelo, la calibración y validación del mismo; y finalmente la inclusión de las demandas hídricas para

realizar el análisis de la seguridad hídrica actual y futura de la cuenca de estudio. Los resultados muestran que la disponibilidad de agua es mucho mayor que la demanda de agua actual en la cuenca de estudio siendo los principales usuarios los sectores agrícola (86.6%) y doméstico con (12%). Con respecto a los escenarios planteados de cambio climático se estima que en el periodo 2041-2070 para el escenario RCP 4.5 existirá una demanda no cubierta de 56.72 hm³ y para el escenario RCP 8.5 de 42.62 hm³, en el periodo 2071-2099 la demanda no cubierta para el escenario RCP 4.5 será de 477.21 hm³ y para el escenario RCP 8.5 de 445.80 hm³. Por otra parte, considerando los mismos escenarios pero con medidas de control poblacional y mejoramiento de la infraestructura de riego se proyecta para el periodo 2041-2070 existirá una demanda no cubierta de 34.6 hm³ para el escenario RCP 4.5 (siendo una reducción del 39%) y para el escenario RCP 8.5 una demanda de 26.7 hm³ (reducción del 37%), para el periodo 2070-2099 y con las mismas medidas la demanda no cubierta para el escenario RCP 4.5 será de 252.8 hm³ (reducción del 46%) y para el escenario RCP 8.5 será de 238.2 hm³ (reducción del 47%).

2.1.2.3. Modelación hidrológica en la subcuenca de Pitumarca con la aplicación del modelo WEAP (Sistema de evaluación y planeación de agua) -Canchis – Cusco (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco)

Tacusi y Hacha (2015) en su tesis de pregrado: “Modelación hidrológica en la subcuenca de Pitumarca con la aplicación del modelo WEAP (Sistema de evaluación y planeación de agua) -Canchis – Cusco” tuvieron como objetivo determinar el comportamiento hidrológico en la subcuenca de Pitumarca mediante el manejo del modelo de simulación hidrológica WEAP. La metodología consistió en la descripción y caracterización de la cuenca de estudio, el procesamiento de la información meteorológica, la modelación hidrológica con el modelo WEAP, la calibración de esta misma y finalmente la generación de escenarios futuros considerando pérdida de humedales e incremento de la temperatura hasta el año 2035. Los resultados muestran que la subcuenca Pitumarca posee un superávit para la fecha que se realizó el estudio de 116.50 m³/s no habiendo déficit hídrico durante todo el año. Para el escenario futuro al año 2035 considerando la pérdida de humedales andinos en un 50% se proyecta que seguirá existiendo un superávit hídrico, con un valor de 111.044 m³/s y con una disminución del caudal de 0.173 m³/s. Para el escenario futuro con aumento de la temperatura se proyecta que existirá un superávit

hídrico de 111.2 m³/s con una disminución del caudal de 0.173 m³/s concluyéndose que en la subcuenca Pitumarca no existe déficit hídrico actual y futuro.

2.1.2.4. Análisis de la relación entre el cambio de cobertura vegetal y la cantidad de agua 1995-2019 en la microcuenca Amojú – Jaén (Universidad Nacional de Jaén)

Ato y Gonzalez (2019) en su tesis de pregrado: “Análisis de la relación entre el cambio de cobertura vegetal y la cantidad de agua 1995-2019 en la microcuenca Amojú – Jaén” tuvieron como objetivo analizar la relación existente entre la variación de las coberturas vegetales y la cantidad de agua en la microcuenca Amojú – Jaén comprendida en el periodo 1995-2019. La metodología consistió en la determinación de la variación de la cobertura vegetal utilizando imágenes satelitales Landsat realizando el proceso de clasificación supervisada con la metodología Corine Land Cover, la determinación de caudales utilizando data recolectada y datos propios obtenidos con correntómetro y finalmente el análisis de la relación entre esas dos variables. Los resultados obtenidos indican que la cobertura predominante es el bosque denso alto el cual ha sufrido una disminución de 2638.64 hectáreas en el periodo 1995-2019 observándose una disminución del caudal de 1.50 m³/s en ese periodo lo que significa que por cada m³/s que disminuye el caudal se pierden 1646.6 hectáreas de esa cobertura concluyéndose que la variación de cobertura vegetal influye significativamente en la variación del caudal de la zona de estudio.

2.1.2.5. Aplicación del modelo WEAP para determinar el balance hídrico superficial en la cuenca alta del río Pativilca, Aquia – Bolognesi – Ancash (Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo)

León (2018) en su tesis de pregrado “Aplicación del modelo WEAP para determinar el balance hídrico superficial en la cuenca alta del río Pativilca, Aquia – Bolognesi – Ancash” tuvo como objetivo aplicar el modelo WEAP para determinar el balance hídrico superficial en la cuenca alta del río Pativilca en el distrito de Aquia, provincia de Bolognesi. La metodología consistió en la delimitación y caracterización de la cuenca de estudio, el procesamiento de la información climática, demandas, coberturas, la creación de un modelo hidrológico WEAP y finalmente la calibración y validación del

mismo. Los resultados muestran que los caudales medio mensuales tienen un valor máximo en el mes de marzo con 13.13 m³/s y un valor mínimo en el mes de agosto con 1.58 m³/s, asimismo, se identificaron algunos sectores ubicados en el área de estudio con demandas hídricas no satisfechas.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que se extiende sobre la superficie de la Tierra. Esta capa abarca una diversidad de biomásas con distintas características fisionómicas y ambientales, que van desde pastizales hasta bosques naturales. También se consideran aquellas coberturas vegetales producto de la intervención humana como las áreas de cultivos. (Ministerio del Ambiente, 2019).

2.2.2. Fotointerpretación

La fotointerpretación es el proceso mediante el cual se extrae de una fotografía aérea información valiosa o de interés sobre los fenómenos o características de la superficie de la tierra. Los productos de la fotointerpretación pueden ser utilizados para diversos fines como cartografía, medio ambiente, cobertura vegetal, geología, agricultura, gestión de los recursos hídricos entre otros.

2.2.3. Teledetección

La teledetección es una técnica o disciplina que consiste en obtener información de un objeto de la superficie terrestre sin que los instrumentos empleados para tal acción estén en contacto directo con el objeto. La teledetección tiene tres elementos esenciales: un instrumento o sensor para observar el objetivo, una plataforma para sostener el instrumento y el objeto que se va a observar. (European Space Agency , s.f.)

2.2.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la

necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato. (Geoenseñanza, 2006)

2.2.5. Programa Landsat

Landsat es un programa estadounidense operado por la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y constituye uno de los catálogos más antiguos y amplios de observaciones de la Tierra. Está constituido por una serie de satélites que orbitan y han orbitado la Tierra los que se muestran en la tabla 1.

Figura 1

Satélite Landsat 8



Nota. Tomado de (European Space Agency, s.f.)

Tabla 1

Satélites Landsat y sus fechas de lanzamiento

Satélite	Fecha de lanzamiento
Landsat 1	1972
Landsat 2	1975
Landsat 3	1978
Landsat 4	1982
Landsat 5	1984
Landsat 6	1993 (fallido)
Landsat 7	1999
Landsat 8	2013
Landsat 9	2021

Nota. Adaptado de (EOS Data Analytics, s.f.)

Los cuatro primeros satélites se encuentran fuera de servicio y Landsat 5 dejó de operar en el año 2011. Actualmente, los únicos satélites operativos son Landsat 7, Landsat 8 y Landsat 9

2.2.5.1. Landsat 5

El satélite Landsat 5 fue lanzado el 1 de marzo de 1984 y es el satélite de observación terrestre más longevo que ha orbitado la tierra con 29 años, orbitó sincronizadamente con el sol (transitando siempre por la misma hora por un determinado lugar) a 705 km de la tierra teniendo un periodo de rotación alrededor de la tierra de 99 minutos y un periodo de revisita de 16 días.

Tabla 2

Bandas espectrales del satélite Landsat 5

Bandas	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (m)
Banda 1 – Azul	0.45 – 0.52	30
Banda 2 – Verde	0.52 – 0.60	30
Banda 3 – Rojo	0.63 – 0.69	30
Banda 4 – Infrarrojo cercano 1	0.76 – 0.90	30
Banda 5 – Infrarrojo cercano 2	1.55 – 1.75	30
Banda 6 – Infrarrojo térmico	10.4 – 12.5	120
Banda 7 – Infrarrojo medio	2.08 – 2.35	30

Nota. Adaptado de (EOS Data Analytics, s.f.)

2.2.5.2. Landsat 7

El satélite Landsat 7 fue lanzado el 15 de abril de 1999, al igual que Landsat 5, orbita a 705 km de la tierra de forma sincrónica con el sol cada 99 minutos y revisita el mismo punto cada 15 días. Toma cerca de 532 imágenes diariamente.

El satélite Landsat 7 desde el año 2002 presenta una falla que ocasiona que las imágenes tomadas presenten franjas negras diagonales denominados en inglés como *gaps*, este problema ocasiona una pérdida de datos de al menos 22%. Se han propuesto algoritmos para interpolar las franjas faltantes, sin embargo, para los procesos de análisis y clasificación de coberturas es recomendable no utilizar las imágenes de este satélite tomadas después de la fecha indicada.

Tabla 3*Bandas espectrales del satélite Landsat 7*

Bandas	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (m)
Banda 1 – Azul	0.45 – 0.52	30
Banda 2 – Verde	0.53 – 0.61	30
Banda 3 – Rojo	0.63 – 0.69	30
Banda 4 – Infrarrojo cercano 1	0.78 – 0.90	30
Banda 5 – Infrarrojo cercano 2	1.55 – 1.75	30
Banda 6 – Infrarrojo medio	2.09 – 2.35	30
Banda 8 - Pancromática	0.52 – 0.90	15

Nota. Adaptado de (EOS Data Analytics, s.f.)**2.2.5.3. Landsat 8**

El satélite Landsat 8 fue lanzado el 11 de febrero de 2013 y rodea la tierra en una órbita casi polar y en sincronía con el sol a una distancia de 705 km de la tierra. Da la vuelta a la Tierra en 99 minutos y revisita el mismo punto de la tierra cada 16 días, adquiere alrededor de 650 imágenes cada día. Landsat 8 trajo consigo varias mejoras como una mejora en la resolución espacial, mayor cantidad de bandas espectrales, mejora en la precisión radiométrica entre otras.

Tabla 4*Bandas espectrales del satélite Landsat 8*

Bandas	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (m)
Banda 1 – Aerosol costero	0.43 – 0.45	30
Banda 2 – Azul	0.45 – 0.51	30
Banda 3 – Verde	0.53 – 0.59	30
Banda 4 – Rojo	0.64 – 0.67	30
Banda 5 – Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 – 0.88	30
Banda 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Banda 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Banda 8 – Pancromático	0.50 – 0.68	15
Banda 9 – Cirrus	1.36 – 1.38	30
Banda 10 – Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
Banda 11 – Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

Nota. Adaptado de (EOS Data Analytics, s.f.)

2.2.6. *Combinación de bandas*

Es el proceso de combinar diferentes canales o bandas de datos de una imagen satelital para obtener una imagen compuesta con información útil. En general, los satélites que orbitan la tierra poseen varios canales, cada uno de los cuales mide la radiación electromagnética en diferentes longitudes de onda que son invisibles a simple vista. Combinando estos canales es posible resaltar características específicas de la superficie como la presencia de humedad, temperatura, coberturas vegetales, tipos de suelos, glaciares entre otros.

Esta técnica tiene una amplia gama de aplicaciones como la agricultura, la meteorología, la monitorización ambiental, gestión de los recursos naturales, gestión de los recursos hídricos, cartografía, gestión de desastres entre otras. Para el análisis y clasificación de coberturas algunas combinaciones muy usadas se muestran en la tabla 5.

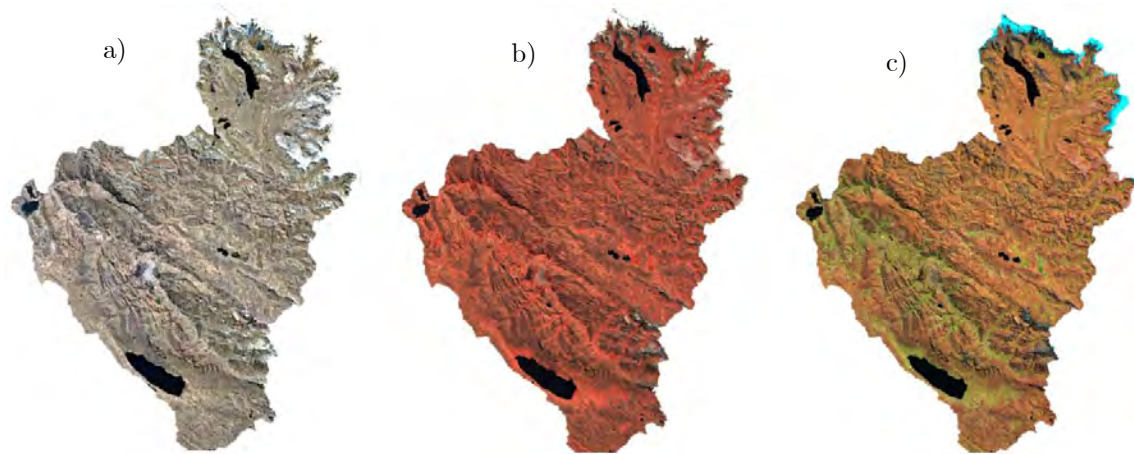
Tabla 5

Combinaciones de bandas utilizadas para análisis de coberturas vegetales

Nombre	Combinación		Descripción
	Landsat 5,7	Landsat 8	
R-G-B	3-2-1	4-3-2	Es la combinación que se aproxima más a los colores reales (tal como el ojo humano ve)
NIR-R-G	4-3-2	5-4-3	Esta banda permite visualizar el infrarrojo cercano y es útil para visualizar más claramente la vegetación que aparece en tonalidades rojizas. La vegetación más densa se muestra en color rojo intenso, la vegetación menos densa y/o en crecimiento en color rosa y las zonas urbanas y suelos desnudos en colores azules.
SWIR 1- NIR-R	5,4,3	6,5,4	Esta combinación utiliza dos bandas infrarrojas y permite diferenciar claramente el suelo del agua. La vegetación se muestra en tonalidades verdosas mientras que las áreas urbanas y suelos desnudos en tonos rosados/violetas. Se utiliza conjuntamente con la combinación NIR-R-G para identificar vegetación y suelos desnudos.

Figura 2

Combinación de bandas



Nota. (a): combinación R-G-B, (b): combinación NIR-R-G, (c): SWIR 1-NIR-R

2.2.7. Resolución de imágenes satelitales

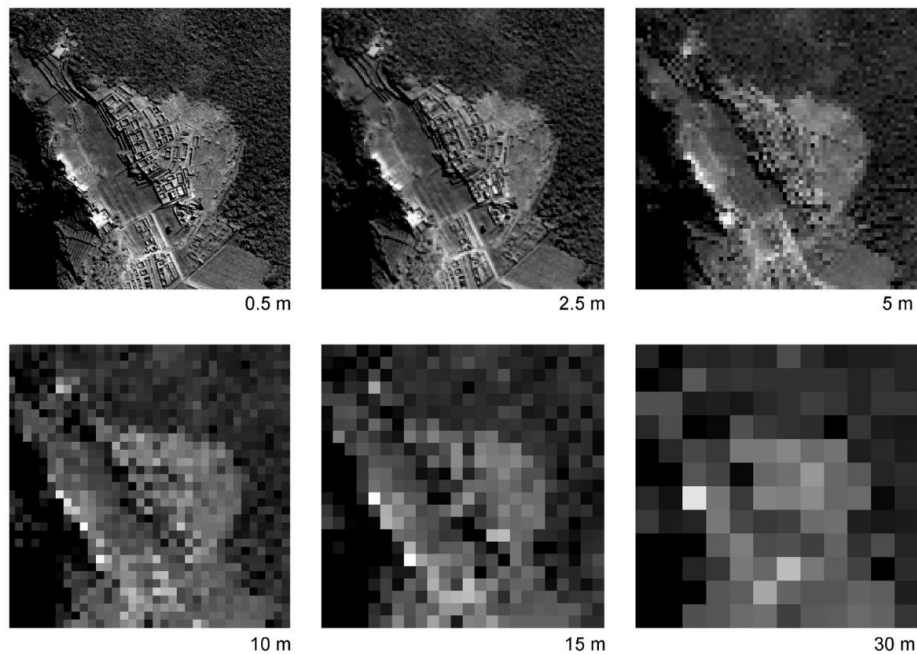
Las imágenes satelitales cuentan básicamente con 4 tipos de resolución: espacial, temporal, espectral y radiométrica.

2.2.7.1. Resolución espacial

La resolución espacial es el tamaño de área que representa cada pixel de imagen y representa la cantidad de detalle que posee una imagen satelital. Su unidad de medida es el metro. Los satélites de media resolución espacial como Landsat poseen una resolución espacial de 30 metros mientras que en los satélites Sentinel es de 10 metros. Existen también satelitales de alta resolución como PlanetScope con 3 metros de resolución, Worldview 3 con 1.24 metros o el satélite peruano Perusat-1 con 0.70 metros de resolución.

Figura 3

Resolución espacial



Nota. Comparación de diferentes resoluciones espaciales para una misma escala y lugar. Ciudadela de Machu Picchu. Tomado de (De Feo et al., 2013)

2.2.7.2. Resolución temporal

Es el intervalo de tiempo entre imágenes satelitales sucesivas tomadas del mismo sitio, dependiendo del satélite puede variar desde imágenes diarias hasta imágenes tomadas cada varios años. Landsat 8 por ejemplo posee una resolución temporal de 16 días (cada 16 días se obtiene una imagen satelital de la misma locación). Una alta resolución temporal permite la detección de variaciones en la superficie terrestre con mayor frecuencia y precisión.

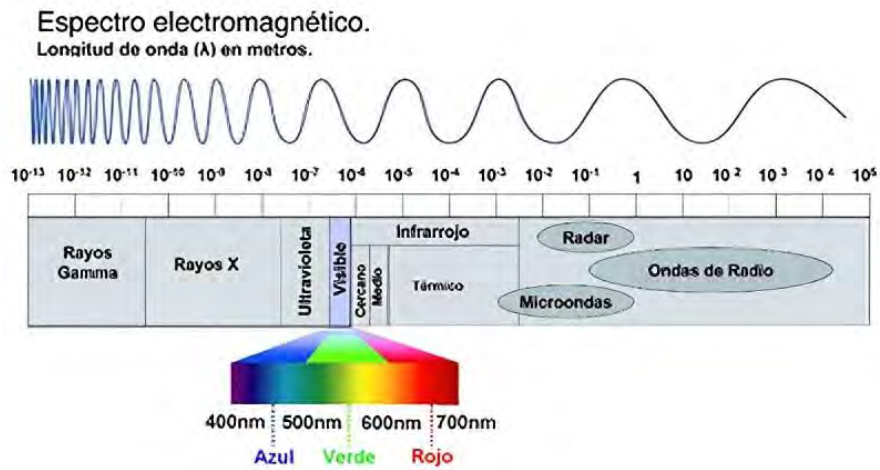
2.2.7.3. Resolución espectral

Es el número y ancho de las bandas con las que un sensor capta la radiación electromagnética. Cada banda representa una porción del espectro electromagnético lo cual se relaciona directamente con la capacidad de distinguir diferentes características de la superficie terrestre como vegetación, humedad, tipos de suelos entre otros. Pueden existir sensores monoespectrales, multispectrales o hiperspectrales; estos últimos pueden contener más de cien bandas por lo que su procesamiento informático y estadístico es complejo. Por ejemplo, el satélite Landsat 7 posee una resolución espectral de 7 (posee 7 bandas)

mientras que Sentinel-2 tiene una resolución de 13 (13 bandas espectrales). Ambos satélites se clasifican como multispectrales

Figura 4

Regiones del espectro electromagnético



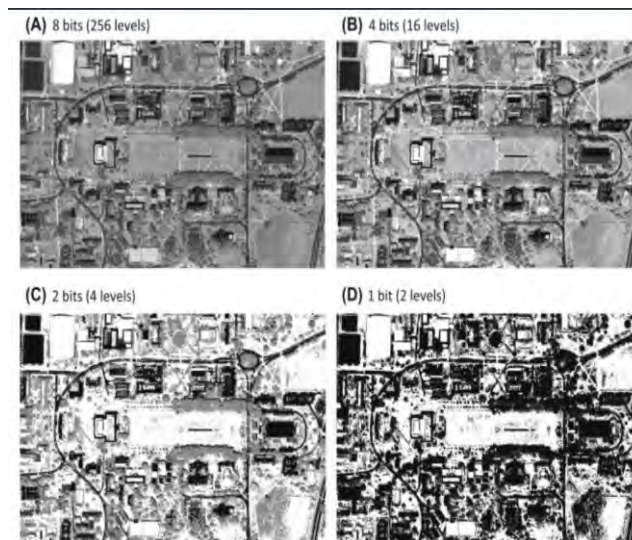
Nota. Tomado de (Hagedom, 2023)

2.2.7.4. Resolución radiométrica

Se refiere a la sensibilidad del sensor, es decir, la capacidad de discernir entre pequeñas variaciones de la radiación que capta y se expresa mediante el número de bits requeridos para almacenar cada pixel. Este tipo de resolución depende del número de niveles digitales de la imagen (ND) y sigue la fórmula $R_{radiométrica} = 2^{\text{número de bits}}$, por ejemplo, el sensor del satélite Landsat 7 al utilizar 8 bits puede captar 256 niveles de energía ($2^8=256$). A mayor resolución radiométrica se capta más detalles de la escena siendo este parámetro importante cuando se requiere analizar cambios sutiles en la vegetación o para la identificación de minerales específicos en la superficie por ejemplo.

Figura 5

Diferentes resoluciones radiométrica



Nota. Tomado de (Liang y Wang, 2020)

2.2.8. Corrección de imágenes satelitales

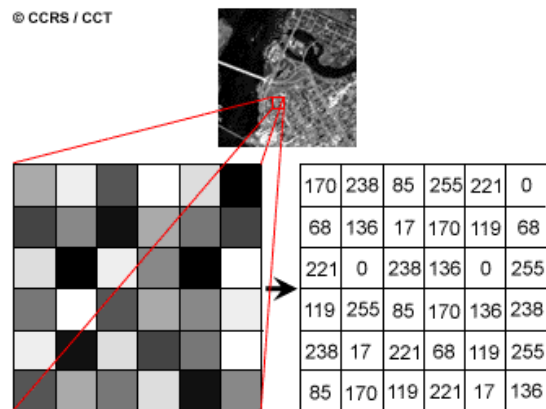
Una imagen satelital que es descargada de algún servidor usualmente no está calibrada por lo que es necesario primero calibrarla a una imagen de radiancia, a continuación la imagen de radiancia es corregida atmosféricamente, lo que da como resultado una imagen de reflectancia. Completados este último proceso, la imagen de reflectancia puede ser utilizada para extraer información cuantitativa sobre las características de la superficie. (Shippert, 2013)

2.2.8.1. Calibración radiométrica

Los sensores satelitales capturan la información de la cobertura de la tierra obtenida a partir de la intensidad de radiación electromagnética la cual es proveniente de la luz del sol reflejada por la superficie terrestre, sumada a la energía dispersada y reflejada por la atmósfera, conocida como radiancia. Esta información de intensidad es transformada a través de una ecuación lineal y almacenada en una representación discreta de números digitales (ND) que tienen una escala artificial definida según las características de almacenamiento de cada sensor en específico por ejemplo de 8, 12 o 16 bits. (Aguilar et al., 2014)

Figura 6

Números digitales (ND) de una imagen satelital

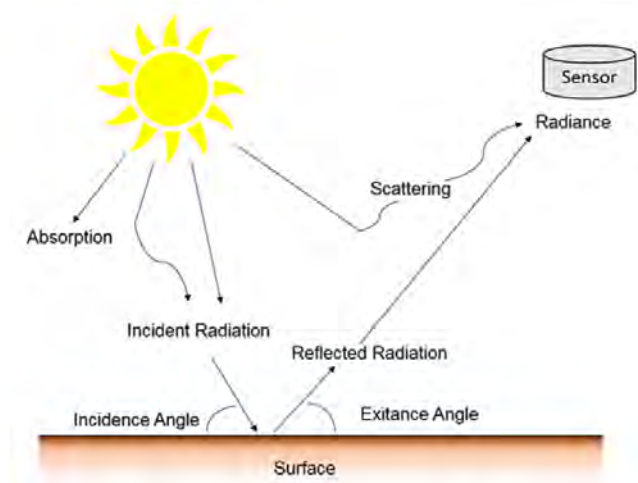


Nota. Tomado de (Government of Canada, 2011)

Sin embargo para poder utilizar una imagen satelital cuantitativamente estos números digitales deben ser convertidos a unidades físicas más significativas como radiancia, este proceso se conoce como calibración radiométrica. La radiancia es la cantidad de radiación proveniente de un área y depende de la iluminación (intensidad y dirección), orientación y posición del objetivo que se está fotografiando y la trayectoria de la luz a través de la atmósfera. (Parks, 2020).

Figura 7

Factores que afectan la radiancia



Nota. Tomado de (Humboldt State University, s.f.)

La radiancia se calcula con la ecuación 1.

$$L_{\lambda} = \text{Ganancia} * ND + \text{Sesgo} \quad (1)$$

Siendo $\text{Ganancia} = \frac{L_{max}-L_{min}}{\text{Rango } ND}$ y $\text{Sesgo} = L_{min}$

Donde:

- *Rango ND*: Rango digital de los valores de pixel, normalmente es de 255 para imágenes Landsat 5 y 7, y de 65535 para imágenes Landsat 8
- *Lmax, Lmin*: Rango de radiancia espectral escalado para cada banda, valores máximos y mínimos de radiancia por sensor
- *ND*: Número digital del pixel

Tanto la ganancia como el sesgo están en unidades de $W/(m^2 * sr * \mu m)$, por lo tanto, el archivo de radiancia resultante también estará en las mismas unidades

2.2.8.2. Corrección atmosférica

La corrección atmosférica es un proceso que se aplica a las imágenes satelitales, con el propósito de disminuir o eliminar ciertas distorsiones que sufren las señales de radiación electromagnética al interactuar con la atmósfera y que luego son colectadas por los sensores de los satélites. Estas distorsiones son causadas por la absorción, dispersión y emisión producidas por gases y aerosoles que viajan por medio de la atmósfera, desde la superficie de la Tierra hasta el sensor; en el primer caso, la absorción por las moléculas de la atmósfera es un proceso selectivo que convierte la radiación incidente en calor, en el segundo caso, la dispersión es un mecanismo dominante y se presenta bajo dos formas distintas: la dispersión de Rayleigh y la dispersión de Mie, por último, la emisión, referente a la radiación propia que emite cualquier cuerpo con temperatura mayor a $-273K$, tiene mayor importancia de estudio en el infrarrojo térmico de los sensores remotos. Estos tres factores se manifiestan en un difuminado de la imagen, disminución de contraste y afectación a la cantidad total de radiación que llega al sensor.

(Aguilar et al., 2014)

Es necesario aplicar el proceso de corrección atmosférica cuando se realizan cálculos o correlaciones donde intervienen diferentes bandas de una imagen multiespectral, ya que la dispersión aumenta inversamente con la longitud de onda y los diferentes canales se verán afectados de un modo

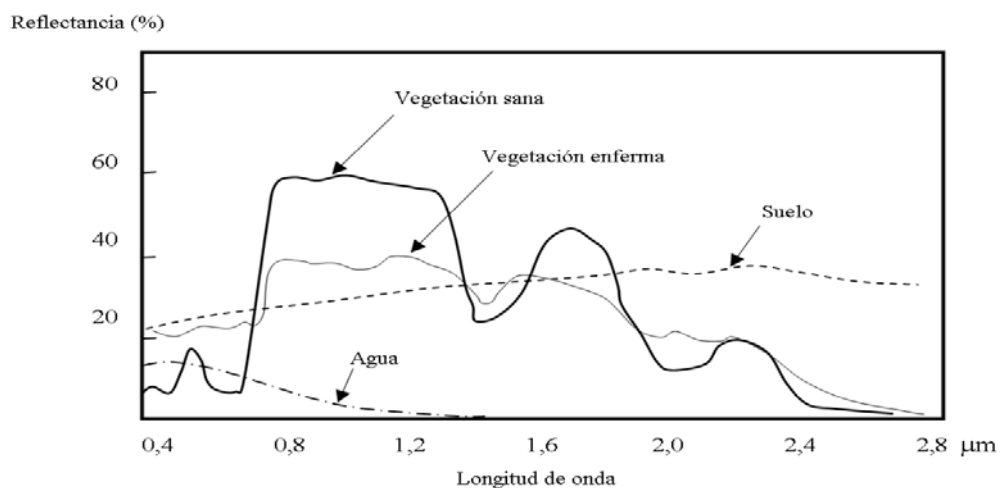
diferente; asimismo, cuando se utilizan modelos físicos para relacionar la radiancia en el sensor con alguna propiedad de la superficie, debe entonces estimarse y descontarse la componente atmosférica presente en la señal del sensor. De igual manera, en estudios multitemporales, cuando se comparen propiedades o magnitudes en fechas diferentes, la atmósfera varía de una fecha a otra y es cuando se debe corregir los valores de las radiancias registradas por el sensor para cada una de las bandas. (Aguilar et al., 2014)

Con lo expuesto, es evidente que la radiancia, que se obtiene luego de la calibración radiométrica, tiene bastante variabilidad en términos de iluminación solar y efectos atmosféricos tales como el vapor de agua en la atmósfera, así que, para obtener resultados confiables, la radiancia es convertida en reflectancia para el análisis de la imagen. La reflectancia es la proporción entre la radiación reflejada por una superficie entre la radiación incidente. Con la reflectancia, se elimina la variabilidad atmosférica, por lo que obtiene mediciones mucho más confiables. (Parks, 2020)

La corrección atmósfera es un proceso importante también dado que algunos materiales pueden ser identificados por sus espectros de reflectancia o firmas espectrales, por lo que es común corregir una imagen a reflectancia como primer paso para extraer características en una imagen satelital.

Figura 8

Firmas espectrales para algunas coberturas



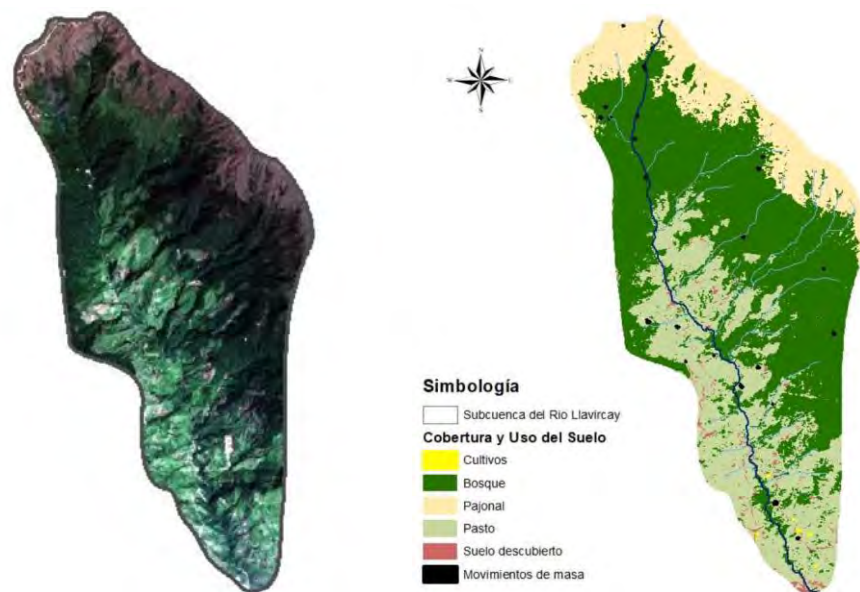
Nota. Tomado de (Hernández & Montaner, 2021)

2.2.9. Clasificación de imágenes satelitales

Es el proceso de asignación a los píxeles de una imagen raster multibanda una clase o categoría determinada en función a su contenido espectral o radiométrico. El resultado es la separación de la información de la imagen en diferentes clases como pueden ser suelos, agua, bosques, glaciares, ciudades entre otros. Existen diversos métodos de clasificación, que se pueden agrupar en dos categorías generales: supervisada y no supervisada y dependen de la interacción entre el analista y su equipo durante la clasificación. (ESRI, s.f.)

Figura 9

Clasificación de coberturas: antes y después



Nota. Subcuenca del río Llavircay (Ecuador). Tomado de (Alvarado y Espinoza, 2018)

2.2.9.1. Clasificación no supervisada de imágenes satelitales

Este tipo de clasificación no requiere la selección de muestras de entrenamiento, sino que se hace uso de algoritmos de agrupamiento y análisis de datos para dividir la información en diferentes clases. Con este método no interviene el analista, sino es el software el que realiza la agrupación de los píxeles del ráster con características espectrales comunes.

2.2.9.2. Clasificación supervisada de imágenes satelitales

En este tipo de clasificación se parte de un conjunto de clases conocido con anterioridad (muestras de entrenamiento) para entrenar un determinado algoritmo de clasificación. En la práctica, el proceso de entrenamiento consiste en definir sobre la imagen áreas pertenecientes a las clases que se quiere clasificar y que serán representativas de las mismas. Estos patrones son los que servirán para construir la regla de clasificación que, con posterioridad, se utilizará para asignar al resto de píxeles de la imagen a cada una de las clases definidas. (Quirós, 2009)

En este método se debe tener previo conocimiento de las clases que se tienen en la zona de estudio (bosques, pastos, zonas urbanas, glaciares, etc). Existe varios algoritmos para realizar clasificación supervisada siendo uno de los más utilizados el método de máxima verosimilitud que entre sus ventajas está que es uno de los métodos más robustos y precisos dado que se basa en evaluaciones estadísticas de la distribución de los valores de píxeles de cada clase, este método se caracteriza por su flexibilidad para clasificar una imagen con cualquier número de clases, también es un método fácil de utilizar y se encuentra disponible en los softwares de teledetección más comunes como ENVI.

2.2.9.2.1. Método de máxima verosimilitud

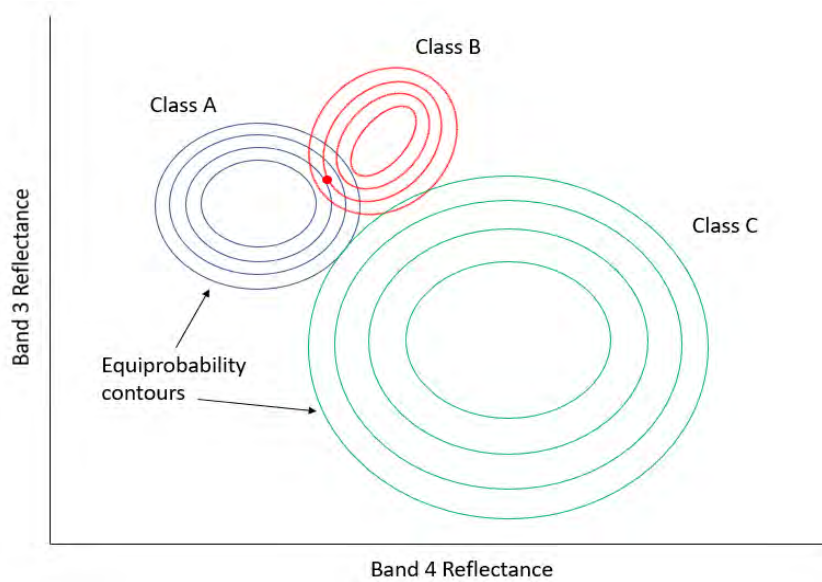
La clasificación por máxima verosimilitud forma parte del análisis estadístico multivariado y permite el procesamiento de bandas raster, generando como resultado una entidad ráster clasificada. (ESRI, 2017). Este método parte del supuesto de que los valores de reflectividad en cada una de las clases siguen una distribución de probabilidad normal multivariante. Se utiliza entonces el vector de medias y la matriz de varianzas-covarianzas para estimar la probabilidad de que un pixel dado pertenezca a cada una de las clases. El pixel se asignará finalmente a la clase cuya probabilidad de pertenencia sea mayor. (Chuvieco, 2006 y Tso y Mather, 2009 citados en del Toro et al., 2015).

Para entender el método se tiene por ejemplo la figura 10, donde se tiene dos dimensiones y tres clases. Las desviaciones estándar en la banda 4 (eje x) y la banda 3 (eje y) se muestran como contornos de equiprobabilidad. En este contexto, el desafío para el clasificador de máxima verosimilitud es determinar la clase para la que el punto se encuentra dentro del contorno de equiprobabilidad más

cercano al centro de la clase. Según el anterior supuesto el punto sería clasificado como clase A por su mayor probabilidad de pertenecer a esa clase. (Knudby, 2023).

Figura 10

Ejemplo bidimensional de clasificación por máxima verosimilitud



Nota. Tomado de (Knudby, 2023)

El método de clasificación por máxima verosimilitud calcula las siguientes funciones discriminantes para cada pixel en la imagen (ecuación 2).

$$g_i(x) = \ln(p(w_i)) - \frac{1}{2} \ln |\sum_i| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \sum_i^{-1} (x - m_i) \quad (2)$$

Donde:

- i = la i -ésima clase
- x = datos n-dimensionales (donde n es el número de bandas)
- $p(w_i)$ = probabilidad de que una clase aparezca en la imagen y se suponga que es la misma para todas las clases
- $|\sum_i|$ = determinante de la matriz de covarianza de los datos en una clase
- $\sum_i^{-1}(x - m_i)$ = la inversa de la matriz de covarianza de una clase
- m_i = región de interés promedio de una clase

Este método es uno de los más utilizado en teledetección, y a pesar de que la condición de normalidad no siempre se cumple, varios autores han planteado que los resultados de la clasificación siguen siendo bastante consistentes. (Swain y Davis, 1978 citado en del Toro et al., 2015).

2.2.10. *CORINE Land Cover*

Es una metodología desarrollada por primera vez en Europa, en la década de los 90, con el fin de estandarizar las nomenclaturas de las coberturas terrestres para todos los países de la región, que permitiera hacer una comparación entre los usos de los suelos de los mismos y tomar decisiones de carácter global y regional. En palabras simples se puede definir al proyecto CORINE Land Cover como una metodología específica elaborada para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. (Corredor et al., 2011)

El proceso de discusión de la leyenda regional para la aplicación en el territorio sudamericano ha llevado a la definición de una serie de clases en los niveles 1 y 2 de la leyenda que, si bien recogen parte de los planteamientos del proyecto CORINE Land Cover, incorporan adaptaciones que se consideran necesarias para los países de la región. (Ministerio del Ambiente, 2014). En el caso del Perú se contemplan cuatro niveles, tres de los cuales se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Clasificación CORINE Land Cover adaptada al Perú hasta el nivel III

Nivel I	Nivel II	Nivel III
1 Áreas artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo 1.1.2 Tejido Urbano discontinuo
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales 1.2.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 1.2.3 Áreas portuarias 1.2.4 Aeropuertos 1.2.5 Obras hidráulicas
	1.3 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos 1.3.2 Áreas de disposición de residuos
	1.4 Áreas verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas 1.4.2 Instalaciones recreativas
2 Áreas agrícolas	2.1 Cultivos transitorios	
	2.2 Cultivos permanentes	
	2.3 Pastos	
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	
	3.1 Bosque	3.1.1 Bosque denso bajo

3 Bosques y áreas mayormente naturales		3.1.2 Bosque abierto bajo 3.1.3 Bosque denso alto 3.1.4 Bosque abierto alto 3.1.5 Bosque fragmentado	
	3.2 Bosques plantados		
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.3.1 Herbazal	
		3.3.2 Arbustal	
		3.3.3 Vegetación secundaria o en transición	
3.3.4 Vegetación arbustiva/ herbácea			
3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.3.5 Arbustal / área intervenida		
	3.3.6 Herbazal / área intervenida		
	3.3.7 Arbustal - Herbazal / área intervenida		
	3.4.1 Áreas arenosas Naturales		
	3.4.1 Áreas pantanosas		
	3.4.2 Afloramientos rocosos		
4 Áreas húmedas	4.1 Áreas húmedas continentales	3.4.3 Tierras desnudas (incluyen áreas erosionadas naturales y también degradadas)	
		3.4.4 Áreas quemadas	
		3.4.5 Glaciares	
5 Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	3.4.6 Solares	
		4.1.1 Áreas pantanosas bofedales	
		4.1.2 Turberas y bofedales	
6 Nubes	4.2 Áreas húmedas costeras	4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	
		4.2.1 Pantanos costeros	
		4.2.2. Salitral	
5 Superficies de agua	5.2 Aguas costeras	4.2.3. Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar	
		5.1.1 Ríos	
		5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	
5 Superficies de agua	5.2 Aguas costeras	5.1.3 Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales	
		5.1.4 Canales	
		5.1.5 Cuerpos de agua artificiales	
6 Nubes	6.1 Nubes	5.2.1 Lagunas costeras	
		6.2 Sombras	
		5.2.2 Mares y océanos	
		5.2.3 Estanques para acuicultura marina	

Nota. Adaptado de (Ministerio del Ambiente, 2014)

2.2.11. Número de curva (CN)

El número de curva es un parámetro hidrológico que permite caracterizar el potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se determina a partir de características físicas del terreno como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas, así como por el grupo hidrológico de suelo. El número de curva proviene del método del SCS el cual es una de las herramientas de modelación hidrológica y ambiental más populares y ampliamente utilizadas. Sin embargo, existe una tendencia creciente a dirigir la atención hacia el número de curva, el cual se interpreta como un descriptor geográfico general de las condiciones del territorio. (Díaz y Mercado, 2017).

2.2.11.1. Grupo hidrológico del suelo

Se ha establecido una clasificación de suelos de acuerdo a su mayor o menor capacidad de infiltración o permeabilidad.

- Grupo A: Son los suelos de mayor permeabilidad y por lo tanto menor escorrentía. Son suelos de texturas gruesas (arenoso o arenoso-limoso)
- Grupo B: Son suelos de mediana permeabilidad. Poseen textura franco-arenosas de mediana profundidad y franco profundos
- Grupo C: Suelos con poca permeabilidad. Son aquellos suelos de textura franco-arcillosa o arcillosa con baja capacidad de infiltración en estado saturado
- Grupo D: Se trata de suelos impermeables, arcillosos y también aquellos terrenos que presenten una capa de arcilla.

Tabla 7

Grupos hidrológicos según tipo de suelo

Descripción de suelos	Simbología	Grupo hidrológico
Acrisol háplico - Alisol háplico - Lixisol háplico	ACh-ALh-LXh	C
Acrisol háplico - Alisol háplico - Luvisol crómico	ACh-ALh-LVx	C
Arenosol háplico - Solonchak háplico	ARh-SCh	A
Cambisol déstrico - Acrisol háplico	CMd-ACh	C
Cambisol déstrico - Acrisol háplico - Lixisol háplico	CMd-ACh-LXh	C
Cambisol déstrico - Alisol háplico	CMd-ALh	C
Cambisol déstrico - Nitisol háplico	CMd-NTh	C
Cambisol éutrico - Phaeozem háplico	CMe-PHh	B
Cambisol éutrico - Vertisol éutrico	CMe-VRe	C
Fluvisol éutrico - Gleysol éutrico	FLe-GLe	B
Fluvisol éutrico - Regosol éutrico	FLe-RGe	B
Gleysol déstrico - Cambisol déstrico	GLd-CMd	B
Gleysol déstrico - Histosol fibrico	GLd-HSf	D
Gleysol déstrico - Lixisol háplico - Fluvisol déstrico	GLd-LXh-FLd	A
Leptosol déstrico - Afloramiento lítico	LPd-R	B
Leptosol déstrico - Andosol mbrico - Afloramiento lítico	LPd-ANu-R	B
Leptosol déstrico - Andosol vítrico	LPd-ANz	B
Leptosol déstrico - Cambisol déstrico - Regosol déstrico	LPd-CMd-RGd	B
Leptosol déstrico - Regosol déstrico - Afloramiento lítico	LPd-RGd-R	B
Leptosol éutrico - Afloramiento lítico	LPe-R	B
Leptosol éutrico - Cambisol éutrico	LPe-CMe	C
Leptosol éutrico - Cambisol éutrico - Regosol éutrico	LPe-CMe-RGe	B
Leptosol éutrico - Kastanozem háplico -	LPe-KSh-R	B

Afloramiento lítico		
Leptosol éutrico - Regosol éutrico - Afloramiento lítico	LPe-RGe-R	B
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	LPq-R	B
Lixisol háplico - Gleysol dístico	LXh-GLd	B
Luvisol crómico - Cambisol éutrico	LVx-CMe	C
Regosol dístico - Afloramiento lítico	RGd-R	B
Regosol dístico - Cambisol dístico	RGd-CMd	C
Regosol éutrico - Andosol móllico	RGe-ANm	C
Regosol éutrico - Calcisol háplico	RGe-CLh	C
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	RGe-CMe	C
Solonchak háplico - Leptosol éutrico	SCh-LPe	A

Nota. Adaptado de (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

2.2.11.2. Uso del suelo o cobertura vegetal

Se tiene en consideración la profundidad y extensión del sistema radicular de la cobertura vegetal y/o de la distribución y densidad de vegetación. Es así que frente a la presencia de un suelo desnudo con síntomas de erosión, poco favorable a la infiltración de la precipitación, se encontrará asociado a números de curva CN elevados, mientras que suelos con cobertura vegetal densa y bien distribuida con condiciones favorables a la infiltración y penetración del agua se encontrará números de curva CN más reducidos. (Villaroja et al., 2013).

En base a los grupos hidrológicos y a los uso de suelo se tiene la tabla 8:

Tabla 8

Valores de número de curva según grupo hidrológico y cobertura

Descripción de uso de suelo	Grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Sin clasificar	54	70	80	85
Zona urbana	81	88	91	93
Cultivos y pastizales en secano	68	79	86	89
Cultivos y pastizales irrigados	62	71	78	81
Cultivos y pastizales mixtos	65	75	82	85
Mosaico de cultivos y pastos	65	75	82	85
Mosaico de cultivos y bosques	45	66	77	83
Pastizales	54	70	80	85
Matorrales	45	66	77	83
Pastizales/Matorrales	49	68	78.5	84
Sabana	57	73	82	86
Bosque caducifolio de hoja ancha	45	66	77	83
Bosque caducifolio de hojas aguja	45	66	77	83
Bosque perenne de hoja ancha	25	55	70	77
Bosque perenne de hoja aguja	25	55	70	77
Bosque mixto	35	60.5	73.5	80
Cuerpos de agua	98	98	98	98

Bofedal	30	58	71	78
Humedal arbolado	25	55	70	77
Zona sin o con escasa vegetación	68	79	86	89
Tundra herbácea	98	98	98	98
Tundra boscosa	98	98	98	98
Tundra mixta	98	98	98	98
Tundra desnuda	98	98	98	98
Nieve o hielo	98	98	98	98

Nota. Adaptado de (Asante et al., 2008)

2.2.12. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es una superficie terrestre donde toda la precipitación que cae sobre ella desembocará en un mismo punto de salida, la línea imaginaria que divide a las cuencas entre ellas recibe el nombre de parteaguas, divisoria de aguas o *divortium aquarum* y recorre los puntos de mayor altitud de la cuenca. La cuenca es un concepto central en la hidrología dado que los fenómenos de precipitación y escorrentía dependen de varios fenómenos que son influenciados por las características de la misma. Estas características o parámetros pueden dividirse en 3 tipos: parámetros fisiográficos, parámetros geomorfológicos y parámetros de drenaje.

2.2.12.1. Parámetros fisiográficos

2.2.12.1.1. Área (A)

Es la proyección horizontal del área de drenaje de la cuenca que llega a un mismo cauce natural, el lugar donde se recoge toda la escorrentía se denomina punto de cierre, de desembocadura o de concentración de la cuenca. Es un parámetro importante para la gestión del recurso hídrico porque da una idea de la cantidad de agua que puede recolectarse y almacenarse en una determinada zona.

2.2.12.1.2. Perímetro (P)

Es la longitud de la línea divisoria de cuenca, a pesar de que este parámetro por sí solo no aporta información importante es fundamental para el cálculo de otros parámetros los que se desarrollan más adelante.

2.2.12.1.3. Longitud axial (L_a)

Es la distancia más larga en línea recta medida desde el punto más alto de la cuenca hasta el punto más bajo o de desembocadura de la misma.

2.2.12.1.4. Ancho promedio (A_p)

Es la distancia que resulta de la división del área de la cuenca entre la longitud axial.

$$A_p = \frac{A}{L_a} \quad (3)$$

Donde:

- A = Área
- L_a = Longitud axial

2.2.12.1.5. Factor de forma (F_f)

Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca.

$$F_f = \frac{A}{L_a^2} \quad (4)$$

Donde:

- A = Área de la cuenca
- L_a = Longitud axial de la cuenca

Una cuenca con un factor de forma bajo está menos sujeta a crecientes que una del mismo área y mayor factor de forma. Un factor de forma elevado significa que la cuenca tiene tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas. (CIDHMA, s.f.)

Tabla 9

Clases de forma según rango de valores de F_f

Ff	Clases de forma
<0.22	Muy alargada
0.22-0.30	Alargada
0.30-0.37	Ligeramente alargada
0.37-0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45-0.60	Ligeramente ensanchada
0.60-0.80	Ensanchada
0.80-1.20	Muy ensanchada

Nota. Tomado de (Pérez, 1979), como se citó en (Navarro, 2021)

2.2.12.1.6. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelious (K)

Es un parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área. Este parámetro está relacionado con el tiempo de concentración y su valor nunca será inferior a 1. Es calculado con la ecuación 5.

$$K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (5)$$

Según la definición se tiene que una cuenca perfectamente circular tendría un coeficiente de compacidad igual a 1. La cercanía a la unidad indica que la cuenca tiende a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la cuenca serían similares.

Tabla 10

Clasificación de cuencas según el índice de compacidad.

K	Clases de compacidad
<1.25	Redonda a oval redonda
1.25-1.5	De oval redonda a oval oblonga
1.5-1.75	De oval oblonga a rectangular

Nota. Tomado de J.J., (2004), como se citó en Tacusi y Hacha (2015)

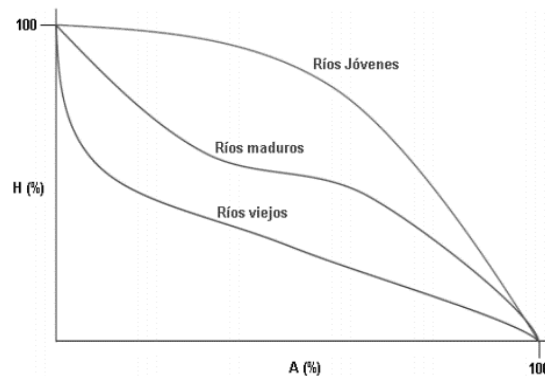
2.2.12.2. Parámetros geomorfológicos

2.2.12.2.1. Curva hipsométrica

Es una curva que representa la relación entre la altitud y la superficie de cuenca que existe sobre esa altitud. La curva hipsométrica en función adimensional (usando valores relativos en vez de valores totales) es útil para estudiar la similitud entre 2 cuencas cuando presentan variaciones en evaporación y precipitación con la altura. La curva hipsométrica también está asociada con la edad que la cuenca podría tener tal como se ve en la figura 11.

Figura 11

Tipos de Curvas hipsométrica según la edad del río



Nota. Tomado de (Ibáñez et al., 2011)

2.2.12.2.2. Polígono de frecuencia de altitudes

El polígono de frecuencia de altitudes es una gráfica complementaria a la curva hipsométrica y permite visualizar las áreas comprendidas entre curvas de nivel con respecto a la superficie total de la cuenca.

2.2.12.2.3. Altitud media

La altitud media es un parámetro importante por la idea que puede proporcionar sobre el comportamiento hidrológico de una cuenca, como por ejemplo en la distribución espacial de las precipitaciones, las pérdidas de agua por evapotranspiración, caudales medios, derretimiento de nieve, disponibilidad de agua entre otros.

2.2.12.2.4. Rectángulo equivalente

El rectángulo equivalente es un arreglo que consiste en transformar la cuenca a un rectángulo que posea el mismo perímetro, superficie y coeficiente de compacidad. Mediante este arreglo las curvas de nivel se convierten en líneas rectas paralelas al lado menor del rectángulo el cual representa el punto de desembocadura de la cuenca (Tacusi y Hacha, 2015).

El lado mayor del rectángulo equivalente se calcula con la fórmula 6.

$$L = \frac{K * \sqrt{A}}{1.12} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right) \quad (6)$$

El lado menor se calcula con la fórmula 7.

$$l = \frac{K * \sqrt{A}}{1.12} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right) \quad (7)$$

Donde:

- L = lado mayor del rectángulo equivalente
- l = lado menor del rectángulo equivalente
- K = Coeficiente de compacidad
- A = Área

2.2.12.3. Parámetros de drenaje

2.2.12.3.1. Grado de ramificación

El grado de ramificación es una forma de clasificar y numerar las corrientes de agua de una cuenca para obtener el grado de bifurcación o ramificación de la misma. Existen varios métodos de clasificación siendo el más común el método de Strahler. Este método fue desarrollado en la década de 1940 por el geólogo alemán Arthur Strahler y se basa en las siguientes premisas:

- Corriente de primer orden: Corrientes que no tienen tributarios
- Corriente de segundo orden: Cuando dos corrientes de primer orden se unen
- Corriente de orden n+1: Cuando dos corrientes de orden n se unen

Figura 12

Órdenes de ríos según Strahler



Nota. Tomado de (Villón, 2002)

2.2.12.3.2. Densidad de drenaje (D_d)

Es la relación entre la longitud total de corrientes (efímeras, intermitentes y perennes) por unidad de área.

$$D_d = \frac{Ls}{A} \quad (8)$$

Donde:

- Ls = longitud total de corrientes
- A = área de la cuenca

En una cuenca con densidad de drenaje alta las precipitaciones actuarán inmediatamente sobre las descargas de los ríos. En cuencas con cobertura vegetal densa y relieve llano se presentan valores bajos de este parámetro.

De acuerdo a Monsalve (1999), la densidad de drenaje toma los siguientes valores

- Entre 0.5 km/km² para hoyas con drenaje pobre
- Hasta 3.5 km/km² para hoyas excepcionalmente bien drenadas

Por su parte, Fuentes (2004) propone la clasificación que se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Clases según rangos de densidad de drenaje

Rangos de densidad	Clases
0.1 – 1.8	Baja
1.9 – 3.6	Moderada
3.7 – 5.6	Alta

Nota. Adaptado de (Fuentes, 2004)

2.2.12.3.3. Densidad de corrientes (D_c)

Es el número de corrientes perennes o intermitentes por unidad de área

$$D_c = \frac{Ns}{A} \quad (9)$$

Donde:

- Ns = Número de corrientes perennes o intermitentes
- A = Área de la cuenca

2.2.12.3.4. Extensión media de escurrimiento (Es)

Es la distancia que el agua de precipitación tendrá que recorrer en promedio hasta llegar a un curso de agua cercano.

$$Es = \frac{A}{4 * Li} \quad (10)$$

Donde:

- A = Área de la cuenca
- Li = Longitud total de los cursos de agua

2.2.13. Sistema Pfafstetter de codificación de cuencas

El sistema de codificación Pfafstetter es una metodología para la delimitación de cuencas y fue desarrollada por el ingeniero Otto Pfafstetter en 1989 y más tarde adoptada por el United State Geological Survey (USGS) como estándar internacional. Esta metodología asigna identificadores a una cuenca para relacionarla con sus cuencas vecinas, locales o internas (Autoridad Nacional del Agua, 2021).

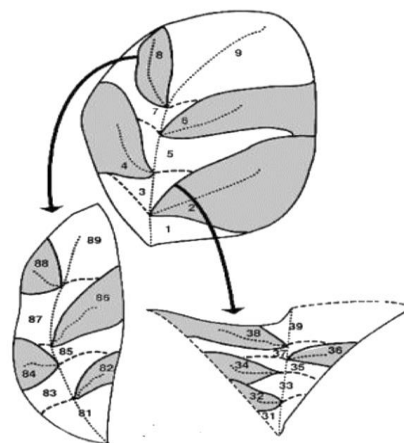
El método consiste en los siguientes pasos:

- Subdividir una cuenca hidrográfica sin importar su tamaño identificando los cuatro mayores afluentes del río principal en función del área de su unidad geográfica.
- Numerar a las cuencas correspondientes a los afluentes mayores con dígitos pares 2,4,6 y 8 partiendo de aguas abajo hacia aguas arriba.
- Numerar con los dígitos impares 1,3,5,7 y 9 a las cuencas correspondientes a los tributarios restantes (también llamadas intercuenas) partiendo de aguas abajo hacia aguas arriba.

Cada una de estas cuencas puede ser subdividida nuevamente utilizando la misma metodología. En la figura 13 se tiene la codificación de una cuenca típica en donde una de sus subcuencas, la que tiene código 8 específicamente, puede subdividirse aún más generando subcuencas con códigos desde el 81 hasta el 89. Los dígitos de la nueva subdivisión son añadidos al código de la cuenca de orden mayor.

Figura 13

Subdivisión y codificación de subcuencas por el método Pfafstetter

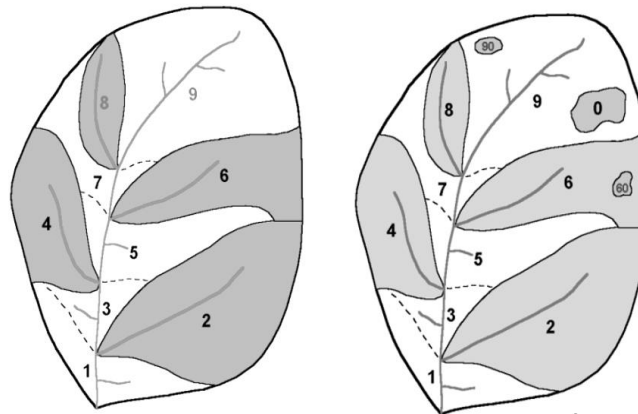


Nota. Tomado de Autoridad Nacional del Agua (2021)

El método tiene la consideración de que en el caso de las dos unidades más altas del río principal, la de mayor tamaño tendrá el código 9 y la más pequeña el código 8. En el caso que exista cuencas endorreicas o internas, a la más grande ellas se le asignara el código 0 y las restantes de menor tamaño serán incorporadas a las cuencas o intercuenas vecinas. (Autoridad Nacional del Agua, 2021)

Figura 14

Consideraciones especiales de la codificación Pfafstetter



Nota. Tomado de (Autoridad Nacional del Agua, 2021)

Figura 15

Clasificación Pfafstetter de la cuenca Vilcanota-Urubamba (ANA)



Nota. Tomado de (Autoridad Nacional del Agua, s.f.)

2.2.14. Ciclo hidrológico

Se denomina ciclo hidrológico, al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido, gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc) (Villón, 2002). El ciclo hidrológico es la base del estudio de la hidrología, es un ciclo continuo porque no tiene principio ni fin y su análisis puede iniciar en cualquier punto. Por ejemplo, el agua que se evapora desde los océanos y la superficie terrestre se convierte en parte de la atmósfera. El vapor de agua se transporta y se eleva hasta que se condensa y cae en forma de precipitación sobre la superficie terrestre o los océanos. Esta agua precipitada puede ser captada por la vegetación, convertirse en flujo superficial, infiltrarse en el suelo, fluir a través de él como flujo subsuperficial y desembocar en los ríos como escorrentía superficial. Gran parte del agua interceptada y de la escorrentía superficial regresa a la atmósfera mediante la evaporación. El agua que se infiltra puede percolar profundamente para recargar las aguas subterráneas, desde donde puede surgir en manantiales o fluir hacia los ríos como escorrentía superficial, continuando así el ciclo hidrológico. (Chow et al., 1994).

Figura 16

Ciclo Hidrológico



Nota. Tomada de (Aigües de Mataró, s.f.)

2.2.15. Precipitación

El término precipitación hace referencia a cualquier forma de humedad que se forma en las nubes y se precipita hasta llegar a la superficie del suelo, de acuerdo a esta definición pueden ser lluvias, granizadas, nevadas o garúas. La precipitación es la principal fuente de aporte de agua a la superficie terrestre y su análisis y medición es el punto de partida de los estudios relacionados a la gestión del agua. (Villón, 2002).

2.2.16. Escorrentía

Se puede definir a la escorrentía como el agua que proveniente de la precipitación circula sobre o bajo la superficie terrestre y llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca, se pueden definir tres tipos de escorrentía: escorrentía superficial, escorrentía subsuperficial y escorrentía subterránea; de estos tres tipos la que primero llega a la salida de la cuenca es el superficial por lo que se dice que proviene de la precipitación en exceso o efectiva y constituye el escurrimiento directo; por otra parte el escurrimiento que más lentamente llega a la salida de la cuenca es el subterráneo y es difícil relacionarlo con una tormenta específica, este tipo es el único que aporta a las corrientes cuando no hay lluvias y por ello constituye el escurrimiento base. (Aparicio, 1992).

Figura 17

Tipos de escorrentía



Nota. Tomado de (MasterGIS, s.f.)

2.2.17. Análisis de consistencia

El análisis de consistencia es un conjunto de técnicas que permiten detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de datos meteorológicos. Antes de realizar un modelo hidrológico debe realizarse el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener series de datos confiables. Este proceso se puede efectuar de tres maneras: análisis gráfico, curva de doble masa y análisis estadísticos. (Reynaga y Cornelio, 2021)

2.2.17.1. Análisis Gráfico

Consiste en realizar gráficos o histogramas de la información meteorológica histórica en el eje de las ordenadas y el tiempo en escala mensual o anual en el eje de las abscisas con el objetivo de identificar visualmente inconsistencias que pueden mostrarse como picos muy altos, valores muy bajos, existencia de saltos y/o tendencias.

2.2.17.2. Análisis de doble masa

Este paso se lleva a cabo posteriormente al análisis gráfico, y consiste en trazar un gráfico donde en el eje vertical se represente la precipitación anual acumulada en mm de una estación específica, y en el eje horizontal se represente la precipitación anual acumulada de una estación patrón, que puede ser el promedio de las estaciones analizadas. En esta gráfica, las inconsistencias se visualizan como quiebres, lo que ayuda a identificar períodos de tiempo con registros cuestionables.

2.2.17.3. Análisis estadístico

Consiste en la aplicación de pruebas estadísticas a los datos hidrometeorológicos para comprobar la presencia de saltos y/o tendencias. Según Chiew y Siriwardena (2005) antes de realizar los análisis estadísticos se deben conocer los siguientes conceptos básicos:

- El punto de partida es la definición de una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1), por ejemplo, para una prueba de tendencia de una serie de datos H_0 sería la no existencia de tendencia en los datos y H_1 sería la existencia de una tendencia creciente o decreciente.
- El estadístico de prueba es un medio para comparar H_0 y H_1 . Es un valor numérico calculado de la serie de datos que está siendo probada.

- El nivel de significancia es un medio para medir si el estadístico de prueba es muy diferente de los valores críticos que normalmente ocurrirían bajo H_0 .
- En caso de que el estadístico de prueba sea mayor que el valor crítico de prueba para el nivel de significancia escogido (en hidrología normalmente es de 0.05) entonces la hipótesis H_0 es rechazada lo que significa que existen saltos o tendencias.

Algunas pruebas estadísticas comunes para el análisis de consistencia se muestran en la tabla

12. Las pruebas paramétricas asumen que los datos siguen una distribución normal mientras que las no paramétricas no requieren que los datos sigan una distribución en específico.

Tabla 12

Pruebas estadísticas para análisis de consistencia

Prueba	Tipo	Verificación de:
Mann-Kendall	No paramétrico	Tendencias
Regresión Lineal	Paramétrico	
Cusum	No paramétrico	Saltos
T de Student	Paramétrico	

2.2.17.3.1. Prueba de Mann-Kendall

Es un método no paramétrico que verifica si existe una tendencia en una serie de datos sin hacer supuestos sobre su distribución. Considera la hipótesis de la estabilidad de la serie temporal. Siendo así, la sucesión de valores de la serie temporal denota información independiente y la distribución de la probabilidad debe permanecer la misma. Los valores de una serie de valores $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ son reemplazados por sus rangos relativos $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$. Para que la hipótesis nula sea verdadera los datos que componen la serie deben ser variables aleatorias, independientes e igualmente distribuidas (Chiew y Siriwardena, 2005). El estadístico S se calcula con la ecuación 11.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(R_i - R_j) \right) \quad (11)$$

Donde:

- $\text{Sgn}(x)=1$ para $x>0$

- $\text{Sgn}(x)=0$ para $x=0$
- $\text{Sgn}(x)=-1$ para $x<0$

Si la hipótesis nula H_0 es nula, entonces S esta aproximadamente distribuida normalmente con:

$$\begin{aligned}\mu &= 0 \\ \sigma &= \frac{n(n-1)(2n-5)}{18}\end{aligned}\tag{12}$$

El estadístico de prueba z se calcula con la ecuación 13.

$$z = \frac{|S|}{\sigma^{0.5}}\tag{13}$$

Este valor es comparado con los valores críticos de prueba que pueden ser obtenido de tablas dependiendo del nivel de significancia. Si el z calculado es mayor se concluye que la tendencia es estadísticamente significativa.

Un valor positivo de S indica que existe una tendencia creciente y viceversa

2.2.17.3.2. Regresión lineal

Es un test paramétrico que asume que los datos se encuentran normalmente distribuidos. Este método comprueba si existe una tendencia lineal examinando la relación entre el tiempo (x) y la variable de interés (y). La gradiente de regresión (b) es estimada con la ecuación 14:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}\tag{14}$$

El interceptor es calculado con la ecuación 15.

$$a = \bar{y} - b\bar{x}\tag{15}$$

El test estadístico esta dado por la ecuación 16.

$$S = \frac{b}{\sigma}\tag{16}$$

Donde:

$$\sigma = \sqrt{\frac{12 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)}{n(n-2)(n^2-1)}}\tag{17}$$

El estadístico de prueba S sigue una distribución t de Student con n-2 grados de libertad bajo la hipótesis nula (los valores críticos del estadístico de prueba para varios niveles de significación se pueden obtener de las tablas del estadístico t de Student). La prueba de regresión lineal supone que los datos poseen una distribución normal y que los errores (desviaciones de la tendencia) son independientes y siguen también una distribución normal con media cero

2.2.17.3.3. *Distribución de Cusum*

Es un método no paramétrico que comprueba si los promedios de dos partes de un registro son diferentes (para un tiempo desconocido de cambio).

Dada una serie de datos $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, el estadístico de prueba se calcula utilizando la ecuación 18.

$$V_k = \sum_{i=1}^k \text{sgn}(x_i - x_{\text{mediana}}) \quad (18)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

- $\text{Sgn}(x)=1$ para $x>0$
- $\text{Sgn}(x)=0$ para $x=0$
- $\text{Sgn}(x)=-1$ para $x<0$
- x_{mediana} es la mediana de la serie de datos

La distribución de V_k sigue el estadístico de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras $KS =$

$\frac{2}{n} \max|V_k|$, los valores críticos de $\max|V_k|$ están dados por:

- $\alpha = 0.10$ $1.22\sqrt{n}$
- $\alpha = 0.05$ $1.36\sqrt{n}$
- $\alpha = 0.01$ $1.63\sqrt{n}$

Un valor negativo de V_k indica que la última parte del registro de datos tiene un promedio mayor que la primera parte y viceversa.

2.2.17.3.4. *T de Student*

Este método verifica si los promedios de dos periodos son diferentes. La prueba asume que los datos se encuentran normalmente distribuidos. El estadístico de prueba se calcula con la ecuación 19.

$$t_c = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{S * \sqrt{\frac{1}{n} - \frac{1}{m}}} \quad (19)$$

Donde:

- \bar{x} y \bar{y} son los promedios del primer y segundo periodo respectivamente
- m y n son el número de observación del primer y segundo periodo respectivamente
- S es la desviación estándar muestral ponderada de todas las observaciones de m y n

$$S = \left(\frac{(n_1 - 1) * S_1^2 + (n_2 - 1) * S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (20)$$

Luego se comparan el t_c y el t_t , este último es el valor crítico de prueba y depende del nivel de significancia, puede ser obtenido de tablas. De la comparación de ambos se tiene que:

- Si $|t_c| \leq t_t(95\%)$ entonces $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$, por lo tanto no se realiza la corrección de datos
- Si $|t_c| > t_t(95\%)$ entonces $\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$, por lo tanto se debe realizar la corrección de datos

2.2.18. *Extensión y completación de datos meteorológicos*

Es usual que los registros meteorológicos presenten vacíos o que su extensión no sea la suficiente para abarcar el periodo de estudio deseado. Para realizar la extensión y completación de datos existen varios métodos como el método de los promedios, recta de regresión, método del U.S. Weather Bureau o mediante distribuciones de frecuencia.

2.2.19. *Modelo hidrológico*

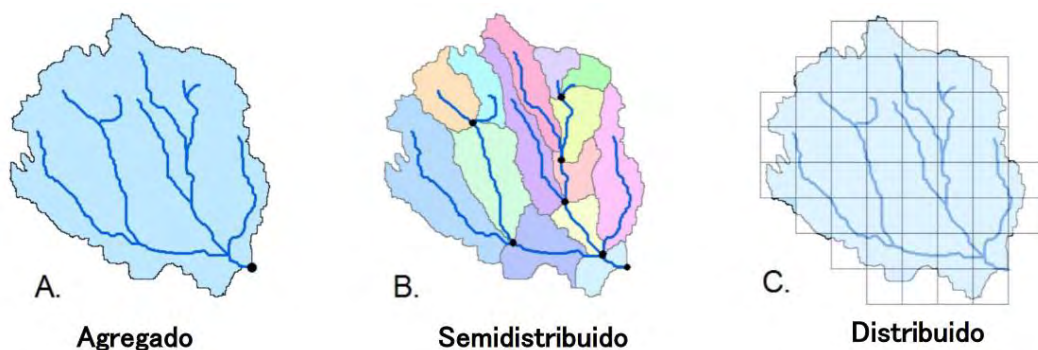
Un modelo hidrológico es una aproximación al sistema hidrológico real; sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que conectan las entradas y las salidas. Los modelos hidrológicos pueden dividirse en dos categorías: modelos físicos y modelos abstractos. Los modelos físicos constituyen modelos a escala que representan a un sistema. Los

modelos abstractos por otra parte representan al sistema en forma matemática a través de ecuaciones que relacionan las variables de entrada y de salida. (Chow et al., 1994)

De acuerdo a la aleatoriedad de las variables los modelos hidrológicos pueden dividirse también en modelos determinísticos y estocásticos, en los primeros una entrada dada produce siempre una misma salida, en los segundos las salidas son por lo menos parcialmente aleatorias. En el caso de los modelos determinísticos, estos pueden dividirse en modelos agregados, que es cuando el sistema es promediado en el espacio o considerado como un punto único sin dimensiones en el espacio. También pueden ser distribuidos cuando se considera que los procesos ocurren en varios puntos del espacio y define las variables del modelo como funciones de las dimensiones espaciales. (Chow et al., 1994). Intermedio entre ellos son los modelos semidistribuidos.

Figura 18

Tipos de modelos hidrológicos determinísticos



Nota. Tomado de (Alonso y De Vera, 2023)

2.2.20. Modelo WEAP (*Water Evaluation and Planning System*)

El Stockholm Environment Institute (2009) define a WEAP como un software destinado a la planificación integrada de los recursos hídricos que puede ser aplicada a diversas escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta grandes cuencas; WEAP posee un gran número de usuarios en todo el mundo y está disponible en varios idiomas incluido el español.

El modelo WEAP es de tipo determinístico semi-distribuido dado que la cuenca de estudio se divide en subcuencas y los datos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa, viento) se

aplican uniformemente dentro de cada subcuenca, las cuales están divididas por la cobertura de suelo. (Ramirez, 2015).

2.2.20.1. Uso de WEAP

WEAP tiene un público diverso que varía según el tipo de interacción. Este software abarca a una amplia gama de usuarios, que van desde profesionales involucrados en la planificación hidrológica, hidrólogos, agrónomos y economistas, hasta funcionarios gubernamentales responsables de la gestión del agua y comunidades locales. Utilizando la estructura de WEAP, las entidades públicas encargadas de la planificación del agua y las comunidades locales pueden colaborar en la descripción detallada de la zona de interés. (Stockholm Environment Insitute, 2009).

2.2.20.2. Proceso de aplicación de un modelo WEAP

El desarrollo de un modelo hidrológico en WEAP de acuerdo al Stockholm Environment Insitute (2009) sigue las siguientes etapas:

- a) Definición temporal: Consiste en establecer el periodo de tiempo de estudio, los límites espaciales, componentes del sistema y la configuración del problema
- b) Búsqueda de la información: Incluye la recolección de datos en dos etapas: recolección de datos generales es decir los mínimos datos para correr el modelo y la recolección de datos específicos para pulir el modelo una vez montado.
- c) Desarrollo del modelo: Consiste en esquematizar los sitios de oferta y demanda del modelo y realizar las corridas iniciales para observar preliminarmente su comportamiento y eliminar errores e inconsistencias.
- d) Calibración: Es el proceso de ajustar los parámetros del modelo para que la información de salida se asemeje lo más posible a los datos observados en la realidad.
- e) Uso del modelo para la generación de escenarios: Una vez que el modelo este calibrado es posible utilizarlo para explorar los efectos que tendría una serie de supuestos alternativos en la demandas y ofertas de agua, contaminación, costos, clima, políticas futuras, etc.

2.2.20.3. Datos requeridos para ingresar al modelo WEAP

Los datos de ingreso requeridos para aplicar el modelo WEAP se muestran en la tabla 13

Tabla 13

Datos de entrada del modelo WEAP

Datos requeridos para alimentar el modelo y durante el proceso de calibración	Formato Preferido	Notas
Uso de suelo		
Modelo digital de elevación (DEM)	GIS	Estos datos son necesarios para caracterizar la cuenca
Cobertura de vegetación	GIS	
Clima		
Precipitación	Excel, texto, o csv	Series de datos históricos. Precipitación y temperatura deben ser promedios de cada paso de tiempo dentro del periodo de modelación.
Temperatura	Excel, texto, o csv	
Humedad relativa	Excel, texto, o csv	
Viento	Excel, texto, o csv	
Latitud	Excel, texto, csv, GIS	
Sitios de demanda		
Número de usuarios	No hay formato pref.	Aunque las demandas agrícolas se pueden estimar dentro del modelo hidrológico, también se puede agrupar en un sitio de demanda
Consumo per cápita	No hay formato pref.	
Variación mensual	No hay formato pref.	
Porcentaje de retorno	No hay formato pref.	
Datos para la calibración del modelo		
Series de tiempo de caudales	Excel, texto, o csv	Estos datos son importantes para verificar el comportamiento del modelo

Nota. Adaptado de (Stockholm Environment Insitute, 2009)

2.2.20.4. Métodos de simulación hidrológica en WEAP

WEAP posee 5 métodos de simulación hidrológica: método de demanda del riego, método de precipitación-escorrentía (Coeficiente simplificado), método de precipitación-escorrentía (Humedad del suelo), método MABIA, método crecimiento de plantas. De los cinco métodos el más complejo y también el más utilizado es el método de Humedad del Suelo (Soil Moisture Method) también conocido como el método de los dos baldes.

2.2.20.5. Método de Humedad del Suelo

Es el método más complejo que posee WEAP y también es el más utilizado. Este método modela al suelo como dos estanques o baldes, uno que representa la zona de las raíces y otro la zona profunda, entre ellos existe una interacción que simula la percolación desde el estanque de la zona de raíces hacia

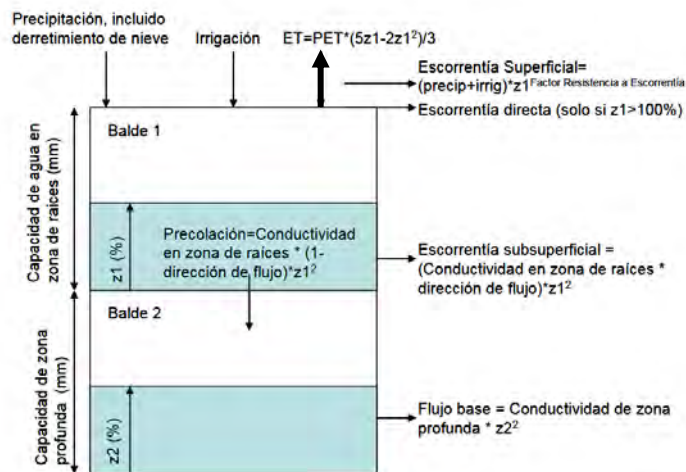
el estanque profundo. Cada estanque tiene flujos de entrada y salida, los que dependen de las variables forzantes del modelo como también de los parámetros que representan el suelo (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2014).

Por otra parte, el Stockholm Environmental Insitute (2015) define a este método como un esquema de contabilidad de la humedad del suelo en 2 compartimentos o baldes y se basa en funciones empíricas que describen la evapotranspiración, la escorrentía superficial, la escorrentía subterránea (también llamada flujo intermedio) y la percolación profunda para una unidad de cuenca; el método también permite caracterizar los impactos de las coberturas o usos de suelo en estos procesos.

El esquema de funcionamiento del Método de Humedad del suelo se muestra en la figura 19 y en la figura 20.

Figura 19

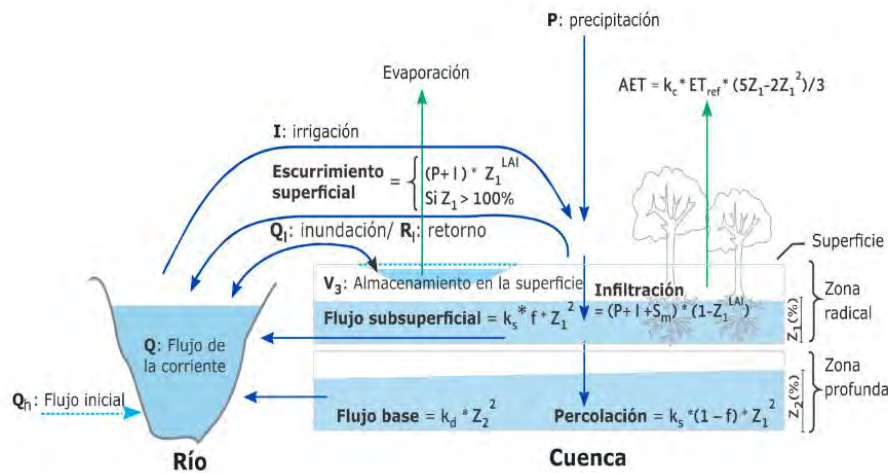
Esquema conceptual del método de humedad del suelo



Nota. Tomado de (Stockholm Environment Insitute, 2009)

Figura 20

Otro esquema conceptual del método de humedad del suelo



Nota. Tomado de (Nevárez et al., 2021)

Una subcuenca puede ser dividida en N fracciones que representan diferentes coberturas o usos de suelo, y el balance hídrico se calcula para cada área fraccional j de N . Se asume que las condiciones climáticas son uniformes para cada subcuenca (catchment) y es así que se da el balance hídrico (Stockholm Environmental Institute, 2015). Con estas premisas se tienen ecuaciones tanto para el balde superior (ecuación 21) como para el balde inferior (ecuación 22). Cada término de estas ecuaciones corresponden a un elemento del balance hidrológico.

Balde superior

$$Sw_j \cdot \frac{dz_{1,j}}{dt} = P_e(t) - PET(t) \cdot k_{c,j}(t) \cdot \left(\frac{5z_{1,j} - 2z_{1,j}^2}{3} \right) - P_e(t) \cdot Z_{1,j}^{\frac{RRF_j}{2}} - f_j \cdot k_s \cdot z_{1,j}^2 - (1 - f_j) \cdot k_s \cdot z_{1,j}^2 \quad (21)$$

- $Sw_j \cdot \frac{dz_{1,j}}{dt}$: Cambio en la humedad del suelo del balde superior
- $P_e(t)$: Precipitación efectiva
- $PET(t) \cdot k_{c,j}(t) \cdot \left(\frac{5z_{1,j} - 2z_{1,j}^2}{3} \right)$: Evapotranspiración
- $P_e(t) \cdot Z_{1,j}^{\frac{RRF_j}{2}}$: Escorrentía superficial
- $f_j \cdot k_s \cdot z_{1,j}^2$: Escorrentía subsuperficial

- $(1 - f_j) * k_s * z_{1,j}^2$: Percolación

Donde:

- S_w =capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces
- P_e =Precipitación efectiva
- t =Temperatura
- PET =Evapotranspiración
- k_c =Coeficiente de cultivo
- Z_1 = Porcentaje inicial del almacenamiento efectivo del balde superior
- RRF =Factor de resistencia a la escorrentía
- f =Dirección preferencial de flujo
- k_s =Conductividad en la zona radicular

Balde inferior

$$Dw_j * \frac{dz_{2,j}}{dt} = -k_d * z_{1,j}^2 + (1 - f_j) * k_s * z_{2,j}^2 \quad (22)$$

- $Dw_j * \frac{dz_{2,j}}{dt}$: Cambio en la humedad del suelo del balde superior
- $k_d * z_{1,j}^2$: Flujo base
- $(1 - f_j) * k_s * z_{2,j}^2$: Percolación

Donde:

- D_w =Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda
- k_d =Conductividad en la zona profunda
- Z_1 = Porcentaje inicial del almacenamiento efectivo del balde superior
- f =Dirección preferencial de flujo
- k_s =Conductividad en la zona radicular
- Z_2 = Porcentaje inicial del almacenamiento efectivo del balde inferior

Los parámetros de entrada del método de humedad de suelo se muestran en la tabla 14.

Los parámetros de suelo que requiere este método se muestran en la tabla 14.

Tabla 14

Parámetros de suelos del método de humedad del suelo

Parámetro	Símbolo	Descripción
Área	A	Superficie para cada clase de cobertura
Coefficiente de Cultivo	Kc	Coefficiente de cultivo para cada tipo de cobertura
Capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces	Sw	Es la capacidad de retención de agua de la capa superior de suelo representada en mm (Balde superior)
Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda	Dw	Capacidad de retención efectiva de agua de la capa profunda (Balde inferior) en mm. Es un valor único para cada catchment y no varía con el tipo de cobertura
Factor de resistencia a la escorrentía	RRF	Factor usado para controlar la respuesta a la escorrentía superficial y está relacionado al índice de área foliar y pendiente del terreno. La escorrentía tenderá a decrecer con valores mayores. Este parámetro puede variar por tipo de cobertura de suelo
Conductividad en la zona radicular	Ks	Tasa de conductividad de la zona de raíces a saturación completa que se dividirá de acuerdo a la dirección preferencial de flujo, entre el interflujo y el flujo al balde inferior. Esta tasa puede variar entre los tipos de cobertura
Conductividad en la zona profunda	Kd	Tasa de conductividad (longitud/tiempo) de la capa profunda (balde inferior) a saturación completa, controla la transmisión del flujo base. Este es un valor dado para cada catchment y no varía por clase de cobertura
Dirección Preferencial del Flujo	f	Si es 1.0 entonces el flujo 100% horizontal, si es 0.0 entonces el flujo es 100% vertical. Este factor divide el flujo que sale del balde superior entre el interflujo y el flujo hacia el balde inferior.
Z1 inicial	Z1	Valor inicial de Z1 al comienzo de la simulación. Z1 es el valor relativo de almacenamiento como un porcentaje del almacenamiento efectivo total de la capacidad del balde superior. No varía por tipo de cobertura.
Z2 inicial	Z2	Valor inicial de Z2 al comienzo de la simulación. Z2 es el almacenamiento relativo como porcentaje del almacenamiento efectivo total del balde inferior. Este valor no varía según la clase de cobertura.

2.2.21. Calibración y validación

La calibración consiste en encontrar un conjunto de parámetros que permitan conseguir una serie de caudales que se asemeje lo más posible a los datos históricos de las estaciones hidrométricas. Para ello se deben comparar los caudales generados y los caudales históricos en puntos específicos de la cuenca. Con base a estas comparaciones se calculan índices estadísticos de bondad de ajuste para estimar la precisión del modelo y de esta manera ajustar los parámetros hasta lograr la mejor respuesta de dichas medidas estadísticas. (Stockholm Environment Insitute, 2009)

Para calibrar el modelo generalmente se busca ajustar los caudales pico y los caudales base, si se pretende aumentar la respuesta de los caudales pico por ejemplo, se requiere modificar la escorrentía superficial la cual es directamente influenciada por el factor de resistencia a la escorrentía (RRF) y la conductividad de la zona de raíces (Ks), ambos factores afectan la capacidad de respuesta de las cuencas hidrográficas. Por otro lado, si se busca ajustar los caudales base, se deben modificar la dirección preferencial del flujo (f) y la conductividad de la zona profunda (Kd). (Stockholm Environment Insitute, 2009).

La validación por otra parte, es un proceso que tiene la finalidad de demostrar que el modelo hidrológico tiene la capacidad de realizar predicciones en un determinado punto para periodos de tiempo fuera del periodo de calibración.

Los índices estadísticos de bondad de ajuste más utilizados para evaluar el comportamiento de un modelo hidrológico son los índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) y el PBIAS o sesgo porcentual.

2.2.21.1. Índice de Nash-Sutcliffe (NSE)

El índice de Nash evalúa la capacidad predictiva de un modelo hidrológico e indica en qué medida se relaciona los datos observados con los simulados.

También se dice que este coeficiente indica cuanto de la variabilidad de las observaciones es explicada por la simulación. (Cabrera, 2011)

El índice de Nash-Sutcliffe se calcula utilizando la ecuación 23.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{s,i} - Q_{o,i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{o,i} - \bar{Q}_o)^2} \quad (23)$$

Donde

- Q_s = caudales simulados
- Q_o = caudales observados

El coeficiente de Nash cuanto más cercano sea a uno la relación entre los datos observados y simulados será mejor. Moriasi et al. (2007) propone la clasificación que se muestra en la tabla 15.

Tabla 15*Clasificación del modelo con índice de Nash-Sutcliffe (NSE)*

NSE	Ajuste
0.75-1.00	Muy bueno
0.65-0.75	Bueno
0.50-0.65	Satisfactorio
≤ 0.5	No satisfactorio

Nota. Adaptado de Moriasi et al. (2007)**2.2.21.2. PBIAS**

El PBIAS mide la tendencia promedio de los datos simulados a ser mayores o menores que los observados y se calcula con la ecuación 24.

$$PBIAS = 100 * \left(\frac{\overline{Q_s} - \overline{Q_o}}{\overline{Q_o}} \right) \quad (24)$$

Donde

- Q_s = caudales simulados
- Q_o = caudales observados

Un PBIAS cercano a cero indica una mejor relación entre los caudales simulados y observados que un valor alto. Adicionalmente, un PBIAS positivo indica sobreestimación y un PBIAS negativo indica una subestimación de caudales.

Moriasi et al. (2007) proponen la clasificación de la tabla 16.

Tabla 16*Clasificación del modelo con el índice PBIAS*

PBIAS(%)	Ajuste
$< \pm 10$	Muy bueno
$\pm 10 - \pm 30$	Bueno
$\pm 30 - \pm 50$	Satisfactorio
≥ 50	No satisfactorio

Nota. Adaptado de Moriasi et al. (2007)

2.2.22. Simulación de inundación

Según el IDEAM (s.f.), las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que generan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas. Para realizar una simulación de inundación se necesita un caudal máximo de diseño, el cual está relacionado a un cierto periodo de retorno.

2.2.22.1. Periodo de retorno

El periodo de retorno de cualquier evento extremo se define como el lapso o número de años que en promedio, se cree que será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento. (Méllice y Reason, 2007).

El diseño de estructuras para el control de agua incluye la consideración de riesgos. Una estructura para el control de agua puede fallar si la magnitud correspondiente al periodo de retorno T se excede durante la vida útil de la estructura. (Chow et al, 1994). Este riesgo hidrológico natural o inherente de falla se puede calcular utilizando la fórmula 25.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad (25)$$

Donde:

- R = Riesgo de falla admisible
- n = Vida útil de la estructura
- T = Periodo de retorno

2.2.22.2. Coeficiente de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning puede estimarse según Cowan con la fórmula

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5 \quad (26)$$

Donde:

- n_0 : Función del material
- n_1 : Función del grado de irregularidad del cauce
- n_2 : Función de las variaciones de la sección transversal del curso natural
- n_3 : Dependiente del efecto relativo de las obstrucciones presentes en el río
- n_4 : Función de la vegetación
- m_5 : Dependiente de la cantidad de meandros

Para la determinación de estos coeficientes se utiliza la tabla 17.

Tabla 17

Coefficientes para el cálculo de “n” según Cowan

Condiciones del canal			Valores
Material involucrado	Tierra		0.020
	Corte en roca	n_0	0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Suave	0.000		
Grado de irregularidad	Menor	n_1	0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual		0.000
	Ocasionalmente alternante	n_2	0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante		0.000
	Menor	n_3	0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja		0.005-0.010
	Media	n_4	0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor		1.000
	Apreciable	m_5	1.150
	Severo		1.300

2.2.22.3. Simulación de inundación con HEC-RAS

La ecuación gobernante en el modelo unidimensional de HEC-RAS es la ecuación de conservación de la energía, en la cual las “perdidas” de energía por fricción se calculan empleando la ecuación de Manning y las pérdidas locales por contracción y expansión de flujo, se calculan como una

fracción del cambio en la cabeza de velocidad entre dos secciones consecutivas. Entre una sección y otra se resuelve la ecuación de la energía (Bernoulli), para obtener las alturas de flujo. (Ríos, 2023)

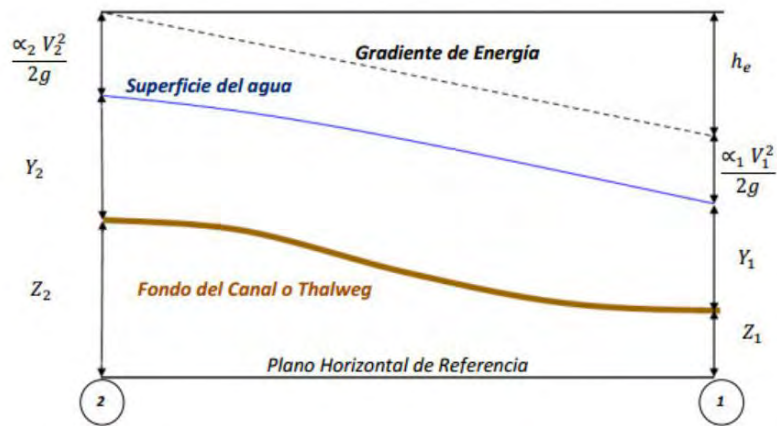
$$z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_e \quad (27)$$

Donde:

- y : Láminas de agua en las secciones transversales 1 y 2
- z : Nivel del fondo del canal en las secciones transversales 1 y 2
- V : Velocidades promedio en las secciones transversales 1 y 2
- g : Aceleración de la gravedad
- h_e : Pérdida de carga entre las secciones consecutivas

Figura 21

Representación de los términos de la ecuación de la energía



Nota. Tomado de (Cordova, 2017)

Por su parte, la ecuación de Manning es:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{\frac{2}{3}} * S_0^{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

Donde:

- Q : Caudal (m³/s)
- A : Área mojada (m²)
- R_h : Radio hidráulico de la sección (m)
- S_0 : Pendiente del terreno (m/m)

Capítulo III: Metodología

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Según Hernández et al. (2014) una investigación tiene enfoque cuantitativo cuando refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes, cuando la recolección de los datos se fundamente en la medición, cuando se hace uso de métodos estadísticos entre otras características. Una investigación cuantitativa empieza planteando un problema delimitado y concreto para luego realizar la revisión de la literatura y la construcción del marco teórico, seguido se formulan las hipótesis las cuales más adelante serán aceptadas o rechazadas.

3.2. Alcance del Estudio

El alcance de la investigación es descriptivo – correlacional. Descriptivo porque se describe cuantitativa y cualitativamente la cuenca de estudio y las coberturas vegetales existentes en la misma, es correlacional porque se pretende conocer el grado de correlación entre dos variables que son la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía

3.3. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es no experimental porque no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se analiza el efecto que tiene la variable independiente (cobertura vegetal) en la variable dependiente (caudales de escorrentía) tal como ha ocurrido naturalmente. También es longitudinal porque el fenómeno es analizado a través del tiempo.

3.4. Operacionalización de Variables

Tabla 18

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und
Cobertura Vegetal (VI)	La cobertura vegetal es la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre y comprende desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales. (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019)	Será determinada por medio de análisis multitemporal de imágenes satelitales mediante softwares SIG	Coberturas vegetales	Superficies de coberturas vegetales	km ²
				Número de curva	CN

Caudales de escorrentía (VD)	Es el agua que proveniente de la precipitación circula sobre o bajo la superficie terrestre y llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (Aparicio, 1992).	Se generarán caudales utilizando el modelo hidrológico WEAP el cual será calibrado con caudales observados	Caudal	Caudales observados	m ³ /s
				Caudales generados	m ³ /s

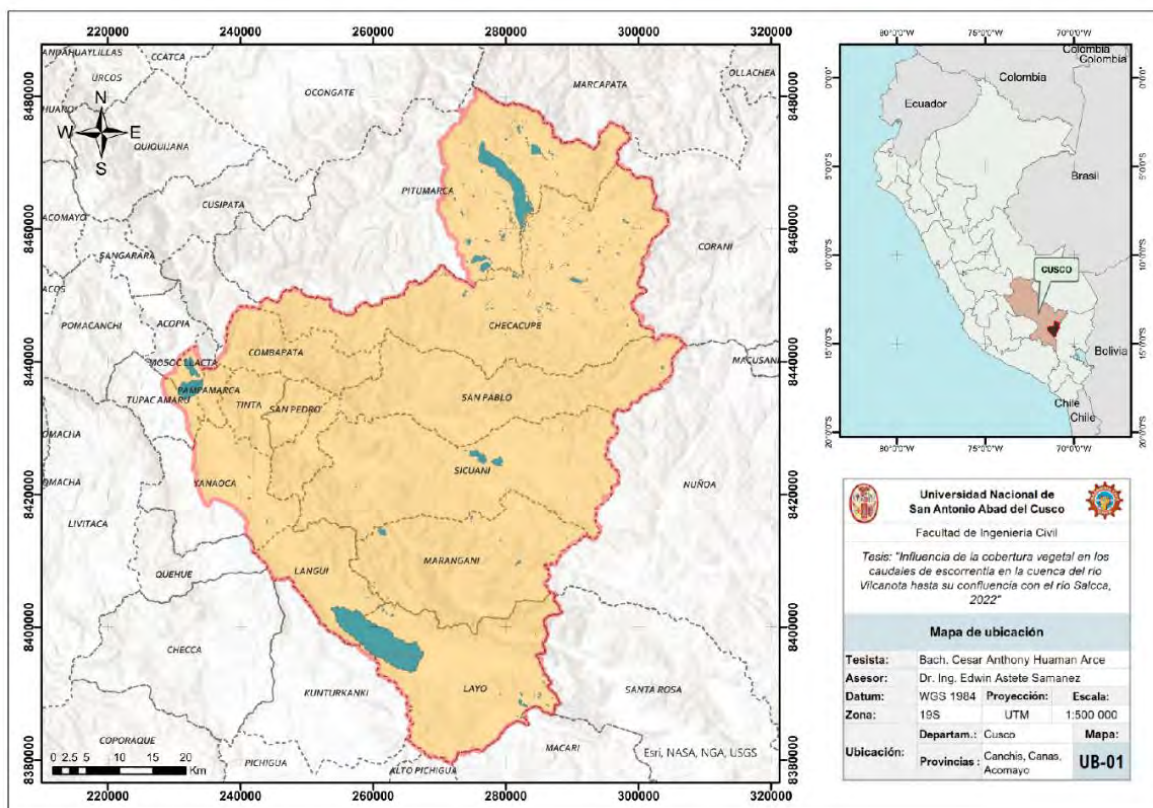
3.5. Delimitación del estudio

3.5.1. Delimitación espacial

La zona de estudio es la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca que es la cabecera de la cuenca Vilcanota-Urubamba.

Figura 22

Delimitación de la cuenca de estudio



Dentro de la cuenca están comprendidos los distritos que se muestran en la tabla 19.

Tabla 19

Provincias y distritos dentro de la cuenca de estudio

País:	Perú
Departamento:	Cusco
Provincias:	Acomayo, Canchis, Canas -Acomayo Mosoc Llacta (parcial) -Canchis: Pitumarca(parcial) Checacupe (parcial) Combapata Tinta
Distritos dentro del área de estudio:	San Pedro San Pablo Sicuani Marangani -Canas: Tupac Amaru Pampamarca Yanaoca (parcial) Langui Layo

3.5.2. Delimitación temporal

La investigación se desarrolló en el periodo de tiempo comprendido entre los años 1990 y 2022.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Obtención de la información cartográfica

Se descargaron 4 modelos de elevación digital (DEM) Alos Palsar de 12.5m x 12.5m de resolución espacial del servidor Earth Data – Alaska Satellite Facility de la NASA suficientes para cubrir toda la zona de estudio, los 4 DEMs fueron combinados utilizando ArcGIS para formar un solo modelo de elevación el cual servirá para la delimitación de la cuenca y la determinación de sus parámetros.

Las imágenes satelitales escogidas para el análisis de coberturas son imágenes tomadas por los satélites Landsat 5 y Landsat 8 y se descargaron del servidor Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) el cual cuenta con una amplia base de datos procedentes de una multitud de satelitales como Landsat, ASTER, Sentinel, IKONOS, SPOT entre otros. Es relevante señalar que la elección de Landsat se debe a que es el único programa de satélites con información gratuita histórica

(el primer satélite Landsat fue lanzado en el año 1972) y por ello es el más idóneo para realizar estudios multitemporales de coberturas vegetales.

Al momento de seleccionar las imágenes satelitales es importante escoger aquellas sin o con un mínimo porcentaje de nubes para evitar zonas sin clases al momento de realizar la clasificación supervisada para el análisis de coberturas, para tal propósito se debe colocar un filtro de nubes al momento de realizar la búsqueda en el servidor Earth Explorer (Land Cloud Cover).

3.6.2. *Obtención de la información hidrológica*

La información climática de precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y caudales necesaria para el utilizar el método de humedad del suelo (Soil Moisture Method) fue obtenida de dos fuentes: del servidor del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) el cual contiene todo tipo de información útil gratuita para la gestión de los recursos hídricos en el territorio nacional y del servidor del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Los registros no disponibles en los servidores web de estaciones importantes para la investigación fueron solicitados por medio de una petición formal a la oficina del SENAMHI dirección zonal 12 indicando fines de investigación; para este propósito se remitió una serie de documentos como solicitud dirigida al director zonal, carta de presentación del decano, resumen del plan de tesis, declaración jurada y una carta de compromiso. Los datos fueron entregados dos semanas después por correo electrónico.

Los parámetros de uso de suelo iniciales para alimentar el modelo hidrológico WEAP con el método de humedad del Suelo (Soil Moisture Method) fueron obtenidos de diversas tesis e informes técnicos.

La información de demandas de tipo agrícola, poblacional y acuícola fue obtenida de los derechos de agua otorgados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y que estan disponibles en el servidor del Sistema Nacional de Información de Recursos hídricos (SNIRH), por otra parte, las demandas pecuarias fueron obtenidas del Censo Nacional Agropecuario 2012.

3.6.3. *Softwares Utilizados*

Sin contar con los programas básicos de escritorio como Word, el cual fue utilizado para la redacción de la investigación y Excel, el que fue utilizado para el procesamiento y cálculo en general; los programas de ingeniería utilizados se describen en la tabla 20.

Tabla 20

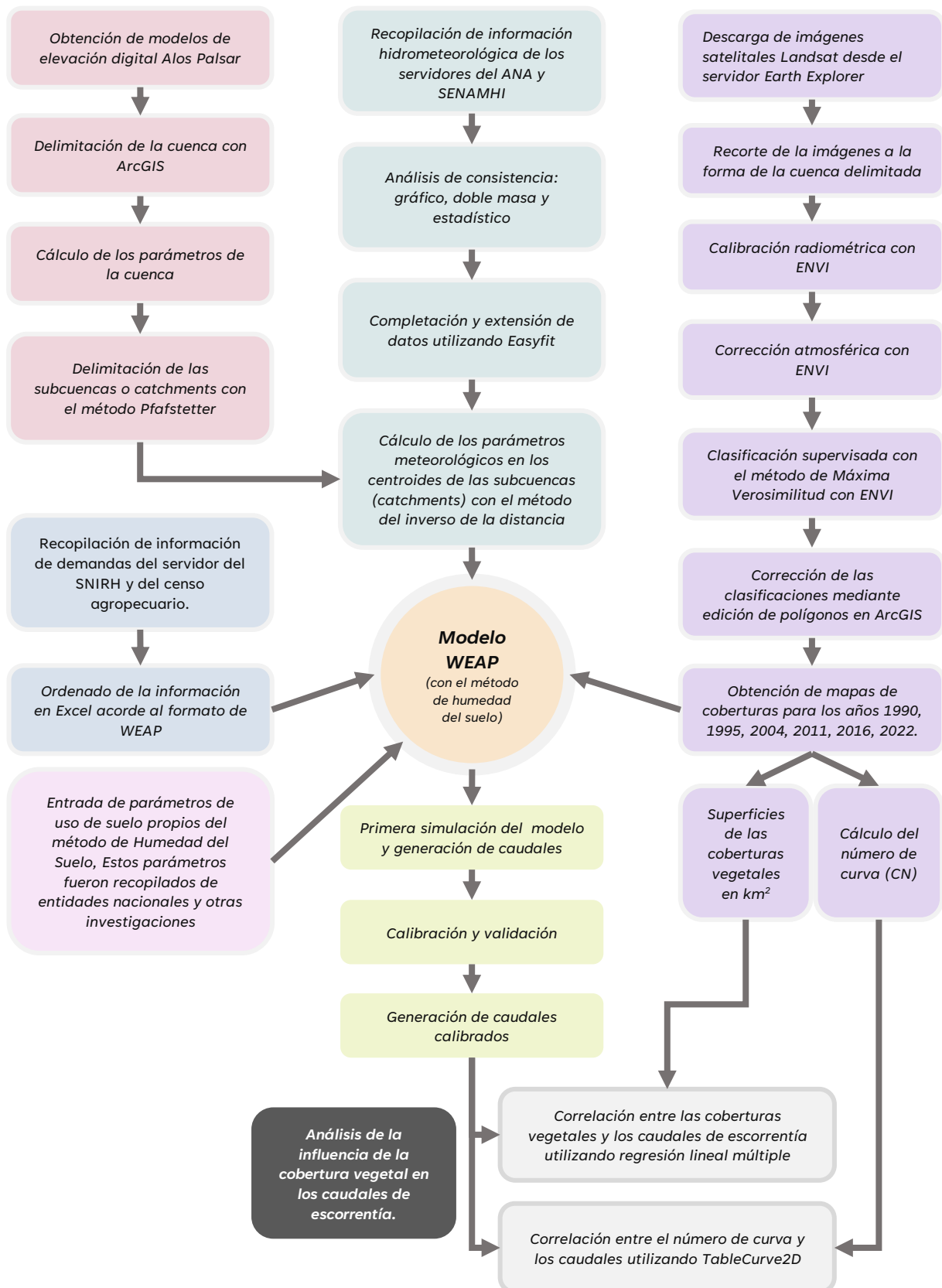
Principales softwares utilizados en la investigación

Software	Definición	Uso
ArcGIS	ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. ArcGIS es utilizado por personas a nivel global con el propósito de aplicar el conocimiento geográfico en beneficio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. (Esri)	Se utilizó ArcGIS para la delimitación de la cuenca, para la determinación de los parámetros de la cuenca, para la delimitación de las subcuencas, para la presentación de los productos de las clasificaciones supervisadas y los planos finales.
Easyfit	Easyfit permite fácil y rápidamente seleccionar la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a una serie de datos reduciendo el tiempo de análisis y ayudando a tomar mejores decisiones (MathWave)	Con Easyfit se realizó la completación y extensión de la información meteorológica.
ENVI	ENVI es un programa utilizado para la extracción de información oportuna, confiable y precisa de imágenes satelitales. Soporta diversos formatos de datos entre ellos datos multiespectrales, hiperespectrales, termales, LiDAR etc. (L3harris Geospatial)	Se utilizó ENVI para la calibración radiométrica, corrección atmosférica y para la clasificación supervisada de las coberturas vegetales.
Trend	Trend es un programa diseñado para facilitar el análisis estadístico de tendencias, cambios y aleatoriedad en datos hidrológicos. (Toolkit)	Se utilizó Trend para el análisis estadístico de consistencia de los datos pluviométricos.
WEAP	WEAP es un software para la planificación integrada de los recursos hídricos. Proporciona un marco integral, flexible y fácil de usar para el análisis de políticas. (SEI)	Se utilizó WEAP para realizar la modelación hidrológica de la cuenca de estudio con el fin de obtener caudales de escorrentía. Se utilizó el método de humedad del suelo.
TablaCurve 2D	TableCurve 2D es un software que incorpora miles de ecuaciones para permitir a científicos e ingenieros hallar el modelo ideal para sus datos. El programa ajusta los datos automáticamente y a gran velocidad. (Systat Software Inc.)	TableCurve 2D fue utilizado para realizar las correlaciones.
HEC RAS	HEC-RAS es un software desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos y sirve para modelar la hidráulica de flujo de agua en ríos naturales y canales.	Se utilizó HEC RAS para simular una inundación en un tramo de río.

Los fases para lograr el objetivo de analizar la influencia de la variación de la cobertura vegetal en la determinación de los caudales de escorrentía en la cuenca de estudio se muestran de manera esquemática en la figura 23.

Figura 23

Flujograma de la investigación (elaboración propia)



3.7. Metodología para el cálculo de los parámetros de la cuenca

Utilizando el modelo de elevación digital combinado a resolución 12.5m x 12.5m con la corrección de sumideros (píxeles sin información) se delimitó la cuenca utilizando las herramientas del componente Hydrology del software ArcGIS. El punto de cierre o desembocadura se colocó metros aguas debajo del punto de la confluencia de los ríos Vilcanota y Salcca.

Figura 24

Confluencia de los ríos Vilcanota y Salcca



Adicionalmente, para el modelado en WEAP fue necesario dividir la cuenca en subcuencas para lo cual se utilizó la metodología de clasificación Pfafstetter utilizando ArcGIS, es así que la cuenca se dividió en 18 subcuencas (catchments), 9 en la subcuenca del río Salcca y 9 en la subcuenca del río Vilcanota.

Para el cálculo de los parámetros fisiográficos, geomorfológicos y de drenaje de la cuenca se utilizó el software ArcGIS y hojas de cálculo propias.

3.8. Metodología para la determinación de la variación de las coberturas vegetales

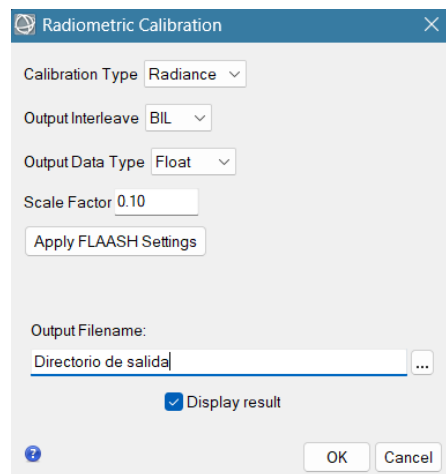
La metodología comprendió la calibración radiométrica y corrección atmosférica de las imágenes satelitales, la clasificación supervisada con el método de Máxima Verosimilitud y la corrección de las mismas. Finalmente se obtuvo como producto mapas de coberturas vegetales para diferentes años.

3.8.1. Calibración radiométrica

El proceso de calibración radiométrica se realizó con la herramienta *Radiometric Calibration* del software ENVI. Se deben seleccionar las opciones que se muestran en la figura 25 en caso se vaya a realizar más adelante la corrección atmosférica con la herramienta FLAASH.

Figura 25

Interfaz de la herramienta Radiometric Calibration de ENVI



Se describen a continuación el significado de las opciones elegidas.

- *Calibration type – radiance*: Indica que los números digitales (ND), que es el formato con el que los sensores captan las imágenes satelitales, se convertirán en un formato físico más representativo que es la radiancia.
- *Output Interleave – BIL*: Esta opción se refiere a la codificación de los valores de intensidad de los píxeles de las imágenes satelitales. Para posteriormente aplicar la herramienta de corrección atmosférica FLAASH esta opción debe ser de tipo BIL (intercalado de banda por línea).
- *Output Data Type – Float*: Significa que los valores de radiancia resultantes del proceso serán números reales en términos matemáticos.
- *Scale factor – 0.10*: Cuando este valor es 1, la imagen de radiancia resultante tendrá unidades por defecto en $W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$ (Watts/(metro cuadrado * estereorradián * micrómetro). Sin embargo para posteriormente aplicar la corrección atmosférica con la herramienta FLAASH es necesario que el archivo se encuentre en unidades de $\mu W/(cm^2 \cdot sr \cdot \mu m)$

(microwatts/(centímetro cuadrado * estereorradián * micrómetro) por lo que el factor de escala será de 0.10.

- *Output filename:* Indica el directorio en el computador donde se guardará la imagen resultante.

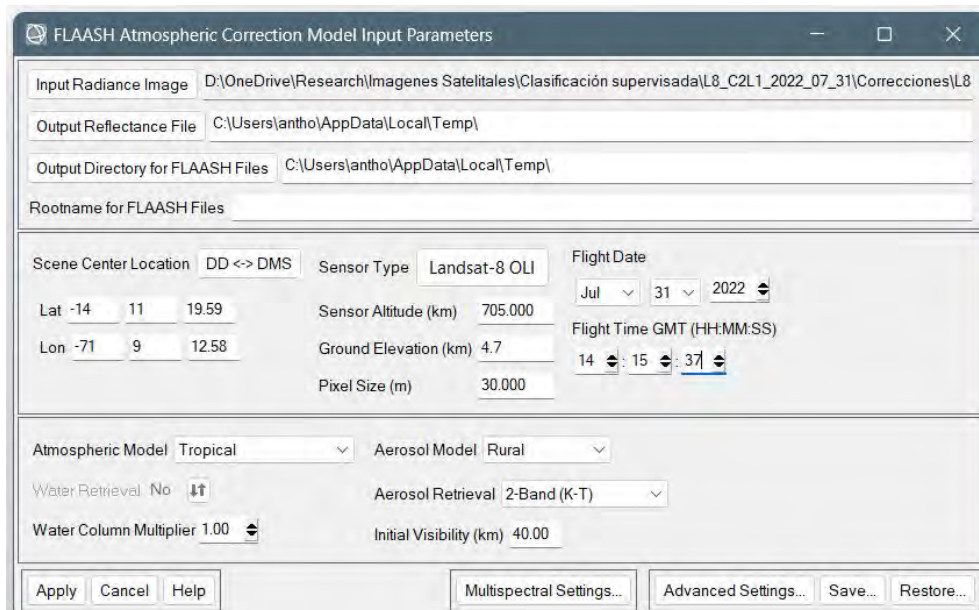
3.8.2. Corrección atmosférica

Con las imágenes calibradas radiométricamente se procedió a utilizar la herramienta *FLAASH Atmospheric Correction* de ENVI para realizar el proceso de corrección atmosférica.

Esta herramienta requiere datos técnicos de la imagen satelital los cuales pueden ser encontrados en el archivo de extensión .MTL que se incluye en la carpeta de descarga de la imagen. Para realizar esta corrección seleccionan las opciones que se muestran en la figura 26.

Figura 26

Interfaz de la herramienta FLAASH Atmospheric Correction de ENVI



A continuación se describe el significado de las opciones seleccionadas datos y archivos a importar en la herramienta:

- *Input Radiance image:* Es el directorio donde se ubica la imagen de radiancia producto de la calibración radiométrica.
- *Output Reflectance File:* Es el directorio donde se guardará la imagen de reflectancia producto de la corrección atmosférica

- *Output Directory for FLAASH Files*: Es el directorio donde se guardarán los archivos propios del método FLAASH.
- *Lat y Lon*: Es la longitud y latitud de la imagen satelital, estos datos ENVI los reconoce automáticamente de los metadatos de la imagen satelital.
- *Sensor Type*: Se refiere al sensor del satélite que tomó la imagen, en este caso son Landsat 5 y Landsat 8.
- *Sensor altitude (km)*: Es la altitud de órbita del satélite, para los satélites Landsat 5 y 8 es de 705 km
- *Ground elevation (km)*: Es la altitud media del terreno, que en este caso es de 4.7 km. Este dato aproximado y se estima a partir del modelo de elevación digital.
- *Pixel size (m)*: Es el tamaño de pixel de la imagen, en el caso de Landsat es de 30 metros para X y Y.
- *Flight date*: Es la fecha cuando se tomó la imagen. Este dato se obtiene de los metadatos de la imagen satelital, en el archivo de extensión .MTL
- *Flight time*: Es la hora cuando se tomó la imagen. Este dato se obtiene de los metadatos de la imagen satelital, en el archivo de extensión .MTL
- *Atmospheric Model*: Para el Perú se recomienda que se seleccione la opción Tropical
- *Aerosol model*: ENVI cuenta con 4 modelos para la corrección por influencia de aerosoles: el *rural* se utiliza en zonas que no están bajo influencia fuerte de coberturas industriales o urbanas, asume que existen dos distribuciones de partículas, gruesas y delgadas, mezcladas en la atmósfera, el urbano asume que un 80% de las partículas son las mismas que considera el modelo rural y el 20% restante son partículas similares al hollín, el *marítimo* se utiliza para zonas colindantes con áreas costeras o áreas continentales con gran influencia de vientos marinos. Por último, el modelo *troposférico* se aplica para condiciones de gran nitidez y asume que solo están presentes las partículas delgadas del modelo rural. (Aguilar et al., 2014). En el presente caso la opción más conveniente es *rural*.

- *Aerosol retrieval*: Esta opción es también de ayuda para corregir el efecto de aerosoles, en el caso de imágenes Landsat se recomienda escoger la opción 2-Band (K-T) que es el método de extracción de aerosoles por el método de Kaufman – Tanre.
- *Initial visibility (km)*: Por defecto para una imagen limpia tiene el valor de 40 a 100 km, en caso de que la imagen satelital tenga niebla moderada visible el valor será de 20 o 30 km, y en caso de niebla densa se establece un valor de 15 km o menos. (Aguilar et al., 2014)

Al aplicar todas las correcciones la imagen resultante finalmente tendrá datos en reflectancia espectral.

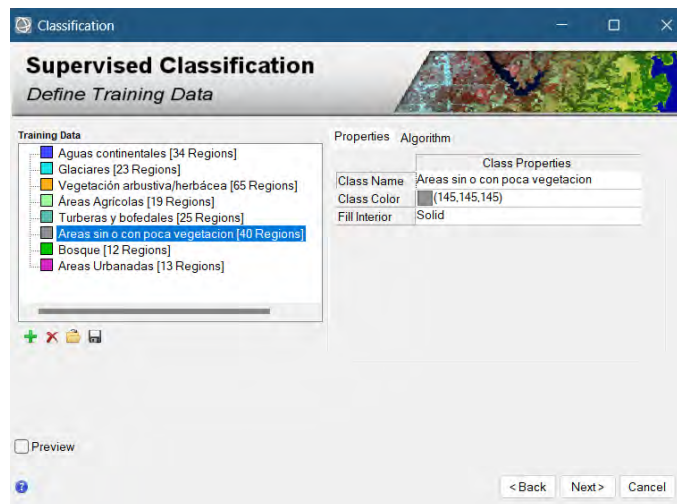
3.8.3. Clasificación supervisada

Con los rásters calibrados radiométricamente y corregidos atmosféricamente se procedió a realizar el proceso de clasificación supervisada con la herramienta *Classification Workflow* del software ENVI utilizando el algoritmo de Máxima Verosimilitud.

La primera imagen satelital Landsat que se procesó fue la del año 2011 dado que el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal realizado por el MINAM se realizó en base a imágenes satelitales Landsat tomadas en ese año. Es así que en base a las coberturas presentes en este mapa, a combinaciones de bandas y realizando la comparación con imágenes de Google Earth de mayor resolución se trazaron polígonos (áreas de entrenamiento) en la imagen corregida atmosféricamente para cada tipo de cobertura procurando que los polígonos de entrenamiento incluyan las distintas texturas y luminosidades de cada cobertura y procurando que la cantidad de dichos polígonos debe ser lo suficientemente considerable para que su distribución abarque toda la cuenca.

Figura 27

Interfaz de la herramienta Supervised Classification de ENVI

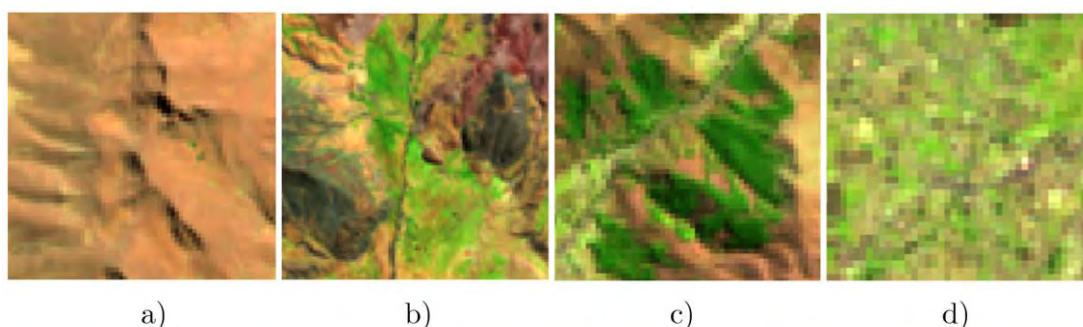


Una vez realizada la clasificación de la imagen del 2011 se procedió a clasificar las imágenes de los otros años partiendo del conjunto de polígonos y añadiendo, eliminando o modificando los mismos de acuerdo a las variaciones de coberturas. Se procuró que exista un intervalo de tiempo similar entre imágenes, sin embargo debido a problemas como nubosidad o fallas en las imágenes del servidor no se cumplió esta condición enteramente. En total se analizaron 6 imágenes satelitales, para los años 1990, 1995, 2004, 2011, 2016, 2022.

Es importante recalcar que para realizar el trazado de los polígonos de entrenamiento primeramente se realizó una comparación entre las imágenes Landsat combinado bandas, imágenes de Google Earth y el mapa nacional de coberturas vegetales a fin de identificar la manera en que las distintas coberturas vegetales y no vegetales se presentan en relación a color, textura y luminosidad.

Figura 28

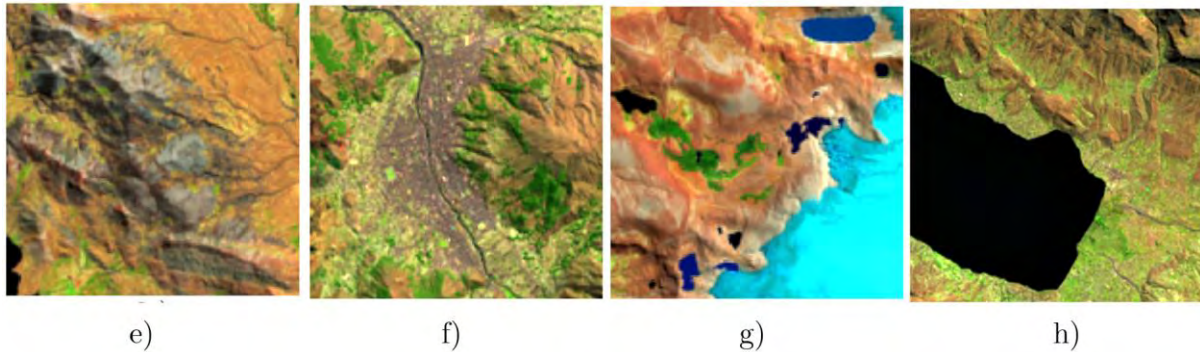
Coberturas vegetales de una imagen Landsat 8 - combinación RGB: 6-5-4



Nota. a) Vegetación arbustiva herbácea: adquiere colores anaranjados-rojizos, b) Turberas y bofedales: Adquiere colores verdes vibrantes, c) Bosque: Adquiere verdes intensos y opacos, d) Áreas agrícolas: Es un mosaico de colores verdes pálidos con pixeles de diferentes colores

Figura 29

Coberturas no vegetales de una imagen Landsat 8 - combinación RGB: 6-5-4



Nota. e) Áreas sin o con poca vegetación: puede adquirir colores grisáceos, magentas, blancos, turquesas o rojos oscuros f) Áreas urbanizadas: Adquiere colores magentas con puntos de colores variados, g) Glaciares: Adquiere colores celestes y azules claros, h) Aguas continentales: Adquiere colores negros profundos

3.8.4. Corrección de detalles de la clasificación supervisada

Una clasificación supervisada nunca será perfecta razón por la cual fue necesario realizar algunas correcciones. Con este propósito, los rásters producto de las clasificaciones supervisadas fueron convertidas a formato vectorial a fin de realizar las correcciones pertinentes en los polígonos con ayuda del software ArcGIS. Se utilizaron imágenes de Google Earth de mayor resolución y las mismas imágenes Landsat en color natural como referencia para este proceso.

Figura 30

Un error común de la clasificación supervisada con ENVI



Nota. a) Resultado de una clasificación supervisada. b) Clasificación supervisada aplicando recorte a la forma de la cuenca. Luego de realizar el proceso de clasificación supervisada el resultado es un archivo vectorial de forma rectangular al que debe aplicarse un corte a la forma de la cuenca, luego de su aplicación, suele aparecer un minúsculo borde con rastros de una cobertura incorrecta (figura b) que rodea toda la cuenca. La corrección consiste en modificar el valor de coberturas los polígonos de ese borde a la cobertura interior más adyacente que es la verdadera.

3.9. Metodología para la determinación de la variación de caudales

Para este propósito se utilizó el modelo hidrológico WEAP con el método de humedad del suelo (Soil Moisture Method). Este método requiere de información climática, de suelos y demandas.

3.9.1. Cálculo de los parámetros meteorológicos

3.9.1.1. Estaciones meteorológicas elegidas

Para determinar las estaciones a usarse se consideraron dos condiciones: que tenga datos históricos y que su influencia abarque buena parte de la cuenca, en el caso de las variables de precipitación y temperatura se trazaron polígonos de Thiessen para ese fin mientras que para la humedad relativa y velocidad del viento se utilizaron las escasas estaciones existentes cerca de la cuenca que tenían registros de estas variables. En la tabla 21 se muestra la disponibilidad de datos meteorológicos para las estaciones meteorológicas utilizadas.

Tabla 21*Estaciones meteorológicas utilizadas*

Estación	Este	Norte	Altitud	Precip.	Temp.	Humedad relativa	Velocidad viento
Pomacanchi	222761.2	8448925.7	3690		•	•	•
Combapata	237266.4	8439854.4	3464	•			
Sicuani	258653.4	8424863.5	3574	•	•	•	
Salcca	259118.7	8432364.4	3913	•	•		
La Raya	286074.3	8397882.1	4350	•			
Santa Rosa	306514.9	8382173.7	3986		•		

3.9.1.2. Análisis de consistencia

Se realizó al análisis de consistencia de los datos pluviométricos de las estaciones Sicuani, Salcca, Combapata y La Raya por los métodos gráficos, curva de doble masa y análisis estadístico, este último con las pruebas de Mann Kendall, Regresión Lineal, Cusum y t de Student utilizando el software hidrológico Trend.

3.9.1.3. Completación y extensión de datos faltantes

Se realizó la completación y extensión de los datos meteorológicos mensuales utilizando la herramienta de generación de números aleatorios del software Easyfit considerando la distribución probabilística que mejor se ajuste a los registros. Mediante este método no se alteran la media ni la desviación estándar de los datos. Las distribuciones probabilísticas más utilizadas en hidrología y que están disponibles en Easyfit son:

- Distribución normal o gaussiana
- Distribución Log-Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log-Pearson III

- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

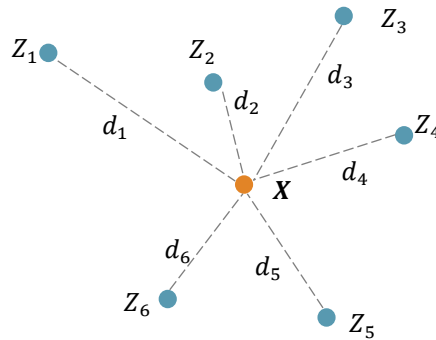
En términos prácticos, el software ordena las distribuciones según el valor de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov y se escoge la que posee un mejor ajuste a los datos para luego generar números aleatorios y completar y/o extender los registros pluviométricos.

3.9.1.4. Determinación de los parámetros meteorológicos en las subcuencas

Realizados los análisis de consistencia y completación de datos faltantes de los registros meteorológicos, se calcularon los valores de precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad de viento en los centroides de las 18 subcuencas (catchments) con el método del Inverso de la Distancia Ponderada (IDW). Este método asigna pesos a las estaciones aledañas de acuerdo a sus distancias del punto de interés. En otros términos, la influencia de una estación sobre el punto de interés, en este caso los centroides de los catchments, será mayor cuanto más cerca se encuentre dicha estación.

Figura 31

Esquema del método del inverso de la distancia ponderada



$$X = \frac{\sum \frac{Z_i}{d_i^n}}{\sum \frac{1}{d_i^n}} \quad (29)$$

Donde:

- X es el valor del punto de interés que se desea calcular

- Z_i son los valores de las estaciones vecinas, puede ser valores de precipitación, temperatura, humedad relativa o velocidad del viento.
- d_i es la distancia euclidiana entre los puntos vecinos y el punto de interés

$$d = \sqrt{(Altitud_x - Altitud_{z_i})^2 + (Norte_x - Norte_{z_i})^2 + (Este_x - Este_{z_i})^2} \quad (30)$$

- n es la potencia a la cual se eleva la distancia, varía entre 0.5 y 4, en el caso de la investigación se consideró un valor igual a 2 que es el más usual.

3.9.2. Determinación de las demandas

Las demandas fueron determinadas en base a los derechos de uso de agua otorgados por el ANA para usos agrícolas, poblacionales y acuícolas. Esta información fue obtenida desde el SNIRH y fue ordenada en una hoja de cálculo para ser importada al modelo WEAP. La demanda pecuaria fue estimada a partir de los datos publicados en el Censo Agropecuario Nacional 2012.

3.9.3. Creación del esquema del modelo

Esta paso se refiere a la creación del modelo hidrológico en el software, con sus elementos como ríos, catchments (unidades hidrológicas o subcuencas), sitios de demandas y los elementos que conectan entre ellos. La creación del esquema del modelo sigue los siguientes pasos:

- Primeramente se importaron las capas vectoriales o shapefiles de la cuenca, subcuencas, ríos y centroides, las mismas que deben estar en el sistema GCS WGS84 para que sean reconocidos por WEAP. Estas capas sirven de referencia para dibujar los elementos propios del modelo como ríos (River), unidades hidrológicas (catchments), Demand sites (sitios de demandas) entre otros.
- Se dibujaron los ríos, es esencial que la dirección de dibujo sea partiendo de aguas arriba hacia aguas abajo.
- Se dibujaron los 18 *catchments* (Unidades hidrológicas).
- Se dibujaron elementos tipo *Runoff/Infiltration* (Escorrentía/Infiltración) los cuales conectan los catchments a los ríos.
- Se dibujaron elementos tipo *Demand Site* (Demandas).

- Finalmente se colocó un elemento *Streamflow Gauge* (medidor de caudal) en el punto de cierre de la cuenca, este elemento contendrá la data de caudales observados y servirá para realizar la comparación con los caudales generados y calibrar el modelo.

3.9.4. Ingreso de datos al modelo

3.9.4.1. Información meteorológica

Los datos meteorológicos mensuales calculados para los centroides de los 18 catchments o subcuencas fueron insertados al modelo WEAP en formato .CSV. Para que el modelo pueda reconocer los datos estos deben estar ordenados en columnas con el orden Año/Mes/Valor.

Figura 32

Formato CSV para la entrada de datos meteorológicos WEAP

Year	Month	PP-V1	PP-V2	PP-V3	PP-V4	PP-V5	PP-V6	PP-V7	PP-V8	PP-V9	PP-S1	PP-S2	PP-S3	PP-S4	PP-S5	PP-S6	PP-S7	PP-S8	PP-S9
1985	1	55.8	106	147	176	151	193	185	196	193	173	199	282	226	207	199	208	193	193
1985	2	160	151	143	135	132	147	141	163	157	140	146	124	132	137	139	136	138	140
1985	3	192	177	165	151	144	154	152	162	159	161	154	137	146	150	152	150	154	154
1985	4	178	146	120	98	105	97	97	107	104	105	93.9	40	71.8	84.5	90.2	83.2	92.9	93.6
1985	5	42.9	33.5	26	15.9	6.3	25.6	20.2	39.9	34.7	24.1	25.8	11.7	15.7	19.2	21.1	18.5	21	21.7
1985	6	7	5.4	4	2.7	2.1	5.1	3.8	8.3	7.1	3.5	4.9	0.5	2	3.1	3.5	2.8	3.3	3.5
1985	7	7	6.8	6.4	7.8	12.6	5	6.6	1.7	2.9	5.3	4.4	1.9	4.5	5.2	5.1	5.1	5.3	5.3
1985	8	7	8.2	9.1	11.5	16.1	6.9	9.4	1.3	3.4	8.6	6.6	8.2	9.2	8.8	8.4	9	8.8	8.5
1985	9	23.7	22.7	20.6	18.3	10	48.5	32.6	83.7	69.5	21.1	47.7	18.9	21.4	29.8	31	25.8	26.2	29.3
1985	10	31.7	38.7	44.4	48.1	43.1	52.8	50.4	55.8	54.4	48.3	53.7	64.1	56	53.6	52.5	53.6	51.4	51.6
1985	11	83.5	80.4	76.4	74.2	70.6	104	88.5	140	125	74.9	103	65.4	72.7	83.2	84.8	78.8	79.8	83.3
1985	12	102	113	122	131	130	140	135	146	143	127	140	146	138	137	136	136	133	134
1986	1	88	103	113	126	129	147	137	166	158	118	146	138	132	136	134	133	129	131
1986	2	73.1	96.1	112	133	138	176	155	218	200	118	174	148	142	151	149	144	138	144
1986	3	87.1	103	113	127	128	156	141	185	172	118	155	140	134	140	138	135	131	135
1986	4	67.6	65.6	63.8	54	27	87.3	69.5	126	111	68.2	89.1	77.7	69.5	73.1	74.5	70.7	70.7	73.1
1986	5	2	6.1	9.1	13.5	16.5	16.5	15.1	18.6	17.5	9.9	16.1	14.6	13.8	14.6	14	13.8	12.8	13.3
1986	6	0	1.4	2.5	4.5	7.2	2.9	3.8	0.5	1.3	2.5	2.6	3.4	3.6	3.4	3.2	3.4	3.1	3.1
1986	7	4	4.6	5	5.8	6.2	7.7	6.7	9.8	8.9	5.1	7.6	5.5	5.7	6.4	6.3	6	5.9	6.1
1986	8	17	15.5	14.6	10.7	2.3	15.8	12.9	22.2	19.8	15.8	16.6	18.2	15.2	14.8	15.2	14.8	15	15.1
1986	9	21.1	18.1	14.8	12.9	11.7	30.3	21.2	51.3	42.8	13.2	29.2	4.9	10.7	17.4	18.6	14.8	15.8	17.8
1986	10	11.6	29.1	45.3	50.7	30.7	38.5	44.7	18.3	26.4	57.6	43.4	108	77.2	60.3	56.7	64.8	58.9	55.9
1986	11	94.2	109	123	132	127	109	121	77.8	90.2	131	112	168	147	132	128	136	132	128
1986	12	165	151	140	130	131	132	131	139	137	134	131	106	120	125	128	125	129	129

3.9.4.2. Latitud

El método de humedad del suelo también requiere datos de latitud de los centroides de los catchments los que fueron calculados con ArcGIS. Para poder ser ingresados al modelo deben estar en coordenadas geográficas y en formato decimal.

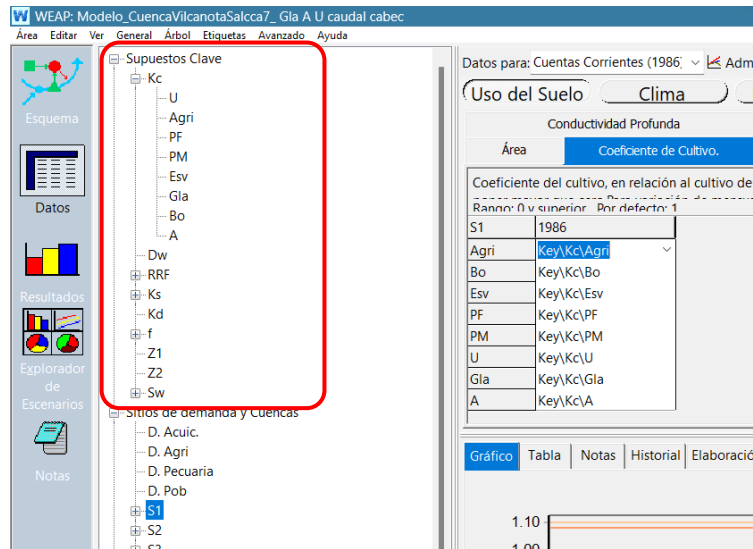
3.9.4.3. Parámetros de uso de suelo

Los parámetros de uso de suelo iniciales para dar corrida al modelo WEAP con el método de humedad del suelo (Soil Moisture Method) fueron recopilados de tesis e informes técnicos. Estos valores

fueron introducidos al modelo a través de *Key Assumptions* para facilitar los procesos de calibración y validación más adelante.

Figura 33

Uso de Key Assumptions o supuestos clave en WEAP



3.9.4.4. Demandas de agua

Para ingresar información de demandas de agua se deben introducir los siguientes datos:

- Nivel de actividad anual: Es la cantidad de usuarios o entidades en general que requieren un determinado tipo de demanda. Por ejemplo, en el caso de un sitio de demanda agrícola es su área mientras que para un sitio de demanda poblacional sería la cantidad de personas.
- Tasa anual de uso de agua por unidad: Es la cantidad de agua total anual consumida por unidad de área o por persona. También puede colocarse la totalidad de agua demandada dejando vacío el dato de nivel de actividad anual.
- Variación mensual: Es la cuota mensual de demanda, es decir, la cantidad de agua que se consume mensualmente por unidad de área o por persona.
- Porcentaje de consumo: Es el porcentaje de agua consumida (restando las pérdidas de agua del sistema)

3.9.5. Calibración y validación

El modelo fue calibrado y validado haciendo uso de los caudales registrados por la estación hidrométrica Salcca.

Para este proceso se siguieron los siguientes pasos:

- a) Una vez introducidos todos los datos al modelo (climáticos, usos de suelo, etc.), se realizó la primera corrida del modelo para evaluar el comportamiento del mismo con los parámetros de suelo iniciales tomados de otras investigaciones.
- b) Antes de proceder a realizar la calibración propiamente dicha, se identificó la influencia que tiene cada parámetro de uso de suelo en los caudales, se tiene por ejemplo que algunos parámetros controlan los caudales pico mientras que otros controlan los niveles base y otros los caudales en general. En la tabla 22 se muestra un resumen de la variación de los parámetros WEAP y su efecto en los caudales el cual fue elaborado en base a la experiencia propia manejando el modelo hidrológico.

Tabla 22

Variación de los parámetros WEAP y su efecto en los caudales

Parámetro	Símbolo	Efecto en los caudales
Coefficiente de cultivo	Kc	El incremento de este parámetro disminuye los caudales pico y base (estos últimos en menor proporción)
Capacidad de almacenamiento en la zona de raíces	Sw	El incremento de este parámetro disminuye los caudales pico y aumentan los caudales base
Capacidad de almacenamiento en la zona profunda	Dw	El incremento de este parámetro disminuye los caudales pico y base en igual proporción
Factor de resistencia a la escorrentía	RRF	El incremento de este parámetro disminuye los caudales pico
Conductividad en la zona de raíces	Ks	El incremento de este parámetro aumenta los caudales pico
Conductividad en la zona profunda	Kd	El incremento de este parámetro aumenta los caudales pico y base en igual proporción
Dirección preferencial de flujo	f	El incremento de este parámetro aumenta los caudales pico y base (estos últimos en menor proporción)

- c) Se realizaron múltiples iteraciones variando los parámetros de uso de suelo prestando especial atención a aquellas coberturas predominantes y los parámetros más incidentes hasta conseguir

una buena relación entre los caudales simulados y observados. Para medir esta relación se utilizó las medidas de bondad de ajuste de Nash Sutcliffe (NSE) y PBIAS(%) las que fueron calculadas con ayuda de un macro en VBA Application. Para la calibración se escogió el periodo 2018--2019 y para la validación el periodo 2019-2020.

3.9.6. Aforos

Se utilizó el correntómetro para medir el caudal en ciertos puntos del río Vilcanota, estos caudales no fueron utilizados para la calibración o validación ya que son mediciones puntuales y no son representativas, solo constituyen datos referenciales para comparar con los resultados del modelo hidrológico. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

- Elección del lugar: El lugar debe ser de fácil acceso de preferencia, se debe procurar que el tramo de río en el punto de aforo sea lo más recto posible y que sea ancho, esto último con el fin de que exista una menor profundidad y sea más fácil y seguro realizar el aforo. No debe existir turbulencias ni elementos que obstaculicen el paso del correntómetro.
- Medición de la sección del río: Previamente, se debe extender una cuerda delgada y resistente de orilla a orilla del río con marcas cada cierto intervalo el cual dependerá de la precisión buscada y del ancho del río (en el caso de la investigación fue de 1 metro). Luego, con ayuda de un bastón y una wincha se mide la profundidad del lecho del río para cada cierta distancia (1 metro). Los datos deben ser anotados ordenadamente en una libreta.
- Medición del número de revoluciones: Con el correntómetro ya preparado se procede a medir el número de revoluciones a cada cierta distancia horizontal la cual es el doble del intervalo elegido anteriormente (dos metros en este caso). Por otra parte, la altura a la que se medirá dependerá de la profundidad de ese punto, para profundidades menores o iguales a 0.50m se tomará una medición a 4/10 de la profundidad, para profundidades mayores se tomará dos mediciones, una a 2/10 y otra a 8/10 y se promediará. Se tomarán 3 mediciones por cada punto.

- Cálculo del caudal: Con ayuda de una hoja Excel se procede a realizar los cálculos necesarios, se debe tener la ecuación de la hélice del correntómetro para convertir el número de revoluciones promedio en velocidad.

3.9.7. Simulación de inundación

Se realizó una simulación de inundación en un tramo de río cerca de la desembocadura de los ríos Vilcanota y Salcca utilizando las herramientas ArcGIS, HEC-GEO RAS y HEC-RAS para lo cual se utilizó como insumos base un modelo de elevación digital (DEM) Alos Palsar de 12.5m de resolución, el caudal máximo para un periodo de retorno y un coeficiente de rugosidad apropiado.

El caudal máximo de diseño fue calculado en el programa Easyfit ajustando los datos de caudales anuales máximos simulados por WEAP a la mejor distribución de frecuencia.

El coeficiente de Manning fue calculado con el método de Cowan.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5$$

$$n = (0.028 + 0.005 + 0.005 + 0.012 + 0.005) * 1$$

$$n = 0.055$$

La pendiente media del tramo de río es de 0.003, este valor fue calculado con ArcGIS.

El proceso inició en ArcMap con la conversión del modelo de elevación digital a un TIN, seguido se trazó el eje del río con la herramienta *Create Stream Centerline* de HEC-GeoRas y los mapas satelitales nativos de ArcGIS, luego se trazaron los bordes del cauce del río con la herramienta *Create Bank Lines*, seguido se dibujaron las direcciones de flujo con *Create Flow Path Centerlines*.

Toda la información calculada anteriormente se importó a HEC-RAS, se crearon 17 secciones transversales con un ancho de 800 metros cada una y una separación de 500 metros, seguidamente se ingresó el valor del caudal máximo de diseño correspondiente y se dio corrida al modelo.

3.10. Metodología para determinar el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía

Primeramente se debe definir qué coberturas ingresan dentro de la categoría de coberturas vegetales y cuales son coberturas no vegetales, considerando la definición del Ministerio del Ambiente (2019) se considerará como coberturas vegetales la vegetación arbustiva/herbácea, turberas y bofedales,

bosques y zonas agrícolas, por otra parte, las coberturas no vegetales comprenden las áreas sin o con poca vegetación, áreas urbanizadas, glaciares y aguas continentales.

Para analizar la influencia de las coberturas vegetales en la cuenca de estudio se emplearon dos métodos. El primer método buscó obtener un valor representativo que englobase todas las coberturas vegetales en un solo valor ponderado (este valor es el número de curva) para luego encontrar la mejor ecuación de ajuste con los datos de caudales utilizando el programa TableCurve 2D. Por otra parte, en el segundo método se buscó disgregar las coberturas vegetales, realizando una regresión lineal múltiple entre estas y los caudales a fin de encontrar una ecuación matemática que explique la relación entre las variables. Ambos enfoques permiten explorar y comprender la influencia de la variación de las coberturas vegetales en la generación de caudales de escorrentía.

3.10.1. Correlación entre el número de curva (CN) y caudal

Se calcularon los números de curva (CN) de la cuenca para los mismos años en que se realizaron los análisis de coberturas (1990, 1995, 2004, 2011, 2016 y 2022). Para este propósito se utilizó la extensión HEC-geoHMS en ArcGIS de acuerdo a la metodología propuesta por la Autoridad Nacional del Agua (2015).

Esta metodología requiere los siguientes datos de entrada:

- a) Modelo de elevación digital (DEM): Se utilizó el mismo DEM que fue utilizado para delimitar la cuenca.
- b) Mapa de uso de suelos: Se utilizó el mapa de suelos elaborado por el MINAM recortado a la forma de la cuenca. De este mapa se obtuvieron los grupos hidrológicos.
- c) Mapas de cobertura: Se utilizaron los productos de las clasificaciones supervisadas utilizándose en total 6 mapas de coberturas para los años 1990, 1995, 2004, 2011, 2022. De estos mapas se obtuvieron los usos de suelo que en conjunto con los grupos hidrológicos de la tabla 23 y con la tabla 24 como referencia se obtuvieron los números de curva.

Tabla 23*Grupos hidrológicos presentes en la cuenca de estudio*

Descripción de suelos	Simbología	Grupo hidrológico
Leptosol éutrico – Regosol éutrico – Afloramiento lítico	LPe – RGe – R	B
Regosol éutrico – Cambisol éutrico	RGe - CMe	C

Tabla 24*Números de curva de acuerdo a los grupos hidrológicos y usos de suelo*

Descripción de uso de suelo	Grupo hidrológico	
	B	C
Pastizales/Matorrales	68	78.5
Bofedal	58	71
Cultivos y pastizales mixtos	75	82
Bosque perenne de hoja ancha	55	70
Zona sin o con escasa vegetación	79	86
Zona urbana	88	91
Nieve o hielo	98	98
Cuerpos de agua	98	98

Con los números de curva ponderados para los 6 años de estudio, los caudales totales anuales correspondientes a esos años y con ayuda del software Table Curve 2D se determinó la mejor ecuación de ajuste de acuerdo al coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación.

3.10.2. Correlación entre las coberturas vegetales y caudal

Este método consistió en utilizar regresión lineal múltiple para determinar la relación entre las coberturas vegetales puestas como variables independientes, y los caudales generando una ecuación matemática para explicar su interacción. El modelo teórico tiene la forma de la ecuación 31.

$$Y = \alpha * X_1^{\beta_1} * X_2^{\beta_2} * X_3^{\beta_3} \quad (31)$$

Para poder determinar los coeficientes α y β mediante regresión se debe linealizar la ecuación 31 primeramente para lo cual se aplica logaritmos, tal como se ve en la ecuación 32.

$$\log Y = \log \alpha + \beta_1 \log X_1 + \beta_2 \log X_2 + \beta_3 \log X_3 \quad (32)$$

Lo que es equivalente a:

$$Y' = a + \beta_1 X'_1 + \beta_2 X'_2 + \beta_3 X'_3 \quad (33)$$

Luego de determinar los coeficientes se regresa a la forma original (ecuación 31).

Tanto para el primer como para el segundo método de correlación se calcularon los coeficientes de correlación (r) y de determinación (R^2). El primero de ellos mide cómo de fuerte es la relación lineal entre dos variables y el segundo evalúa el grado de variabilidad de la variable dependiente que puede ser explicada por las variables independientes. En caso de regresión lineal múltiple se tiene la particularidad que el coeficiente de determinación tiende más a 1 cuanto más variables dependientes se tengan, por ello es conveniente utilizar el coeficiente de determinación ajustado que aplica una penalización que depende del número de variables independientes y el número de datos observados.

Capítulo IV: Resultados

4.1. Parámetros de la cuenca

4.1.1. Generalidades

La cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca se encuentra ubicada en el departamento del Cusco y abarca parte de las provincias de Acomayo, Canas y en su mayoría Canchis. Por el norte limita con la provincia de Quispicanchi, por el sur con la provincia de Espinar, por el este con las provincias de Carabaya y Melgar y por el oeste con las provincias de Canas y Acomayo. Abarca altitudes desde los 3494 hasta los 6069 msnm con una altitud media de 4694 msnm.

La cuenca de estudio presenta una precipitación anual promedio de 825 mm y una temperatura media anual de 10°C. La totalidad de la cuenca de estudio se encuentra comprendida en la cuenca del río Urubamba perteneciente a la vertiente hidrográfica del Amazonas. La cuenca se encuentra dentro de la jurisdicción de la Autoridad Local del Agua Sicuani (ALA Sicuani).

4.1.2. Determinación de los parámetros fisiográficos

4.1.2.1. Área (A)

La cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca posee un área total de 4076.3 km²

$$A = 4076.3 \text{ km}^2$$

Dado que WEAP es un modelo hidrológico semi-distribuido, fue necesario también dividir la cuenca en 18 subcuencas para lo cual se aplicó la metodología Pfafstetter utilizando el software ArcGIS, el resultado se muestra en la tabla 25 y figura 34, las subcuencas con código “V” pertenecen a la cuenca del río Vilcanota y las cuencas con código “S” al río Salcca. En la figura 34 se muestra la correspondencia con la codificación Pfafstetter.

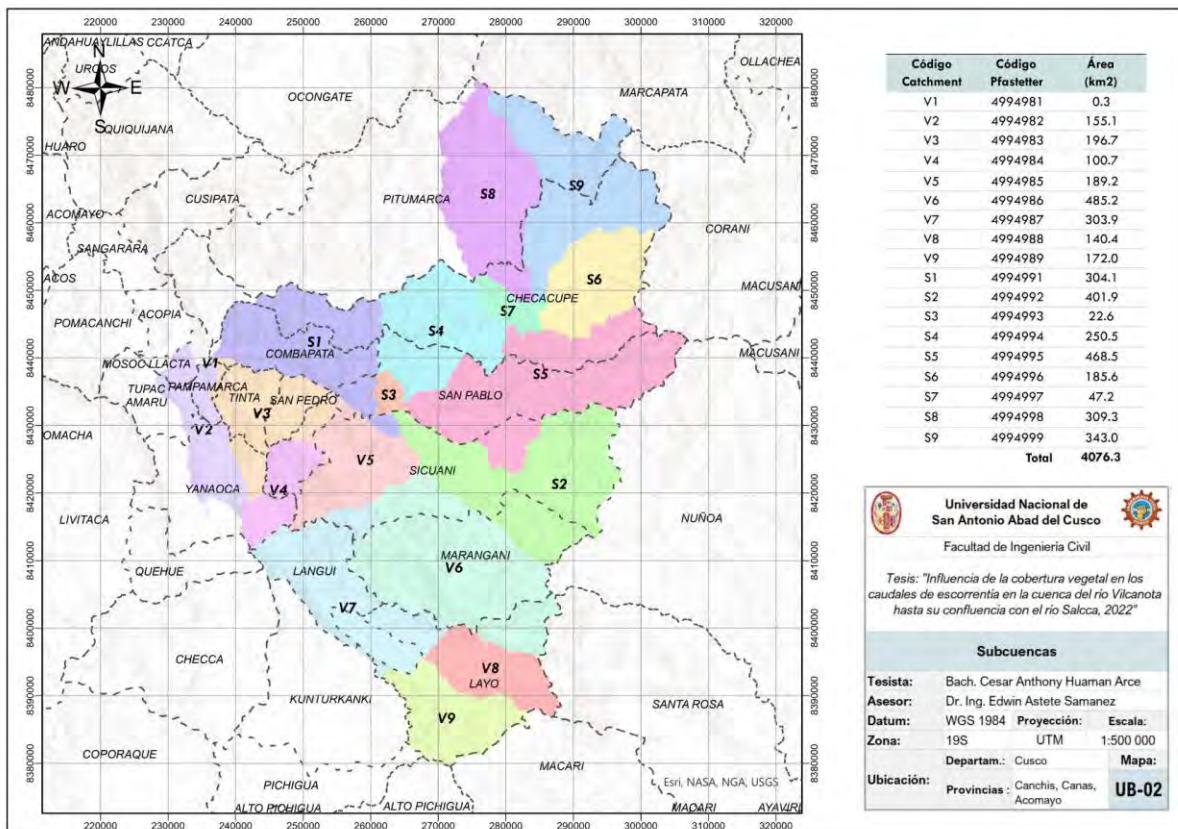
Tabla 25

Área de las subcuencas

Subcuenca	Área (km ²)	Porcentaje (%)	Subcuenca	Área (km ²)	Porcentaje (%)
V1	0.3	0.0%	S1	304.1	7.46%
V2	155.1	3.8%	S2	401.9	9.86%
V3	196.7	4.8%	S3	22.6	0.55%
V4	100.7	2.5%	S4	250.5	6.14%
V5	189.2	4.6%	S5	468.5	11.49%
V6	485.2	11.9%	S6	185.6	4.55%
V7	303.9	7.5%	S7	47.2	1.16%
V8	140.4	3.4%	S8	309.3	7.59%
V9	172.0	4.2%	S9	343.0	8.41%

Figura 34

Subcuencas o catchments



4.1.2.2. Perímetro (P)

El perímetro de la cuenca de estudio es de 419.1 km.

$$P = 419.1 \text{ km}$$

Los perímetros de las 18 subcuencas se muestran en la tabla 26.

Tabla 26

Perímetro de las subcuencas

Subcuenca	Perim. (km)	Subcuenca	Perim. (km)
V1	3.5	S1	104.0
V2	76.3	S2	133.9
V3	77.4	S3	25.2
V4	58.3	S4	85.1
V5	80.7	S5	147.6
V6	115.7	S6	72.9
V7	114.1	S7	41.5
V8	62.5	S8	100.7
V9	75.1	S9	130.0

4.1.2.3. Longitud axial de la cuenca (La)

Corresponde a la máxima distancia desde el punto de desembocadura hasta el punto más lejano de la cuenca.

$$La = 73.7 \text{ km}$$

Con el mismo criterio se determinaron también las longitudes axiales de las subcuencas las que se muestran en la tabla 27.

Tabla 27

Longitud axial de las subcuencas

Subcuenca	Longitud axial (km)	Subcuenca	Longitud axial (km)
V1	1.32	S1	30.33
V2	22.15	S2	37.63
V3	21.27	S3	6.82
V4	18.64	S4	21.85
V5	18.08	S5	43.65
V6	34.08	S6	22.37
V7	26.20	S7	12.79
V8	21.75	S8	33.87
V9	18.87	S9	31.74

4.1.2.4. Ancho promedio (Ap)

Es la relación entre el área y la longitud axial

$$Ap = \frac{A}{La} \quad (34)$$

Donde:

- A = Área
- La = Longitud axial

$$Ap = \frac{4076.3 \text{ km}^2}{73.69 \text{ km}}$$

$$Ap = 55.3 \text{ km}$$

El ancho promedio de la cuenca total es de 55.3 km, en la tabla 28 se muestran los anchos promedios de las subcuencas.

Tabla 28

Ancho promedio de las subcuencas

Subcuenca	Ancho Promedio (km)	Subcuenca	Ancho Promedio (km)
V1	0.2	S1	10.0
V2	7.0	S2	10.7
V3	9.2	S3	3.3
V4	5.4	S4	11.5
V5	10.5	S5	10.7
V6	14.2	S6	8.3
V7	11.6	S7	3.7
V8	6.5	S8	9.1
V9	9.1	S9	10.8

4.1.2.5. Factor de forma (Ff)

$$Ff = \frac{A}{La^2} \quad (35)$$

Donde:

- A = Área
- La = Longitud axial

$$Ff = \frac{4076.3 \text{ km}^2}{(73.69 \text{ km})^2}$$

$$Ff = 0.75$$

Un factor de forma de 0.75 sugiere que la cuenca tiene forma ensanchada, además, al ser este valor cercano a 1 indica que la cuenca de estudio es relativamente propensa a concentrar lluvias intensas y generar crecientes. En el caso de las subcuencas, la mayoría de ellas ingresan en la categoría de “ni alargadas ni ensanchadas” y “ligeramente ensanchadas” tal como se ve en la tabla 29.

Tabla 29

Factor de forma de las subcuencas

Subcuenca	Factor de forma	Clase	Subcuenca	Factor de forma	Clase
V1	0.16	Muy alargada	S1	0.33	Ligeramente alargada
V2	0.32	Ligeramente alargada	S2	0.28	Alargada
V3	0.43	Ni alargada ni ensanchada	S3	0.49	Ligeramente ensanchada
V4	0.29	Alargada	S4	0.52	Ligeramente ensanchada
V5	0.58	Ligeramente ensanchada	S5	0.25	Alargada
V6	0.42	Ni alargada ni ensanchada	S6	0.37	Ni alargada ni ensanchada
V7	0.44	Ni alargada ni ensanchada	S7	0.29	Alargada
V8	0.30	Alargada	S8	0.27	Alargada
V9	0.48	Ligeramente ensanchada	S9	0.34	Ligeramente alargada

4.1.2.6. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelious (K)

$$K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (36)$$

Donde:

- P = Perímetro
- A = Área de la cuenca

$$K = 0.28 * \frac{419.1 \text{ km}}{\sqrt{4076.3 \text{ km}^2}}$$

$$K = 1.84$$

El valor obtenido de 1.84 indica que la cuenca de estudio tiene una clase de compacidad de oval oblonga a rectangular de acuerdo a la clasificación propuesta por J.J. (2004).

En el caso de las subcuencas, como se ve en la tabla 30, casi la totalidad de ellas tienen coeficiente de compacidad superior a 1.5, lo que significa que también tienen una clase de compacidad de oval oblonga a rectangular.

Tabla 30

Coefficientes de compacidad de las subcuencas

Subcuenca	Coef. de compac.	Clase	Subcuenca	Coef. de compac.	Clase
V1	1.90	De oval oblonga a rectangular	S1	1.67	De oval oblonga a rectangular
V2	1.71	De oval oblonga a rectangular	S2	1.87	De oval oblonga a rectangular
V3	1.55	De oval oblonga a rectangular	S3	1.48	De oval redonda a oval oblonga
V4	1.63	De oval oblonga a rectangular	S4	1.51	De oval oblonga a rectangular
V5	1.64	De oval oblonga a rectangular	S5	1.91	De oval oblonga a rectangular
V6	1.47	De oval redonda a oval oblonga	S6	1.50	De oval redonda a oval oblonga
V7	1.83	De oval oblonga a rectangular	S7	1.69	De oval oblonga a rectangular
V8	1.48	De oval redonda a oval oblonga	S8	1.60	De oval oblonga a rectangular
V9	1.60	De oval oblonga a rectangular	S9	1.97	De oval oblonga a rectangular

4.1.3. *Determinación de los parámetros geomorfológicos*

4.1.3.1. *Curva hipsométrica*

Para el cálculo de la curva hipsométrica se dividió la cuenca en franjas de 250 metros

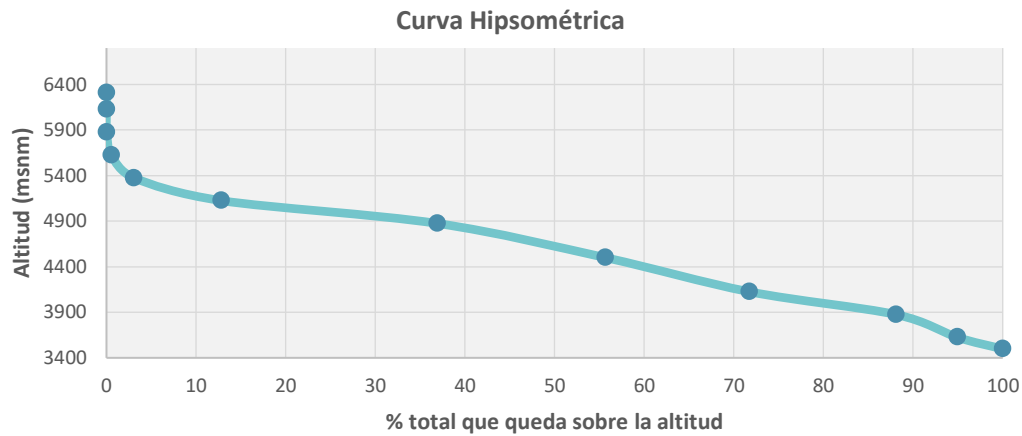
Tabla 31

Cálculo de la curva hipsométrica

Cota más baja	Cota más alta	Área Parcial (km ²) Si	Áreas Acumuladas	Áreas que quedan sobre las altitudes	% del total	% Total que queda sobre la altitud
3494	3500	0.541	0.54	4075.76	0.01	99.99
3500	3750	205.793	206.33	3869.96	5.05	94.94
3750	4000	278.938	485.27	3591.03	6.84	88.10
4000	4250	666.530	1151.80	2924.50	16.35	71.74
4250	4750	655.648	1807.45	2268.85	16.08	55.66
4750	5000	764.305	2571.75	1504.54	18.75	36.91
5000	5250	981.234	3552.99	523.31	24.07	12.84
5250	5500	397.502	3950.49	125.81	9.75	3.09
5500	5750	103.280	4053.77	22.53	2.53	0.55
5750	6000	21.372	4075.14	1.16	0.52	0.03
6000	6250	1.123	4076.26	0.03	0.03	0.00
6250	6373	0.033	4076.30	0.00	0.00	0.00
Suma		4076.3			100.00	

Figura 35

Curva hipsométrica



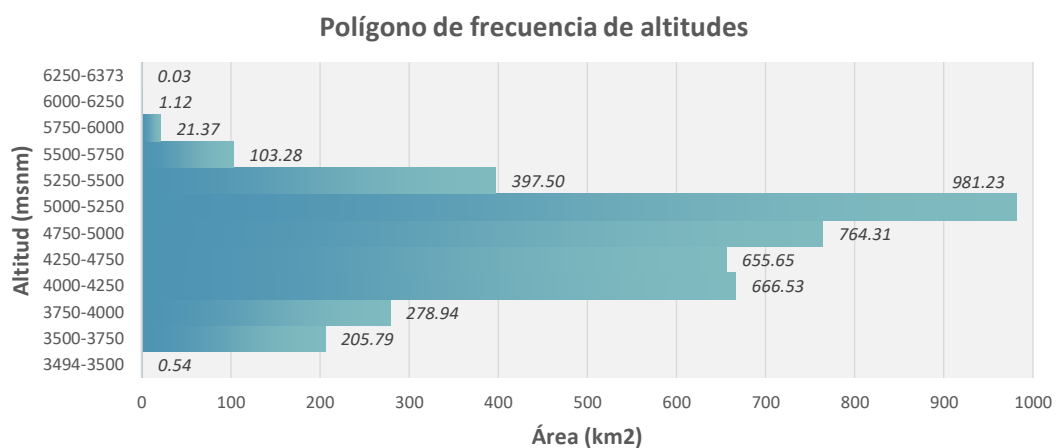
En la figura 35 se observa que la cuenca presenta una variación abrupta en sus picos más altos representando estos un porcentaje ínfimo de la superficie total, por otra parte, las altitudes medias y bajas presentan una variación más gradual. En adición, analizando la forma de la curva se puede decir que la cuenca de estudio corresponde a una cuenca de río maduro.

4.1.3.2. Polígono de frecuencia de altitudes

En la figura 36 se observa que el intervalo que contiene la mayor superficie es el que se encuentra entre las altitudes 5000 y 5250 con 981.23 km². Por otra parte, el intervalo entre 6250 y 6373 msnm posee la menor superficie con 0.03 km².

Figura 36

Polígono de frecuencia de altitudes



4.1.3.3. Altitud media de la cuenca (Hm)

Tabla 32

Cálculo de la altitud media de la cuenca

Cota más baja	Cota más alta	Área Parcial (km ²) Si	Altitud media de cada área parcial Hi	Si*Hi
3494	3500	0.541	3497	1891.51
3500	3750	205.793	3625	745998.24
3750	4000	278.938	3875	1080884.36
4000	4250	666.530	4125	2749437.01
4250	4750	655.648	4500	2950414.07
4750	5000	764.305	4875	3725987.90
5000	5250	981.234	5125	5028822.70
5250	5500	397.502	5375	2136571.75
5500	5750	103.280	5625	580947.19
5750	6000	21.372	5875	125561.62
6000	6250	1.123	6125	6880.77
6250	6373	0.033	6311.5	207.65
Suma		4076.3		19133604.8

La altitud media se calcula con la fórmula 37

$$Hm = \frac{\sum Si * Hi}{\sum Si} \quad (37)$$

$$Hm = \frac{19133604.8}{4076.3}$$

$$Hm = 4693.9 \text{ msnm}$$

La altitud media de la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca es de 4693.9 msnm. Las altitudes medias de las subcuencas se muestran en la tabla 33

Tabla 33

Altitud media de las subcuencas

Subcuenca	Altitud media (msnm)
V1	3499
V2	3877
V3	3537
V4	4246
V5	3568
V6	4158
V7	4017

Subcuenca	Altitud media (msnm)
V8	4202
V9	4260
S1	4729
S2	4480
S3	4231
S4	4442
S5	4658
S6	4827
S7	4740
S8	4973
S9	5107

4.1.3.4. Rectángulo Equivalente

a) *Lado mayor*

$$L = \frac{K_c * \sqrt{A}}{1.12} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2} \right) \quad (38)$$

$$L = \frac{1.84 * \sqrt{4076.30}}{1.12} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.84}\right)^2} \right)$$

$$L = 187.8 \text{ km}$$

b) *Lado menor*

$$l = \frac{K_c * \sqrt{A}}{1.12} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2} \right) \quad (39)$$

$$l = \frac{1.84 * \sqrt{4076.30}}{1.12} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.84}\right)^2} \right)$$

$$l = 21.7 \text{ km}$$

En la figura 37 se observa que la gran mayoría de la cuenca se encuentra entre las altitudes de 4000 y 5250 msnm. En contraste, las zonas ubicadas por encima de los 5500 msnm representan un fracción diminuta de la cuenca.

Figura 37

Rectángulo equivalente de la cuenca de estudio



4.1.4. *Determinación de los parámetros de drenaje*

4.1.4.1. *Grado de ramificación*

Tabla 34

Ordenes de ríos

Orden	Cantidad de Corrientes	Longitud (km)
1°	7811	2695.70
2°	2724	1271.20
3°	170	624.45
4°	36	312.29
5°	8	140.67
6°	2	164.96
7°	1	0.06
Total	10753	5209.33

La cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca presenta un grado de ramificación de 7 según la clasificación de Strahler.

4.1.4.2. *Densidad de drenaje (D_d)*

$$D_d = \frac{L_i}{A} \quad (40)$$

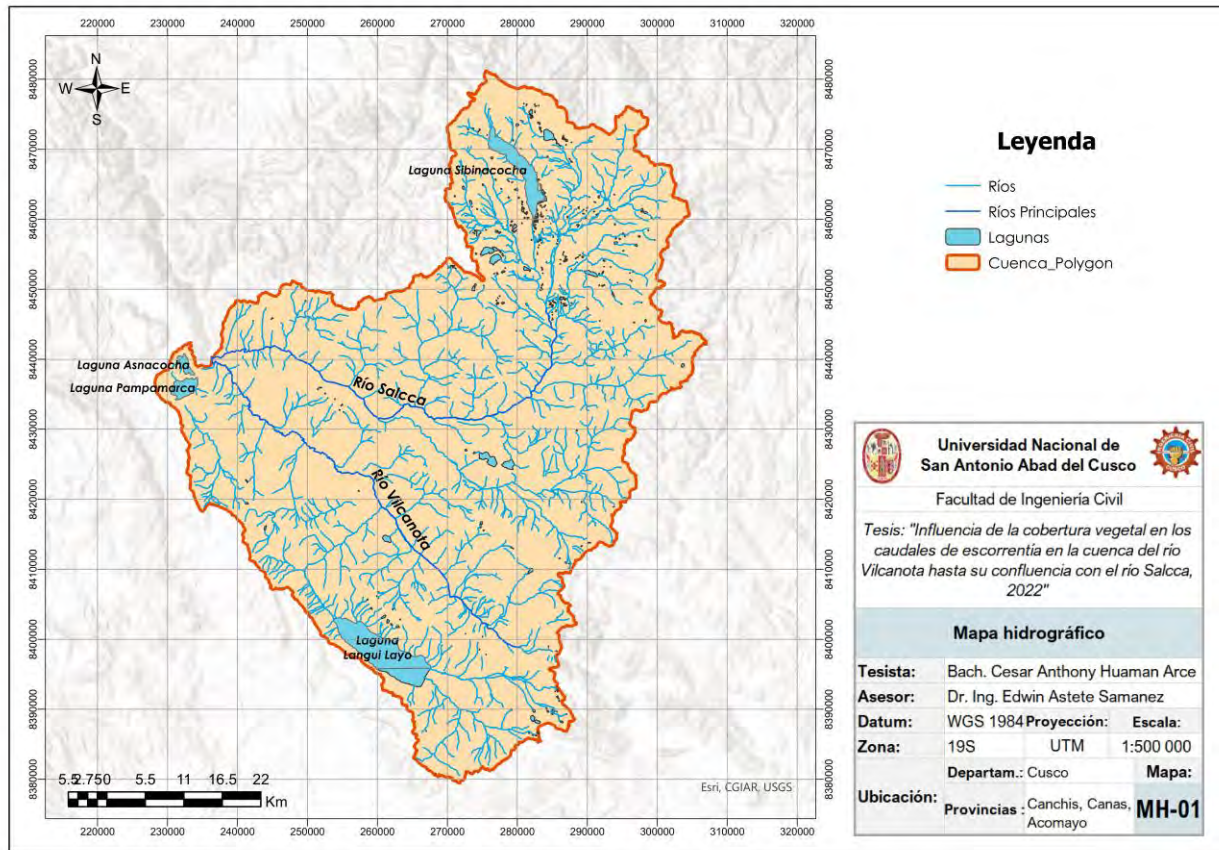
$$D_d = \frac{5209.33 \text{ km}}{4076.30 \text{ km}^2}$$

$$D_d = 1.28 \frac{\text{km}}{\text{km}^2}$$

Donde:

- L_i = longitud total de corrientes
- A = área de la cuenca

Una densidad de drenaje de 1.28 indica que la cuenca está bien drenada lo que significa que las distancias de escurrimiento superficial y el tiempo en alcanzar cauces de agua serán cortas.



4.1.4.3. Densidad de corrientes (D_c)

$$D_c = \frac{N_s}{A} \quad (41)$$

$$D_c = \frac{10753 \text{ corrientes}}{4076.30 \text{ km}^2}$$

$$D_c = 2.64 \frac{\text{corrientes}}{\text{km}^2}$$

Donde:

- N_s = número de corrientes perennes o intermitentes
- A = área de la cuenca

4.1.4.4. Extensión media de escurrimiento (Es)

$$Es = \frac{A}{4 * Li} \quad (42)$$

$$Es = \frac{4076.3 \text{ km}^2}{4 * 5209.33 \text{ km}}$$

$$Es = 0.20 \text{ km}$$

Donde:

- A = Área de la cuenca
- Li = Longitud total de los cursos de agua

En la cuenca de estudio, la precipitación tendrá que escurrir en promedio 200 metros en línea recta hasta llegar a un curso de agua

4.1.4.5. Perfil longitudinal de los ríos principales

Se observa en las figuras 38 y 39 que los ríos Vilcanota y Salcca poseen fuertes pendientes y desniveles en ciertos tramos de sus cauces, esto reafirma lo expuesto por el Gobierno Regional Cusco (2019).

Figura 38

Perfil longitudinal del río Vilcanota

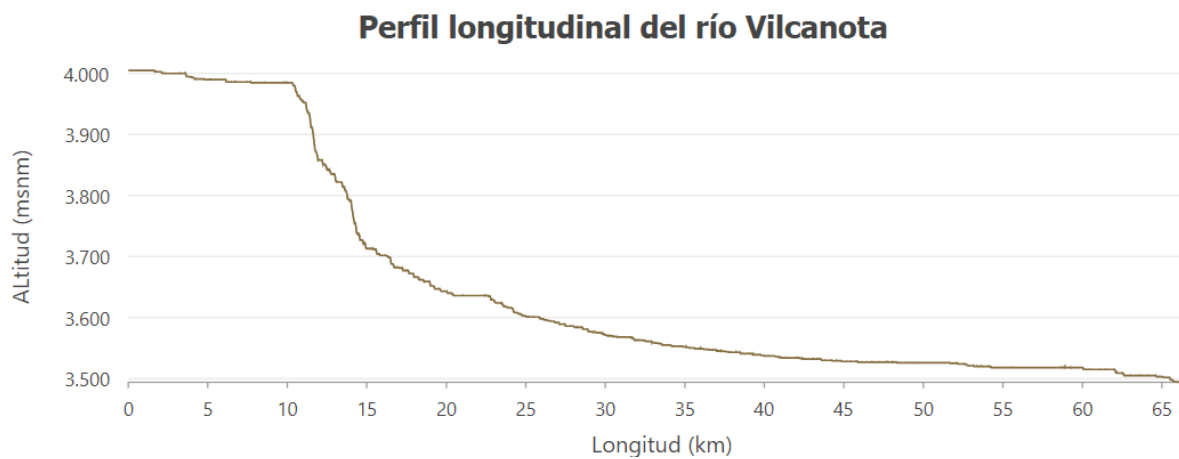
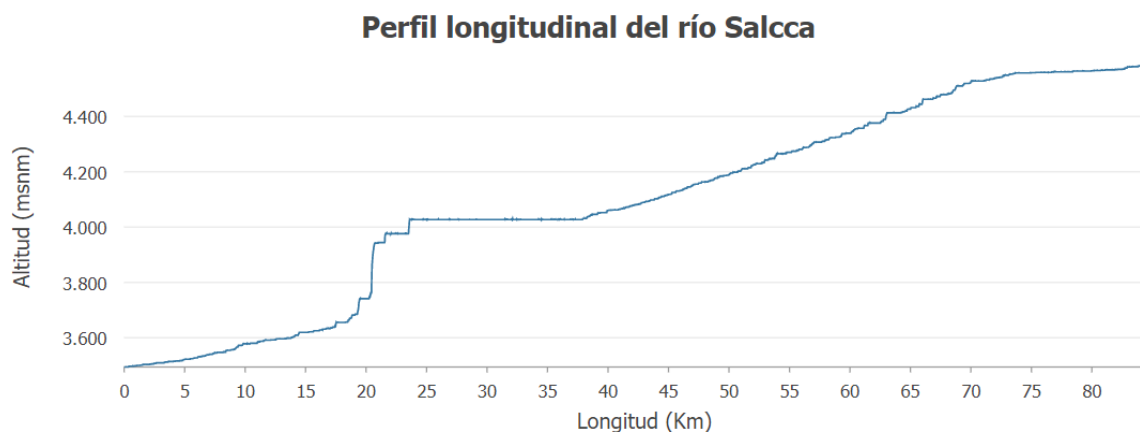


Figura 39

Perfil longitudinal del río Salcca



En la tabla 35 se muestra un resumen de los parámetros de la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca.

Tabla 35

Resumen de los parámetros de la cuenca









Parámetro		Unidad	Simb.	Valor
Área		km ²	A	4076.3
Perímetro		km ²	P	419.1
Longitud axial		km	La	73.7
Ancho promedio		km	Ap	55.3
Factor de Forma		-	Ff	0.75
Coeficiente de Compacidad		-	K	1.84
Rectángulo	Lado Mayor	km	L	187.8
equivalente	Lado menor	km	l	21.7
Grado de ramificación		orden	°	7
Densidad de drenaje		km/km ²	Dd	1.28
Densidad de corrientes		corr/km ²	Dc	2.64
Extensión media de escurrimiento		km	Es	0.20
Altitud media de la cuenca		msnm	Hm	4693.9
Elevación máxima de la cuenca		msnm	Hmax	6069
Elevación mínima de la cuenca		msnm	Hmin	3494

4.2. Determinación de la variación de las coberturas vegetales

Realizados los procesos de corrección radiométrica y atmosférica a las imágenes Landsat se procedió a realizar la clasificación supervisada utilizando el software ENVI, se consideraron las coberturas vegetales presentes en la cuenca de estudio de acuerdo al Mapa Nacional de Cobertura Vegetal 2015 del MINAM con la clasificación CORINE Land Cover. Adicionalmente, también se analizaron las coberturas no vegetales como áreas sin o con poca vegetación, áreas urbanizadas, glaciares y aguas continentales.

Tabla 36

Coberturas CORINE Land Cover presentes en la cuenca

Coberturas CORINE Land Cover	Símbolo	Color
Vegetación arbustiva/herbácea	PM	
Turberas y bofedales	Bo	
Áreas agrícolas	Agri	
Bosque	PF	
Áreas sin o con poca vegetación	Esv	
Áreas urbanizadas	U	
Glaciares	Gla	
Aguas continentales	A	

4.2.1. Coberturas vegetales presentes en la cuenca de estudio

Las coberturas vegetales presentes en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca son: vegetación arbustiva/herbácea, turberas y bofedales, áreas agrícolas y bosques, por otra parte, las coberturas no vegetales comprenden las áreas sin o con poca vegetación, las áreas urbanizadas, glaciares y aguas continentales.

4.2.1.1. Vegetación arbustiva/herbácea

Esta cobertura está compuesta por los pajonales andinos y matorrales arbustivos. Los pajonales andinos están conformados mayormente por herbazales ubicados en la porción superior de la cordillera de los Andes, aparecen más densamente en elevaciones entre 3800 y 4800 msnm. Se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos hasta empinados o escarpados, en las depresiones y fondo de valles glaciares. En las zonas más elevadas (arriba de los 4500 msnm) del pajonal andino, las herbáceas experimentan una disminución en su cobertura debido a las condiciones climáticas extremas, dejando

áreas con suelos desnudos y afloramientos rocosos. Esta cobertura constituye una fuente de forraje importante para la actividad ganadera, principalmente a base de camélidos sudamericanos y ganado ovino. Los matorrales arbustivos se encuentran ampliamente distribuidos en la región andina sur del país, con mayor densidad en elevaciones entre 2500 y 3800 msnm en la zona sur del país. Está conformado por comunidades arbustivas tanto de carácter caducifolio como de carácter perennifolio. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Figura 40

Cobertura de Vegetación arbustiva/herbácea



Nota. Pajonales andinos vistos desde una trocha que conecta los distritos de La Raya y Layo

4.2.1.2. Turberas y Bofedales

Las turberas y bofedales constituyen un ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina, aproximadamente a partir de los 3800 msnm, principalmente en las zonas sur y centro del país. Se encuentran ubicados en los fondos de valles fluvio-glacial, conos volcánicos, planicies lacustres, piedemonte y terrazas fluviales. Se alimentan principalmente del agua proveniente del afloramiento del agua subterránea, precipitación pluvial y el deshielo de los glaciares. La falta de oxígeno debido al drenaje pobre, favorece la acumulación de un grueso colchón orgánico compuesto por raíces muertas de plantas y materia orgánica lo que ayuda al mantenimiento de la humedad. (Ministerio del Ambiente, 2015).

Figura 41

Cobertura de turberas y bofedales



4.2.1.3. Zonas agrícolas

Esta cobertura abarca todas las áreas donde se lleva a cabo la actividad agrícola y ganadera, tanto aquellas que están actualmente en uso como las que están en descanso. Estas áreas se encuentran distribuidas en todos los valles que atraviesan el extenso desierto costero, así como en aquellos que se extienden hacia la vertiente occidental de los Andes. Comprende los cultivos bajo riego y en secano, tanto anuales como permanentes. Asimismo, se incluye en esta cobertura la vegetación natural ribereña que se extienden como angostas e interrumpidas franjas a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas. (Ministerio del Ambiente, 2015).

Figura 42

Cobertura de áreas agrícolas



Nota. Cultivos de cebada en el distrito de Combapata

4.2.1.4. Bosque

Corresponde tanto a las zonas con árboles nativos como a aquellas áreas reforestadas ubicadas en tierras con aptitud forestal en la región andina, ubicadas desde aproximadamente 3000 a 3800 msnm. En estas superficies se han establecido árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de laderas, protección de espejos de agua, detener la erosión del suelo y regular el agua de escorrentía. Esta cobertura se desarrolla muy bien en climas desde subhúmedo hasta húmedo, es decir, arriba de los 500 mm/año. (Ministerio del Ambiente, 2015).

Figura 43

Cobertura de bosque



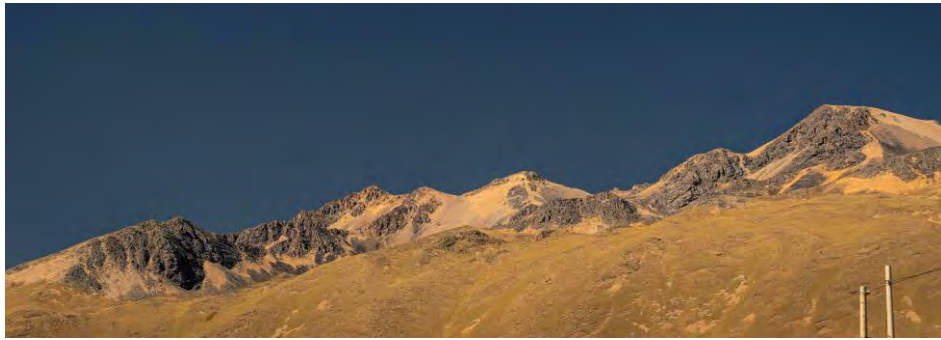
Nota. Una plantación forestal de eucaliptos en el distrito de Tinta

4.2.1.5. Áreas sin o con poca vegetación

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o escasea. Están compuestas principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos. (Ministerio del Ambiente, 2014).

Figura 44

Cobertura de áreas sin o con poca vegetación



Nota. Zonas rocosas sin vegetación en las alturas de La Raya

4.2.1.6. Áreas urbanizadas

La cobertura no vegetal de áreas urbanizadas incluyen los espacios abiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ella, que configuran un tejido urbano. (Ministerio del Ambiente, 2014).

Figura 45

Cobertura de áreas urbanizadas



Nota. Una calle en la ciudad de Sicuani.

4.2.1.7. Glaciares

Los glaciares son espacios con extensas masas de hielo que se ubican en las zonas alto andinas cercanas a los 5000 msnm. El espesor promedio de estos glaciares oscila entre 14 y 22 m y su importancia radica en su rol de almacenamiento y distribución paulatina de agua a los ecosistemas cuenca abajo.

Este servicio ambiental es muy importancia en las zonas con marcada estacionalidad en las lluvias o con poca lluvia, como la sierra y la costa, respectivamente. (Ministerio de desarrollo agrario y riego, s.f.)

Figura 46

Cobertura de glaciares



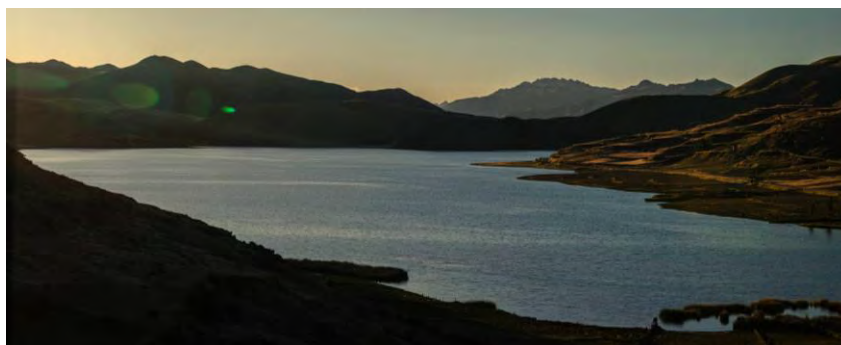
Nota. Glaciar ubicado en las montañas cerca a La Raya

4.2.1.8. Aguas continentales

Este tipo de cobertura corresponde a los ríos, lagunas, lagos, ciénagas naturales permanentes o estacionarias, canales y cuerpos de agua artificiales.

Figura 47

Cobertura de aguas continentales



Nota. Laguna Asnacocha

4.2.2. Variación temporal de las coberturas vegetales y no vegetales

4.2.2.1. Análisis por año

A continuación se muestran los mapas de cobertura vegetal producto de las clasificaciones supervisadas, se muestran también en gráficos de pastel la proporción de coberturas para los años 1990, 1995, 2004, 2011, 2016 y 2022.

Figura 48

Mapa de coberturas del año 1990

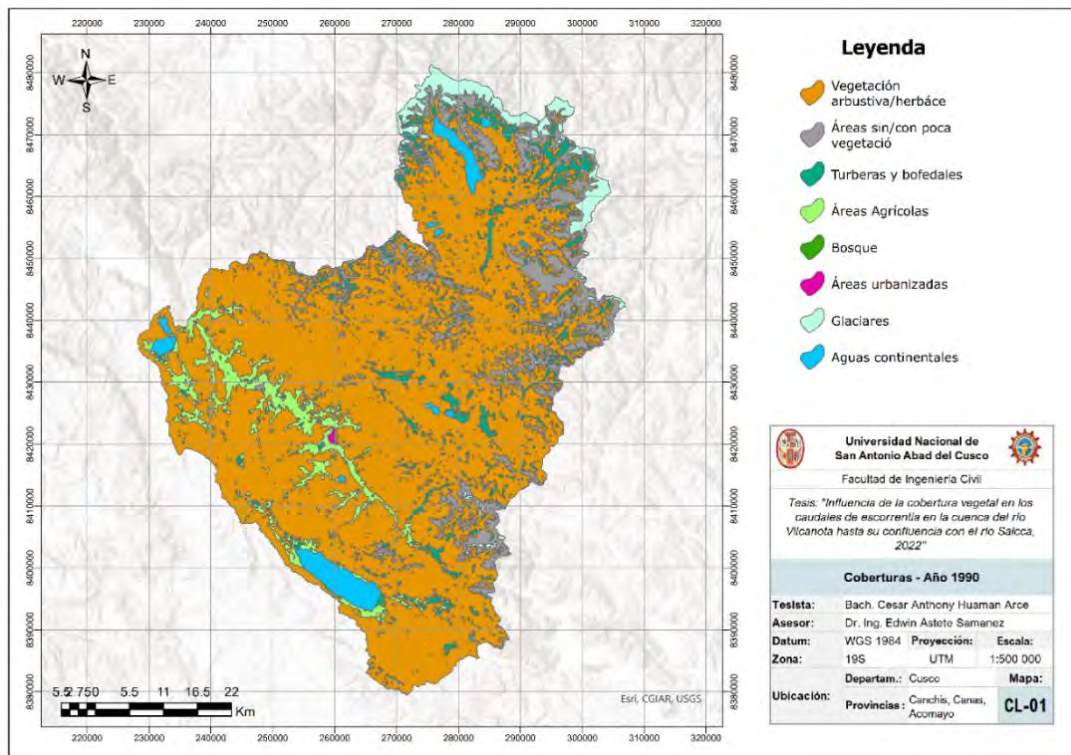


Figura 49

Mapa de coberturas del año 1995

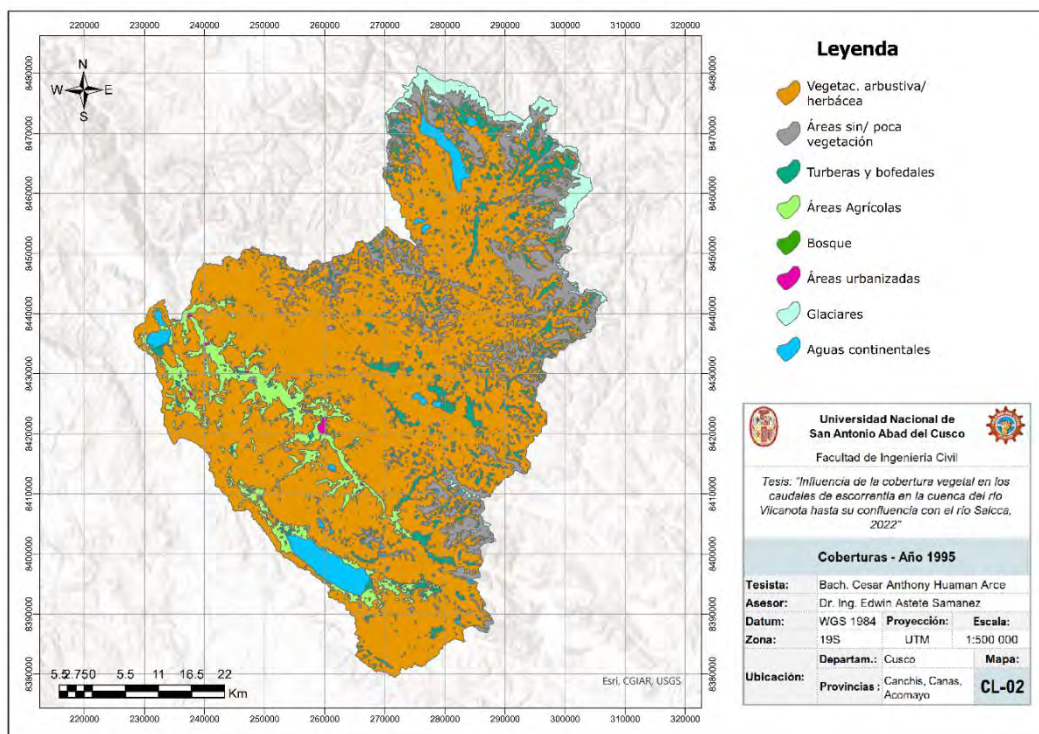


Figura 50

Mapa de coberturas del año 2004

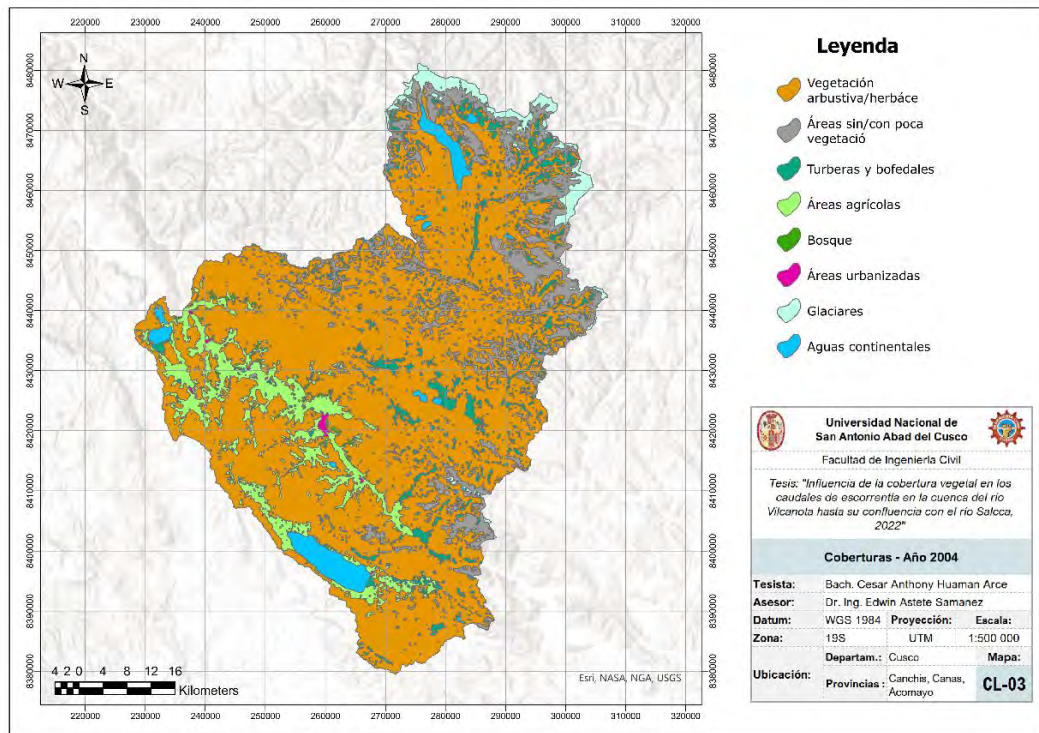


Figura 51

Mapa de coberturas del año 2011

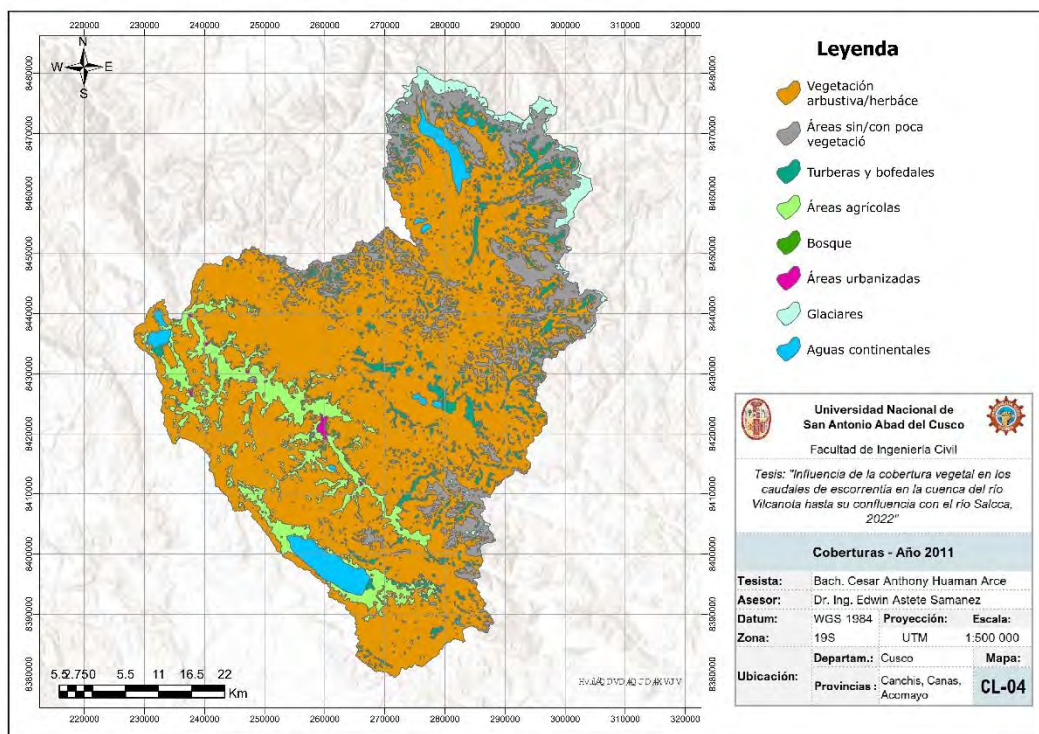


Figura 52

Mapa de coberturas del año 2016

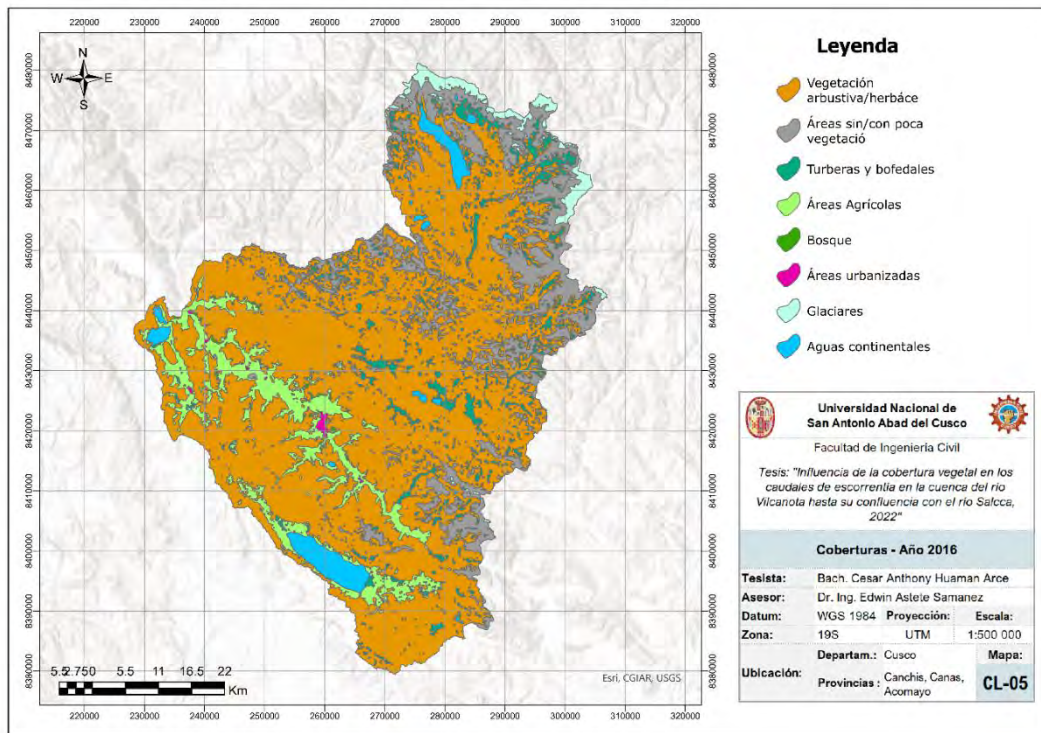


Figura 53

Mapa de coberturas del año 2022

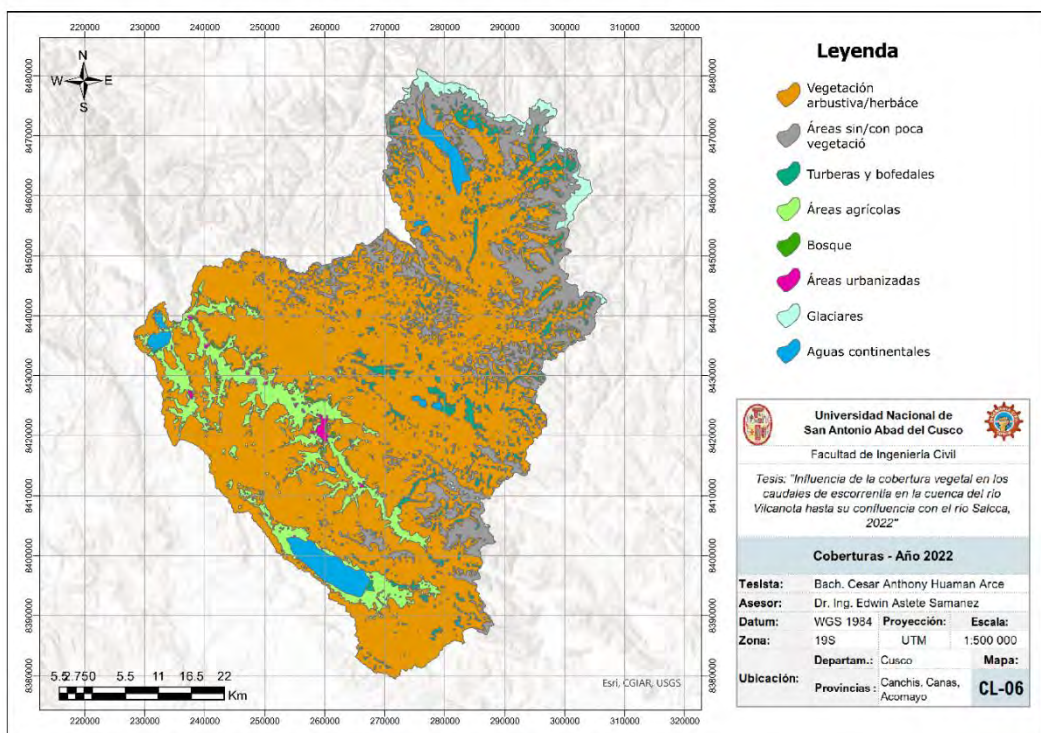
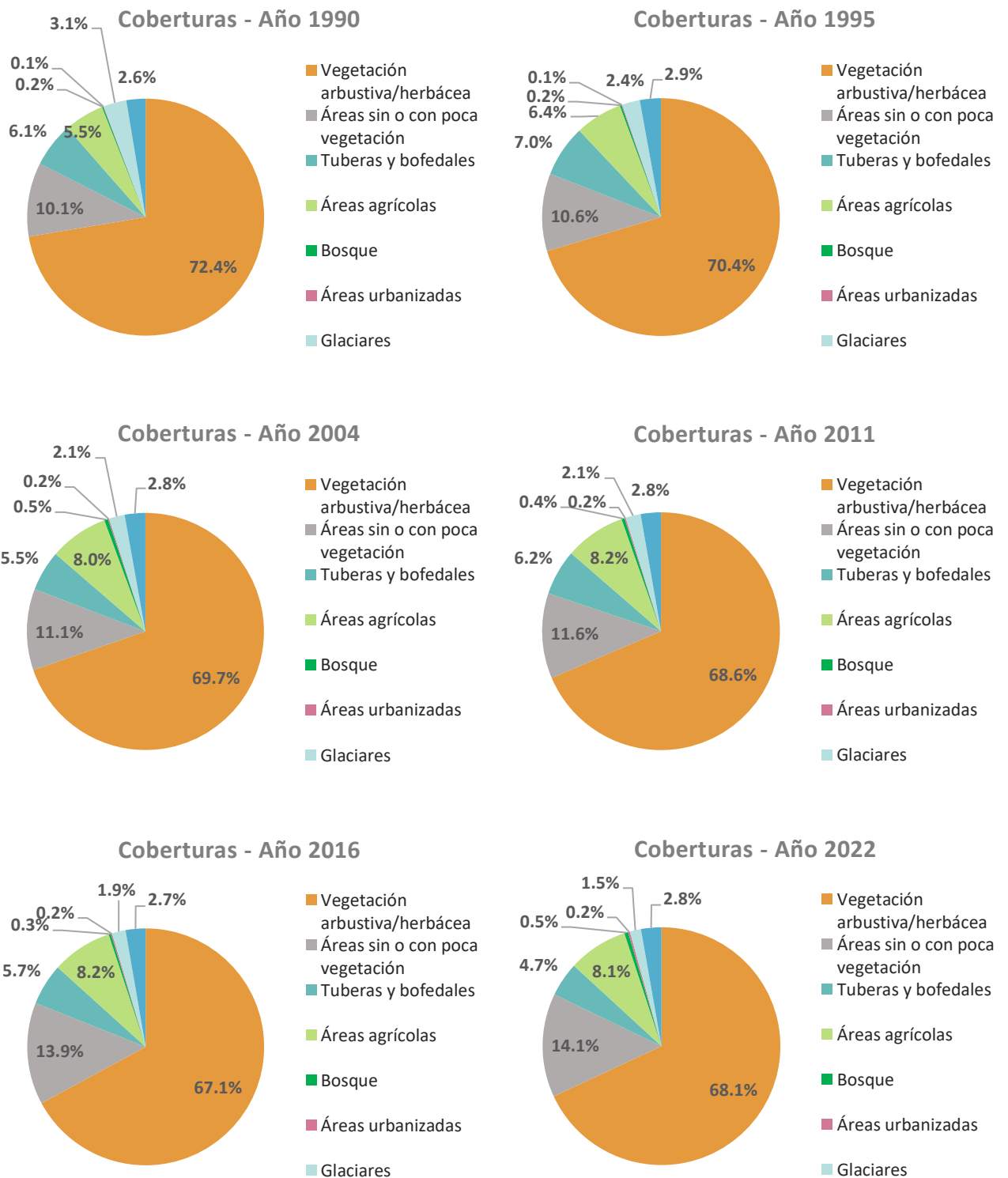


Figura 54

Distribución porcentual de coberturas por año



4.2.2.2. Análisis multitemporal

En la tabla 37 se muestra el resumen de las superficies en km² para cada tipo de cobertura vegetal y no vegetal para los diferentes años de estudio. En la tabla 38 se muestra la variación de coberturas vegetales en porcentaje.

Tabla 37

Variación de las coberturas presentes en la cuenca de estudios en km²

Cobertura	Área (km ²)					
	1990	1995	2004	2011	2016	2022
Vegetación arbustiva/herbácea	2949.8	2869.0	2841.7	2795.0	2735.7	2774.3
Tuberas y bofedales	247.6	286.6	225.2	253.1	231.0	190.3
Áreas agrícolas	222.7	261.1	327.9	335.7	336.0	330.8
Bosque	7.0	9.6	21.1	17.3	12.5	21.3
Áreas sin o con poca vegetación	411.4	430.1	452.0	472.7	567.3	574.8
Áreas urbanizadas	2.8	4.4	6.2	6.6	6.9	10.0
Glaciares	128.3	98.8	87.4	83.7	75.7	61.8
Aguas continentales	106.7	116.7	114.7	112.2	111.2	112.9
Total	4076.3	4076.3	4076.3	4076.3	4076.3	4076.3

Tabla 38

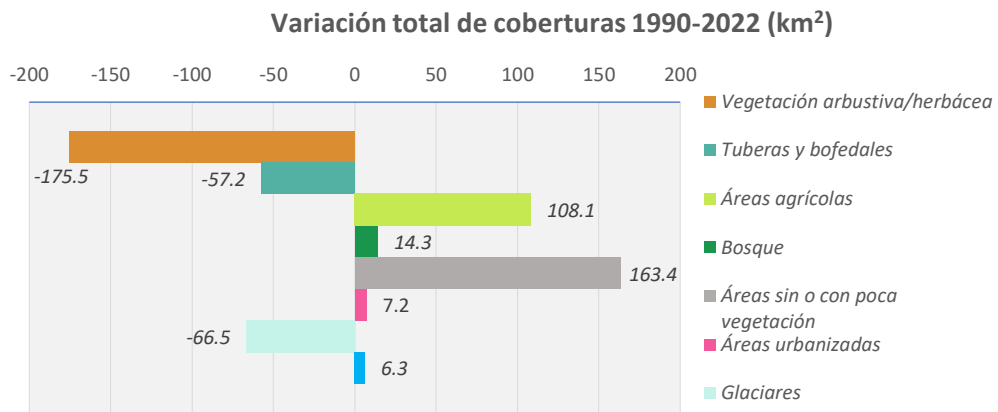
Variación de las coberturas presentes en la cuenca de estudios en porcentajes

Cobertura	Variación en %					
	1990-1995	1995-2004	2004-2011	2011-2016	2016-2022	1990-2022
Vegetación arbustiva/herbácea	-2.7%	-0.9%	-1.6%	-2.1%	1.4%	-5.9%
Tuberas y bofedales	15.8%	-21.4%	12.4%	-8.7%	-17.6%	-23.1%
Áreas agrícolas	17.3%	25.6%	2.4%	0.1%	-1.6%	48.6%
Bosque	37.1%	118.4%	-17.7%	-27.6%	69.7%	202.7%
Áreas sin o con poca vegetación	4.5%	5.1%	4.6%	20.0%	1.3%	39.7%
Áreas urbanizadas	55.8%	40.2%	6.5%	3.6%	46.1%	252.1%
Glaciares	-23.0%	-11.5%	-4.3%	-9.5%	-18.3%	-51.8%
Aguas continentales	9.4%	-1.7%	-2.2%	-0.9%	1.6%	5.9%

En la figura 55 se muestran la comparación de la variación total de coberturas del año 1990 al año 2022. Se puede observar que la vegetación arbustiva/herbácea es la cobertura vegetal que más superficie ha perdido, por otra parte, las áreas sin o con poca vegetación son la cobertura no vegetal que más superficie ha incrementado.

Figura 55

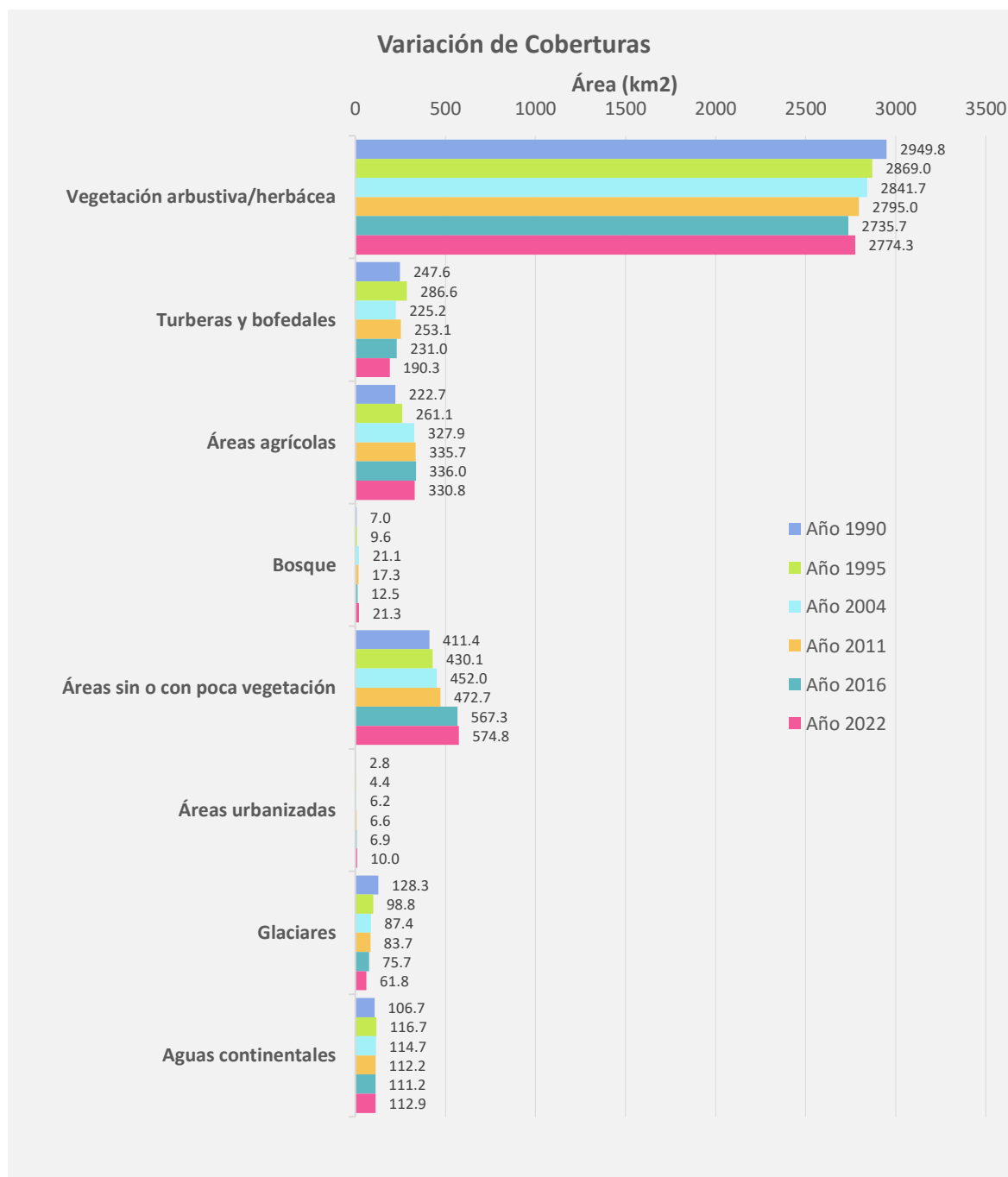
Variación total de coberturas 1990-2022



En la figura 56 se muestra la superficie de coberturas vegetales y no vegetales en km² para los años 1990, 1995, 2004, 2011, 2016 y 2022.

Figura 56

Variación de las diferentes coberturas en la cuenca de estudio



Los resultados del análisis de coberturas muestran que desde el año 1990 hasta el año 2022:

La cobertura de vegetación arbustiva/herbácea conformada por los pajonales andinos y matorrales arbustivos ha sufrido una disminución prácticamente constante a través del tiempo. En total se han perdido 175.5 km² de superficie siendo esta la cobertura que más superficie ha perdido. Esta pérdida en términos porcentuales corresponde a un 5.9%. También se observa que la superficie de esta

cobertura en el año 2016 es menor que en el año 2022, este fenómeno puede deberse a que el año 2016 fue uno de los años con más incendios forestales de los últimos tiempos en el territorio peruano.

Las turberas y bofedales han tenido una fluctuación tipo zigzag decreciente hasta el año 2011 presentándose a partir de ese año un descenso constante. En total hubo una disminución de 57.2 km² lo que representa una pérdida de 23.1%.

Las áreas agrícolas han presentado un crecimiento significativo hasta el año 2004 seguido de disminución significativa en la tasa de crecimiento con tendencia a la baja. En total se tuvo un incremento de 108.1 km² para el año 2022, lo que equivale a un crecimiento de 48.6% en términos porcentuales.

La cobertura de bosques es la que posee la menor superficie de todas las coberturas vegetales, sin embargo es también la que ha tenido la mayor tasa de crecimiento desde el año 1990 hasta el año 2022. Esta cobertura ha tenido una fluctuación tipo “zigzag” ,no obstante, la tendencia general es creciente a pesar de las variaciones en el corto plazo. En números, los bosques han aumentado en 14.3 km² lo que representa un incremento en términos porcentuales de 202.8%. Es importante mencionar también que el crecimiento de esta cobertura se debe principalmente a las plantaciones de eucaliptos, una especie forestal no nativa que se ha expandido considerablemente en el territorio nacional dada las características de su madera que es de rápido crecimiento y con múltiples usos.

Las áreas sin o con poca vegetación han tenido un incremento constante a través de los años. En cifras hubo un aumento total de 163.4 km² lo que representa un incremento porcentual del 39.7% en comparación con la superficie de esta cobertura en el año 1990.

La cobertura de áreas urbanizadas es la que ha presentado el mayor crecimiento porcentual en relación con su superficie original de entre todas las coberturas, con una alta tasa de crecimiento desde el año 1990 hasta el año 2004, seguido de un crecimiento ligero para volver a crecer significativamente en el periodo 2016-2022. En números, hubo un crecimiento de 14.3 km² desde el año 1990 al año 2022, lo que equivale a un incremento del 252.1%.

Los glaciares han sido la cobertura no vegetal que más superficie ha perdido con una disminución multianual constante teniéndose una pérdida total de 51.8 km² de superficie equivalente a un descenso

del 51.8% desde el año 1990. Es decir, casi la mitad de los glaciares de la cuenca han desaparecido para el año 2022.

Los cuerpos de agua han presentado una fluctuación irregular a través de los años. Sin embargo, se ha tenido un incremento de 6.3 km² hasta el año 2022 lo que equivale en términos porcentuales a un 5.9%

4.2.3. Variación espacial de las coberturas vegetales y no vegetales

Con respecto a la variación espacial de la cobertura de vegetación arbustiva/herbácea, en la figura 57 se puede observar que ha presentado disminución en su superficie en prácticamente toda la cuenca de estudio con excepción de las zonas más altoandinas (subcuencas S8 y S9), este fenómeno se debe a que en estos últimos sectores esta cobertura ha aumentado al reemplazar paulatinamente a los glaciares que se han ido derritiendo y a los bofedales que se han ido degradando. Por otra parte, en las otras subcuencas ha disminuido debido a que sido reemplazada gradualmente por áreas agrícolas y/o se ha degradado en áreas sin o con poca vegetación.

En el caso de la cobertura de turberas y bofedales, se puede observar en la figura 58 que con excepción de las subcuencas S2 y S3, en todas las subcuencas ha ocurrido disminución de esta cobertura especialmente en aquellas más altoandinas, Se tiene por ejemplo a las subcuencas V6, S8 y S9 las cuales han perdido la mayor cantidad de esta cobertura con más de 10 km² cada una siendo degradadas en vegetación arbustiva/herbácea y áreas sin o con poca vegetación.

Por otra parte, se puede observar en la figura 59 que la cobertura de bosques ha presentado un crecimiento en su superficie en las subcuencas con menor elevación (subcuencas V3 y V5) correspondiente a los distritos de Combapata, San Pablo, Yanaoca, Sicuani, Tinta y San Pedro. Este fenómeno se debe a la plantación de eucaliptos con fines productivos y a las prácticas de reforestación.

En el caso de las áreas agrícolas, se observa en la figura 60 que todas las subcuencas del río Vilcanota (con código V) han presentado un incremento en superficie resaltando las subcuencas V2, V5, V7 y V8 con un incremento de más de 10 km² y la subcuenca V6 con un incremento de más de 20 km². Estos sectores comprenden los distritos de Pampamarca, Tupac Amaru, Sicuani, Langui, Layo y

Marangani. El incremento de esta cobertura se da en detrimento de la vegetación arbustiva/herbácea u los bofedales.

En el caso de la cobertura no vegetal de áreas sin o con poca vegetación, se puede observar en la figura 61 que se ha incrementado en prácticamente en todas las subcuencas y especialmente en aquellas ubicadas a mayor altitud. Se puede observar que las subcuencas S8, S5, S9 y V6 han presentado un incremento significativo en su superficie con más de 20km² de superficie cada una, reemplazando a las coberturas de vegetación arbustiva/herbácea, bofedales y glaciares que existían originalmente. Por otra parte, también se observa que en las subcuencas V2, V4, V5 y V9 han presentado una disminución de esta superficie aunque es prácticamente nula.

Con respecto a las áreas urbanizadas, se observa en la figura 62 que las subcuencas V2, V3, que comprenden los distritos de Mosoc Llacta, Tupac Amaru, Tinta, San Pedro San Pablo y Yanaoca han presentado un incremento de entre 1 a 2 km². Por otra parte, la subcuenca V5 que comprende el distrito de Sicuani ha presentado un incremento considerable con más de 3 km².

En el caso de los glaciares, se puede observar en la figura 63 que han disminuido notablemente en las zonas más altoandinas como era de esperarse (subcuencas S8, S9 y V6) siendo esta disminución bastante mayor en las subcuencas S8 y S9 del río Salcca con una pérdida de más de 25 km² cada una. Los glaciares han sido gradualmente reemplazados por las áreas sin o con poca vegetación. Los glaciares afectados son: Sayhua, Kulini, Chinchina, Huayruro, Jatunñaño, Ccomercocha, San Braulio, Pichiya, Condor Tuku, Killita, Unollocsina, Cceccarani, Japujapu, Imata, Morojai, Paco Loma, Osjollo Anante, Vela Aje, Pantipata, Jatunhuma, Campana, Pajo, Japupunta, Paco, Imata, Pucasalla, Condrquiña, Istalla, Suyuparina, Quisoquipina, Jurcay, Millo, Qori Kalis, Morojani, Pucca Orcco, Sorañaño, Cuncapata y Huilayoc.

En el caso de las superficies de agua, se observa en la figura 64 que han presentado un incremento en algunas subcuencas del río Vilcanota y en prácticamente todas las subcuencas del río Salcca, especialmente en la subcuenca S8 que es donde se encuentra la presa Sibinacocha. Este fenómeno se debe a las pequeñas lagunas que se han ido formándose por el derretimiento de los glaciares.

Figura 57

Variación de vegetación arbustiva – herbácea (1990 – 2022)

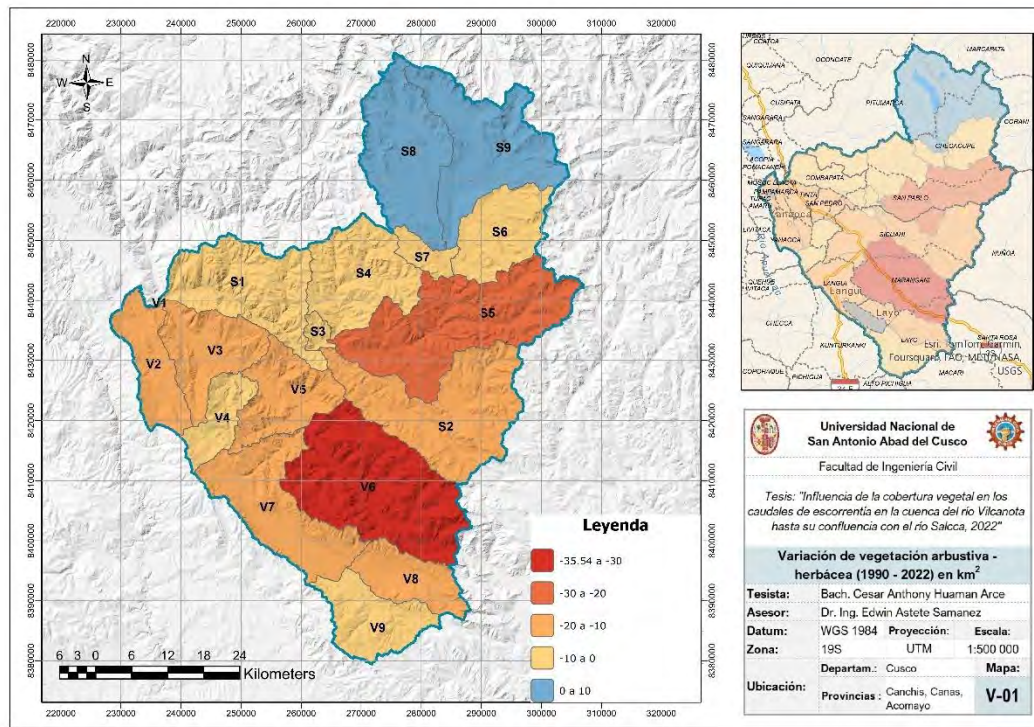


Figura 58

Variación de turberas y bofedales (1990 – 2022)

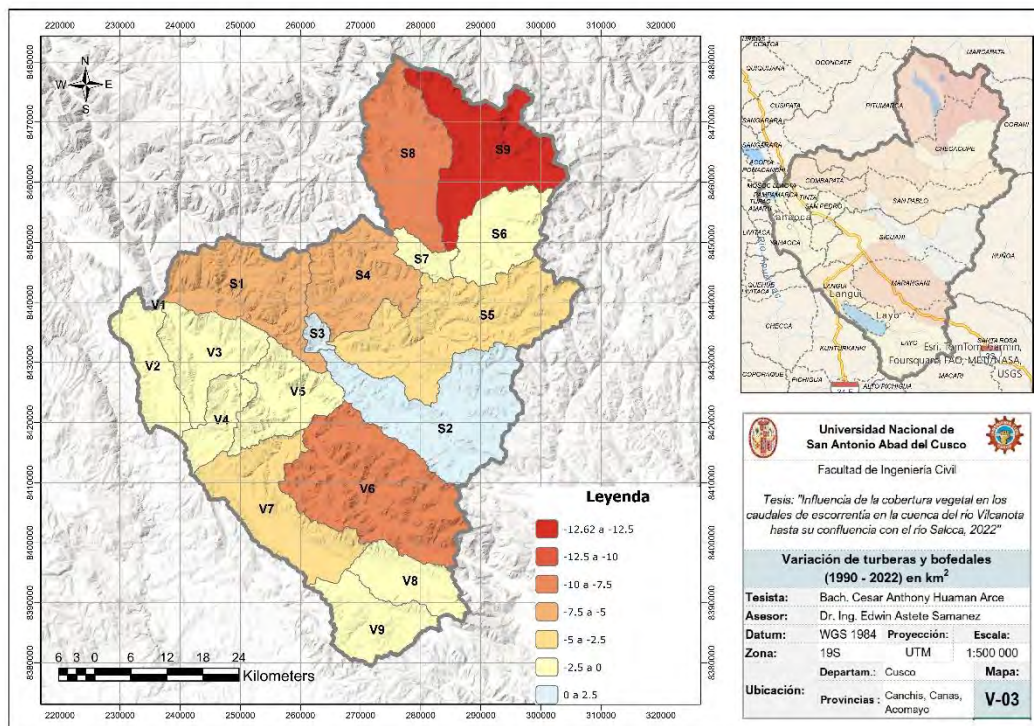


Figura 59

Variación de bosque (1990 - 2022)

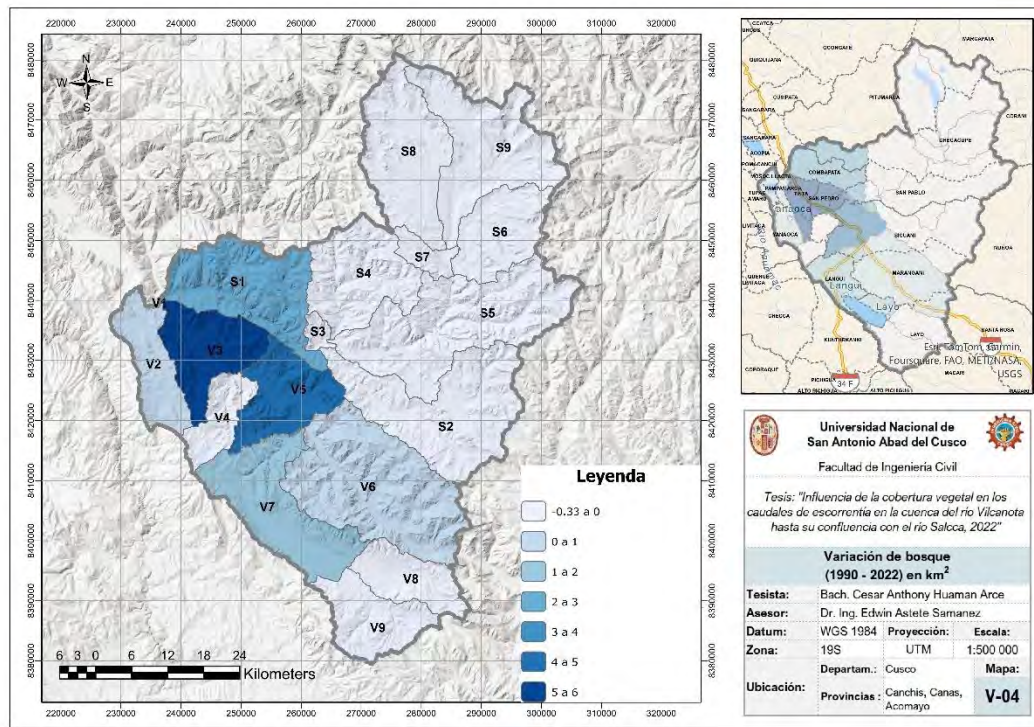


Figura 60

Variación de áreas agrícolas (1990 - 2022)

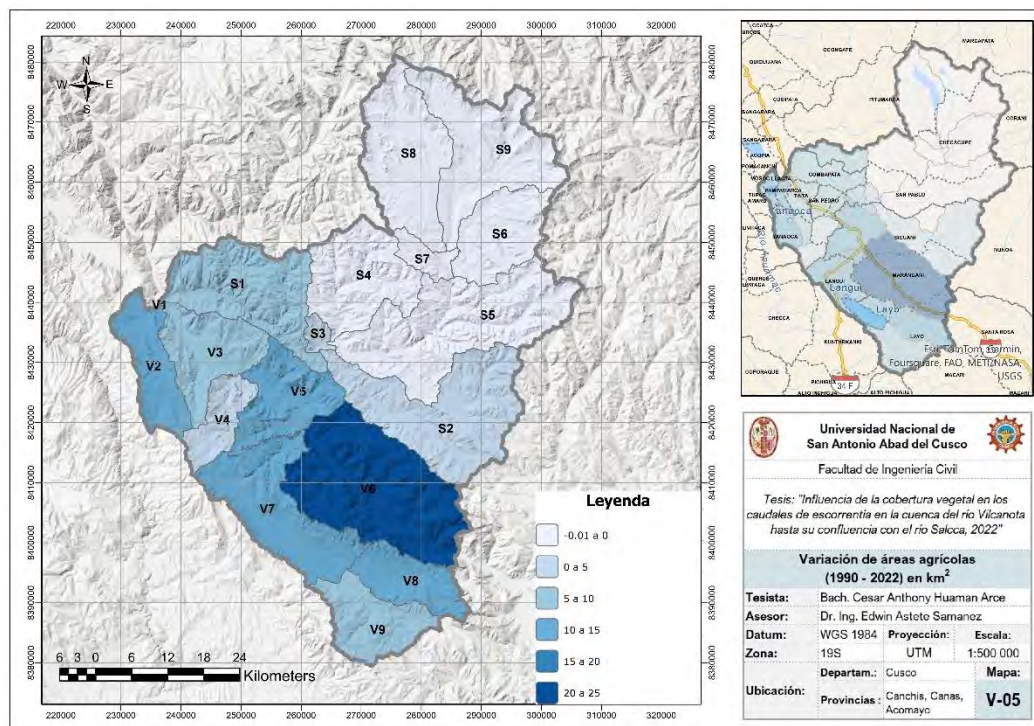


Figura 61

Variación de áreas sin o con poca vegetación (1990 - 2022)

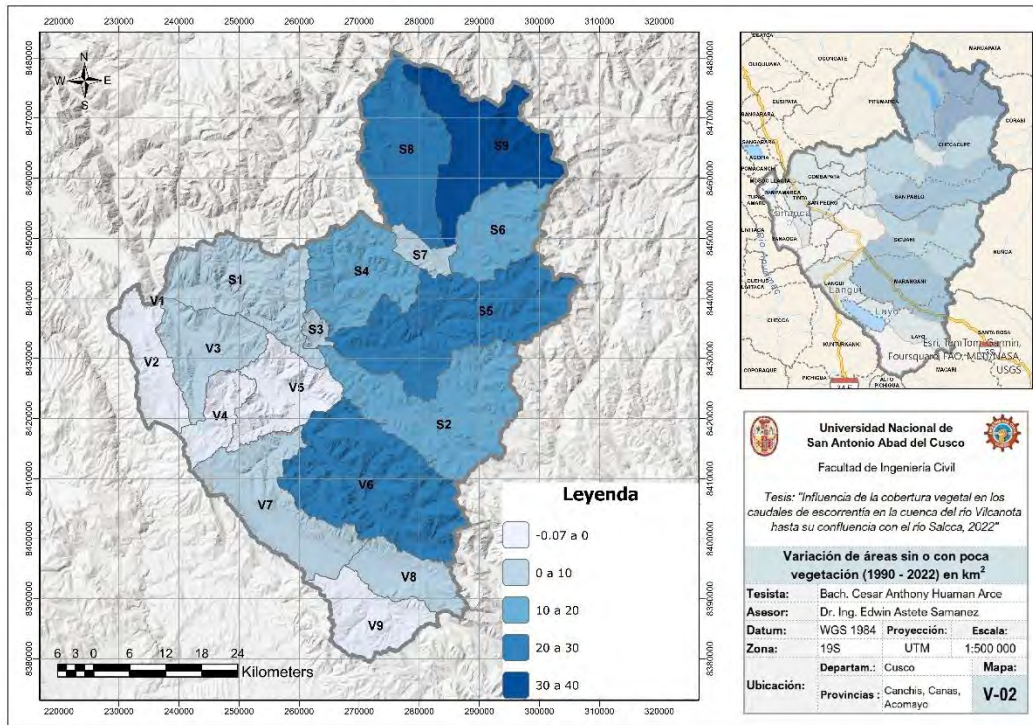


Figura 62

Variación de áreas urbanizadas (1990 - 2022)

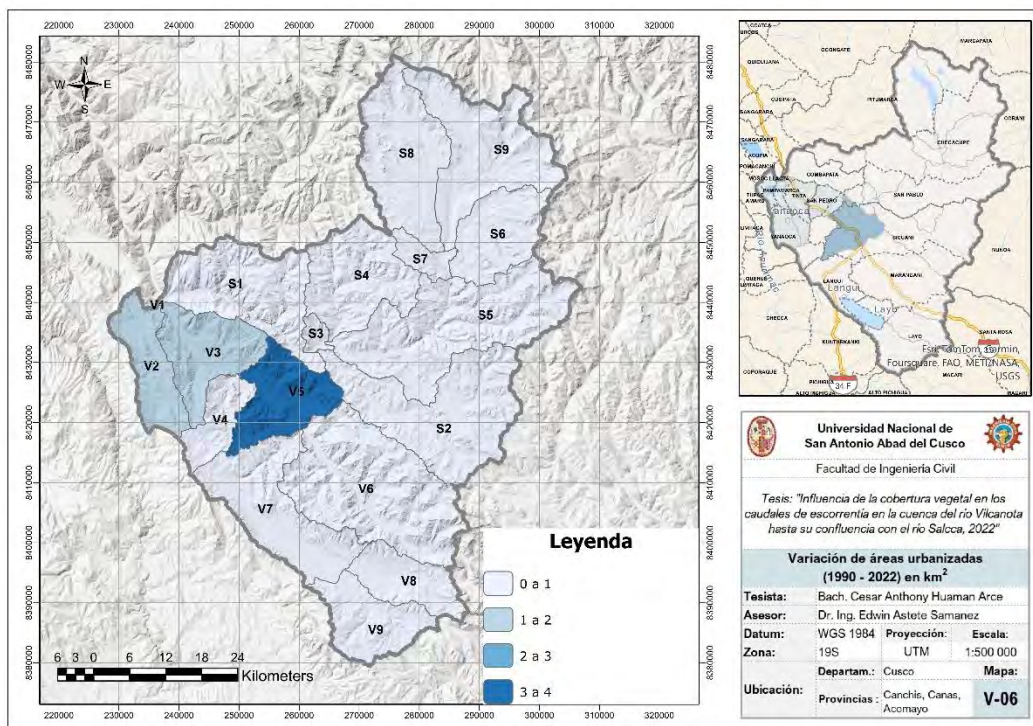


Figura 63

Variación de glaciares (1990 - 2022)

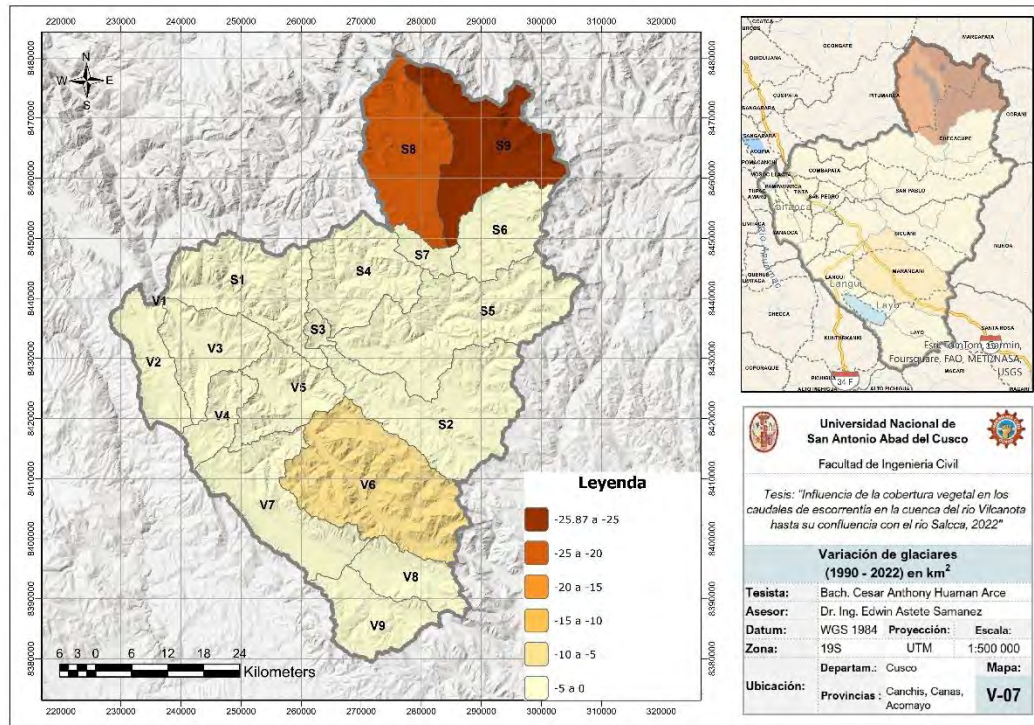
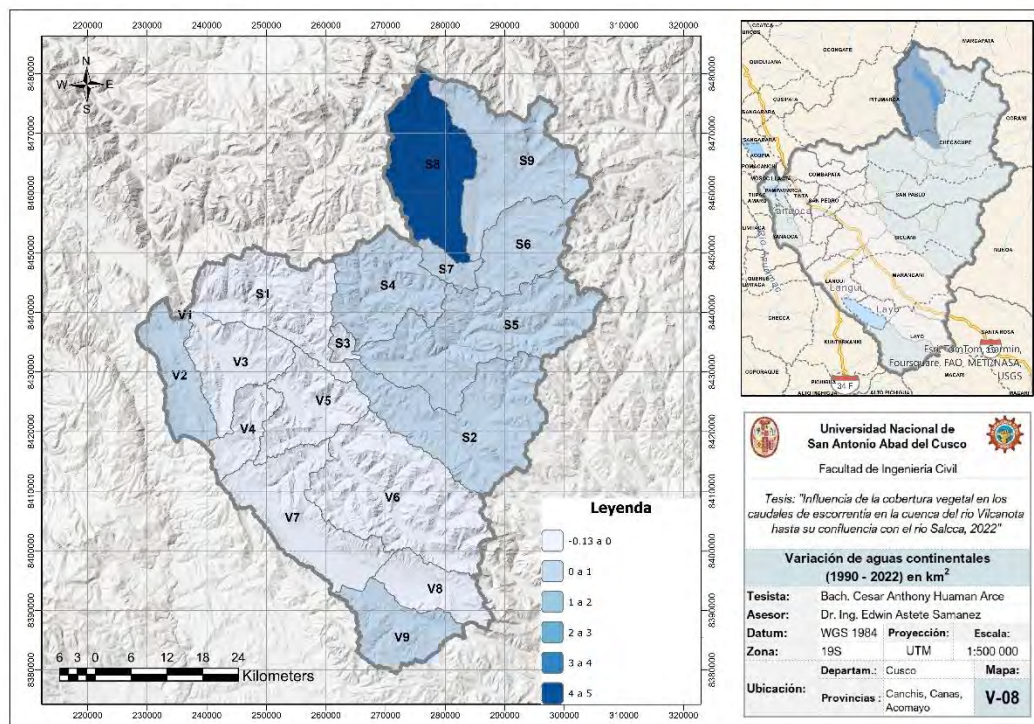


Figura 64

Variación de aguas continentales (1990 - 2022)



4.3. Determinación de la variación de los caudales de escorrentía

4.3.1. Cálculo de las variables climáticas

4.3.1.1. Estaciones meteorológicas elegidas

4.3.1.1.1. Precipitación

Se realizó un análisis de influencia de las estaciones dentro de la cuenca y las más cercanas con el método de los polígonos de Thiessen siendo las estaciones Combapata, Salcca, Sicuani y La Raya las que fueron consideradas para el cálculo de la precipitación. Las 4 estaciones se encuentran dentro de la cuenca de estudio y poseen una buena cantidad de registros históricos lo que garantiza que los datos faltantes a completar y extender sean válidos.

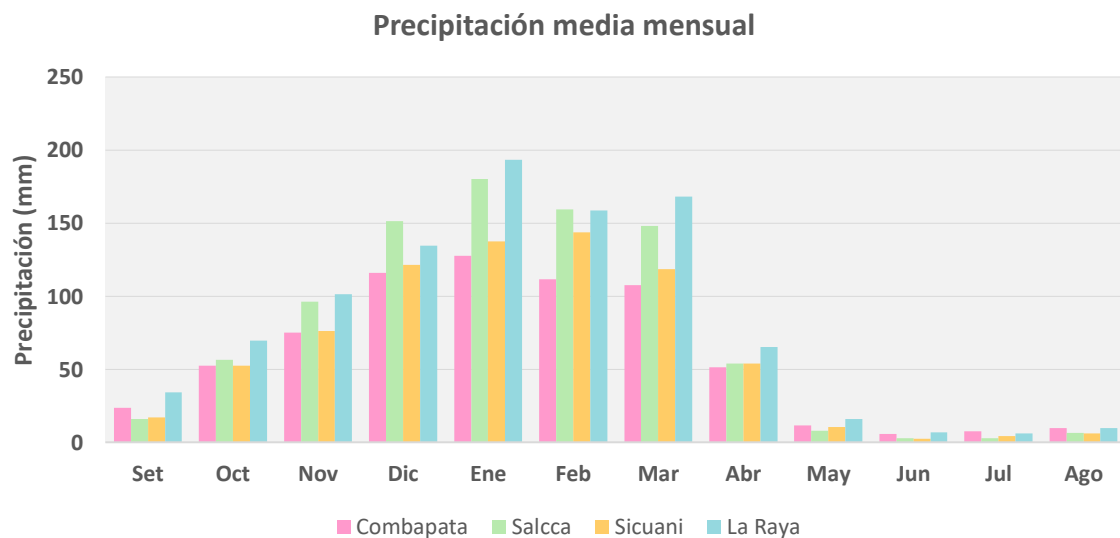
Tabla 39

Precipitación media mensual de las estaciones consideradas

Precipitación media mensual (mm)												
Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Combapata	23.5	52.4	75.0	115.8	127.8	111.6	107.5	51.2	11.5	5.7	7.6	9.6
Salcca	15.9	56.3	96.4	151.4	180.3	159.3	147.9	53.9	8.1	2.9	2.7	6.4
Sicuani	17.1	52.5	76.1	121.3	137.5	143.7	118.3	54.0	10.4	2.6	4.2	6.0
La Raya	34.2	69.7	101.5	134.7	193.4	158.8	168.3	65.4	15.9	6.9	6.0	9.9

Figura 65

Histograma de la precipitación media mensual de las estaciones consideradas



Como se observa en la figura 65, la estación La Raya presenta la mayor precipitación media mensual mientras que la estación Combapata posee la menor, siendo esta la que tiene la menor elevación de las estaciones consideradas.

4.3.1.1.2. *Temperatura*

Con respecto a la variable de temperatura se encontró que las estaciones Combapata y La Raya no poseían registros de datos disponibles por lo que se utilizó las estaciones Pomacanchi y Santa Rosa que son las más cercanas a ellas. Como era de esperarse las estaciones ubicadas a mayor altitud (Sicuani y Pomacanchi) registran temperaturas más bajas que las estaciones ubicadas en menores altitudes (Salcca y Santa Rosa) tal como se puede ver en la tabla 40 y la figura 66.

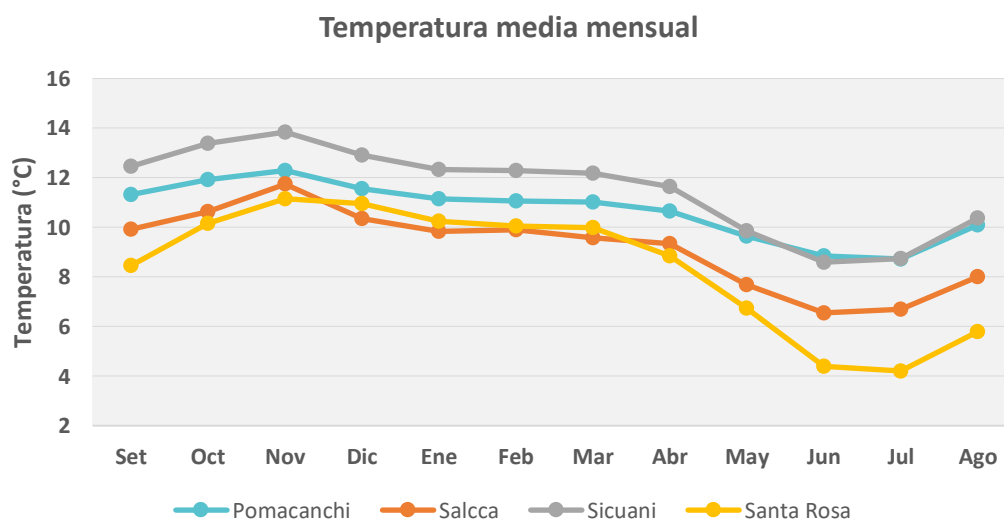
Tabla 40

Temperatura media mensual de las estaciones consideradas

Temperatura media mensual (°C)												
Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Pomacanchi	11.3	11.9	12.3	11.6	11.1	11.1	11.0	10.7	9.6	8.9	8.7	10.1
Salcca	9.9	10.6	11.7	10.3	9.8	9.9	9.6	9.3	7.7	6.6	6.7	8.0
Sicuani	12.5	13.4	13.8	12.9	12.3	12.3	12.2	11.6	9.9	8.6	8.7	10.4
Santa Rosa	8.5	10.2	11.2	10.9	10.2	10.1	10.0	8.8	6.7	4.4	4.2	5.8

Figura 66

Histograma de la temperatura media mensual de las estaciones consideradas



4.3.1.1.3. Humedad relativa

Los registros históricos de humedad relativa no se encuentran disponibles en las servidores web del SENAMHI y del SNIRH por lo general, razón por la cual se realizó una petición formal al SENAMHI siendo remitidos los datos de las estaciones Pomacanchi y Sicuani.

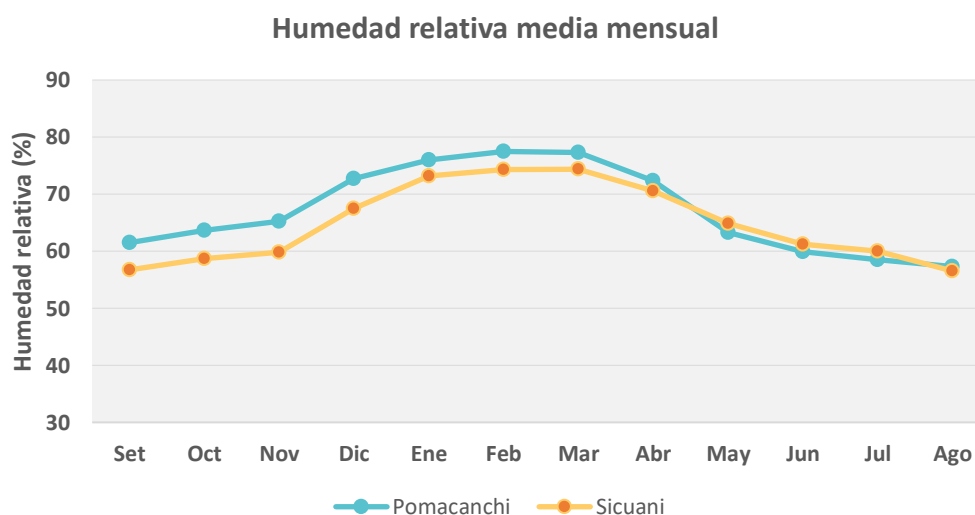
Tabla 41

Humedad relativa media mensual de las estaciones consideradas

Humedad relativa media (%)												
Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Pomacanchi	61.5	63.7	65.3	72.7	76.0	77.5	77.3	72.4	63.3	59.9	58.5	57.3
Sicuani	56.7	58.7	59.8	67.5	73.2	74.3	74.4	70.5	64.8	61.2	60.0	56.5

Figura 67

Histograma de humedad relativa media mensual de las estaciones consideradas



4.3.1.1.4. Velocidad del viento

Al igual que la data de humedad relativa, los datos de velocidad del viento no están disponibles en los servidores web, por lo que se realizó una petición formal al SENAMHI, siendo remitidos la data de la estación Pomacanchi, la única estación con registros históricos de esta variable. Cabe resaltar que la ausencia de información de esta variable es bastante común en los estudios de modelación hidrológica

En la figura 68 se puede observar que los mayores valores de velocidad del viento se presentan en los meses de Setiembre y Octubre y los menores valores en los meses de Mayo y Junio.

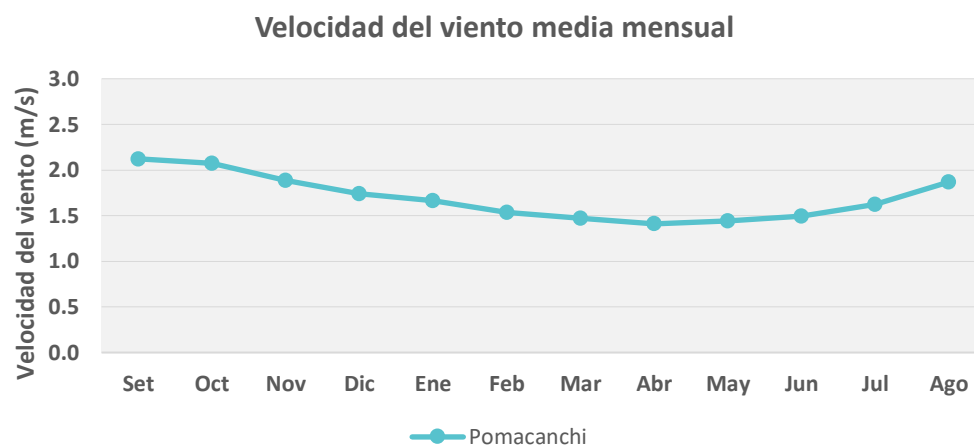
Tabla 42

Velocidad del viento promedio de las estaciones consideradas

Velocidad del viento media mensual (m/s)												
Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Pomacanchi	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9

Figura 68

Histograma de los datos de velocidad del viento promedio



4.3.1.2. Análisis de consistencia de datos meteorológicos

Se realizó el análisis de consistencia de los registros históricos por los métodos gráfico, doble masa y estadístico a fin de determinar la existencias de saltos o tendencias.

4.3.1.2.1. Análisis gráfico

Se graficó los histogramas de las estaciones Combapata, Sicuani, Salcca y La Raya (figuras 69, 70, 71 y 72), observándose que visualmente no existen saltos y/o tendencias en los registros a pesar de la existencia de algunos picos que no son significativos. Se observan también ausencia de datos en algunas estaciones los cuales serán completados más adelante.

Figura 69

Registro de precipitaciones - Estación Combapata

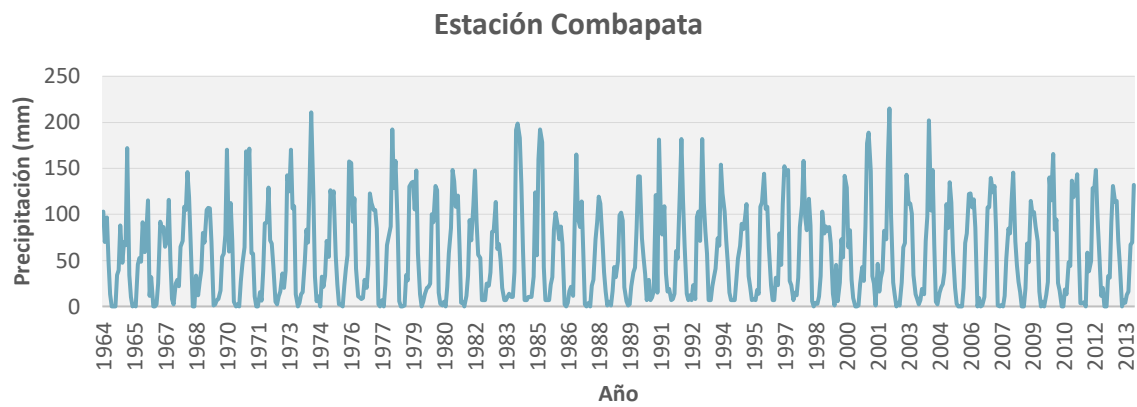


Figura 70

Registro de precipitaciones - Estación Sicuani

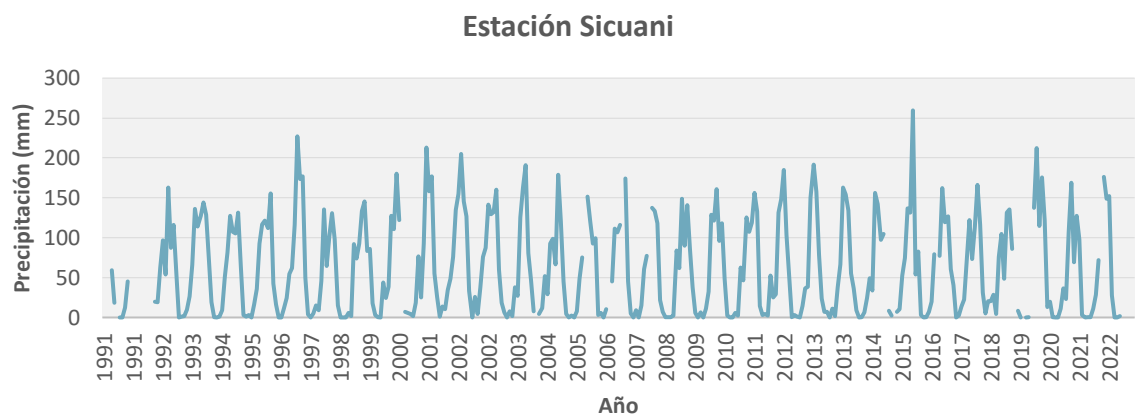


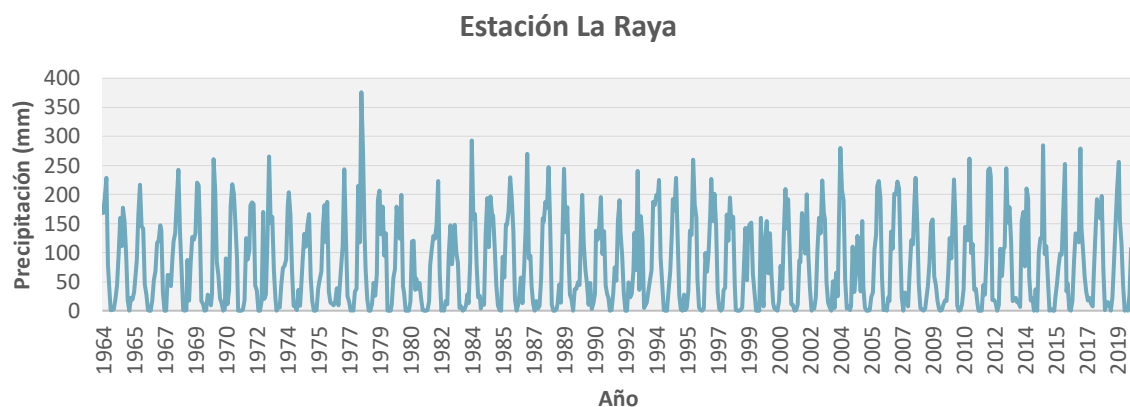
Figura 71

Registro de precipitaciones - Estación Salcca



Figura 72

Registro de precipitaciones - Estación La Raya

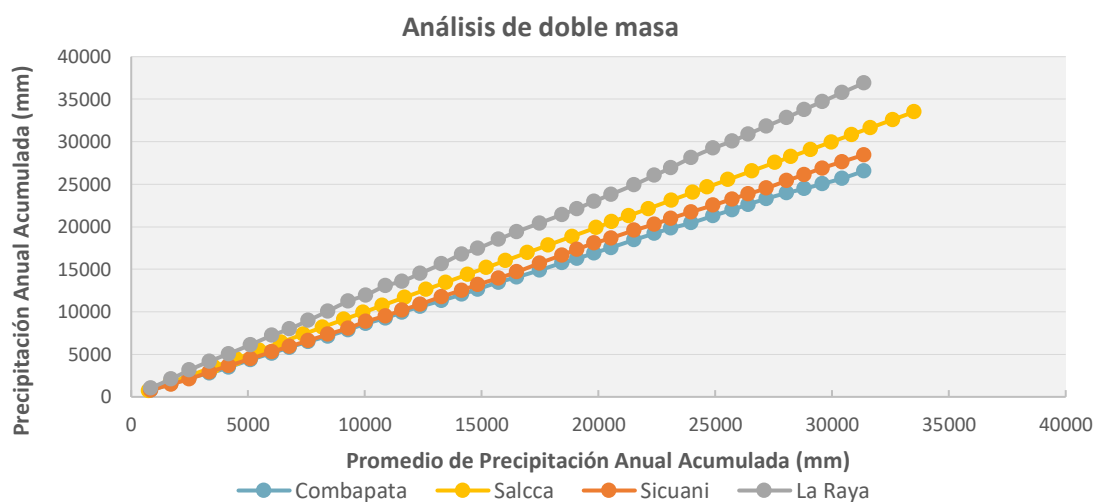


4.3.1.2.2. Análisis de doble masa

La segunda etapa del estudio de consistencia es el análisis de doble masa, en la figura 73 se puede observar que todas las estaciones forman líneas prácticamente rectas por lo que se verifica nuevamente que los datos son consistentes.

Figura 73

Análisis de doble masa



4.3.1.2.3. Análisis estadístico

Las últimas pruebas de consistencia consistieron en realizar análisis estadísticos utilizando el software hidrológico Trend. Se llevaron a cabo las pruebas de Mann-Kendall, regresión lineal,

distribución de Cusum y t de Student. Las pruebas de Mann-Kendall y regresión lineal evalúan la existencia de tendencias, mientras que Cusum y t de Student evalúan la presencia de saltos.

Tabla 43

Análisis estadístico de consistencia - Estación Combapata

Estación Combapata							
Prueba	Tipo de Prueba	Para verificar:	Estadístico z	Valores Críticos			Resultado
				a=0.1	a=0.05	a=0.01	
Mann-Kendall	No paramétrica	Tendencias	0.492	1.645	1.96	2.576	No significativo
Regresión lineal	Paramétrica		0.518	1.651	1.969	2.595	No significativo
Cusum	No paramétrica	Saltos	12	29.884	33.313	39.927	No significativo
t de Student	Paramétrica		-0.24	1.651	1.969	2.595	No significativo

Tabla 44

Análisis estadístico de consistencia - Estación Sicuani

Estación Sicuani							
Prueba	Tipo de Prueba	Para verificar:	Estadístico z	Valores Críticos			Resultado
				a=0.1	a=0.05	a=0.01	
Mann-Kendall	No paramétrica	Tendencias	-0.286	1.645	1.96	2.576	No significativo
Regresión lineal	Paramétrica		-0.062	1.655	1.975	2.606	No significativo
Cusum	No paramétrica	Saltos	10	22.987	25.624	30.712	No significativo
t de Student	Paramétrica		0.382	1.655	1.975	2.606	No significativo

Tabla 45

Análisis estadístico de consistencia - Estación Salcca

Estación Salcca							
Prueba	Tipo de Prueba	Para verificar:	Estadístico z	Valores Críticos			Resultado
				a=0.1	a=0.05	a=0.01	
Mann-Kendall	No paramétrica	Tendencias	0.365	1.645	1.96	2.576	No significativo
Regresión lineal	Paramétrica		-0.211	1.656	1.977	2.61	No significativo
Cusum	No paramétrica	Saltos	9	19.747	22.014	26.384	No significativo
t de Student	Paramétrica		0.175	1.656	1.977	2.61	No significativo

Tabla 46

Análisis estadístico de consistencia - Estación La Raya

Estación La Raya							
Prueba	Tipo de Prueba	Para verificar:	Estadístico z	Valores Críticos			Resultado
				a=0.1	a=0.05	a=0.01	
Mann-Kendall	No paramétrica	Tendencias	0.129	1.645	1.96	2.576	No significativo
Regresión lineal	Paramétrica		0.148	1.65	1.968	2.591	No significativo
Cusum	No paramétrica	Saltos	10	31.626	35.255	42.254	No significativo
t de Student	Paramétrica		-0.385	1.65	1.967	2.591	No significativo

De las tablas 43, 44, 45, 46 se observa que los estadísticos de prueba z son menores que los valores críticos para un nivel de significancia de 0.05 en todas las pruebas y en todas las estaciones lo cual finalmente corrobora la no existencia de saltos o tendencias estadísticamente significativas por lo que no fue necesario realizar correcciones a los datos.

4.3.1.3. Completación y extensión de datos meteorológicos

Se realizó la completación y extensión de los datos mensuales faltantes utilizando el software Easyfit. Se ajustó los datos a diferentes curva de distribución escogiéndose aquella que tenía el mejor valor de bondad ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Luego en base a esta distribución se generaron números aleatorios para completar los registros faltantes. En la tabla 47 se observan los datos de precipitación anual para las cuatro estaciones, los datos completados por meses para todos los parámetros meteorológicos pueden ser consultados en los anexos 12 al 22.

Tabla 47

Precipitación total anual de las estaciones (mm)

Año	Combapata	Salcca	Sicuani	La Raya
1990	690.0	842.9	686.6	938.8
1991	632.0	688.1	588.0	835.3
1992	705.0	993.9	737.7	818.4
1993	836.0	1011.0	779.9	1114.3
1994	618.0	902.6	763.1	1187.4
1995	619.0	615.3	677.3	890.0
1996	748.0	916.7	715.8	1101.0
1997	913.0	988.3	905.7	1127.0
1998	624.0	844.4	612.0	819.0
1999	683.0	713.6	703.1	869.0
2000	497.0	680.5	698.8	695.0
2001	859.0	1026.6	948.4	1014.0
2002	817.0	1017.3	1037.8	1003.0
2003	590.0	890.9	705.7	899.0
2004	821.0	941.7	776.3	1084.0
2005	621.0	810.3	662.8	630.0
2006	725.9	814.7	765.4	1182.0
2007	705.0	933.9	874.2	1109.0
2008	668.0	832.5	716.5	932.0
2009	677.4	927.8	659.1	513.0
2010	646.6	958.9	668.4	1101.0
2011	731.8	817.7	777.0	729.5
2012	742.2	819.9	731.0	1158.7
2013	653.0	904.9	746.7	1112.1
2014	675.9	826.2	660.3	962.0
2015	674.8	962.1	654.9	792.8

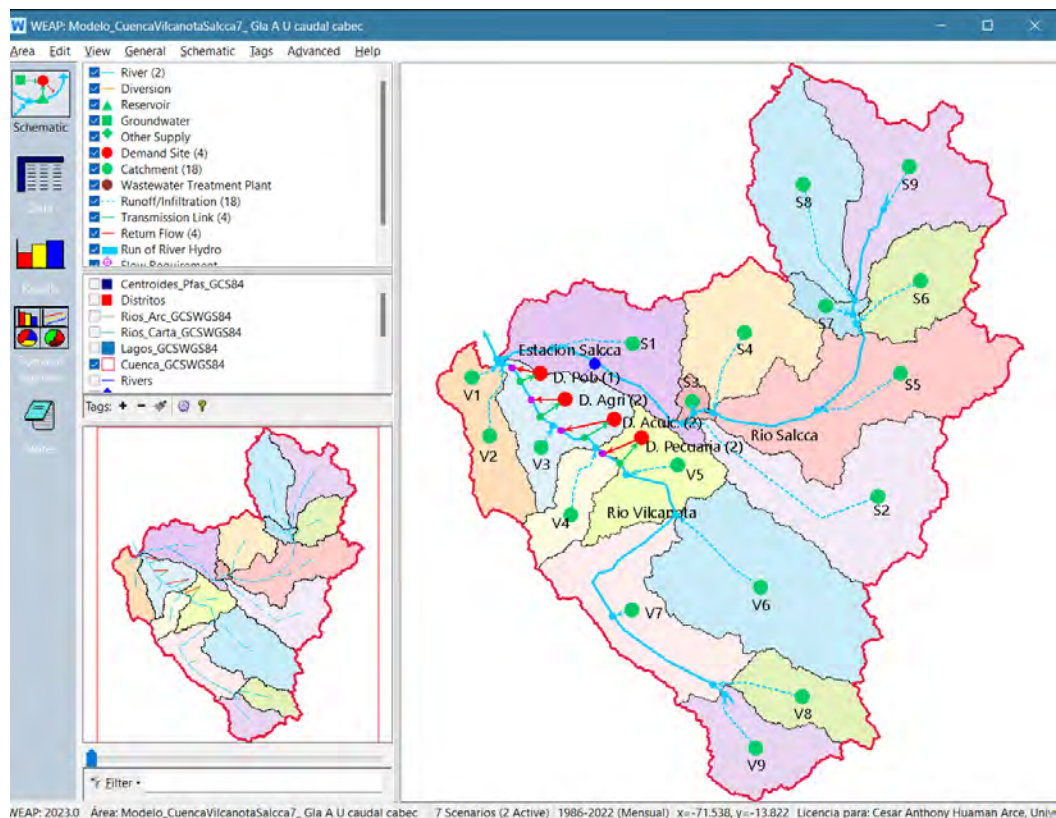
Año	Combapata	Salcca	Sicuani	La Raya
2016	783.8	944.3	809.1	1085.6
2017	874.1	969.8	816.8	1055.8
2018	706.4	971.5	734.0	892.8
2019	531.5	1071.1	827.1	1039.5
2020	709.9	765.2	622.0	1056.6
2021	768.3	934.6	696.6	1026.8
2022	767.9	750.3	780.4	1057.8
Media	699.2	882.1	749.0	971.1

4.3.2. Modelo esquemático

En la figura 74 se muestra el modelo esquemático en WEAP de la cuenca de estudio con las subcuencas o catchments (puntos verdes), sitios de demanda (puntos rojos), ríos (líneas continuas celestes) y los medidores de caudal (puntos azules).

Figura 74

Modelo esquemático WEAP de la cuenca de estudio



4.3.3. Datos de entrada

Una vez creado el modelo esquemático, se procedió a introducir la información requerida por el método de humedad del suelo.

4.3.3.1. Datos de suelos

Los datos de suelos corresponde a las áreas por cada cobertura y por cada catchment en km² y los parámetros de suelo propios del método de humedad del suelo (Soil Moisture Method)

4.3.3.1.1. Coberturas vegetales

Las coberturas vegetales producto de las clasificaciones supervisadas fueron intersecadas con las subcuencas/catchment para obtener las áreas de coberturas presentes en cada catchment. Este proceso se realizó con la herramienta *Intersect* de ArcGIS. En la tabla 48 de muestran las coberturas vegetales por año, las coberturas vegetales por año y por subcuenca pueden ser consultados en los anexos 83, 84, 85, 86, 87 y 88.

Tabla 48

Coberturas vegetales en la cuenca a través de los años

Cobertura	Área (km ²)					
	1990	1995	2004	2011	2016	2022
Vegetación arbustiva/herbácea	2949.8	2869.0	2841.7	2795.0	2735.7	2774.3
Áreas sin o con poca vegetación	411.4	430.1	452.0	472.7	567.3	574.8
Tuberías y bofedales	247.6	286.6	225.2	253.1	231.0	190.3
Áreas agrícolas	222.7	261.1	327.9	335.7	336.0	330.8
Bosque	7.0	9.6	21.1	17.3	12.5	21.3
Áreas urbanizadas	2.8	4.4	6.2	6.6	6.9	10.0
Glaciares	128.3	98.8	87.4	83.7	75.7	61.8
Aguas continentales	106.7	116.7	114.7	112.2	111.2	112.9

4.3.3.1.2. Parámetros de uso de suelo iniciales

Para dar corrida al modelo se utilizaron los parámetros de suelo resultados de las investigaciones de Goyburo (2021), León (2017) y ANA(2015). Estos valores fueron introducidos como *Key Assumptions* para facilitar posteriormente la calibración del modelo.

Tabla 49

Valores inicial de coeficiente de cultivo (Kc)

Cobertura	Kc	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea	0.6	Goyburo (2021)
Áreas sin o con poca vegetación	0	Goyburo (2021)
Turberías y bofedales	0.55	Goyburo (2021)

Cobertura	Kc	Fuente
Áreas agrícolas	1.08	Goyburo (2021)
Bosque	0.69	Goyburo (2021)
Áreas urbanizadas	0	Goyburo (2021)
Glaciares	1.1	ANA (2015)
Aguas continentales	1.1	ANA (2015)

Tabla 50

Valores iniciales de capacidad de almacenamiento en zona de raíces (Sw)

Cobertura	Sw	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea	1122	Goyburo (2021)
Áreas sin o con poca vegetación	705.36	Goyburo (2021)
Turberas y bofedales	701.39	Goyburo (2021)
Áreas agrícolas	748.8	Goyburo (2021)
Bosque	485.77	Goyburo (2021)
Áreas urbanizadas	152	ANA (2015)
Glaciares	50	ANA (2015)
Aguas continentales	50	ANA (2015)

Tabla 51

Valores iniciales de factor de resistencia a la escorrentía (RRF)

Cobertura	RRF	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea	3	Goyburo (2021)
Áreas sin o con poca vegetación	7.38	Goyburo (2021)
Turberas y bofedales	3.69	Goyburo (2021)
Áreas agrícolas	1.31	Goyburo (2021)
Bosque	2.52	Goyburo (2021)
Áreas urbanizadas	1	ANA (2015)
Glaciares	1	ANA (2015)
Aguas continentales	0.1	ANA (2015)

Tabla 52

Valores iniciales de dirección preferencial de flujo (f)

Cobertura	f	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea	1	León (2017)
Turberas y bofedales	0.3	León (2017)
Áreas sin o con poca vegetación	0.8	León (2017)
Áreas agrícolas	0.7	León (2017)
Bosque	0.7	León (2017)
Áreas urbanizadas	0.9	ANA (2015)
Glaciares	0.1	ANA (2015)
Aguas continentales	0.1	ANA (2015)

Tabla 53*Valores iniciales de capacidad de almacenamiento en la zona profunda (Dw)*

Cobertura	Dw	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea		
Áreas sin o con poca vegetación		
Turberas y bofedales		
Áreas agrícolas	5000	Goyburo (2021)
Bosque		
Áreas urbanizadas		
Glaciares		
Aguas continentales		

Tabla 54*Valores iniciales de factor de conductividad en la zona de raíces (Ks)*

Cobertura	Ks	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea		
Áreas sin o con poca vegetación		
Turberas y bofedales		
Áreas agrícolas	600	León (2017)
Bosque		
Áreas urbanizadas		
Glaciares		
Aguas continentales		

Tabla 55*Valores iniciales de conductividad en la zona profunda (Kd)*

Cobertura	Kd	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea		
Áreas sin o con poca vegetación		
Turberas y bofedales		
Áreas agrícolas	20	León (2017)
Bosque		
Áreas urbanizadas		
Glaciares		
Aguas continentales		

Tabla 56*Valores iniciales de Z1*

Cobertura	Z1	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea		
Áreas sin o con poca vegetación		
Turberas y bofedales		
Áreas agrícolas	44	Goyburo (2021)
Bosque		
Áreas urbanizadas		
Glaciares		
Aguas continentales		

Tabla 57*Valores iniciales de Z2*

Cobertura	Z2	Fuente
Vegetación arbustiva/herbácea		
Áreas sin o con poca vegetación		
Turberas y bofedales		
Áreas agrícolas	34	Goyburo (2021)
Bosque		
Áreas urbanizadas		
Glaciares		
Aguas continentales		

También se consideró el aporte de agua de las principales cuerpos de agua de la cuenca que son la laguna Sibinacocha y la laguna Langui-Layo.

Para el caso de la laguna Sibinacocha el caudal de aporte fue el obtenido de las licencias otorgadas por la autoridad del agua a la empresa EGEMSA calculándose el promedio mensual.

Tabla 58*Caudal de aporte - Laguna Sibinacocha*

Plan de descargas - Embalse Sibinacocha (m3/s)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2017	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.35	2.45	4.97	6.93	2.39	0.25	0.25
2018	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.48	5.11	4.42	5.67	7.53	4.63	0.25
2021	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	3.37	11.24	0.25	7.21	1.00	0.25
Promedio	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.36	3.64	6.88	4.28	5.71	1.96	0.25

Nota. Los datos fueron obtenidos de las licencias otorgadas por el ANA a EGEMSA

En el caso de la laguna Langui-Layo, esta aporta un caudal de 2 m³/s en tiempos de estiaje, dato que fue obtenido del informe “Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca del Alto Urubamba para la implementación de un Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos” realizado por el Ministerio del Ambiente en el año 2020.

El aporte de agua de los glaciares también fue considerado y simulado en el modelo hidrológico por medio de sus parámetros los cuales fueron extraídos del estudio “Evaluación de Recursos Hídricos en la cuenca Urubamba” realizado por la Autoridad Nacional del Agua en el año 2015. Con estos valores el ANA considera que la hidrología de los glaciares es adecuadamente simulada por el modelo WEAP.

Tabla 59

Parámetros WEAP de los glaciares

Parámetros WEAP - Glaciares			
Parámetro	Símbolo	Valor	Fuente
Capac. de almacenamiento en la zona de raíces	Sw	50	ANA (2015)
Factor de Resistencia a la escorrentía	RRF	1	ANA (2015)
Dirección preferencial de flujo	f	0.1	ANA (2015)
Coefficiente de Cultivo	Kc	1.1	ANA (2015)

Nota. Tomado de (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

4.3.3.2. Cálculo de los parámetros meteorológicos en las subcuencas

La información meteorológica de precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento fue calculada para los centroides de las subcuencas o catchments con el método del inverso de la distancia ponderada (IDW) en base a los registros analizados y completados de las estaciones meteorológicas.

En las tablas 60, 61, 62 y 62 se muestran los valores medios mensuales de precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento calculados en los centroides de las subcuencas (catchments). Los cálculos para la determinación de la información meteorológica mensual completa por años pueden ser consultada desde el anexo 23 al anexo 80.

Tabla 60

Precipitación media mensual en los catchments

Subcuenca Catchment	Precipitación media mensual												Media
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
V1	23.5	52.4	75.1	115.8	127.9	111.7	107.6	51.2	11.5	5.7	7.6	9.6	58.3
V2	21.9	53.4	78.8	121.9	137.3	123.5	116.4	52.8	11.1	4.9	6.5	8.8	61.4
V3	20.4	54.1	81.8	127.0	144.4	132.4	122.9	53.7	10.5	4.2	5.6	8.2	63.8
V4	18.6	54.0	83.2	129.2	148.8	142.6	127.8	55.6	10.4	3.5	4.8	7.3	65.5
V5	16.4	51.1	78.5	122.1	138.5	145.0	120.9	57.0	10.6	2.8	5.0	6.3	62.9
V6	25.1	59.2	90.6	133.0	169.7	151.2	146.2	61.9	12.9	4.7	5.1	8.4	72.3
V7	21.7	56.5	86.7	131.0	158.9	147.0	136.8	58.7	11.6	4.0	5.0	7.8	68.8
V8	33.2	64.9	97.8	135.2	190.8	157.2	164.5	68.6	16.0	6.3	5.8	10.0	79.2
V9	30.0	62.6	94.8	134.2	182.0	154.1	156.8	65.7	14.8	5.7	5.6	9.4	76.3
S1	20.0	55.0	84.2	131.0	149.8	136.2	127.4	53.8	10.2	4.0	5.1	8.0	65.4
S2	25.0	59.4	91.1	134.2	170.6	151.0	146.7	61.4	12.7	4.6	5.0	8.4	72.5
S3	17.2	57.8	93.2	146.8	170.6	154.5	145.0	54.4	8.7	2.8	3.0	6.9	71.7
S4	18.7	56.3	88.6	137.9	160.8	148.1	137.3	55.4	9.8	3.3	4.0	7.3	69.0
S5	20.8	56.9	88.4	134.9	161.7	148.0	138.6	57.5	10.9	3.8	4.5	7.7	69.5
S6	21.3	56.9	87.9	133.9	160.8	146.3	137.7	57.4	11.1	4.0	4.7	7.8	69.2
S7	20.0	56.4	87.8	135.2	159.7	146.6	136.6	56.4	10.5	3.7	4.5	7.6	68.7
S8	20.4	56.1	86.6	133.2	156.8	143.3	134.0	56.0	10.6	3.9	4.8	7.8	67.8
S9	21.1	56.5	87.1	133.2	158.6	144.4	135.7	56.8	11.0	4.0	4.8	7.9	68.4
Media	22.0	56.6	86.8	131.7	158.2	143.5	135.5	57.5	11.4	4.2	5.1	8.1	68.4

Tabla 61

Temperatura media mensual en los catchments

Subcuenca Catchment	Temperatura media mensual												Media
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
V1	11.1	11.9	12.4	11.5	11.0	11.0	10.8	10.5	9.1	8.1	8.1	9.6	10.4
V2	11.2	12.0	12.6	11.6	11.1	11.0	10.9	10.5	9.0	7.9	8.0	9.4	10.4
V3	11.1	11.9	12.6	11.5	11.0	11.0	10.8	10.4	8.8	7.6	7.7	9.2	10.3
V4	11.5	12.3	12.9	11.9	11.4	11.4	11.2	10.7	9.0	7.9	8.0	9.5	10.6
V5	12.4	13.3	13.7	12.8	12.2	12.2	12.0	11.5	9.7	8.5	8.6	10.3	11.4
V6	11.1	12.1	12.7	11.8	11.2	11.2	11.0	10.5	8.8	7.5	7.5	9.1	10.4
V7	11.3	12.2	12.8	11.9	11.3	11.3	11.1	10.6	8.9	7.6	7.7	9.3	10.5
V8	10.2	11.4	12.1	11.4	10.8	10.7	10.6	9.9	8.1	6.4	6.4	7.9	9.7
V9	10.2	11.4	12.1	11.5	10.8	10.7	10.6	9.9	8.1	6.5	6.5	8.0	9.7
S1	10.8	11.6	12.3	11.2	10.7	10.7	10.5	10.1	8.5	7.4	7.5	8.9	10.0
S2	10.8	11.7	12.4	11.5	11.0	10.9	10.8	10.2	8.5	7.1	7.2	8.7	10.1
S3	10.3	11.1	12.0	10.7	10.2	10.2	9.9	9.6	8.0	6.8	7.0	8.3	9.5
S4	10.7	11.6	12.4	11.2	10.7	10.7	10.5	10.1	8.4	7.3	7.4	8.8	10.0
S5	10.8	11.7	12.5	11.4	10.9	10.9	10.7	10.2	8.6	7.3	7.4	8.9	10.1
S6	10.8	11.7	12.4	11.4	10.9	10.8	10.7	10.2	8.5	7.3	7.3	8.8	10.1
S7	10.8	11.7	12.4	11.4	10.8	10.8	10.6	10.2	8.6	7.3	7.4	8.9	10.1
S8	10.8	11.7	12.4	11.4	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	7.4	7.5	9.0	10.1
S9	10.8	11.7	12.4	11.4	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	7.3	7.4	8.9	10.1
Media	10.9	11.8	12.5	11.5	11.0	11.0	10.8	10.3	8.7	7.4	7.5	9.0	10.2

Tabla 62

Humedad relativa media mensual en los catchments

Subcuenca Catchment	Humedad relativa media mensual (%)												Media
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
V1	60.3	62.5	64.0	71.4	75.4	76.7	76.3	71.8	63.8	60.2	59.1	57.7	66.6
V2	59.3	61.4	62.7	70.4	74.8	75.9	75.8	71.5	64.0	60.7	59.3	57.4	66.1
V3	57.9	60.1	61.0	69.1	74.1	75.0	75.1	71.1	64.4	61.3	59.6	57.1	65.5
V4	57.2	59.4	60.2	68.5	73.7	74.5	74.8	70.9	64.5	61.6	59.7	56.9	65.2
V5	56.6	58.8	59.6	68.0	73.4	74.1	74.5	70.7	64.7	61.9	59.8	56.8	64.9
V6	57.1	59.3	60.2	68.5	73.7	74.5	74.8	70.8	64.5	61.7	59.7	56.9	65.1
V7	57.3	59.5	60.3	68.6	73.8	74.6	74.9	70.9	64.5	61.6	59.7	57.0	65.2
V8	57.6	59.7	60.7	68.9	73.9	74.8	75.0	71.0	64.4	61.5	59.6	57.0	65.3
V9	57.7	59.9	60.8	69.0	74.0	74.8	75.0	71.0	64.4	61.4	59.6	57.0	65.4
S1	58.4	60.6	61.7	69.6	74.4	75.3	75.4	71.2	64.2	61.1	59.5	57.2	65.7
S2	57.4	59.6	60.5	68.7	73.8	74.6	74.9	70.9	64.5	61.5	59.6	57.0	65.3
S3	56.9	59.1	59.9	68.3	73.6	74.3	74.7	70.8	64.6	61.8	59.7	56.9	65.0
S4	57.6	59.7	60.7	68.9	73.9	74.8	75.0	71.0	64.4	61.5	59.6	57.0	65.3
S5	57.6	59.7	60.7	68.9	73.9	74.8	75.0	71.0	64.4	61.5	59.6	57.0	65.3
S6	58.0	60.2	61.3	69.3	74.2	75.1	75.2	71.1	64.3	61.3	59.5	57.1	65.6
S7	57.8	60.0	61.0	69.1	74.1	74.9	75.1	71.0	64.4	61.4	59.6	57.1	65.4
S8	58.5	60.7	61.8	69.8	74.4	75.4	75.5	71.2	64.2	61.0	59.4	57.2	65.8
S9	58.4	60.6	61.7	69.7	74.4	75.4	75.4	71.2	64.2	61.1	59.5	57.2	65.7
Media	57.9	60.1	61.0	69.1	74.1	75.0	75.1	71.1	64.4	61.3	59.6	57.1	65.5

Tabla 63

Velocidad del viento media mensual de los catchments

Catchment	Velocidad del viento media mensual (mm)												Media
	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
V1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V2	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V3	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V4	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V5	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V6	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V7	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V8	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
V9	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S2	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S3	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S4	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S5	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S6	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S7	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S8	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
S9	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7
Media	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.7

4.3.3.3. Demandas hídricas

La demanda total de agua en la cuenca de estudio asciende a 64,733,637 m³ por año, siendo la demanda agrícola la más significativa con un 87.3% del total, a continuación la demanda poblacional con un 10.5%, seguida por la demanda pecuaria con un 1.26% y, por último, la demanda acuícola con solo un 1.18%.

4.3.3.3.1. Demanda agrícola

En el caso de la demanda agrícola, se observa en la tabla 64 que los distritos con mayor demanda de este tipo son Sicuani, Combapata y Layo dado que los 3 representan más del 60% de la demanda total..

Tabla 64

Demanda de agua agrícola por distritos

Distrito	Volumen (m³/año)	Porcentaje (%)
Sicuani	17660207	31.23%
Combapata	9528901	16.85%
Layo	9178956	16.23%
Yanaoca	4961411	8.77%
San Pablo	3814275	6.75%
Langui	3639959	6.44%
Marangani	1987549	3.52%
Tinta	1810419	3.20%
Mosoc Llacta	1526441	2.70%
Tupac Amaru	1155505	2.04%
San Pedro	1081093	1.91%
Checacupe	99683	0.18%
Pampamarca	82901	0.15%
Kunturkanki	13437	0.02%
Total	56540736	100.00%

Por otra parte, en la tabla 65 y la figura 75 se observa que los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo son los meses con la menor demanda agrícola debido a las abundante lluvias que se presente en esa temporada. Por otra parte, el mes con la mayor demanda agrícola es Octubre con un 15.7% de la demanda anual.

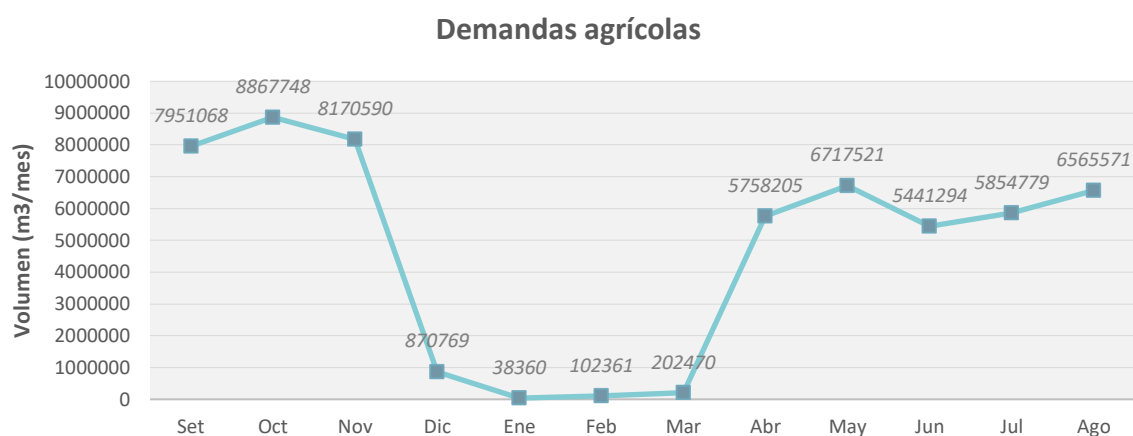
Tabla 65

Demanda de agua agrícola por mes

Vol.	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
m3/año	7951068	8867748	8170590	870769	38360	102361	202470	5758205	6717521	5441294	5854779	6565571	56540736
%	14.1%	15.7%	14.5%	1.5%	0.1%	0.2%	0.4%	10.2%	11.9%	9.6%	10.4%	11.6%	100.0%

Figura 75

Demanda de agua agrícola por mes



4.3.3.3.2. Demanda poblacional

En el caso de la demanda poblacional, se observa en la tabla 66 que el distrito de Sicuani es el más demandante con casi el 70% de la demanda total. Le siguen los distritos de Marangani, Layo, Tinta, etc.

Tabla 66

Demanda de agua poblacional por distritos

Distrito	Volumen (m ³ /año)	Porcentaje (%)
Sicuani	4381124	66.28%
Marangani	580454	8.78%
Layo	383280	5.80%
Tinta	353555	5.35%
San Pablo	290433	4.39%
Yanaoca	203587	3.08%
Langui	106178	1.61%
Pampamarca	94012	1.42%
San Pedro	83874	1.27%
Combapata	51579	0.78%

Acopia	31536	0.48%
Tupac Amaru	22821	0.35%
Mosoc Llacta	16866	0.26%
Checacupe	10722	0.16%
Total	6610021	100.00%

Tabla 67

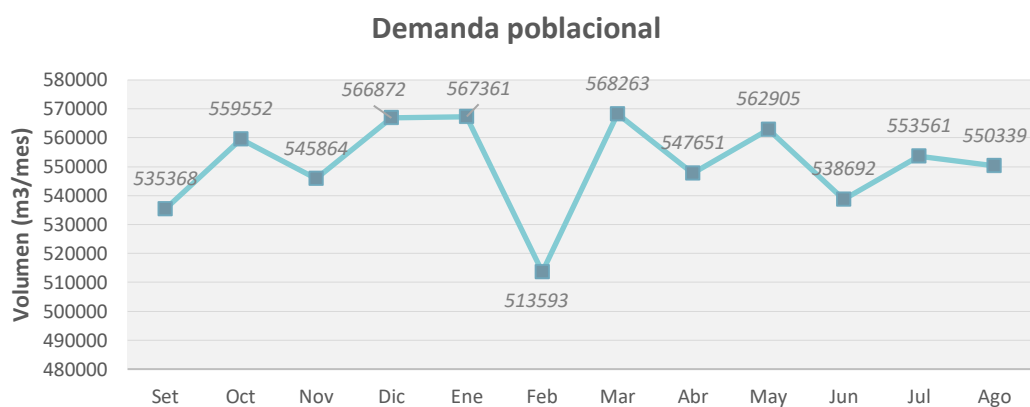
Demanda de agua poblacional por mes

Volum.	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
m3/año	535368	559552	545864	566872	567361	513593	568263	547651	562905	538692	553561	550339	6610021
%	8.1%	8.5%	8.3%	8.6%	8.6%	7.8%	8.6%	8.3%	8.5%	8.1%	8.4%	8.3%	100.0%

En la figura 76 se observa que la demanda poblacional sigue un patrón zigzag, esto ocurre porque este tipo de demanda se relaciona con cantidad de días del mes (más días significa más agua consumida), por tal razón, el mes de Febrero presenta el menor valor.

Figura 76

Demanda de agua poblacional por mes



4.3.3.3. Demanda pecuaria

La demanda pecuaria se determinó en base a la cantidad de animales del censo nacional agropecuario y el requerimiento de agua por especie pecuaria.

Tabla 68*Requerimiento de agua de las principales especies pecuarias*

Consumo	Vacunos	Porcinos	Ovinos	Alpacas	Llamas	Aves granjas	Aves crianza	Cuyes
Consumo (l/día)	31.5	6	1.8	1.8	1.8	0.163	0.163	0.033
Consumo (m ³ /día)	0.032	0.006	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000
Consumo (m ³ /año)	11.498	2.190	0.657	0.657	0.657	0.059	0.059	0.012

Nota. Adaptado de M.E. Ensminger (1996), como se citó en Tacusi y Hacha (2015)**Tabla 69***Cálculo de la demanda pecuaria*

Distrito	Cantidad de animales (und)							
	Vacunos	Porcinos	Ovinos	Alpacas	Llamas	Aves crianza	Aves familiar	Cuyes
Sicuani	10800	554	30017	24847	2520	5000	12259	44968
Combapata	1895	54	5497	7950	1501	0	2623	23091
San Pablo	3933	174	16839	20257	1936	0	2653	10327
San Pedro	1335	67	2198	232	6	0	1479	7597
Marangani	6414	294	16045	36964	2507	0	5431	44642
Tinta	2398	88	5694	5	1	0	3877	20602
Pitumarca	872	118	21679	58113	7286	0	2102	18332
Checacupe	1458	352	12530	26332	2994	0	5226	12436
Tupac Amaru	2272	95	9148	48	133	0	2230	19048
Langui	3039	49	6900	481	128	0	1791	5131
Layo	7559	525	13997	12511	802	0	3607	5864
Pampamarca	781	165	1967	3	0	0	820	5442
Yanaoca	4915	428	26076	3760	1430	0	4246	23370
Mosoc Llacta	301	131	2821	1	0	0	430	7359
Total animales	47972	3094	171408	191504	21244	5000	48774	248209
Demanda (m³/año)	551558.1	6775.9	112615.1	125818.1	13957.3	297.5	2901.8	2989.7
Dem. total (m³/año)	816913.4							

Según la tabla 69, la cuenca de estudio alberga una población total de 737,205 animales, lo que se traduce en una demanda anual total de 816,913.4 m³. En cuanto a la ubicación, la tabla 70 muestra que los distritos de Sicuani, Marangani y Layo destacan como los más demandantes, representando el 20.16%, 13.68% y 13.01% respectivamente de la demanda total.

Tabla 70*Demanda pecuaria por distritos*

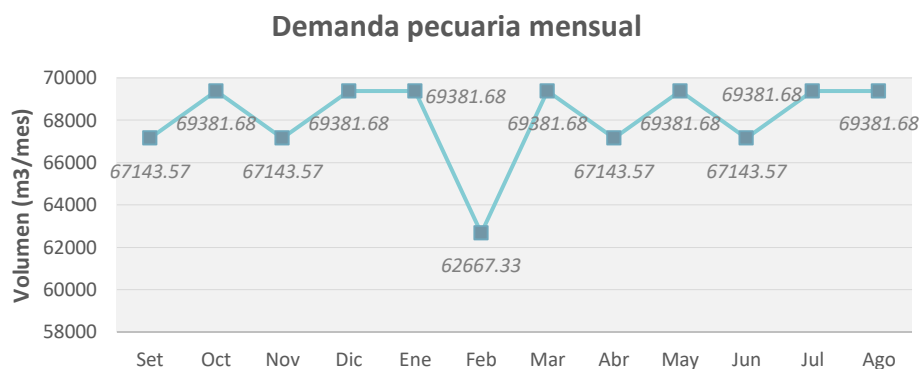
Distrito	Volumen (m ³ /año)	Porcentaje (%)
Sicuani	164656.01	20.16%
Marangani	111724	13.68%

Layo	106287	13.01%
Yanaoca	78523	9.61%
San Pablo	71527	8.76%
Pitumarca	67840	8.30%
Checacupe	45494	5.57%
Langui	40150	4.91%
Tupac Amaru	32822	4.02%
Combapata	32161	3.94%
Tinta	31987	3.92%
San Pedro	17276	2.11%
Pampamarca	10750	1.32%
Mosoc llacta	5716	0.70%
Total	816913	100.00%

Asumiendo que los animales consumen la misma cantidad de agua todos los días se obtiene la figura 77, donde se observa que este tipo de demanda será mayor en los meses que tienen más días y viceversa.

Figura 77

Demanda de agua pecuaria por mes



4.3.3.4. Demanda acuícola

La demanda acuícola al igual que la demanda poblacional se relaciona con la cantidad de días del mes. Los distritos de Layo y San Pablo abarcan más del 85% de la demanda acuícola total.

Tabla 71

Demanda de agua acuícola por distritos

Distrito	Volumen (m ³ /año)	Porcentaje (%)
Layo	343066	44.79%
San Pablo	329702	43.04%
Langui	93200	12.17%
Total	765967	100.00%

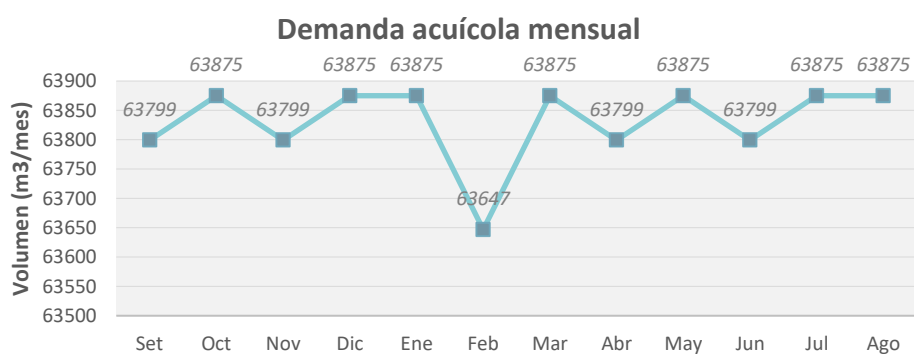
Tabla 72

Demanda de agua acuícola por mes

Caudal	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
m3/año	63799	63875	63799	63875	63875	63647	63875	63799	63875	63799	63875	63875	765967
%	8.33%	8.34%	8.33%	8.34%	8.34%	8.31%	8.34%	8.33%	8.34%	8.33%	8.34%	8.34%	100.0%

Figura 78

Demanda de agua acuícola por mes



4.3.4. Calibración y validación

Partiendo de los parámetros de uso de suelo utilizados por Goyburo (2021), León (2017) y ANA(2015) y con toda la información climática y de suelo insertada se dió corrida al modelo. Analizando estos resultados se calibraron los 9 parámetros que utiliza el método de humedad del suelo obteniéndose caudales generados muy similares a los observados.

Tabla 73

Parámetros calibrados del modelo hidrológico – Parte 1

Parámetro	Vegetación arbustiva/herbácea	Áreas sin/con poca vegetación	Áreas agrícolas	Bofedales	Bosque	Unidad
Kc	0.75	0	0.95	0.65	1.00	-
Sw	730	200	750	650	486	mm
RRF	3.2	1.7	1.8	4.3	3.4	-
f	0.6	0.9	0.5	0.3	0.7	-
Dw			60000			mm
Ks			70			mm/mes
Kd			1.5			mm/mes
Z1			30			-
Z2			35			-

Tabla 74*Parámetros calibrados del modelo hidrológico – Parte 2*

Parámetro	Áreas Urbanizadas	Glaciares	Aguas continentales	Unidad
Kc	0	1.1	1.1	-
Sw	152	50	50	mm
RRF	1	1	0.1	-
f	0.9	0.1	0.1	-
Dw		60000		mm
Ks		70		mm/mes
Kd		1.5		mm/mes
Z1		30		-
Z2		35		-

Donde:

- Kc = Coeficiente de cultivo
- Sw = Capacidad de almacenamiento de la zona de raíces
- RRF = Factor de resistencia a la escorrentía
- f = Dirección preferencial de flujo
- Dw = Capacidad de almacenamiento de la zona profunda
- Ks = Conductividad en la zona de raíces
- Kd = Conductividad en la zona profunda
- $Z1$ = Valor relativo de almacenamiento inicial del balde superior
- $Z2$ = Valor relativo de almacenamiento inicial del balde inferior

Los procesos de calibración y validación se realizaron en el punto donde se ubica la estación hidrométrica Salcca utilizando los caudales mensuales registrados por la misma.

Se observa en la figura 79 la comparación entre los caudales generados y los caudales observados siendo estos similares. Se utilizaron los índices de Nash-Sutcliffe (NSE) y PBIAS como medidas de bondad de ajuste para evaluar el desempeño del modelo hidrológico. Para los periodos de calibración y validación se obtuvieron índices de Nash de 0.92 y 0.91 e índices PBIAS DE 2.58% y -0.85% respectivamente que según Moriasi y otros, (2007) ingresan en la categoría máxima (“Muy bueno”).

Figura 79

Caudales generados y observados

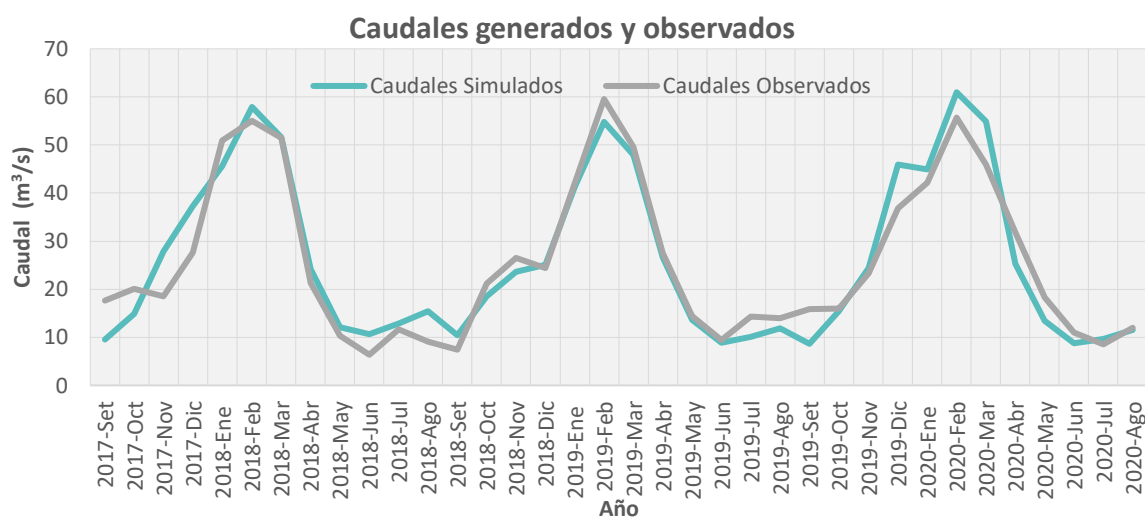


Tabla 75

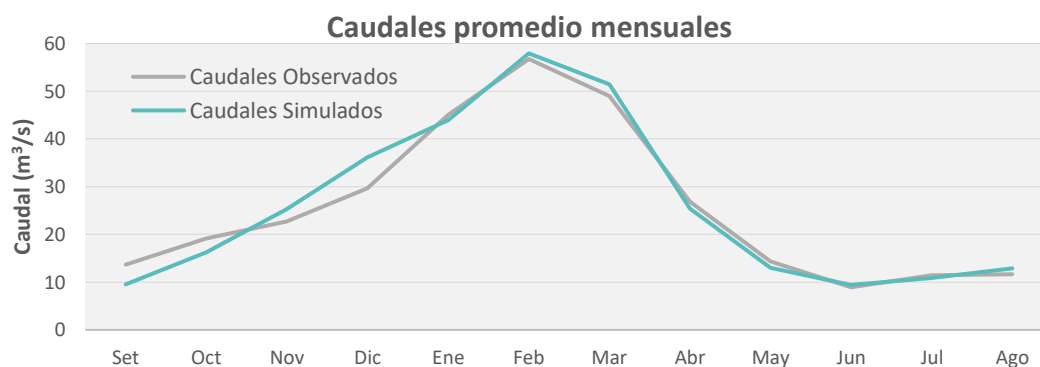
Índices Nash-Sutcliffe y PBIAS del modelo hidrológico

Simulación	NSE		PBIAS(%)	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Calibración	0.92	Muy bueno	2.58	Muy bueno
Validación	0.91	Muy bueno	-0.85	Muy bueno

En la figura 80 se observa los caudales promedio mensuales de todo el periodo de análisis donde se observa que para los meses de Enero a Setiembre el modelo genera caudales promedio muy similares a los observados, sin embargo, para los meses de Setiembre y Octubre existe una subestimación y para los meses de Noviembre y Diciembre existe una sobreestimación de caudales

Figura 80

Caudales promedio mensuales generados y observados

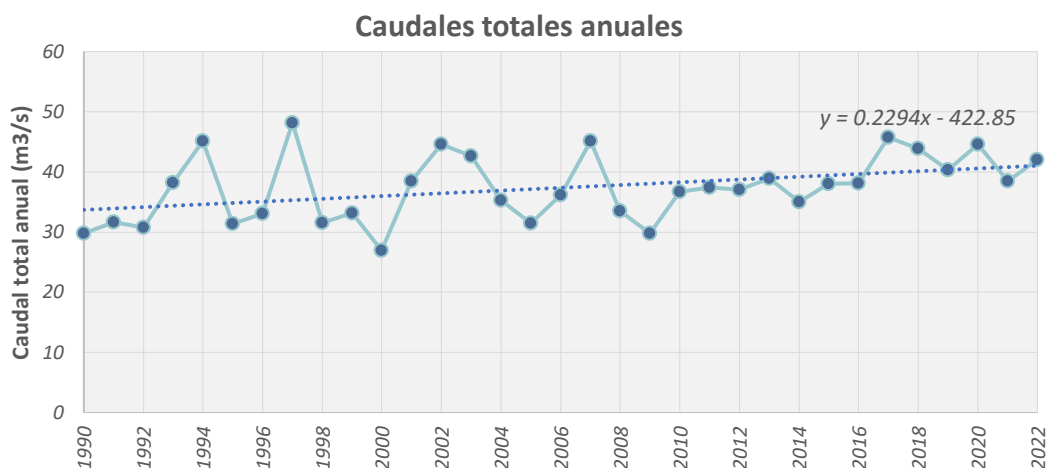


4.3.5. Determinación de la variación de los caudales

En la Figura 81 se muestra la evolución de los caudales totales anuales a lo largo de los años donde se aprecia la existencia de una tendencia general creciente.

Figura 81

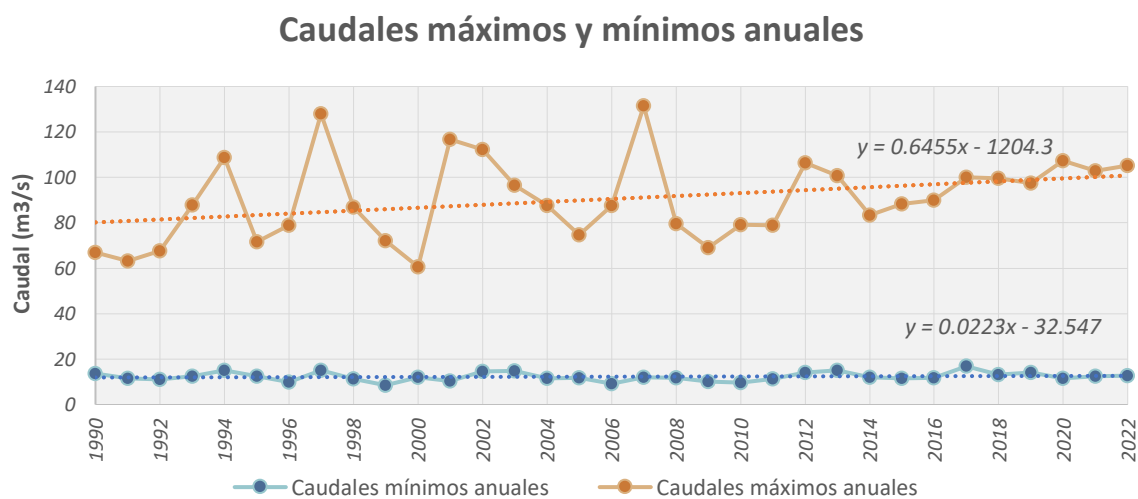
Variación de los caudales totales anuales (desembocadura)



En la figura 82 se aprecia la evolución de los caudales máximos y mínimos anuales. Los caudales máximos presentan grandes variaciones entre año a año con una tendencia creciente notable, por otro lado, los caudales mínimos son relativamente constantes y presentan una tendencia prácticamente horizontal.

Figura 82

Variación de los caudales máximos y mínimos anuales (desembocadura)



4.3.6. Aforos

En total se realizaron 3 aforos con correntómetro, 2 aforos en un punto situado algunos metros aguas abajo del punto de confluencia de los ríos Vilcanota y Salcca (Punto 1). Este punto es muy importante para poder comparar con los resultados del modelo WEAP. Adicionalmente se realizó 1 aforo a 500 metros aguas debajo de la ciudad de Sicuani (Punto 2).

Tabla 76

Puntos de aforo

Punto	Fecha	Zona	Este (m)	Norte (m)	Caudal (m ³ /s)
Punto 1	17/09/2023	19 S	235346.4	8445298.8	12.02
Punto 1	24/09/2023	19 S	235346.4	8445298.8	13.23
Punto 2	24/09/2023	19 S	257826	8423452.2	1.60

En la figura 83 se muestra las localizaciones de los puntos de aforo y en las figuras 84 y 85 las secciones transversales del río en esos puntos.

Figura 83

Ubicación de los puntos de aforo



Figura 84

Sección transversal en el punto 1

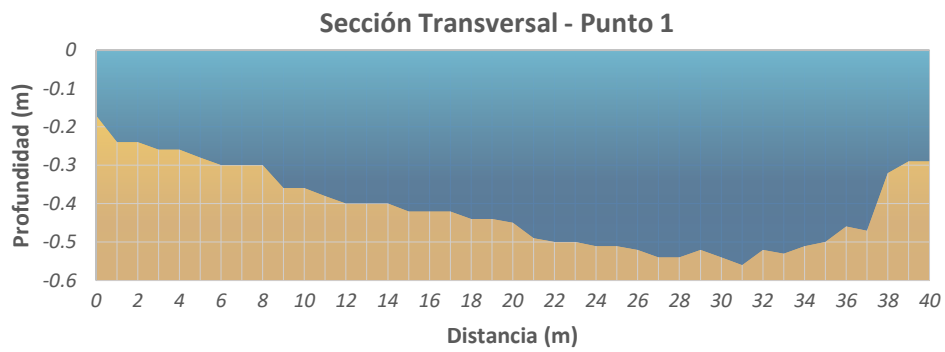


Figura 85

Sección transversal en el punto 2

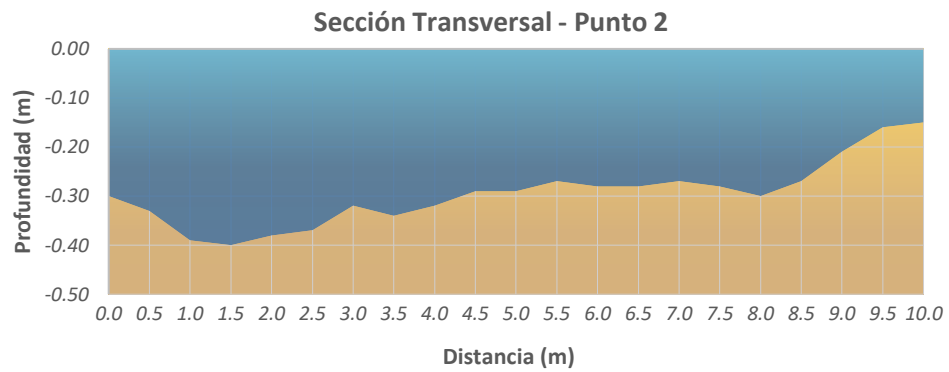


Figura 86

Puntos de aforo - Izquierda: Punto 1, Derecha: Punto 2



En las tablas 77, 78 y 79 se muestra el cálculo del caudal para cada uno de los aforos

Tabla 77

Aforo en el Punto 1 - 17/09/2023 – Cálculo del caudal

Dist (m)	Prof (m)	Método	Alt. Hélice (m)	Tiem. (s)	Número de revoluciones				Área prom (m ²)	Veloc. (m/s)	Caudal l (m ³ /s)
					1	2	3	Prom			
0	0.16										
1	0.22	40%	0.09	30	45	46	46	46	0.43	0.41	0.18
2	0.26										
3	0.26	0.4	0.1	30	53	53	53	53	0.53	0.48	0.25
4	0.28										
5	0.29	40%	0.12	30	54	53	53	53	0.59	0.48	0.28
6	0.32										
7	0.33	40%	0.13	30	69	68	70	69	0.65	0.61	0.40
8	0.33										
9	0.37	0.4	0.148	30	77	77	77	77	0.70	0.68	0.48
10	0.35										
11	0.39	40%	0.16	30	82	81	81	81	0.78	0.72	0.56
12	0.43										
13	0.43	40%	0.17	30	92	92	92	92	0.85	0.81	0.69
14	0.41										
15	0.43	0.4	0.172	30	70	70	70	70	0.82	0.62	0.51
16	0.39										
17	0.4	40%	0.16	30	90	91	92	91	0.81	0.80	0.65
18	0.42										
19	0.43	40%	0.17	30	96	96	96	96	0.87	0.85	0.73
20	0.45										
21	0.46	0.4	0.184	30	99	100	101	100	0.93	0.88	0.82
22	0.49										
23	0.48	40%	0.19	30	101	101	101	101	0.96	0.89	0.86
24	0.47										
25	0.48	40%	0.19	30	113	114	114	114	0.95	1.00	0.95
26	0.47										
27	0.56	20%	0.11	30	98	99	97	98	1.03	0.86	1.04
		80%	0.45	30	132	133	131	132		1.16	
28	0.51										
29	0.52	20%	0.10	30	69	69	69	69	1.02	0.61	0.83
		80%	0.42	30	116	116	116	116		1.02	
30	0.5										
31	0.5	20%	0.10	30	77	77	77	77	1.01	0.68	0.87
		80%	0.40	30	121	119	119	120		1.05	
32	0.51										
33	0.44	40%	0.18	30	85	85	85	85	0.92	0.75	0.69
34	0.43										
35	0.4	40%	0.16	30	84	85	85	85	0.82	0.75	0.61
36	0.4										
37	0.35	0.4	0.14	30	78	78	78	78	0.70	0.69	0.48
38	0.3										
38.5	0.24	40%	0.10	30	50	50	50	50	0.26	0.45	0.12
39	0.24										
Caudal total (m³/s)										12.02	

Tabla 78

Aforo en el Punto 1 - 24/09/2023 – Cálculo del caudal

Dist (m)	Prof (m)	Método	Alt. Hélice (m)	Tiem. (s)	Número de revoluciones				Área prom (m2)	Veloc. (m/s)	Caudal l (m3/s)
					1	2	3	Prom			
0	0.17										
1	0.24	40%	0.10	30	63	63	63	63	0.43	0.56	0.24
2	0.24										
3	0.26	40%	0.10	30	66	66	66	66	0.51	0.59	0.30
4	0.26										
5	0.28	40%	0.11	30	52	53	53	53	0.56	0.47	0.27
6	0.3										
7	0.3	40%	0.12	30	86	88	87	87	0.60	0.77	0.46
8	0.3										
9	0.36	40%	0.14	30	80	80	80	80	0.68	0.71	0.48
10	0.36										
11	0.38	40%	0.15	30	84	85	84	84	0.76	0.75	0.57
12	0.4										
13	0.4	40%	0.16	30	99	101	101	100	0.80	0.89	0.71
14	0.4										
15	0.42	40%	0.17	30	92	92	92	92	0.83	0.81	0.67
16	0.42										
17	0.42	40%	0.17	30	92	93	94	93	0.85	0.82	0.70
18	0.44										
19	0.44	40%	0.18	30	91	92	93	92	0.89	0.81	0.72
20	0.45										
21	0.49	40%	0.20	30	94	94	94	94	0.96	0.83	0.80
22	0.5										
23	0.5	20%	0.10	30	68	68	68	68	1.01	0.61	0.85
		80%	0.40	30	123	125	125	124		1.09	
24	0.51										
25	0.51	20%	0.10	30	80	79	81	80	1.03	0.71	0.95
		80%	0.41	30	130	131	130	130		1.14	
26	0.52										
27	0.54	20%	0.11	30	76	76	76	76	1.07	0.67	0.89
		80%	0.43	30	113	114	112	113		0.99	
28	0.54										
29	0.52	20%	0.10	30	84	84	84	84	1.07	0.74	0.98
		80%	0.42	30	123	125	125	124		1.09	
30	0.54										
31	0.56	20%	0.11	30	70	70	70	70	1.08	0.62	0.85
		80%	0.45	30	108	108	108	108		0.95	
32	0.52										
33	0.53	20%	0.11	30	88	88	88	88	1.04	0.78	0.95
		80%	0.42	30	120	119	121	120		1.05	
34	0.51										
35	0.5	20%	0.10	30	74	74	74	74	0.98	0.66	0.80
		80%	0.40	30	111	111	111	111		0.98	
36	0.46										
37	0.47	40%	0.19	30	92	93	94	93	0.83	0.82	0.68
38	0.32										
39	0.29	40%	0.12	30	65	65	65	65	0.60	0.58	0.35
40	0.29										
Caudal total (m3/s)											13.23

Tabla 79*Aforo en el Punto 2 - 24/09/2023 – Cálculo del caudal*

Dist (m)	Prof (m)	Método	Alt. Hélice (m)	Tiem. (s)	Número de revoluciones				Área prom (m ²)	Veloc. (m/s)	Caudal (m ³ /s)
					1	2	3	Prom			
0.0	0.30										
0.5	0.33	40%	0.13	30	58	58	58	58	0.34	0.52	0.18
1.0	0.39										
1.5	0.40	40%	0.16	30	65	65	65	65	0.39	0.58	0.23
2.0	0.38										
2.5	0.37	40%	0.15	30	70	69	71	70	0.36	0.62	0.22
3.0	0.32										
3.5	0.34	40%	0.14	30	67	67	67	67	0.33	0.60	0.20
4.0	0.32										
4.5	0.29	40%	0.12	30	61	62	62	62	0.30	0.55	0.17
5.0	0.29										
5.5	0.27	40%	0.11	30	59	59	59	59	0.28	0.53	0.15
6.0	0.28										
6.5	0.28	40%	0.11	30	53	53	53	53	0.28	0.48	0.13
7.0	0.27										
7.5	0.28	40%	0.11	30	57	57	57	57	0.28	0.51	0.14
8.0	0.30										
8.5	0.27	40%	0.11	30	54	54	54	54	0.26	0.49	0.13
9.0	0.21										
9.5	0.16	40%	0.06	30	41	41	41	41	0.17	0.37	0.06
10.0	0.15										
Caudal total (m³/s)										1.60	

Para el punto 1 (desembocadura de la cuenca), promediando los aforos de las 2 fechas se tiene un caudal de 12.63 m³/s mientras que el caudal promedio mensual generado por el modelo hidrológico para el mes de setiembre es de 13.04 m³/s lo que supone una diferencia porcentual de 3.25%.

Para el punto 2 el caudal aforado es de 1.60 m³/s mientras que el caudal generado por el modelo hidrológico es de 2.18 m³/s, esta diferencia se explica por la existencia de varias captaciones en la zona entre ellas las captaciones Totorani, Totorani margen derecha, Totorani margen izquierda, Hercca margen izquierda entre otras.

Estas mediciones puntuales en realidad no son muy representativas dado que son caudales que suceden a una determinada hora mientras que el modelo utiliza y genera información mensual. Sin embargo, dan una referencia sobre el buen comportamiento del modelo hidrológico

4.3.7. Simulación de inundación

Adicionalmente, se realizó una simulación de inundación para el tramo de río comprendido entre Combapata y Checacupe dado que es la zona donde desemboca todo el caudal de la cuenca de estudio y por lo tanto es una zona crítica. Cabe recalcar también que cerca al poblado de Checacupe desemboca el río Pitumarca que es un notable afluente del río Vilcanota, por lo tanto no sería realista analizar aguas más debajo de ese punto.

4.3.7.1. Caudal máximo de diseño

En base a los caudales máximos anuales generados por el modelo WEAP se determinaron los caudales máximos de diseño para diferentes periodos de retorno utilizando la distribución de frecuencia que posee el mejor ajuste.

Tabla 80

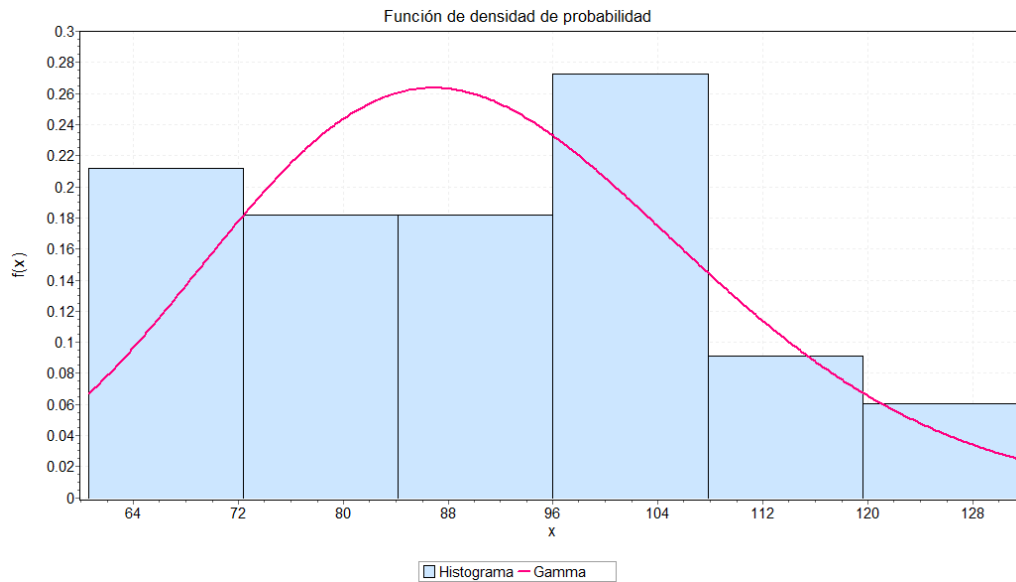
Caudales máximos anuales

Año	Q máx (m3/s)	Año	Q máx (m3/s)
1990	66.9	2007	131.4
1991	63.2	2008	79.6
1992	67.5	2009	69.0
1993	87.9	2010	79.2
1994	108.7	2011	78.9
1995	71.6	2012	106.3
1996	78.9	2013	100.6
1997	127.9	2014	83.2
1998	86.8	2015	88.2
1999	72.1	2016	90.0
2000	60.6	2017	100.0
2001	116.6	2018	99.7
2002	112.3	2019	97.4
2003	96.4	2020	107.3
2004	87.6	2021	102.9
2005	74.8	2022	105.3
2006	87.6		
Máximo(m3/s)		131.4	
Mínimo(m3/s)		60.6	
Diferencia		70.8	

Se analizaron las distribuciones de frecuencia más comunes en hidrología: Normal, Lognormal (2P), Lognormal (3P), Gamma, Gamma (3P), Gumbel, Log Gumbel y Log Pearson III siendo la distribución Gamma la que posee el mejor ajuste de acuerdo a la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 87

Ajuste de los datos a una distribución Gamma



Los parámetros de esta función son: $\alpha=24.813$ y $\beta=3.6471$

Figura 88

Pruebas de bondad de ajuste con la distribución Gamma (Easyfit)

Gamma [#3]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	33				
Estadística	0.07614				
Valor P	0.98316				
Rango	1				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27677
Rechazar?	No	No	No	No	No

Para determinar el periodo de retorno se asumirá un periodo de vida útil $n=50$ años y un riesgo de falla de 10%.

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{\frac{1}{n}}}$$

$$T = \frac{1}{1 - (1 - 0.05)^{\frac{1}{50}}}$$

$$T \cong 500 \text{ años}$$

Con este dato se calcula la probabilidad de no excedencia

$$P = 1 - \frac{1}{T}$$

$$P = 1 - \frac{1}{500}$$

$$P = 0.998$$

Utilizando la función inversa de la distribución Gamma se tiene que:

$$P = 0.998$$

$$\text{Predicción } x(P) = 151.67$$

Por lo tanto, el caudal máximo para un periodo de retorno de T=500 años es de 151.67 m³/s, en la tabla 81 se muestra caudales máximos para otros periodos de retorno

Tabla 81

Caudales máximos para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno	Probabilidad de no excedencia	Q (m ³ /s)
100	0.9900	138.03
150	0.9930	141.19
200	0.9950	144.09
250	0.9960	145.98
500	0.9980	151.67
750	0.9987	155.09
1000	0.9990	157.14

4.3.7.2. Simulación con HEC-RAS

En la figura 89 se puede observar las posibles zonas de inundaciones, En la parte sur cerca al pueblo de Combapata se puede observar poca profundidad inundada, mientras que cerca al poblado de Checacupe existen zonas que alcanzan los 10 metros de profundidad. El área total inundada para el caudal máximo calculado de 151.67 m³/s alcanza a 261.7 hectáreas.

Figura 89

Simulación de inundación para un caudal de 151.67 m³/s.

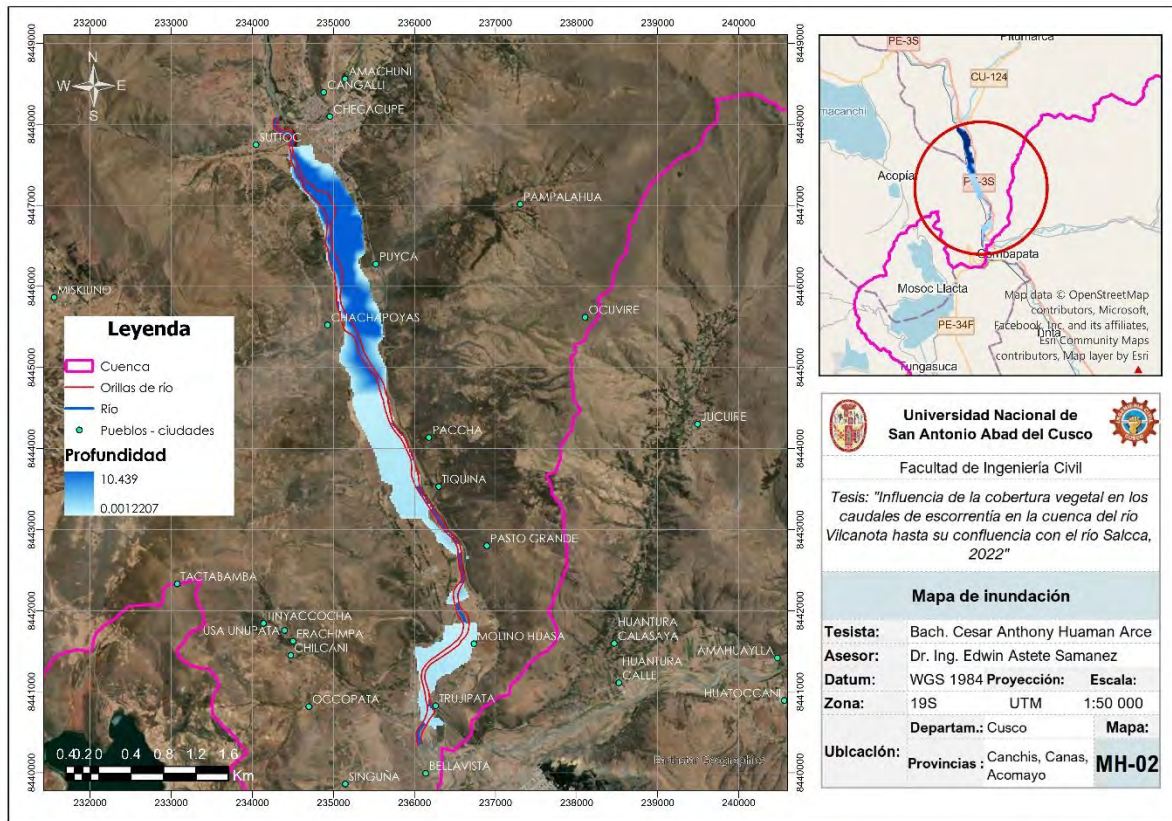


Figura 90

Áreas de cultivo vulnerables cerca al poblado de Checacupe



4.4. Determinación del grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía

4.4.1. Caudales en función al número de curva

La figura 91 muestra los resultados del proceso de generación del número de curva de acuerdo a la metodología propuesta por el ANA con el software ArcGIS. Se observa un aumento en forma de zigzag del número de curva a lo largo del tiempo.

Figura 91

Variación del número de curva (CN)

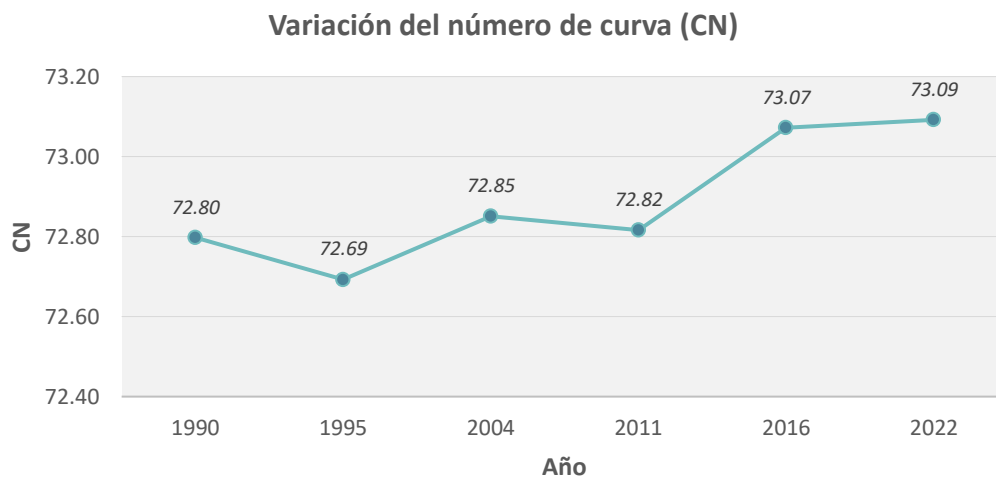


Tabla 82

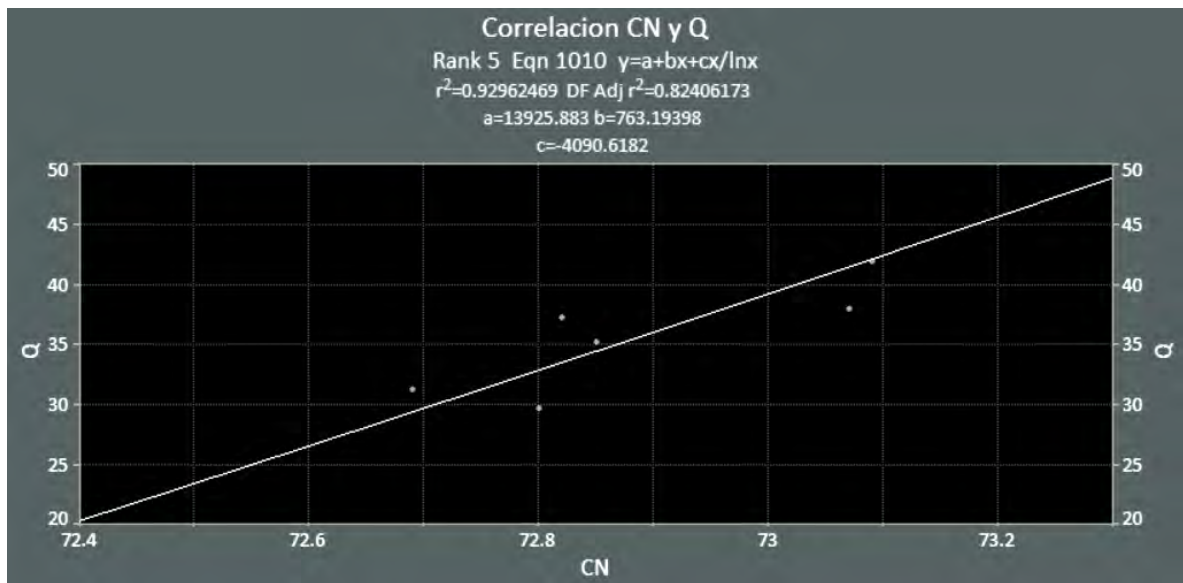
Comparación de números de curva y caudales

Año	Número de curva (CN)	Caudal (m ³ /s) (desembocadura)
1990	72.80	29.76
1995	72.69	31.33
2004	72.85	35.28
2011	72.82	37.38
2016	73.07	38.10
2022	73.09	42.00

Con los datos de número de curva y su correspondiente caudal total anual (tabla 82) se procedió a utilizar el programa TableCurve 2D para encontrar la mejor ecuación de ajuste de acuerdo al coeficiente de determinación R^2 la que se puede observar en la figura 92.

Figura 92

Ecuación de ajuste Número de curva y Caudal – TableCurve2D



Por lo tanto, la mejor ecuación de ajuste de los caudales en función del número de curva sería la ecuación 35.

$$Q = 13925.883 + 763.194 * CN - \frac{4090.6182 * CN}{\ln(CN)} \quad (43)$$

$$r = 0.964$$

$$R^2 = 0.930$$

Donde:

- Q = Caudal anual en m³/s
- CN = Número de curva
- r = Coeficiente de correlación
- R^2 = Coeficiente de determinación

La ecuación 43 presenta un coeficiente de correlación de 0.964 lo cual indica que existe una alta relación entre los caudales y el número de curva. Por otra parte, un coeficiente de determinación de 0.930 indica que el 93.0% de la variación de caudales es explicada por la variación del número de curva.

4.4.2. Caudales en función a las coberturas

Se realizó una regresión lineal múltiple de los caudales en función a las coberturas vegetales obteniéndose la ecuación 44. Cabe mencionar que no se consideró la cobertura de bosques por tener un porcentaje de superficie muy pequeño (menor a 0.6%).

$$Q = 10^{9.736} * \frac{Agri^{0.193}}{PM^{2.251} * Bo^{0.377}} \quad (44)$$

$$r = 0.978$$

$$R^2_{adj} = 0.889$$

Donde:

- Q = Caudal total anual en m³/s
- $Agri$ = Superficie de zonas agrícolas en km²
- PM = Superficie de vegetación arbustiva/herbácea en km²
- Bo = Superficie de bofedales en km²
- r = Coeficiente de correlación múltiple
- R^2_{adj} = Coeficiente de determinación ajustado

La ecuación 44 establece una relación entre el caudal total anual de la cuenca de estudio en función a las coberturas de vegetación arbustiva/herbácea, turberas y bofedales y zonas agrícolas. La ecuación presenta un coeficiente de correlación múltiple de 0.978, lo que indica que existe una alta relación entre los caudales y las coberturas vegetales. Por otra parte, el coeficiente de determinación ajustado de 0.889 indica que el 88.9% de la variación de caudales puede ser explicado por la variación de 3 coberturas vegetales: vegetación arbustiva/herbácea, turberas y bofedales y zonas agrícolas.

Se observa también en la ecuación 44 que el caudal es directamente proporcional a las zonas agrícolas (si se incrementa esta cobertura los caudales también se incrementan) e inversamente proporcional a la vegetación arbustiva herbácea y a las turberas y bofedales (la disminución de estas coberturas incrementan los caudales).

Capítulo V: Discusión de resultados

A partir de los resultados obtenidos se acepta la hipótesis general que establece que el grado de influencia de la cobertura vegetal en la determinación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca es significativo.

Con respecto a los parámetros de la cuenca, la característica más resaltante es su gran superficie, con 4076.3 km², este número es casi 7 veces el tamaño de la provincia del Cusco, en contraste, las cuencas estudiadas por los autores mencionados en los antecedentes poseen superficies que no superan los 1000 km². El tamaño de una cuenca tiene una influencia significativa en las interacciones hidrológicas. En una cuenca de gran tamaño, estas interacciones tienden a ser más complejas y variables en términos de tiempo y espacio debido a la presencia de múltiples subcuencas, corrientes y cuerpos de agua, diversos tipos de suelos, coberturas vegetales, entre otros factores. No obstante, a pesar de las complejidades asociadas al tamaño de la cuenca, los resultados obtenidos demuestran que el modelo hidrológico aplicado ha sido capaz de simular de manera muy bien la hidrología de la cuenca.

Con respecto a la variación de las coberturas vegetales, de la clasificación supervisada multianual de coberturas se concluye que las principales coberturas vegetales para la regulación hídrica como las coberturas de vegetación arbustiva/herbácea y bofedales han sido y están siendo reemplazadas gradualmente por áreas sin o con poca vegetación en las zonas más altas, y por áreas agrícolas, áreas urbanizadas y bosques en las zonas más bajas. Este hecho representa un problema importante para las poblaciones más altoandinas de la cuenca dado que por ejemplo, los bofedales les sirven de diversas maneras incluyendo como forraje para alimentar al ganado, como combustible y también como amortiguador de las temperaturas extremas; se sabe también que la degradación de estos contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero dado su alto contenido en carbono. Por otra parte, el incremento los bosques en la parte baja de la cuenca en detrimento de la vegetación arbustiva/herbácea nativa, aunque parezca más conveniente en realidad no lo es porque los pajonales poseen un rendimiento hídrico superior a los bosques.

Comparando estos resultados con lo obtenido por Moreno y Osorio (2021), Bastidas y Naranjo (2020), Hernández y Salamanca (2019), Chariarse y Chariarse (2021) y Ato y Gonzalez (2019) coinciden parcialmente con los resultados de la presente investigación. Las cuencas de los autores mencionados, al encontrarse ubicadas en clima tropical poseen una alta proporción de bosques los cuales han ido disminuyendo a través de los años, en contraste, en la cuenca de estudio el porcentaje de esta cobertura es mínimo y predomina la vegetación arbustiva/herbácea (pajonales y matorrales andinos) propia de la zona andina la cual también ha presentado un descenso de sus superficie. Analizando la temporalidad de análisis, en la presente investigación se han llevado un total de 6 análisis de coberturas abarcando el periodo de 1990 a 2022, en contraste, en las investigaciones citadas se realizaron máximo 3 análisis de coberturas que en la mayoría de ellas inician alrededor del año 2000 y terminan en el año 2012. Por estas razones resulta complicado realizar comparaciones, sin embargo se puede concluir que en general las coberturas vegetales nativas están disminuyendo de una manera alarmante y las coberturas antrópicas como las áreas agrícolas y las zonas urbanas estan incrementándose.

Con respecto a la determinación de variación de los caudales de esorrentía, el modelo hidrológico posee un comportamiento excelente dado que genera caudales muy parecidos a los observados de acuerdo a las medidas de bondad de ajuste Nash-Sutcliffe y PBIAS. El modelo simula adecuadamente la estacionalidad de los caudales, especialmente para los meses de Enero a Agosto, sin embargo hace una ligera subestimación para los meses de Setiembre y Octubre y una sobreestimación para los meses de Noviembre y Diciembre. Por otra parte, es importante señalar también que los aforos realizados en campo, a pesar de que sean mediciones puntuales que no se pueden utilizar para la calibración y validación, se acercan bastante a los caudales generados lo cual da una referencia adicional sobre el buen comportamiento del modelo hidrológico.

Comparando con los antecedentes, los autores Moreno y Osorio (2021), Bastidas y Naranjo (2020), Hernández y Salamanca (2019) demostraron que los caudales han ido incrementándose en el tiempo lo cual es conforme con los resultados de la presente investigación. En cambio, existe un contraste con los resultados obtenidos por Ato y Gonzalez (2019) quienes sostienen que los caudales han disminuido. El contraste con esta ultima referencia puede deberse al hecho de que cada cuenca es

diferente y los procesos hidrológicos que los gobiernan son sumamente complejos y pueden haber factores que no se estén considerando debido a su dificultad de análisis o a la inexistencia de información. Sin embargo también tiene que ver el hecho de que estos autores no realizaron una modelización hidrológica, sino que utilizaron datos puntuales de medición de caudales con el método del correntómetro para algunos días en los años 1995, 2008 y 2019 y generalizan que esas mediciones son caudales anuales lo cual no es representativo.

Con respecto al grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía, se encontró por medio de dos métodos que existe una alta correlación entre ambas variables. La utilidad de las ecuaciones o modelos resultantes es que permiten determinar el caudal total anual en base a un número de curva o en base a las superficies de vegetación arbustiva/herbácea, bofedales y áreas agrícolas, estas ecuaciones podrían utilizarse para estudios ubicados tanto en la cuenca de estudio como en cuencas similares.

Comparando con los antecedentes, los resultados obtenidos en esta investigación son acordes a lo obtenido por Moreno y Osorio (2021), Bastidas y Naranjo (2020), Hernández & Salamanca (2019) quienes señalan que las coberturas vegetales tienen una influencia directa con el aumento de los caudales. Sin embargo, la metodología para analizar esta influencia es diferente dado que los 3 autores han realizado un análisis simple basado en comparaciones descriptivas entre la variación de coberturas vegetal y la variación de caudales, en contraste, en la presente investigación se han propuesto ecuaciones que permiten comprender de una manera más detallada y medible la correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la hidrología.

Capítulo VI: Conclusiones

1. Se determinó la influencia de la variación de la cobertura vegetal en los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca en el periodo 1990 – 2022 concluyéndose que la influencia es significativa.
2. Se delimitó la cuenca de estudio y se determinaron sus parámetros. La cuenca tiene un área de 4076.3 km², un perímetro de 409.1 km, longitud axial de 73.7 km, factor de forma de 0.75, coeficiente de compacidad de 1.84, grado de ramificación de 7 según Strahler, densidad de drenaje de 1.28, densidad de corrientes de 2.64, extensión medida de escurrimiento de 0.20, altitud media de 4694 msnm, altitud máxima de 6069 msnm y una altitud mínima de 3494 msnm.
3. Se determinó la variación de las coberturas vegetales para los años 1990, 1995, 2004, 2011, 2016 y 2022. Existen 4 tipos de cobertura vegetal en la cuenca: vegetación arbustiva/herbácea, turberas y bofedales, áreas agrícolas y bosques. Por otra parte, las coberturas no vegetales están conformadas por las áreas sin o con poca vegetación, áreas urbanizadas, glaciares y aguas continentales. En términos de área, la cobertura vegetal que más superficie ha variado desde el año 1990 hasta el año 2022 ha sido la vegetación arbustiva/herbácea con 175.5 km² de superficie perdida (-5.9%), le sigue los bofedales con 57.2 km² (-23.1%), en cambio, la cobertura vegetal que más superficie ha ganado han sido las áreas agrícolas con 108.1 km²(+48.6%) y le siguen los bosques con un incremento de 14.3 km²(+202%). Es de resaltar que en la parte alta de la cuenca las coberturas glaciares han venido siendo reemplazadas gradualmente por la cobertura de áreas sin o con poca vegetación y los bofedales se han venido degradando en vegetación arbustiva herbácea. Por otra parte, en la parte baja de la cuenca, las áreas agrícolas y las áreas urbanizadas han venido reemplazando gradualmente a la vegetación arbustiva/herbácea.
4. Se determinó la variación de caudales por medio de una modelización hidrológica de la cuenca de con el modelo WEAP para el periodo 1990 – 2022. Para ello se realizó la recopilación de información de información meteorológica, el análisis de consistencia, la extensión y completación de datos, el cálculo de los parámetros meteorológicos en los centroides de las subcuencas, la determinación de

las demandas hídricas, el ingreso de los parámetros iniciales para la primer corrida del modelo y finalmente la calibración y validación del mismo. Se obtuvo un índice de eficiencia de Nash de 0.92 y un PBIAS de 2.58% para el periodo de calibración y un Nash de 0.91 y PBIAS de -0.85% para el periodo de validación lo cual evidencia que el modelo simula muy bien la hidrología de la cuenca y genera caudales muy similares a los caudales observados. Producto de la modelación se concluye que los caudales totales anuales presentan una tendencia creciente, en el caso de los caudales máximos esta tendencia es más notable mientras que la tendencia de los caudales mínimos es prácticamente horizontal.

5. Se determinó el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía para lo cual se formularon dos ecuaciones, una de ellas en función al número de curva la cual posee un coeficiente de correlación de 0.964 y un coeficiente de determinación de 0.930 y la otra en función a las superficies de cobertura vegetal obteniéndose en este caso un coeficiente de correlación múltiple de 0.978 y un coeficiente de determinación ajustado de 0.889. Esto demuestra finalmente que existe una alto grado de correlación entre las coberturas vegetales y los caudales de escorrentía en la cuenca de estudio.

Capítulo VII: Recomendaciones

1. Se recomienda al Ministerio del Ambiente llevar a cabo actualizaciones más frecuentes de los mapas de cobertura vegetal del territorio nacional a fin de realizar monitoreos más precisos de su evolución y elaborar estrategias de conservación.
2. Se recomienda a futuros tesisistas comparar los diversos algoritmos de clasificación supervisada en un entorno andino como la cuenca de estudio a fin de determinar cuantitativamente cuál de ellos ofrece mejores resultados.
3. Se recomienda al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la instalación de nuevas estaciones hidrológicas y meteorológicas en puntos estratégicos de las cuencas del Perú y en especial en la cuenca Urubamba a fin de elaborar mejores modelos hidrológicos y con ello mejorar la gestión de los recursos hídricos.
4. Se recomienda a la Agencia Espacial del Perú (CONIDA) la liberación de las imágenes tomadas por el satélite PerúSAT-1 a fin de que sean de descarga gratuita e inmediata por el público general. Dado que el satélite peruano posee una alta resolución, en comparación con los satélites comerciales comunes, esta medida sería de gran ayuda para investigadores, científicos, universidades, profesionales, organismos gubernamentales, etc para una amplia gama de investigaciones que podrían llevarse a cabo de una manera más precisa, aquí se incluye también el estudio de las coberturas vegetales.

Capítulo VIII: Referencias

- Aguilar Arias, H., Mora Zamora, R., & Vargas Bolaños, C. (25 de Setiembre de 2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, Rapideye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo FLAASH del software ENVI. *Revista Geográfica de América Central*, 21.
- Aigües de Mataró. (s.f.). *Ciclo hidrológico [Fotografía]*. Aigües de Mataró: <https://www.aiguesmataro.com/es/el-ciclo-del-agua>
- Alegre Valeriano, K. V. (2017). *Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal*. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10803>
- Alonso, J., & De Vera, A. (2023). *Conceptos básicos de modelación hidrológica*. Universidad de la República de Uruguay, Facultad de ingeniería.
- Alvarado Quinde, G. E., & Espinoza Zambrano, I. A. (2018). *Evaluación temporal del uso y cobertura vegetal del suelo en la subcuenca del río Llavirca y planteamiento de acciones para su manejo y gestión*. Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería, Cuenca.
- ANA. (s.f.). *Ubicación geográfica y política de la Cuenca Vilcanota Urubamba [Fotografía]*. Consejo de recurso hídricos de Cuenca Interregional Vilcanota Urubamba: <https://crhc.ana.gob.pe/urubamba/ambito-de-gestion/unidades-hidrograficas-menores>
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie*. México: Limusa S.A.
- Asante, K. O., Artan, G., Pervez, S., Bandaragoda, C., & Verdin, J. P. (2008). *Technical Manual for the Geospatial Stream Flow Model (GeoSFM)*. United States Geological Survey, United States Department of the Interior. Virginia: Researchgate.
- Ato Gonzales, A., & Gonzalez Quiroz, J. M. (2019). *Análisis de la relación entre el cambio de cobertura vegetal y la cantidad de agua 1995_2019 en la microcuenca Amojú - Jaén*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Jaén, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/145>

- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Evaluación de Recursos Hídricos en la cuenca Urubamba*.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Generación del mapa temático de curva número*. Manual técnico, Sistema nacional de información de recursos hídricos.
- Autoridad Nacional del Agua. (2021). *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú*. Ministerio de Agricultura, Dirección de conservación y planeamiento de los recursos hídricos, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/1880>
- Barrera Zea, D. F., & Chaparro, P. J. (2021). *Análisis del cambio de las coberturas vegetales y su relación con las variables hidrológicas en el río Morro, ubicado en el municipio de Monguí departamento de Boyacá*. Tesis de Especialización, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Bogotá. <http://hdl.handle.net/11634/46087>
- Bastidas González, E., & Naranjo Moreno, L. T. (2020). *Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas, Nariño*. Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá. <https://hdl.handle.net/10983/25549>
- Cabrera, J. (2011). *Modelos Hidrológicoss*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima.
- Chariarse Muñiz, A. D., & Chariarse Muñiz, P. F. (2021). *Análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal mediante el uso de herramientas SIG aplicados a la cuenca de Chuyapi -Santa Ana - La Convención - Cusco*. Trabajo de grado, Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4638>
- Chiew, F., & Siriwardena, L. (2005). *Trend user guide*. Guía de usuario, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology (CRCCH).
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*. McGRAW-HILL.
- CIDHMA. (s.f.). *CIDHMA Blogs*. <https://www.cidhma.edu.pe/factor-de-forma-de-una-cuenca/>
- Cordova Diaz, C. J. (2017). *Modelación hidráulica del río "La Leche" con el programa HEC-RAS en un tramo de 4km, en el distrito de Illimo, y departamento de Lambayeque*. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Chiclayo.

- Córdova Reyes, J. R., & Sánchez de Souza, L. O. (2020). *Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Pucallpa. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4318>
- Corredor Gil, L. P., Cárdenas Quiroga, E. A., & Ordóñez López, J. C. (2011). Aplicación de la metodología CORINE Land Cover en la determinación de los cambios de cobertura en el parque natural los flamencos. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 16. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n2/v21n2a08.pdf>
- De Feo, M. E., Gobbo, J. D., & Moralejo, R. A. (2013). Hacer arqueología desde las alturas. *Museo*, 10.
- del Toro Espín, N., Gomariz Castillo, F., Cánovas García, F., & Alonso Sarría, F. (2015). Comparación de métodos de clasificación de imágenes de satélite en la cuenca del río Argos (Región de Murcia). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(67), 22.
- Díaz Carvajal, Á., & Mercado Fernández, T. (Julio de 2017). Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG. *Ingeniería y Desarrollo*, pág. 19. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00452.pdf>
- ESRI. (s.f.). *ArcGIS Help*. ArcGIS Help: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/extensions/spatial-analyst/image-classification/what-is-image-classification-.htm>
- ESRI. (s.f.). *ESRI España*. ESRI España: <https://www.esri.es/es-es/descubre-los-gis/qu-es-sig/que-es-sig>
- European Space Agency. (s.f.). *Eduspace*. Eduspace: https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEMO1U3FEXF_0.html
- European Space Agency. (s.f.). *Copernicus*. ONDA: <https://www.onda-dias.eu/cms/es/data/catalogue/landsat-8/>
- FAO. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad, y las personas*. Roma: FAO. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca8642es>

- Fuentes Junco, J. A. (2004). *Análisis morfométrico de cuencas: Caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro*. Instituto Nacional de Ecología , Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.
- Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Senisterra, G. E., Denegri, G., Delgado, M. I., & Besteiro, S. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *Revista Electrónica del Comité de Medio Ambiente*, pág. 16. <https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/download/476/505/>
- Geoenseñanza. (2006). *Los Sistemas de Información Geográfica*. Universidad de los Andes, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, San Cristobal.
- Gobierno Regional Cusco. (2019). *Estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia de Canchis*. Gobierno Regional Cusco, Gerencia de planeamiento, presupuesto y acondicionamiento territorial, Sicuani.
- González González, A., Alvarez Figueroa, P., Gonzáles Fuertes , M., & Aguirre Mendoza, Z. (16 de Noviembre de 2016). Influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río Catamayo, Ecuador. *CEDAMAZ*, pág. 50. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/61>
- Government of Canada. (18 de Noviembre de 2011). *Natural Resources Canada*. <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-publications/satellite-imagery-air-photos/remote-sensing-tutorials/introduction/characteristics-images/14641>
- Goyburo Peña, A. (2021). *Reconstrucción histórica y proyecciones de cambio climático de la seguridad hídrica en la cuenca Vilcanota-Urubamba*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Lima.
- Hagedom, C. (04 de Febrero de 2023). *ViLab*. ViLab: <https://www.vilab.cl/p/espectro-electromagnetico>
- Hernández Calderón, L. N., & Salamanca Carvajal, J. A. (2019). *Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su influencia en la generación de caudales pico de la cuenca Sardinata, del departamento del norte de Santander - Colombia*. Tesis de especialización, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá D.C. <https://hdl.handle.net/10983/23391>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). México: McGraw-Hill.
- Hernández, J., & Montaner, D. (2021). *Patrones de respuesta espectral*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.
<https://www.gep.uchile.cl/Publicaciones/Hern%C3%A1ndez%20%26%20Montaner%202009%20SAF.pdf>
- Humboldt State University. (s.f.). *Humboldt State Geospatial Online*.
http://gsp.humboldt.edu/olm/Courses/GSP_216/online/lesson7/radiometric.html
- Ibáñez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. M. (2011). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.
- Instituto del Bien Común. (25 de Febrero de 2022). *Instituto del Bien Común*. Instituto del Bien Común:
<https://ibcperu.org/amazonia-peruana-perdido-casi-29000-km2-de-cobertura-vegetal-en-36-anos/>
- Knudby, A. (2023). *Remote Sensing*. Ottawa, Japón: University of Ottawa.
- León Menacho, W. J. (2018). *Aplicación del modelo WEAP para determinar el balance hídrico superficial en la cuenca alta del Río Pativilca, Aquia - Bolognesi - Ancash*. Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo, Facultad de Ciencias Agrarias, Huaraz.
- Liang, S., & Wang, J. (2020). *Advanced remote sensing* (Second edition ed.).
- Mamani Mamani, M. A., & Flores Mancilla, W. M. (2020). *Modelación hidrológica de escenarios futuros, con la aplicación del modelo hidrológico WEAP en la cuenca del Río Suches - Bolivia*. Tesis de grado, Universidad Mayor San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz.
- Miller, J., Kim, H., Kjeldsen, T., Packman, J., Grebby, S., & Dearden, R. (6 de April de 2014). Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in impervious cover. *Elsevier*, pág. 59.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.04.011>

- Ministerio de desarrollo agrario y riego. (s.f.). <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/42-sector-agrario/recurso-agua/328-glaciares>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Dirección general de caminos y ferrocarriles, Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina*. Informe de proyecto, Ministerio del Ambiente, Lima. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2714-analisis-de-las-dinamicas-de-cambio-de-cobertura-de-la-tierra-en-la-comunidad-andina>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva*. MINAM, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Lima.
- Ministerio del Ambiente. (13 de Junio de 2019). *Sistema Nacional de Información Ambiental* . <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/perdida-cobertura-vegetal-ecosistemas-costeros-andinos>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (13 de Junio de 2019). *Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)*. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA): <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/perdida-cobertura-vegetal-ecosistemas-costeros-andinos>
- Molnar, P. (2011). *Calibration of Hydrological Models*. ETH Zurich, Chair of Hydrology and Water Resources Management, Zurich.
- Moreno Pájaro, A. M., & Osorio Gastelbondo, A. (2021). *Análisis de la influencia de la cobertura vegetal en los caudales de escorrentía de la cuenca del Arroyo Guayepo*. Trabajo de grado, Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Cartagena. <https://hdl.handle.net/11227/12449>
- Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, pág. 16.
- Mosquera, G. M., Marín, F., Stern, M., Bonnesoeur, V., Ochoa-Tocachi, B. F., & Román-Dañobeytia, F. (2022). *Servicios ecosistémicos hídricos de los pajonales andinos ¿Qué sabemos?* Science of

- the Total Environment, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).
- Navarro, J. (05 de Enero de 2021). *Iagua*. <https://www.iagua.es/blogs/javier-navarro/efecto-tragico-lluvias-comunidades-falta-planificacion-iiii>
- Nevárez Favela, M. M., Fernández Reynoso, D. S., Sánchez-Cohen, I., Sánchez Galindo, M., Macedo Cruz, A., & Palacios Espinosa, C. (9 de Enero de 2021). Comparación de los modelos WEAP y SWAT en una cuenca de Oaxaca. *Tecnología y Ciencias del Agua*, pág. 32.
- Parks, S. (9 de Setiembre de 2020). *Malvern Panalytical*. <https://www.materials-talks.com/the-importance-of-calibrating-your-remote-sensing-imagery/>
- Quirós Rosado, E. M. (2009). *Clasificación de imágenes multiespectrales Aster mediante funciones adaptativas*. Tesis doctoral, Universidad de Extremadura, Departamento de Expresión Gráfica, Cáceres.
- Ramirez, J. (2015). *Modelización de Recursos Hídricos con WEAP, Uso en Cuencas Criosféricas y Revisión de Aplicaciones en Los Andes*. Technische Hochschule Köln, Santiago de Chile. https://www.cazalac.org/mwar_lac/fileadmin/imagenes2/Training_Andean_Hydrology/AndeanHydrology_presentations/PDF_modelo_WEAP_JRamirez.pdf
- Reynaga Tejada, J. L., & Cornelio Tovar, J. F. (2021). *Simulación hidrológica del sistema de abastecimiento de la ciudad de Lima*. Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de ingeniería, Lima.
- Ríos, J. D. (2023). Comparación de los modelos HEC-RAS 1D y 2D para la simulación de ríos urbanos. *Revista EIA*, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.24050/reia.v20i40.1661>
- SERFOR. (14 de Julio de 2022). *Infobae*. Infobae: <https://www.infobae.com/america/peru/2022/07/15/se-reportaron-449-incendios-forestales-en-el-peru-en-lo-que-va-del-2022/>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2014). *Modelamiento hidrológico de la cuenca Chancay-Huaral aplicando el modelo WEAP*. Lima.

- Shippert, P. (13 de Agosto de 2013). *NV5 Geospatial*.
<https://www.l3harrisgeospatial.com/Learn/Blogs/Blog-Details/ArtMID/10198/ArticleID/16278/Digital-Number-Radiance-and-Reflectance>
- Sriwongsitanon, N., & Taesombat, W. (18 de September de 2011). Effects of land cover on runoff coefficient. *Elsevier*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.09.021>
- Stockholm Environment Insitute. (2009). *Guía Metodológica Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el modelo WEAP*. Boston.
- Stockolm Environmental Insitute. (2015). *Water Evaluation and Planning System*. WEAP:
https://www.weap21.org/WebHelp/Two-bucket_Method.htm
- Tacusi Calla, C., & Hacha Chuctaya, E. (2015). *Modelación hidrológica en la subcuena de Pitumarca con la aplicación del modelo WEAP (Sistema de evaluación y planeación de agua) Canchis - Cusco*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Cusco.
- Villaroja, J. P., Farias, H. D., & Amarilla, M. E. (Octubre de 2013). Estimación del parámetro hidrológico del Número de Curva NC: Automatización del cálculo mediante S.I.G. y nuevas fuentes de información cartográfica. Caso del área urbana de Pozo Hondo. *IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA*, 8.
- Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología* (segunda edición ed.). Lima, Perú: Villón.
- Yin, J., Gentine, P., Sullivan, S., Wang, R., Zhang, Y., & Guo, S. (22 de Octubre de 2018). Large increase in global storm runoff extremes driven by climate and anthropogenic changes. *Nature Communications*, pág. 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41467-018-06765-2>
- Zela Galiano, I. F. (2021). *Determinación de caudales máximos, aplicando metodologías probabilísticas e hidrometereológicas, en el río Salcca, Canchis, Cusco - 2021*. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/67987>

Capítulo IX: Anexos

Información y cálculos climáticos

Anexo 1

Precipitación total mensual (mm) - Estación Combapata (sin completar)

Estación Combapata sin completar													
Precipitación total mensual (mm)													
Departam.	Cusco								Fuente	ANA			
Provincia	Canchis								Latitud	-14.1		WGS84	
Distrito	Combapata								Longitud	-71.433333			
AAA	Urubamba Vilcanota								Este	237266.4		UTM	
ALA	Sicuani								Norte	8439854.4			
U.H.	Cuenca Urubamba								Elevación	3464	msnm		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1985	55.3	159.9	192.4	178.4	43.0	7.0	7.0	7.0	23.7	31.6	83.5	101.9	890.7
1986	87.9	72.9	87.0	67.6	2.0	0.0	4.0	17.0	21.1	11.4	94.0	165.2	630.1
1987	95.8	86.1	114.2	59.7	2.0	0.0	4.0	0.0	22.8	29.0	72.9	91.4	577.9
1988	119.0	112.0	72.0	37.0	16.0	1.0	5.0	1.0	17.0	43.0	32.0	49.0	504.0
1989	99.0	102.0	93.0	21.0	6.0	1.0	2.0	22.0	37.0	42.0	85.0	141.0	651.0
1990	141.0	74.0	53.0	35.0	7.0	29.0	7.0	10.0	17.0	121.0	15.0	181.0	690.0
1991	109.0	78.0	109.0	36.0	16.0	19.0	7.0	8.0	14.0	60.0	52.0	124.0	632.0
1992	182.0	115.0	66.0	14.0	7.0	12.0	7.0	23.0	8.0	97.0	103.0	71.0	705.0
1993	182.0	113.0	81.0	57.0	7.0	7.0	22.0	32.0	41.0	74.0	66.0	154.0	836.0
1994	123.0	103.0	72.0	47.0	15.0	7.0	7.0	7.0	29.0	52.0	66.0	90.0	618.0
1995	84.0	95.0	111.0	33.0	21.0	7.0	8.0	7.0	18.0	14.0	108.0	113.0	619.0
1996	144.0	106.0	108.0	64.0	23.0	7.0	7.0	31.0	23.0	79.0	45.0	111.0	748.0
1997	152.0	143.0	148.0	28.0	23.0	7.0	15.0	12.0	31.0	86.0	110.0	158.0	913.0
1998	97.0	83.0	117.0	88.0	6.0	0.0	4.0	3.0	11.0	33.0	103.0	79.0	624.0
1999	87.0	82.0	86.0	68.0	14.0	1.0	45.0	6.0	26.0	73.0	53.0	142.0	683.0
2000	129.0	64.0	83.0	29.0	9.0	0.0	0.0	1.0	24.0	43.0	28.0	87.0	497.0
2001	177.0	189.0	147.0	33.0	25.0	1.0	46.0	16.0	31.0	39.0	82.0	73.0	859.0
2002	158.0	215.0	99.0	26.0	12.0	0.0	4.0	1.0	26.0	64.0	69.0	143.0	817.0
2003	112.0	112.0	101.0	34.0	13.0	8.0	2.0	7.0	19.0	13.0	71.0	98.0	590.0
2004	202.0	104.0	148.0	67.0	5.0	2.0	15.0	21.0	24.0	37.0	111.0	85.0	821.0
2005	135.0	113.0	60.0	20.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	69.0	79.0	122.0	621.0
2006	123.0	107.5	116.5	85.9	0.0	9.1	0.0	1.3	10.4	57.2	107.6	107.4	725.9
2007	139.3	123.7	131.0	81.7	1.0	0.0	1.5	0.0	11.3	51.7	84.5	79.3	705.0
2008	115.2	145.6	70.7	44.4	26.3	15.6	0.0	0.0	19.9	68.1	47.8	114.4	668.0
2009	100.9	102.7	86.7	70.8	16.0	0.0	5.2	0.0	12.7	26.8	140.2	115.4	677.4
2010	165.4	83.3	94.4	25.4	17.5	0.0	0.0	18.7	13.2	48.2	43.8	136.7	646.6
2011	118.5	123.6	143.4	60.1	3.2	3.5	4.6	0.0	58.4	38.4	49.3	128.8	731.8
2012	128.0	148.3	97.1	49.9	11.8	20.3	0.0	0.0	33.0	31.1	91.6	131.1	742.2
2013	113.7	114.5	70.9	44.8	0.0	7.0	4.0	12.5	16.3	67.4	69.7	132.2	653.0
Prom	126.7	112.8	102.0	51.9	12.1	5.9	8.0	9.1	22.7	51.7	74.6	114.6	692.3
Máx	202.0	215.0	192.4	178.4	43.0	29.0	46.0	32.0	58.4	121.0	140.2	181.0	913.0
Min	55.3	64.0	53.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	11.4	15.0	49.0	497.0

Anexo 2

Precipitación total mensual (mm) - Estación Salcca (sin completar)

Estación Salcca sin completar														
Precipitación Total Mensual (mm)														
Departam.	Cusco								Fuente	EGEMSA/SENAMHI				
Provincia	Canchis								Latitud	-14.16963		WGS84		
Distrito	San Pablo								Longitud	-71.23172				
AAA	Urubamba Vilcanota								Este	259118.7		UTM		
ALA	Sicuani								Norte	8432364.4				
U.H.	Cuenca Alto Urubamba								Elevación	3913	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1994		245.8	145.0	112.8	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	62.4	73.9	145.0	797.7
1995	77.1	134.7	141.0	37.7	6.6	0.0	0.0	0.0					397.1
1996										71.7	92.1	171.7	335.5
1997	277.2	156.5	217.6	47.3	2.7	0.0	6.9	18.9	18.5	28.1	110.7	103.9	988.3
1998	64.7	302.1	86.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.6	131.0	107.0	146.1	844.4
1999	246.2	146.2	130.5	84.5	11.0	0.0	0.0	3.1	29.5	12.1	22.6	27.9	713.6
2000	166.0	180.7	135.4	6.5	0.0	4.2	0.0	1.4	18.8	101.3	27.2	39.0	680.5
2001	235.4	173.5	245.9	22.4	9.8	0.0							687.0
2002	171.6	240.3	151.8	112.2	16.1	0.0							692.0
2003	212.5	137.8	179.6	77.3	18.3	12.6	0.0	9.1	5.5	42.9	22.1	173.2	890.9
2004	213.7	98.2	89.9	68.8	4.6	25.2	3.8	13.8	36.4	66.1	111.9	209.3	941.7
2005	75.1	205.8	206.4	7.3	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7	96.3	167.1	810.3
2006	161.6	172.8	117.1	107.7	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	47.2	95.6	94.2	814.7
2007	205.4	118.3	275.8	70.7	4.8	0.0	0.0	0.0	3.4	59.5	85.6	110.4	933.9
2008	204.6	81.6	124.8	5.4	11.5	0.0	0.0	0.0	9.9	82.4	67.4	244.9	832.5
2009	106.9	197.4	193.8	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	82.4	67.4	244.9	927.8
2010	280.2	153.0	109.5	32.3	13.7	0.0	0.0	0.0	8.3	80.7	73.1	208.1	958.9
2011	104.1	104.1	162.9	127.0	9.4	0.0	0.0	4.7	53.7	31.4	52.0	168.4	817.7
2012	115.5	211.9	104.8	56.4	6.7	14.3	0.0	28.6	36.6	0.0	61.1	184.0	819.9
2013													0.0
2014													0.0
2015													0.0
2016													0.0
2017													0.0
2018	178.9	177.9	142.5	38.7	10.0	20.3	23.1	34.5	11.3	112.4	117.4	104.5	971.5
2019	176.5	159.4	158.1	60.1	8.1	1.9	0.2	0.6	2.8	61.8	182.3	259.3	1071.1
2020	165.8	153.9	152.6	30.0	16.4	0.0	0.3	0.0	14.0	44.7	40.2	147.3	765.2
2021	177.5	95.2	198.8	93.2	14.4	0.4	0.9	1.1	13.1	41.5	93.0	205.5	934.6
2022	211.1	144.7	131.1	38.8	0.7	0.0	7.4	9.5	17.5	21.6	9.6	158.3	750.3
Prom	174.0	164.9	156.6	55.0	7.4	3.4	2.0	6.1	16.2	58.5	76.6	157.8	668.2
Máx	280.2	302.1	275.8	127.0	18.3	25.2	23.1	34.5	53.7	131.0	182.3	259.3	1071.1
Min	64.7	81.6	86.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	27.9	0.0

Anexo 3

Precipitación total mensual (mm) - Estación Sicuani (sin completar)

Estación Sicuani sin completar													
Precipitación Total Mensual													
Departam.	Cusco			Fuente	SENAMHI								
Provincia	Canchis			Latitud	-14.23736								WGS84
Distrito	Sicuani			Longitud	-71.23669								
AAA	Urubamba Vilcanota			Este	258653.4								UTM
ALA	Sicuani			Norte	8424863.5								
U.H.	Cuenca Alto Urubamba			Elevación	3534		msnm						

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Suma
1991	93.3			59.3	18.1		0.0	0.0	12.7	44.9			228.3
1992	99.2							19.5	19.1	62.8	96.8	53.6	351.0
1993	163.0	87.1	116.2	57.4	0.0	1.2	2.0	9.8	26.7	66.0	136.4	114.1	779.9
1994	127.5	143.8	128.4	74.9	18.8	0.3	0.0	1.2	9.3	50.5	81.0	127.4	763.1
1995	107.4	105.2	131.3	64.4	3.1	1.2	2.8	0.0	16.6	36.0	92.3	117.0	677.3
1996	121.3	112.0	155.5	42.7	16.3	0.0	0.0	12.0	24.5	54.2	61.6	115.7	715.8
1997	226.7	173.8	176.9	49.9	3.5	0.0	5.2	15.2	8.9	45.5	135.5	64.6	905.7
1998	102.3	131.0	97.8	15.1	0.0	0.0	0.0	5.6	1.7	92.2	73.6	92.7	612.0
1999	133.3	145.4	83.4	85.7	17.6	3.2	0.3	0.0	44.1	24.4	38.5	127.2	703.1
2000	110.4	180.0	121.9		7.2	6.0	4.4	1.7	18.6	76.4	25.2	92.6	644.4
2001	213.0	158.1	176.9	55.3	25.9	1.2	13.9	10.5	34.7	48.3	76.2	134.4	948.4
2002	154.7	205.2	145.7	126.4	32.9	0.0	26.1	4.7	37.4	75.9	87.3	141.5	1037.8
2003	129.2	131.8	160.0	59.6	18.7	6.6	0.0	8.0	1.6	37.5	27.2	125.5	705.7
2004	162.6	191.0	80.4	47.0	7.6		4.2	12.0	51.6	28.9	92.4	98.4	776.1
2005	66.3	178.8	120.3	44.9	4.5	0.0	2.7	0.0	7.6	48.3	75.0		548.4
2006	151.2	120.8	92.8	99.0	3.3	5.7	0.0	10.3		45.4	111.3	106.4	746.2
2007	115.8		174.4	45.1	5.3	0.0	9.0	0.0	15.2	60.7	77.0		502.5
2008	137.3	133.5	117.9	21.6	7.0	0.7	0.6	0.6	2.6	84.1	61.6	149.0	716.5
2009	89.8	140.6	85.8	37.6	5.7	0.0	6.2	0.0	11.1	32.2	129.0	121.1	659.1
2010	161.0	95.8	118.0	48.4	2.6	0.0	0.0	5.7	2.4	62.8	46.6	125.1	668.4
2011	107.6	118.4	156.4	132.7	14.4	2.9	4.4	2.6	52.2	25.3	29.0	131.1	777.0
2012	148.0	184.8	103.0	51.6	0.5	3.2	0.8	0.0	14.2	36.4	38.7	149.8	731.0
2013	191.8	157.7	78.9	23.5	7.2	7.1	0.0	11.2	1.8	38.1	66.7	162.7	746.7
2014	154.1	134.3	55.4	36.7	9.4	0.0	0.2	6.3	24.5	49.2	33.8	156.4	660.3
2015	142.0	97.2	104.4		8.4	2.5		7.0	10.1	52.5	74.6	136.5	635.2
2016	131.4	259.5	53.8	82.8	3.2	0.0	0.3	6.9	19.9	79.0		77.0	713.8
2017	162.3	119.1	126.9	60.8	40.8	0.0	2.2	13.8	22.7	72.9	121.9	73.4	816.8
2018	112.6	165.9	116.6	30.8	5.2	20.4	20.1	28.6	4.4	76.2	104.6	48.6	734.0
2019	131.6	135.7	86.1		8.5	0.0		0.0	0.5		137.5	212.3	712.2
2020	114.5	175.7	121.7	13.0	19.8	0.1	0.0	0.0	10.8	36.4	23.2	106.8	622.0
2021	168.7	69.1	127.3	97.8	2.9	0.0	0.4	0.3	11.0	28.4	71.7		577.6
2022	176.1	148.8	152.1	27.9	0.0	0.0	2.0						506.9
Prom	137.7	144.8	118.9	56.9	10.3	2.1	3.7	6.2	17.3	52.4	76.8	117.1	685.1
Máx	226.7	259.5	176.9	132.7	40.8	20.4	26.1	28.6	52.2	92.2	137.5	212.3	1037.8
Min	66.3	69.1	53.8	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	24.4	23.2	48.6	228.3

Anexo 4

Precipitación total mensual (mm) - Estación La Raya (sin completar)

Estación La Raya sin completado													
Precipitación total mensual													
Departam.	Puno			Fuente			ANA						
Provincia	Melgar			Latitud			-14.483417			WGS84			
Distrito	Santa Rosa			Longitud			-70.984833						
AAA	Titicaca			Este			286074.3			UTM			
ALA	Ramis			Norte			8397882.1						
U.H.	Cuenca Pucará			Elevación			4350			msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Suma
1985	196.5	166.6	163.3	108.7	43.2	9.1	1.0	0.0	92.5	56.6	148.7	148.0	1134.2
1986	171.6	229.4	192.7	135.8	19.3	0.0	10.4	23.6	56.6	13.2	70.1	141.0	1063.7
1987	270.0	90.2	95.0	44.5	12.2	0.0	17.0	3.5	8.8	55.1	159.0	153.3	908.6
1988	186.9	176.9	246.9	146.0	10.2	0.0	0.0	2.7	12.9	45.5	13.7	127.7	969.4
1989	244.6	135.4	178.0	79.2	27.7	19.3	0.0	36.6	37.6	48.5	43.9	143.8	994.6
1990	199.3	114.0	70.6	46.2	9.8	47.7	2.7	12.7	29.9	137.4	122.2	146.3	938.8
1991	195.5	97.8	137.2	43.3	27.7	22.9	0.0	1.3	27.7	74.7	51.8	155.4	835.3
1992	190.2	133.1	93.5	29.2	0.0	0.0	48.3	22.9	29.5	67.8	134.3	69.6	818.4
1993	240.7	35.7	162.3	122.4	4.8	10.2	13.5	32.8	52.1	70.0	187.5	182.3	1114.3
1994	198.9	197.6	224.8	91.4	46.7	1.3	0.0	0.0	35.8	67.3	131.3	192.3	1187.4
1995	173.0	229.0	124.0	26.0	2.0	0.0	28.0	1.0	5.0	34.0	138.0	130.0	890.0
1996	260.0	182.0	161.0	55.0	6.0	1.0	0.0	4.0	99.0	67.0	101.0	165.0	1101.0
1997	227.0	154.0	201.0	146.0	31.0	3.0	0.0	5.0	35.0	40.0	165.0	120.0	1127.0
1998	195.0	143.0	162.0	45.0	1.0	0.0	0.0	1.0	6.0	72.0	142.0	52.0	819.0
1999	139.0	149.0	152.0	63.0	31.0	0.0	0.0	0.0	160.0	42.0	7.0	126.0	869.0
2000	154.0	64.0	133.0	59.0	13.0	5.0	2.0	0.0	17.0	77.0	38.0	133.0	695.0
2001	209.0	141.0	192.0	102.0	11.0	10.0	0.0	1.0	10.0	86.0	84.0	168.0	1014.0
2002	143.0	98.0	200.0	95.0	38.0	0.0	4.0	4.0	23.0	105.0	160.0	133.0	1003.0
2003	224.0	168.0	158.0	49.0	14.0	6.0	0.0	51.0	5.0	65.0	25.0	134.0	899.0
2004	280.0	208.0	190.0	53.0	4.0	8.0	1.0	8.0	110.0	32.0	61.0	129.0	1084.0
2005	102.0	33.0	154.0	42.0	6.0	0.0	0.0	1.0	24.0	31.0	106.0	131.0	630.0
2006	214.0	223.0	195.0	57.0	1.0	8.0	0.0	23.0	17.0	136.0	107.0	201.0	1182.0
2007	200.0	222.0	210.0	88.0	24.0	0.0	31.0	23.0	7.0	69.0	121.0	114.0	1109.0
2008	192.0	229.0	153.0	45.0	5.0	2.0	0.0	4.0	27.0	42.0	82.0	151.0	932.0
2009	157.0	59.0	44.0	18.0	3.0	0.0	1.0	10.0	18.0	17.0	61.0	125.0	513.0
2010	90.0	171.0	226.0	150.0	9.0	0.0	1.0	11.0	37.0	144.0	141.0	121.0	1101.0
2011	261.8	99.3	114.7	36.1	37.3	11.6	0.0	0.0	0.0	44.5	27.9	96.3	729.5
2012	241.5	244.9	230.1	18.6	18.1	13.6	0.0	8.9	106.9	60.2	106.9	109.0	1158.7
2013	244.8	151.2	178.4	120.1	16.3	20.1	21.9	14.6	13.9	6.9	153.9	170.0	1112.1
2014	76.1	209.9	192.8	57.6	17.8	21.3	0.0	36.4	0.0	99.8	125.0	125.3	962.0
2015	284.6	97.3	110.8	54.3	0.0	3.1	0.0	0.0	22.3	46.1	76.2	98.1	792.8
2016	96.2	175.5	252.4	33.1	46.7	2.5	0.0	16.2	84.5	133.2	128.1	117.2	1085.6
2017	278.7	142.6	103.3	58.1	32.5	17.4	21.7	12.5	7.9	61.2	128.4	191.5	1055.8
2018	169.9	159.1	197.3	71.1	0.6	7.1	14.9	13.1	0.4	23.4	84.7	151.2	892.8
2019	213.1	255.8	155.3	115.8	44.1	0.0	3.4	0.0	27.2	107.6	56.1	61.1	1039.5
Prom	197.7	153.9	164.4	71.6	17.5	7.1	6.4	11.0	35.6	65.1	99.7	134.6	964.6
Máx	284.6	255.8	252.4	150.0	46.7	47.7	48.3	51.0	160.0	144.0	187.5	201.0	1187.4
Min	76.1	33.0	44.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	7.0	52.0	513.0

Anexo 5

Temperatura media mensual (°C) - Estación Pomacanchi (sin completar)

Estación Pomacanchi sin completar														
Temperatura media mensual (°C)														
Departam.	Cusco								Fuente	SENAMHI				
Provincia	Acomayo								Latitud	-14.01667			WGS84	
Distrito	Pomacanchi								Longitud	-71.56667				
AAA	Urubamba Vilcanota								Este	222761.2			UTM	
ALA	Sicuni								Norte	8448925.7				
U.H.	Cuenca Urubamba								Elevación	3690 msnm				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1992	11.9	11.9	11.8					9.2	11.5	11.5	11.9	12.1	11.5
1993	10.3	11.0	10.5	10.5	9.6	8.5	8.4	8.9	10.6	11.4	11.7	11.3	10.2
1994	10.7	11.0	10.5	10.3	9.1	7.7	8.0	9.4	11.0	11.8	11.7	11.6	10.2
1995	11.4	11.3	10.9	10.7	10.0	8.7	9.5	10.9	11.0	12.5	12.2	11.3	10.9
1996	10.7	10.8	10.9	10.8	9.6	8.0	8.1	9.6	11.1	11.8	11.4	10.9	10.3
1997		10.2	10.3	10.2	8.8	8.1	8.6	9.5	11.8	12.7	12.2	12.5	10.4
1998	12.9	12.7	12.2	12.0	10.4	9.2	9.1	11.0	12.1	12.0	12.3	11.6	11.5
1999	11.2	10.3	10.4	10.1	9.5	8.7	7.8	9.8	10.8	11.1	12.1	11.5	10.3
2000	10.8	10.1	10.2	10.6	9.8	8.0	8.3	9.8	11.2	10.6	12.7	10.8	10.2
2001	10.1	10.5	10.4		9.3	8.8	8.8	8.8	11.3	12.1	12.7	11.8	10.4
2002	11.4	10.6	11.3	10.4	9.6	9.3	8.1	9.5	10.6	11.5	11.7	11.5	10.5
2003	11.6	11.5	11.1	10.8	9.7	9.3	8.5	9.8	10.6	12.1	12.4	11.8	10.8
2004	11.3	11.3	11.1	10.8	9.3	8.0	8.1	9.1	10.3	12.0	12.2	11.4	10.4
2005	11.8	11.5	11.9	11.2	10.2	9.0	9.1	10.3	11.3	11.7	12.2	11.7	11.0
2006	10.6	11.4	11.1	10.6	8.8	8.7	8.4	10.3	11.6	12.0	11.8	11.9	10.6
2007	11.8	11.2	10.6	10.7	9.9	9.0	8.8	10.4	10.8	11.6	12.4	11.5	10.7
2008	10.3	10.4	10.2	10.2	9.0	8.5	8.6	10.5	11.0	11.9	12.3	11.3	10.4
2009	11.0	11.0	11.0		9.8	8.7	8.5	10.0	12.0	12.7	12.5	11.6	10.8
2010	11.1	11.7	11.5	11.1	10.1	9.9	9.6	11.0	12.0	12.4	12.9	10.9	11.2
2011	10.7	10.3	10.4	10.5	9.6	8.9	8.4		10.6	11.8	12.8	11.4	10.5
2012	10.8	9.9	10.8	10.5	9.3	8.5	8.1	9.5	11.1	12.4	12.5	11.1	10.4
2013	10.9	11.1	11.5	10.6	10.2	8.6	8.5	10.2	11.2	11.8	12.1	11.2	10.7
2014	11.2	10.8	11.1	10.6	9.8	9.6	8.6	9.4	11.0	11.3	12.8	11.6	10.7
2015	10.2	10.8	10.9	10.1	9.6	9.1	8.3	9.9	12.1	12.3	12.8	11.3	10.6
2016	12.2	11.8	12.5	11.1	9.8	8.7	8.7	9.8	11.3	11.2	12.8	12.1	11.0
2017	11.4	11.3		10.5	10.2	9.4	9.5	10.8	11.8	12.2	12.4	12.2	11.1
2018	11.3								11.7	11.8	12.0	12.2	11.8
2019	12.1	11.2	11.1	11.2	10.2	9.9	9.2	10.5	11.8	12.2	11.6	11.8	11.1
2020	11.7	11.6	11.5			10.0	9.9	11.3	11.8	11.7	13.1	11.3	11.4
2021	11.1	11.1	10.8	10.6	9.8	9.3	9.5	10.8	11.7	13.1	12.2	11.2	10.9
2022	10.9	10.6	10.9	11.0	10.0	8.7	9.8	11.1	12.2	12.9	13.5		11.1
Media	11.2	11.0	11.0	10.7	9.7	9.0	8.7	10.1	11.3	11.9	12.4	11.5	10.8
Máx	12.9	12.7	12.5	12.0	10.4	10.0	9.9	11.3	12.2	13.1	13.5	12.5	11.8
Min	10.1	9.9	10.2	10.1	8.8	7.7	7.8	8.8	10.3	10.6	11.4	10.8	10.2

Anexo 6

Temperatura media mensual (°C) - Estación Salcca (sin completar)

Estación Salcca sin completar														
Temperatura media mensual (°C)														
Departam.	Cusco							Fuente	SENAMHI					
Provincia	Canchis							Latitud	-14.16963			WGS84		
Distrito	San Pablo							Longitud	-71.23172					
AAA	Urubamba Vilcanota							Este	259118.7			UTM		
ALA	Sicuani							Norte	8432364.4					
U.H.	Cuenca Urubamba							Elevación	3913 msnm					

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
2018	9.5	9.9	9.4	9.0	7.2	5.7	6.1	6.9	9.3	9.6	11.2	10.6	8.7
2019	10.2	9.6	9.7	9.6	7.8	6.5	6.6	7.9	10.1	10.9	10.8	10.9	9.2
2020	10.4	10.2	10.0	9.8	8.1	7.3	7.1	8.7	10.1	10.4	12.3	9.8	9.5
2021	9.9	10.0	9.0	8.9	7.5	6.8	6.8	8.2	9.9	11.3	11.0	9.8	9.1
2022	9.3	9.6	9.7	9.2	7.5	6.1	7.1	8.3	10.0	11.4	12.3	10.0	9.2
Media	9.9	9.9	9.6	9.3	7.6	6.5	6.7	8.0	9.9	10.7	11.5	10.2	9.1
Máx	10.4	10.2	10.0	9.8	8.1	7.3	7.1	8.7	10.1	11.4	12.3	10.9	9.5
Min	9.3	9.6	9.0	8.9	7.2	5.7	6.1	6.9	9.3	9.6	10.8	9.8	8.7

Anexo 7

Temperatura media mensual (°C) - Estación Sicuani (sin completar)

Estación Sicuani														
Temperatura media mensual (°C)														
Departam.	Cusco						Fuente			SENAMHI				
Provincia	Canchis						Latitud			-14.23736			WGS84	
Distrito	Sicuani						Longitud			-71.23669				
AAA	Urubamba Vilcanota						Este			258653.4			UTM	
ALA	Sicuani						Norte			8424863.5				
U.H.	Cuenca Urubamba						Elevación			3534 msnm				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1991	12.8	12.7		12.0	10.7	9.4	8.6	9.9	11.9	12.4	11.8	11.8	11.3
1992	12.2	12.6						10.0	12.2	12.7	12.6	13.1	12.2
1993	12.0	12.4	11.9	12.0	11.3	9.4	9.9	10.5	11.8	13.1	13.6	12.9	11.7
1994	12.3	12.0	11.8	11.9	10.2	9.0	8.8	10.7	13.2	13.5	13.8	13.0	11.7
1995	12.4	12.9	12.3	12.3	11.0	9.8	10.1	11.8	12.8	14.5	13.9	13.1	12.2
1996	12.1	12.2	12.5	12.0	11.0	8.9	9.4	11.1	13.0	13.8	13.6	12.7	11.9
1997	11.8	11.9	11.9	11.4	10.5	9.0	9.7	11.0	13.9	14.6	13.9	13.8	12.0
1998	14.3	13.8	13.7	13.3	10.0	9.4	9.1	11.2	13.1	13.6	13.4	13.0	12.3
1999	12.4	11.7	11.5	11.3	10.1			9.9	12.0	12.8	13.8	13.2	11.9
2000	11.9	11.5	11.2	11.3	9.8	8.7	8.7	10.9	12.4	12.3	14.4	12.1	11.3
2001	11.3	11.7	11.7	11.2	10.2	9.5		10.1	12.5	13.3	14.1	12.9	11.7
2002	12.5	12.0	12.0	11.2	9.3	9.1	8.6	10.1	11.7	13.1	12.9	13.2	11.3
2003	12.5	12.5	11.9	11.3	9.8			10.4	11.9	13.7	14.3	13.1	12.1
2004	12.3	12.4	11.9	11.1				9.8	11.6	13.7	13.7	12.7	12.1
2005	13.0	12.3	12.9	11.9	10.3	8.7	9.9	10.4	12.2	13.3	13.7	12.7	11.8
2006	11.7	12.6	12.5	11.5	8.4	8.7		10.9	12.6	13.5	13.1	13.1	11.7
2007	12.9	12.4	11.7	11.8	10.1		8.8	10.4	12.4	13.2	13.7	12.7	11.8
2008	11.7	11.6	11.3	11.2	9.4	8.4	8.8	10.8	12.5	13.0	14.1	12.5	11.3
2009	12.2	12.0	12.0	11.4	9.8		8.4	9.9	12.9	13.8	13.3	13.2	11.7
2010	12.4	12.8	12.8	11.9	9.9	8.7	8.1	10.4	13.3	13.5	14.1	12.0	11.7
2011	11.7	11.3	11.6	11.4	9.2	7.6	7.4	10.1	11.6	13.2	14.9	12.3	11.0
2012	11.9	10.9	11.8	11.3	9.0	7.8	7.4	9.0	12.2	13.5	14.2		10.8
2013	12.0	12.1	12.1	11.0	9.8	7.9	8.0	9.8	12.5	13.8	14.0	12.4	11.3
2014	11.9		12.2	11.3	9.7	8.7	8.7	10.0	12.1	13.4	14.8	13.4	11.5
2015	12.1	12.2	12.5	11.4	9.9	8.6	7.9	10.4	13.0	13.5	14.6	12.9	11.6
2016	14.2	13.3	13.5	11.8	9.6	8.0	8.3	10.1	12.4	12.8	13.8	13.7	11.8
2017	12.8	12.4	12.1	11.6	10.1	8.9	9.4	10.5	12.5	12.7	13.5	12.9	11.6
2018	11.9	12.2	12.3	11.5	9.4	8.0	8.1	9.5	12.4	12.6	13.8	13.2	11.2
2019	12.9	12.4	12.4	12.0	9.8	8.6	8.5	10.0	12.7	14.0	13.5	13.2	11.7
2020	12.9	12.8	12.6	12.1	10.0	9.1	8.6	10.8	12.9	13.0	14.7	12.6	11.8
2021	12.5	12.5	11.8	11.3	9.3	8.2	8.2	10.3	12.5	14.0	13.7	12.8	11.4
2022	12.0	11.9	12.1	11.1	9.2	7.1	8.7	10.9	12.5	14.1	15.3		11.4
Media	12.4	12.3	12.2	11.6	9.9	8.7	8.7	10.4	12.5	13.4	13.8	12.9	11.6
Máx	14.3	13.8	13.7	13.3	11.3	9.8	10.1	11.8	13.9	14.6	15.3	13.8	12.3
Min	11.3	10.9	11.2	11.0	8.4	7.1	7.4	9.0	11.6	12.3	11.8	11.8	10.8

Anexo 8

Temperatura media mensual (°C) - Estación Santa Rosa (sin completar)

Estación Santa Rosa													
Temperatura media mensual (°C)													
Departam.	Puno			Fuente			ANA						
Provincia	Melgar			Latitud			-14.6269			WGS84			
Distrito	Santa Rosa			Longitud			-70.7964						
AAA	Titicaca			Este			306514.9			UTM			
ALA	Ramis			Norte			8382173.7						
U.H.	Cuenca Pucará			Elevación			3986			msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1997		7.9								10.9	11.3	12.2	10.6
1998	11.8	11.3	11.0		8.0	5.9		6.1		9.4	9.2	10.5	9.2
1999	9.8	9.4	8.4	8.1	6.9	3.6	3.9	6.0	6.6	8.4	9.4	9.5	7.5
2000	8.9		9.4	8.3	6.7	4.3	4.1	6.5	8.7	9.6	11.7	10.1	8.0
2001	9.3	10.0	10.0	8.9	6.9	4.3	4.4	5.3	9.2	11.1	12.8	11.6	8.7
2002	10.9	9.9	10.1	8.9	7.1	5.5	4.2	5.8	9.0	10.3	11.1	11.7	8.7
2003	11.6	11.8	10.4	9.6	7.4	4.3	4.2	6.3	8.9	10.7	12.1	12.0	9.1
2004	10.5	10.9	10.4	9.6	5.9	4.3	4.3	5.8	9.3	11.7	12.6	12.3	9.0
2005	11.3	10.8	10.8	9.9	7.1	3.4	4.6	5.6	9.6	11.0	11.7	11.8	9.0
2006	10.3	10.9	10.3	9.2	5.9	4.9	3.8	7.2	9.1	11.2	11.6	11.4	8.8
2007	10.9	11.1	9.7	9.3	7.0	5.4	4.8	6.4	8.8	10.3	10.2	10.4	8.7
2008	9.6	10.1	9.0	9.4	5.8	5.3	4.2	6.1	9.3	11.7	12.8	11.0	8.7
2009	10.7	10.7	10.2	8.9	7.1	4.0	5.1	5.9	10.0	9.5	11.2	10.9	8.7
2010	10.1	10.7	10.5	8.9	6.7	5.4	4.0	5.0	7.0	8.9	9.1	9.6	8.0
2011	9.8	9.1	9.0	8.6	5.7	3.6	3.8	5.7	7.9	8.7	9.7	9.3	7.6
2012	9.5	9.0	9.1	8.3	5.6	3.9	3.3	4.6	7.0	9.5	10.6	9.9	7.5
2013	9.0	9.7	9.4	7.2	6.2	4.0	4.3	4.4	6.2	9.0	10.3	9.9	7.5
Media	10.2	10.2	9.9	8.9	6.6	4.5	4.2	5.8	8.4	10.1	11.0	10.8	8.5
Máx	11.8	11.8	11.0	9.9	8.0	5.9	5.1	7.2	10.0	11.7	12.8	12.3	10.6
Min	8.9	7.9	8.4	7.2	5.6	3.4	3.3	4.4	6.2	8.4	9.1	9.3	7.5

Anexo 9

Humedad relativa media mensual (%) - Estación Pomacanchi (sin completar)

Estación Pomacanchi													
Humedad relativa media mensual (%)													
Departam.	Cusco			Fuente			SENAMHI						
Provincia	Acomayo			Latitud			-14.01667			WGS84			
Distrito	Pomacanchi			Longitud			-71.56667						
AAA	Urubamba Vilcanota			Este			222761.2			UTM			
ALA	Sicuni			Norte			8448925.7						
U.H.	Cuenca Alto Urubamba			Elevación			3690 msnm						

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1992	76.3	78.3	75.2					56.4	55.9	64.4	70.1	70.1	68.3
1993	71.8	72.0	73.4	71.0	61.0	55.9	61.3	60.7	64.2	63.1		73.4	66.2
1994	74.4	74.4	72.4	71.6	61.5	56.4	50.0	44.2	55.7	56.6	62.2	65.7	62.1
1995	70.2	68.3	73.7	63.8	52.7	49.4	51.1	46.5	55.6	53.0	59.5	63.5	58.9
1996	72.7	73.6	71.6	69.1	61.9	51.8	49.9	54.1	51.3	57.3	61.6	68.2	61.9
1997		75.4	71.8	63.1	60.6	48.9	52.4	53.5	52.8	55.2	63.3	67.3	60.4
1998	70.8	73.8	75.5	67.2	47.9	55.6	50.7	54.7	48.3	59.1	58.9	66.9	60.8
1999	70.5	76.9	75.3	72.6	64.1	53.1	52.6	45.3	54.3	57.8	56.1	65.6	62.0
2000	71.6	76.6	75.9	67.6	58.3	56.1	53.3	54.3	52.0	62.2	50.6	65.8	62.0
2001	74.8	73.7	76.2		63.5	57.1	57.1	55.5	57.3	59.9	64.9	66.5	64.2
2002	71.6	78.0	74.0	74.8	65.8	59.2	63.4	59.8	65.7	65.9	72.2	75.6	68.8
2003	78.8	78.9	80.9	76.6	71.2	68.2	59.5	59.8	66.5	67.9	73.7	77.7	71.6
2004	81.5	81.8	80.4	73.1	68.3	61.6	61.4	60.9	71.2	64.4	65.6	75.2	70.5
2005	71.2	74.4	72.9	69.0	57.9	52.3	51.4	51.1	53.5	63.6	63.0	69.5	62.5
2006	76.3	75.6	77.9	76.3	63.4	57.8	53.7	55.7	57.1	63.8	70.3	71.7	66.6
2007	75.5	79.3	79.3	79.6	64.5	54.0	57.2	51.0	56.6	60.5	57.8	67.3	65.2
2008	79.5	78.5	76.5	69.9	58.4	58.9	53.4	51.4	58.1	61.9	63.9	73.0	65.3
2009		86.2	86.6		67.3	63.9	69.0	53.0	61.1	62.3	80.0	78.6	70.8
2010	80.9	78.0	76.6	69.5	62.1	57.6	50.0	47.1	55.0	57.4	58.6	74.2	63.9
2011	76.4	80.7	79.6	74.4	59.2	54.5	58.5		63.8	63.7	69.9	71.5	68.4
2012	73.0	78.4	76.2	77.0	65.1	64.5	67.0	53.7	58.0	62.4	63.2	76.1	67.9
2013	75.0	75.8	73.7	68.2	64.4	61.3	60.1		53.8	65.8	68.3	73.7	67.3
2014	74.1	75.2	71.9	70.4	63.0	58.0	62.4	54.3	62.0	62.9	62.2	73.2	65.8
2015	76.7	75.0	78.6	76.1	68.2	61.0	56.0	58.5	61.0	63.4	67.8	73.2	68.0
2016	74.1	81.0	74.1	71.7	64.2	61.4	61.3	70.8	65.8	68.9	58.4	70.1	68.5
2017	75.8	75.0		81.4	74.6	67.9	63.2	62.9	66.9	62.2	62.8	85.5	70.7
2018	88.8								77.6	81.9	81.3	79.7	81.9
2019	83.5	83.6	82.8	81.2	79.6	76.4	75.1	70.9	72.4	71.3	78.4	76.9	77.7
2020	79.3	82.2	81.5			71.5	67.0	65.9	70.7	73.2	71.6	79.7	74.3
2021	83.1	83.8	82.8	79.3	73.6	71.8	68.2	70.6	72.0	70.4	75.3	80.1	75.9
2022	80.5	82.8	83.2	76.7	75.8	71.7	72.8	73.4	71.4	69.3	70.3		75.3
Media	76.2	77.6	76.9	72.7	64.2	59.9	58.9	57.0	60.9	63.6	66.1	72.5	67.5
Máx	88.8	86.2	86.6	81.4	79.6	76.4	75.1	73.4	77.6	81.9	81.3	85.5	81.9
Min	70.2	68.3	71.6	63.1	47.9	48.9	49.9	44.2	48.3	53.0	50.6	63.5	58.9

Anexo 10

Humedad relativa media mensual (%) - Estación Sicuani (sin completar)

Estación Sicuani													
Humedad relativa media mensual (%)													
Departam.	Cusco						Operador	SENAMHI					
Provincia	Canchis						Latitud	-14.23736			WGS84		
Distrito	Sicuani						Longitud	-71.23669					
AAA	Urubamba Vilcanota						Este	259011.9			UTM		
ALA	Sicuani						Norte	8425312.7					
U.H.	Cuenca Urubamba						Elevación	3534			msnm		

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1991	64.0	63.6		64.6	59.8		60.3	57.6	58.0	63.8	67.2	67.9	62.7
1992	66.6	62.1						59.9	59.7	57.4	61.7	67.4	62.1
1993	81.2					52.7	54.2	54.5	61.1	62.7	66.2	75.6	63.5
1994	76.1	74.5	71.2	70.0	61.8	58.4	54.4	66.2	69.3	55.9	56.3	63.9	64.8
1995	72.4	68.7	72.5	66.7	53.3	54.0	54.4	51.4	52.2	51.3	57.4	59.5	59.5
1996	71.2	69.7	69.2	71.0	63.3	56.7	54.7	56.3	52.6	54.2	58.4	66.9	62.0
1997	72.6	70.5	68.8	65.2	62.6	51.5	52.7	58.7	49.2	52.3	58.5	60.1	60.2
1998	69.6		70.9	66.0	58.0	59.7		54.0	51.9	59.2	58.4	63.4	61.1
1999	70.9	75.6	75.7	68.6	66.6			48.2	54.5	56.8	54.0	63.4	63.4
2000	74.8	75.7	76.9	69.2	68.8		57.2	54.5	49.5	61.7	50.9	64.4	64.0
2001	75.1	74.3	75.7	70.8	67.3	56.1		53.2	53.3	55.8	58.5	62.5	63.9
2002	69.3	73.0	75.2	73.3	69.2	63.2	62.2	56.6	60.5	58.9	62.1	68.8	66.0
2003	75.2	75.8	76.3	75.8	65.7			52.3	51.3	48.7	51.7	65.2	63.8
2004	74.1	71.8	73.1	71.3				56.3	62.4	56.2	59.4	70.8	66.2
2005	77.3	76.2	74.0	69.7	62.0		51.6	48.5	50.1	58.9	61.0	69.5	63.5
2006	74.8	74.6	73.5	72.1	63.1	63.7		53.5	50.3	55.2	62.1	67.8	64.6
2007	70.6	71.5	75.7	69.7	65.1		59.5	53.2	55.5	56.3	55.8	62.0	63.2
2008	74.1	73.1	71.0	66.6	55.5	56.2		47.4	48.8	57.7	56.6	67.9	61.4
2009	71.8	73.6	73.1	67.4	61.1			50.4		53.9	69.2	68.1	65.4
2010	77.0	74.1	73.1	67.7	61.0	57.6	50.9	46.8	45.5	51.7	49.6	69.7	60.4
2011	73.0	76.9	74.3	70.0	62.8	55.4	58.7	53.2	59.4	53.9	53.4	69.9	63.4
2012	72.6	78.3	75.0	74.4	64.4	56.7	54.9	55.3	55.6	57.0	58.6		63.9
2013	71.9	73.5	75.2	64.6	61.4	61.3	58.6	53.2	51.8	56.3	56.6	69.1	62.8
2014	72.6		72.2	75.7	69.4	64.8	65.1	66.6	67.1	63.9	60.8	69.7	68.0
2015	74.9	80.9	76.5	78.1	76.0	72.4	70.1	63.7	59.4	59.2	63.8	72.8	70.7
2016	71.3	73.1	74.2	72.7	67.4	66.7	64.4	63.6	57.6	70.0	64.0	68.0	67.8
2017	71.4	76.5	77.8	75.2	75.1	67.2	63.8	57.0	61.8	63.3	62.6	66.4	68.2
2018	76.0	78.6	80.5	73.7	71.5	75.2	73.6	78.0	64.3	71.5	67.8	68.2	73.2
2019	75.6	79.2	78.9	77.1	75.1	72.6	64.3	61.6	63.5	67.8	77.0	75.7	72.4
2020	74.7	76.5	74.9	68.8	64.3	63.2	59.8	59.2	60.1	60.3	55.6	68.9	65.5
2021	73.4	71.6	75.9	69.4	67.4	65.1	57.7	57.4	59.5	61.4	61.5	68.8	65.8
2022	73.4	76.3	75.2	71.5	69.7	68.2	61.8	59.8	61.8	53.0	52.0		65.7
Media	73.1	73.8	74.4	70.6	65.1	61.7	59.3	56.5	56.7	58.3	59.6	67.4	64.7
Máx	81.2	80.9	80.5	78.1	76.0	75.2	73.6	78.0	69.3	71.5	77.0	75.7	73.2
Min	64.0	62.1	68.8	64.6	53.3	51.5	50.9	46.8	45.5	48.7	49.6	59.5	59.5

Anexo 11

Velocidad media del viento (m/s) - Estación Pomacanchi (sin completar)

Estación Pomacanchi													
Velocidad media del viento (m/s)													
Departamento	Cusco							Fuente	SENAMHI				
Provincia	Acomayo							Latitud	-14.01667			WGS84	
Distrito	Pomacanchi							Longitud	-71.56667				
AAA	Urubamba Vilcanota							Este	222761.2			UTM	
ALA	Sicuani							Norte	8448925.7				
U.H.	Cuenca Alto Urubamba							Elevación	3690 msnm				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1992	1.3	1.2	1.1					1.3	1.5	1.5	1.3	1.1	1.3
1993	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1	1.7	2.0	1.1
1994	1.9	1.7	1.8	1.7	1.2	1.3	1.8	1.9	2.2	2.0	1.9	1.6	1.8
1995	1.5	1.3	1.3	1.3	1.0	1.3	1.8	1.4	1.9	1.9	1.9	1.8	1.5
1996	2.2	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.8	2.2	2.2	2.4	2.1	1.6	1.8
1997		1.5	1.7	1.6	2.0	1.7	1.8	2.4	2.7	2.2	1.7	1.9	1.9
1998	2.1	1.6	1.5	1.5	1.8	2.0	1.5	2.6	2.6	2.3	2.0	1.6	1.9
1999	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.7	1.7	2.0	1.8	2.2	2.2	1.8	1.8
2000	1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	1.5	1.9	2.0	1.9	1.7	1.9	1.8	1.7
2001	1.3	1.3	1.1	1.6	1.8	1.6	1.8	2.1	2.3	2.1	2.0	1.6	1.7
2002	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.8	1.9	2.3	2.1	2.8	1.9	2.2	1.9
2003	2.4	1.9	1.9	1.7	1.5	1.0	2.2	2.2	2.3	2.0	1.8	1.8	1.9
2004	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.1	2.3	2.0	2.1	1.8
2005	1.6	1.7	1.6		1.2	1.7	1.7	1.7	2.7	2.2	1.8	1.8	1.8
2006	1.3	1.8	1.4	1.1	1.3	1.6	1.4	1.7	2.3	1.8	1.9	1.7	1.6
2007	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	2.0	1.7	2.5	1.8	1.7	1.6	1.7
2008	1.3	1.4	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.6	1.9	1.8	2.3	1.6	1.6
2009	2.3	2.7	2.1	2.1	2.0	1.6	1.9	1.7	2.5	2.4	2.1	1.7	2.1
2010	1.5	1.5	1.4	1.0	1.5	1.2	1.3	1.2	1.4	2.2	1.6	1.1	1.4
2011	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.5		1.5	1.5	1.9	1.8	1.4
2012		1.6	1.8	1.4	1.2	1.4	1.8	1.7	2.2	1.7	1.7		1.7
2013	1.2	1.3	1.5	0.9	1.0	1.8	1.5	1.3	2.0	1.8	1.6	1.1	1.4
2014	1.3	1.3	1.6	1.4	1.5	1.8	1.3	1.9	2.0	1.5	1.4	1.6	1.6
2015	1.4	1.4	1.4	0.9	1.3	1.3	1.5	2.1	1.9	2.0	1.8	1.2	1.5
2016	1.6	1.2	1.1	1.0	1.2	1.3	0.9	2.0	1.7	1.7	1.9	1.9	1.5
2017	1.7	1.3		1.6	2.1	2.0	2.0	2.5	3.2	3.3	2.6	2.9	2.3
2018	2.4								2.0	2.5	2.7	2.6	2.4
2019	2.3	2.0	2.0	2.0	1.8	1.5	1.5	1.9	2.0	2.3	2.0	2.3	2.0
2020	1.8	1.7	1.0			1.4	1.5	2.1	2.2	2.4	1.7	1.4	1.7
2021	1.9	1.1	1.4	1.3	1.9	1.5	1.5	2.0	2.3	2.0	1.8	1.5	1.7
2022	1.4	1.8	1.5	1.2	1.5	1.6	1.5	1.7	2.5	2.6	2.1		1.8
Media	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.9	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7
Máx	2.4	2.7	2.1	2.1	2.1	2.0	2.2	2.6	3.2	3.3	2.7	2.9	2.4
Mín	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.9	0.9	1.2	1.3	1.1	1.3	1.1	1.1

Anexo 12

Precipitación total mensual (mm) - Estación Combapata (completado)

Estación Combapata completado													
Precipitación total mensual (mm)													
Departam.	Cusco								Fuente	ANA			
Provincia	Canchis								Latitud	-14.1		WGS84	
Distrito	Combapata								Longitud	-71.433333			
AAA	Urubamba								Este	237266.4		UTM	
ALA	Vilcanota								Norte	8439854.4			
U.H.	Cuenca Urubamba								Elevación	3464 msnm			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1985	55.3	159.9	192.4	178.4	43.0	7.0	7.0	7.0	23.7	31.6	83.5	101.9	890.7
1986	87.9	72.9	87.0	67.6	2.0	0.0	4.0	17.0	21.1	11.4	94.0	165.2	630.1
1987	95.8	86.1	114.2	59.7	2.0	0.0	4.0	0.0	22.8	29.0	72.9	91.4	577.9
1988	119.0	112.0	72.0	37.0	16.0	1.0	5.0	1.0	17.0	43.0	32.0	49.0	504.0
1989	99.0	102.0	93.0	21.0	6.0	1.0	2.0	22.0	37.0	42.0	85.0	141.0	651.0
1990	141.0	74.0	53.0	35.0	7.0	29.0	7.0	10.0	17.0	121.0	15.0	181.0	690.0
1991	109.0	78.0	109.0	36.0	16.0	19.0	7.0	8.0	14.0	60.0	52.0	124.0	632.0
1992	182.0	115.0	66.0	14.0	7.0	12.0	7.0	23.0	8.0	97.0	103.0	71.0	705.0
1993	182.0	113.0	81.0	57.0	7.0	7.0	22.0	32.0	41.0	74.0	66.0	154.0	836.0
1994	123.0	103.0	72.0	47.0	15.0	7.0	7.0	7.0	29.0	52.0	66.0	90.0	618.0
1995	84.0	95.0	111.0	33.0	21.0	7.0	8.0	7.0	18.0	14.0	108.0	113.0	619.0
1996	144.0	106.0	108.0	64.0	23.0	7.0	7.0	31.0	23.0	79.0	45.0	111.0	748.0
1997	152.0	143.0	148.0	28.0	23.0	7.0	15.0	12.0	31.0	86.0	110.0	158.0	913.0
1998	97.0	83.0	117.0	88.0	6.0	0.0	4.0	3.0	11.0	33.0	103.0	79.0	624.0
1999	87.0	82.0	86.0	68.0	14.0	1.0	45.0	6.0	26.0	73.0	53.0	142.0	683.0
2000	129.0	64.0	83.0	29.0	9.0	0.0	0.0	1.0	24.0	43.0	28.0	87.0	497.0
2001	177.0	189.0	147.0	33.0	25.0	1.0	46.0	16.0	31.0	39.0	82.0	73.0	859.0
2002	158.0	215.0	99.0	26.0	12.0	0.0	4.0	1.0	26.0	64.0	69.0	143.0	817.0
2003	112.0	112.0	101.0	34.0	13.0	8.0	2.0	7.0	19.0	13.0	71.0	98.0	590.0
2004	202.0	104.0	148.0	67.0	5.0	2.0	15.0	21.0	24.0	37.0	111.0	85.0	821.0
2005	135.0	113.0	60.0	20.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	69.0	79.0	122.0	621.0
2006	123.0	107.5	116.5	85.9	0.0	9.1	0.0	1.3	10.4	57.2	107.6	107.4	725.9
2007	139.3	123.7	131.0	81.7	1.0	0.0	1.5	0.0	11.3	51.7	84.5	79.3	705.0
2008	115.2	145.6	70.7	44.4	26.3	15.6	0.0	0.0	19.9	68.1	47.8	114.4	668.0
2009	100.9	102.7	86.7	70.8	16.0	0.0	5.2	0.0	12.7	26.8	140.2	115.4	677.4
2010	165.4	83.3	94.4	25.4	17.5	0.0	0.0	18.7	13.2	48.2	43.8	136.7	646.6
2011	118.5	123.6	143.4	60.1	3.2	3.5	4.6	0.0	58.4	38.4	49.3	128.8	731.8
2012	128.0	148.3	97.1	49.9	11.8	20.3	0.0	0.0	33.0	31.1	91.6	131.1	742.2
2013	113.7	114.5	70.9	44.8	0.0	7.0	4.0	12.5	16.3	67.4	69.7	132.2	653.0
2014	81.4	151.8	131.7	16.3	17.4	2.6	4.5	3.6	17.1	77.6	51.9	120.0	675.9
2015	112.3	87.0	118.3	88.1	2.1	6.1	3.2	6.2	20.2	42.6	97.1	91.5	674.8
2016	108.9	96.2	153.3	35.5	6.8	6.7	6.3	7.3	44.3	45.9	103.5	169.0	783.8
2017	174.3	177.3	149.0	52.0	5.2	6.7	0.7	21.7	5.6	43.1	85.3	153.3	874.1
2018	151.9	72.5	93.7	34.4	19.0	3.0	33.2	10.9	20.5	51.3	81.1	134.9	706.4
2019	100.7	63.2	124.8	2.8	10.5	4.6	0.5	24.0	20.2	44.1	11.7	124.6	531.5
2020	109.1	107.0	112.3	80.1	6.9	4.5	5.0	11.5	38.1	54.7	89.6	90.9	709.9
2021	192.5	120.8	110.7	39.0	11.5	0.4	0.9	16.0	34.3	80.7	91.2	70.3	768.3
2022	148.6	92.8	133.1	90.5	7.3	10.3	0.7	0.7	34.9	51.9	77.3	119.9	767.9
Prom	127.8	111.6	107.5	51.2	11.5	5.7	7.6	9.6	23.5	52.4	75.0	115.8	699.2
Máx	202.0	215.0	192.4	178.4	43.0	29.0	46.0	32.0	58.4	121.0	140.2	181.0	913.0
Min	55.3	63.2	53.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	11.4	11.7	49.0	497.0

Anexo 13

Precipitación total mensual (mm) - Estación Salcca (completado)

Estación Salcca completado														
Precipitación Total Mensual (mm)														
Departam.	Cusco								Fuente	EGEMSA/SENAMHI				
Provincia	Canchis								Latitud	-14.16963				
Distrito	San Pablo								Longitud	-71.23172				
AAA	Urubamba								Este	259118.7				
ALA	Vilcanota								Norte	8432364.4				
U.H.	Sicuani								Elevación	3913 msnm				
U.H.	Cuenca Alto Urubamba								Elevación	3913 msnm				
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	
1985	310.6	121.3	134.7	24.8	11.5	0.0	0.0	7.0	19.6	68.6	63.3	150.1	911.4	
1986	140.6	151.2	142.3	85.9	14.6	2.8	5.4	20.9	2.8	124.4	177.6	100.1	968.7	
1987	132.5	148.0	132.8	36.3	11.4	4.1	0.0	0.0	48.0	53.2	46.6	191.5	804.4	
1988	23.1	142.4	159.5	98.4	2.4	0.5	0.0	4.0	45.2	93.6	119.3	167.8	856.2	
1989	164.3	151.6	242.6	23.4	5.6	2.3	0.0	20.1	5.1	45.4	63.2	166.4	890.0	
1990	203.7	105.2	110.1	63.4	6.4	6.8	5.5	12.3	14.6	16.2	130.1	168.7	842.9	
1991	153.9	131.1	144.9	29.1	6.8	2.1	0.0	3.3	25.5	21.7	95.8	74.0	688.1	
1992	251.5	118.7	137.4	60.9	12.8	3.0	1.3	0.0	12.7	21.8	179.2	194.6	993.9	
1993	262.5	202.9	145.8	51.1	2.9	4.2	6.2	0.0	10.1	59.3	96.0	170.0	1011.0	
1994	104.9	245.8	145.0	112.8	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	62.4	73.9	145.0	902.6	
1995	77.1	134.7	141.0	37.7	6.6	0.0	0.0	0.0	3.8	84.7	81.2	48.4	615.3	
1996	183.6	131.8	147.5	63.9	12.4	0.0	8.2	27.0	6.9	71.7	92.1	171.7	916.7	
1997	277.2	156.5	217.6	47.3	2.7	0.0	6.9	18.9	18.5	28.1	110.7	103.9	988.3	
1998	64.7	302.1	86.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.6	131.0	107.0	146.1	844.4	
1999	246.2	146.2	130.5	84.5	11.0	0.0	0.0	3.1	29.5	12.1	22.6	27.9	713.6	
2000	166.0	180.7	135.4	6.5	0.0	4.2	0.0	1.4	18.8	101.3	27.2	39.0	680.5	
2001	235.4	173.5	245.9	22.4	9.8	0.0	2.0	2.3	30.2	33.7	126.4	145.1	1026.6	
2002	171.6	240.3	151.8	112.2	16.1	0.0	5.1	8.3	13.0	35.3	188.6	74.9	1017.3	
2003	212.5	137.8	179.6	77.3	18.3	12.6	0.0	9.1	5.5	42.9	22.1	173.2	890.9	
2004	213.7	98.2	89.9	68.8	4.6	25.2	3.8	13.8	36.4	66.1	111.9	209.3	941.7	
2005	75.1	205.8	206.4	7.3	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7	96.3	167.1	810.3	
2006	161.6	172.8	117.1	107.7	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	47.2	95.6	94.2	814.7	
2007	205.4	118.3	275.8	70.7	4.8	0.0	0.0	0.0	3.4	59.5	85.6	110.4	933.9	
2008	204.6	81.6	124.8	5.4	11.5	0.0	0.0	0.0	9.9	82.4	67.4	244.9	832.5	
2009	106.9	197.4	193.8	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	82.4	67.4	244.9	927.8	
2010	280.2	153.0	109.5	32.3	13.7	0.0	0.0	0.0	8.3	80.7	73.1	208.1	958.9	
2011	104.1	104.1	162.9	127.0	9.4	0.0	0.0	4.7	53.7	31.4	52.0	168.4	817.7	
2012	115.5	211.9	104.8	56.4	6.7	14.3	0.0	28.6	36.6	0.0	61.1	184.0	819.9	
2013	273.3	165.2	84.8	3.2	10.5	0.0	2.8	3.3	26.0	75.8	94.1	165.7	904.9	
2014	160.6	112.1	152.8	6.5	9.3	0.0	0.0	0.0	10.1	30.9	168.3	175.7	826.2	
2015	176.5	228.4	157.8	8.7	13.7	0.0	0.0	4.2	22.2	110.0	106.4	134.2	962.1	
2016	192.2	119.5	102.3	122.2	6.3	0.0	15.9	8.6	18.9	88.8	125.2	144.6	944.3	
2017	160.8	150.8	95.8	107.0	14.8	0.0	0.0	14.8	7.2	51.0	180.3	187.3	969.8	
2018	178.9	177.9	142.5	38.7	10.0	20.3	23.1	34.5	11.3	112.4	117.4	104.5	971.5	
2019	176.5	159.4	158.1	60.1	8.1	1.9	0.2	0.6	2.8	61.8	182.3	259.3	1071.1	
2020	165.8	153.9	152.6	30.0	16.4	0.0	0.3	0.0	14.0	44.7	40.2	147.3	765.2	
2021	177.5	95.2	198.8	93.2	14.4	0.4	0.9	1.1	13.1	41.5	93.0	205.5	934.6	
2022	211.1	144.7	131.1	38.8	0.7	0.0	7.4	9.5	17.5	21.6	9.6	158.3	750.3	
Prom	176.9	157.2	149.8	53.9	8.2	2.8	2.5	6.9	17.0	59.0	96.1	151.9	882.1	
Máx	310.6	302.1	275.8	127.0	18.3	25.2	23.1	34.5	53.7	131.0	188.6	259.3	1071.1	
Mín	23.1	81.6	84.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	27.9	615.3	

Anexo 14

Precipitación total mensual (mm) - Estación Sicuani (completado)

Estación Sicuani completado				
Precipitación Total Mensual				
Departam.	Cusco	Fuente	SENAMHI	
Provincia	Canchis	Latitud	-14.23736	WGS84
Distrito	Sicuani	Longitud	-71.23669	
AAA	Urubamba	Este	258653.4	UTM
ALA	Vilcanota	Norte	8424863.5	
U.H.	Cuenca Alto Urubamba	Elevación	3534 msnm	

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Suma
1985	144.7	131.7	143.6	108.2	5.9	2.1	13.1	16.6	9.4	42.1	70.7	129.3	817.5
1986	128.5	137.7	127.3	24.3	16.7	7.5	6.2	1.5	11.9	27.1	125.3	132.4	746.5
1987	174.5	140.8	116.1	59.2	4.2	6.5	10.5	7.2	10.5	43.0	56.0	142.0	770.7
1988	122.2	138.1	105.6	94.6	11.8	1.4	13.6	4.3	16.1	36.7	94.2	77.1	715.7
1989	95.2	205.2	151.8	103.0	25.4	1.2	10.6	11.6	9.0	47.7	97.9	114.4	872.9
1990	132.5	88.3	107.7	33.4	16.9	15.0	3.9	4.7	13.2	31.3	76.0	163.7	686.6
1991	93.3	124.1	50.1	59.3	18.1	0.4	0.0	0.0	12.7	44.9	36.5	148.5	588.0
1992	99.2	126.7	180.8	51.1	7.4	7.4	13.2	19.5	19.1	62.8	96.8	53.6	737.7
1993	163.0	87.1	116.2	57.4	0.0	1.2	2.0	9.8	26.7	66.0	136.4	114.1	779.9
1994	127.5	143.8	128.4	74.9	18.8	0.3	0.0	1.2	9.3	50.5	81.0	127.4	763.1
1995	107.4	105.2	131.3	64.4	3.1	1.2	2.8	0.0	16.6	36.0	92.3	117.0	677.3
1996	121.3	112.0	155.5	42.7	16.3	0.0	0.0	12.0	24.5	54.2	61.6	115.7	715.8
1997	226.7	173.8	176.9	49.9	3.5	0.0	5.2	15.2	8.9	45.5	135.5	64.6	905.7
1998	102.3	131.0	97.8	15.1	0.0	0.0	0.0	5.6	1.7	92.2	73.6	92.7	612.0
1999	133.3	145.4	83.4	85.7	17.6	3.2	0.3	0.0	44.1	24.4	38.5	127.2	703.1
2000	110.4	180.0	121.9	54.4	7.2	6.0	4.4	1.7	18.6	76.4	25.2	92.6	698.8
2001	213.0	158.1	176.9	55.3	25.9	1.2	13.9	10.5	34.7	48.3	76.2	134.4	948.4
2002	154.7	205.2	145.7	126.4	32.9	0.0	26.1	4.7	37.4	75.9	87.3	141.5	1037.8
2003	129.2	131.8	160.0	59.6	18.7	6.6	0.0	8.0	1.6	37.5	27.2	125.5	705.7
2004	162.6	191.0	80.4	47.0	7.6	0.2	4.2	12.0	51.6	28.9	92.4	98.4	776.3
2005	66.3	178.8	120.3	44.9	4.5	0.0	2.7	0.0	7.6	48.3	75.0	114.4	662.8
2006	151.2	120.8	92.8	99.0	3.3	5.7	0.0	10.3	19.2	45.4	111.3	106.4	765.4
2007	115.8	203.9	174.4	45.1	5.3	0.0	9.0	0.0	15.2	60.7	77.0	167.9	874.2
2008	137.3	133.5	117.9	21.6	7.0	0.7	0.6	0.6	2.6	84.1	61.6	149.0	716.5
2009	89.8	140.6	85.8	37.6	5.7	0.0	6.2	0.0	11.1	32.2	129.0	121.1	659.1
2010	161.0	95.8	118.0	48.4	2.6	0.0	0.0	5.7	2.4	62.8	46.6	125.1	668.4
2011	107.6	118.4	156.4	132.7	14.4	2.9	4.4	2.6	52.2	25.3	29.0	131.1	777.0
2012	148.0	184.8	103.0	51.6	0.5	3.2	0.8	0.0	14.2	36.4	38.7	149.8	731.0
2013	191.8	157.7	78.9	23.5	7.2	7.1	0.0	11.2	1.8	38.1	66.7	162.7	746.7
2014	154.1	134.3	55.4	36.7	9.4	0.0	0.2	6.3	24.5	49.2	33.8	156.4	660.3
2015	142.0	97.2	104.4	18.7	8.4	2.5	1.0	7.0	10.1	52.5	74.6	136.5	654.9
2016	131.4	259.5	53.8	82.8	3.2	0.0	0.3	6.9	19.9	79.0	95.3	77.0	809.1
2017	162.3	119.1	126.9	60.8	40.8	0.0	2.2	13.8	22.7	72.9	121.9	73.4	816.8
2018	112.6	165.9	116.6	30.8	5.2	20.4	20.1	28.6	4.4	76.2	104.6	48.6	734.0
2019	131.6	135.7	86.1	30.8	8.5	0.0	11.6	0.0	0.5	72.6	137.5	212.3	827.1
2020	114.5	175.7	121.7	13.0	19.8	0.1	0.0	0.0	10.8	36.4	23.2	106.8	622.0
2021	168.7	69.1	127.3	97.8	2.9	0.0	0.4	0.3	11.0	28.4	71.7	119.0	696.6
2022	176.1	148.8	152.1	27.9	0.0	0.0	2.0	0.0	13.5	56.8	75.9	127.2	780.4
Prom	136.9	144.6	119.7	57.1	10.7	2.7	5.0	6.3	16.4	50.8	77.7	121.0	749.0
Máx	226.7	259.5	180.8	132.7	40.8	20.4	26.1	28.6	52.2	92.2	137.5	212.3	1037.8
Mín	66.3	69.1	50.1	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	24.4	23.2	48.6	588.0

Anexo 15

Precipitación total mensual (mm) - Estación La Raya (completado)

Estación La Raya completado													
Precipitación total mensual													
Departam.	Puno			Fuente			ANA						
Provincia	Melgar			Latitud			-14.483417			WGS84			
Distrito	Santa Rosa			Longitud			-70.984833						
AAA	Titicaca			Este			286074.3			UTM			
ALA	Ramis			Norte			8397882.1						
U.H.	Cuenca Pucará			Elevación			4350			msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Suma
1985	196.5	166.6	163.3	108.7	43.2	9.1	1.0	0.0	92.5	56.6	148.7	148.0	1134.2
1986	171.6	229.4	192.7	135.8	19.3	0.0	10.4	23.6	56.6	13.2	70.1	141.0	1063.7
1987	270.0	90.2	95.0	44.5	12.2	0.0	17.0	3.5	8.8	55.1	159.0	153.3	908.6
1988	186.9	176.9	246.9	146.0	10.2	0.0	0.0	2.7	12.9	45.5	13.7	127.7	969.4
1989	244.6	135.4	178.0	79.2	27.7	19.3	0.0	36.6	37.6	48.5	43.9	143.8	994.6
1990	199.3	114.0	70.6	46.2	9.8	47.7	2.7	12.7	29.9	137.4	122.2	146.3	938.8
1991	195.5	97.8	137.2	43.3	27.7	22.9	0.0	1.3	27.7	74.7	51.8	155.4	835.3
1992	190.2	133.1	93.5	29.2	0.0	0.0	48.3	22.9	29.5	67.8	134.3	69.6	818.4
1993	240.7	35.7	162.3	122.4	4.8	10.2	13.5	32.8	52.1	70.0	187.5	182.3	1114.3
1994	198.9	197.6	224.8	91.4	46.7	1.3	0.0	0.0	35.8	67.3	131.3	192.3	1187.4
1995	173.0	229.0	124.0	26.0	2.0	0.0	28.0	1.0	5.0	34.0	138.0	130.0	890.0
1996	260.0	182.0	161.0	55.0	6.0	1.0	0.0	4.0	99.0	67.0	101.0	165.0	1101.0
1997	227.0	154.0	201.0	146.0	31.0	3.0	0.0	5.0	35.0	40.0	165.0	120.0	1127.0
1998	195.0	143.0	162.0	45.0	1.0	0.0	0.0	1.0	6.0	72.0	142.0	52.0	819.0
1999	139.0	149.0	152.0	63.0	31.0	0.0	0.0	0.0	160.0	42.0	7.0	126.0	869.0
2000	154.0	64.0	133.0	59.0	13.0	5.0	2.0	0.0	17.0	77.0	38.0	133.0	695.0
2001	209.0	141.0	192.0	102.0	11.0	10.0	0.0	1.0	10.0	86.0	84.0	168.0	1014.0
2002	143.0	98.0	200.0	95.0	38.0	0.0	4.0	4.0	23.0	105.0	160.0	133.0	1003.0
2003	224.0	168.0	158.0	49.0	14.0	6.0	0.0	51.0	5.0	65.0	25.0	134.0	899.0
2004	280.0	208.0	190.0	53.0	4.0	8.0	1.0	8.0	110.0	32.0	61.0	129.0	1084.0
2005	102.0	33.0	154.0	42.0	6.0	0.0	0.0	1.0	24.0	31.0	106.0	131.0	630.0
2006	214.0	223.0	195.0	57.0	1.0	8.0	0.0	23.0	17.0	136.0	107.0	201.0	1182.0
2007	200.0	222.0	210.0	88.0	24.0	0.0	31.0	23.0	7.0	69.0	121.0	114.0	1109.0
2008	192.0	229.0	153.0	45.0	5.0	2.0	0.0	4.0	27.0	42.0	82.0	151.0	932.0
2009	157.0	59.0	44.0	18.0	3.0	0.0	1.0	10.0	18.0	17.0	61.0	125.0	513.0
2010	90.0	171.0	226.0	150.0	9.0	0.0	1.0	11.0	37.0	144.0	141.0	121.0	1101.0
2011	261.8	99.3	114.7	36.1	37.3	11.6	0.0	0.0	0.0	44.5	27.9	96.3	729.5
2012	241.5	244.9	230.1	18.6	18.1	13.6	0.0	8.9	106.9	60.2	106.9	109.0	1158.7
2013	244.8	151.2	178.4	120.1	16.3	20.1	21.9	14.6	13.9	6.9	153.9	170.0	1112.1
2014	76.1	209.9	192.8	57.6	17.8	21.3	0.0	36.4	0.0	99.8	125.0	125.3	962.0
2015	284.6	97.3	110.8	54.3	0.0	3.1	0.0	0.0	22.3	46.1	76.2	98.1	792.8
2016	96.2	175.5	252.4	33.1	46.7	2.5	0.0	16.2	84.5	133.2	128.1	117.2	1085.6
2017	278.7	142.6	103.3	58.1	32.5	17.4	21.7	12.5	7.9	61.2	128.4	191.5	1055.8
2018	169.9	159.1	197.3	71.1	0.6	7.1	14.9	13.1	0.4	23.4	84.7	151.2	892.8
2019	213.1	255.8	155.3	115.8	44.1	0.0	3.4	0.0	27.2	107.6	56.1	61.1	1039.5
2020	167.9	239.9	186.5	88.1	6.6	0.0	0.0	6.8	19.7	53.5	131.9	155.8	1056.6
2021	157.3	211.3	264.6	39.7	9.6	4.9	4.5	0.8	21.7	126.1	43.2	143.0	1026.8
2022	206.5	203.2	224.1	38.9	7.3	0.0	0.0	0.5	49.6	60.3	120.6	146.8	1057.8
Prom	196.1	158.9	169.2	70.3	16.8	6.7	6.0	10.3	35.2	66.3	99.6	135.7	971.1
Máx	284.6	255.8	264.6	150.0	46.7	47.7	48.3	51.0	160.0	144.0	187.5	201.0	1187.4
Min	76.1	33.0	44.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	7.0	52.0	513.0

Anexo 16

Temperatura media mensual (°C) - Estación Pomacanchi (completado)

Estación Pomacanchi completado													
Temperatura media mensual (°C)													
Departam.	Cusco			Fuente		SENAMHI							
Provincia	Acomayo			Latitud		-14.01667			WGS84				
Distrito	Pomacanchi			Longitud		-71.56667							
AAA	Urubamba			Este		222761.2			UTM				
ALA	Vilcanota			Norte		8448925.7							
U.H.	Cuenca Urubamba			Elevación		3690 msnm							

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	10.7	10.2	10.5	10.9	9.5	8.4	8.1	9.5	10.7	12.6	12.7	11.3	10.4
1986	10.1	11.2	10.3	10.3	9.8	8.1	8.5	10.5	11.8	12.6	12.3	12.1	10.6
1987	10.9	10.5	10.1	10.8	9.4	9.6	9.7	11.1	10.9	11.8	12.6	12.0	10.8
1988	12.6	10.1	11.2	10.2	10.0	8.1	8.2	9.6	11.0	12.3	11.9	12.2	10.6
1989	12.0	11.8	10.9	10.7	9.8	9.7	8.2	9.6	11.7	12.1	11.9	11.8	10.9
1990	10.8	11.6	10.5	11.2	9.0	9.9	8.4	9.0	11.1	11.9	12.4	11.6	10.6
1991	11.3	11.1	11.3	10.4	10.3	8.4	8.3	10.1	11.3	11.8	11.4	11.9	10.6
1992	11.9	11.9	11.8	10.6	9.5	8.6	9.0	9.2	11.5	11.5	11.9	12.1	10.8
1993	10.3	11.0	10.5	10.5	9.6	8.5	8.4	8.9	10.6	11.4	11.7	11.3	10.2
1994	10.7	11.0	10.5	10.3	9.1	7.7	8.0	9.4	11.0	11.8	11.7	11.6	10.2
1995	11.4	11.3	10.9	10.7	10.0	8.7	9.5	10.9	11.0	12.5	12.2	11.3	10.9
1996	10.7	10.8	10.9	10.8	9.6	8.0	8.1	9.6	11.1	11.8	11.4	10.9	10.3
1997	10.2	10.2	10.3	10.2	8.8	8.1	8.6	9.5	11.8	12.7	12.2	12.5	10.4
1998	12.9	12.7	12.2	12.0	10.4	9.2	9.1	11.0	12.1	12.0	12.3	11.6	11.5
1999	11.2	10.3	10.4	10.1	9.5	8.7	7.8	9.8	10.8	11.1	12.1	11.5	10.3
2000	10.8	10.1	10.2	10.6	9.8	8.0	8.3	9.8	11.2	10.6	12.7	10.8	10.2
2001	10.1	10.5	10.4	10.2	9.3	8.8	8.8	8.8	11.3	12.1	12.7	11.8	10.4
2002	11.4	10.6	11.3	10.4	9.6	9.3	8.1	9.5	10.6	11.5	11.7	11.5	10.5
2003	11.6	11.5	11.1	10.8	9.7	9.3	8.5	9.8	10.6	12.1	12.4	11.8	10.8
2004	11.3	11.3	11.1	10.8	9.3	8.0	8.1	9.1	10.3	12.0	12.2	11.4	10.4
2005	11.8	11.5	11.9	11.2	10.2	9.0	9.1	10.3	11.3	11.7	12.2	11.7	11.0
2006	10.6	11.4	11.1	10.6	8.8	8.7	8.4	10.3	11.6	12.0	11.8	11.9	10.6
2007	11.8	11.2	10.6	10.7	9.9	9.0	8.8	10.4	10.8	11.6	12.4	11.5	10.7
2008	10.3	10.4	10.2	10.2	9.0	8.5	8.6	10.5	11.0	11.9	12.3	11.3	10.4
2009	11.0	11.0	11.0	10.5	9.8	8.7	8.5	10.0	12.0	12.7	12.5	11.6	10.8
2010	11.1	11.7	11.5	11.1	10.1	9.9	9.6	11.0	12.0	12.4	12.9	10.9	11.2
2011	10.7	10.3	10.4	10.5	9.6	8.9	8.4	12.1	10.6	11.8	12.8	11.4	10.6
2012	10.8	9.9	10.8	10.5	9.3	8.5	8.1	9.5	11.1	12.4	12.5	11.1	10.4
2013	10.9	11.1	11.5	10.6	10.2	8.6	8.5	10.2	11.2	11.8	12.1	11.2	10.7
2014	11.2	10.8	11.1	10.6	9.8	9.6	8.6	9.4	11.0	11.3	12.8	11.6	10.7
2015	10.2	10.8	10.9	10.1	9.6	9.1	8.3	9.9	12.1	12.3	12.8	11.3	10.6
2016	12.2	11.8	12.5	11.1	9.8	8.7	8.7	9.8	11.3	11.2	12.8	12.1	11.0
2017	11.4	11.3	11.9	10.5	10.2	9.4	9.5	10.8	11.8	12.2	12.4	12.2	11.1
2018	11.3	11.1	10.8	10.6	9.5	8.5	9.4	11.1	11.7	11.8	12.0	12.2	10.8
2019	12.1	11.2	11.1	11.2	10.2	9.9	9.2	10.5	11.8	12.2	11.6	11.8	11.1
2020	11.7	11.6	11.5	10.6	9.2	10.0	9.9	11.3	11.8	11.7	13.1	11.3	11.1
2021	11.1	11.1	10.8	10.6	9.8	9.3	9.5	10.8	11.7	13.1	12.2	11.2	10.9
2022	10.9	10.6	10.9	11.0	10.0	8.7	9.8	11.1	12.2	12.9	13.5	11.6	11.1
Media	11.2	11.0	11.0	10.7	9.7	8.8	8.7	10.1	11.3	12.0	12.3	11.6	10.7
Máx	12.9	12.7	12.5	12.0	10.4	10.0	9.9	12.1	12.2	13.1	13.5	12.5	11.5
Mín	10.1	9.9	10.1	10.1	8.8	7.7	7.8	8.8	10.3	10.6	11.4	10.8	10.2

Anexo 17

Temperatura media mensual (°C) - Estación Salcca (completado)

Estación Salcca completado				
Temperatura media mensual (°C)				
Departam.	Cusco	Fuente	SENAMHI	
Provincia	Canchis	Latitud	-14.16963	WGS84
Distrito	San Pablo	Longitud	-71.23172	
AAA	Urubamba	Este	259118.7	UTM
ALA	Vilcanota	Norte	8432364.4	
U.H.	Cuenca Urubamba	Elevación	3913 msnm	

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	9.2	10.2	9.6	9.1	7.7	6.4	6.9	8.7	9.7	11.5	11.3	10.2	9.2
1986	9.8	10.3	9.9	9.0	7.4	6.7	6.5	5.9	10.2	11.1	11.9	9.6	9.0
1987	10.3	10.1	9.6	9.2	7.4	5.8	6.9	9.0	9.7	11.2	11.0	10.0	9.2
1988	10.7	10.0	9.4	8.8	8.0	7.1	7.0	7.6	9.9	9.9	10.8	10.7	9.2
1989	9.8	9.4	9.9	10.1	8.3	6.3	6.9	8.7	10.0	11.0	12.1	10.0	9.4
1990	10.3	10.0	9.5	9.2	7.3	7.0	7.2	7.9	10.1	10.7	13.0	9.7	9.3
1991	9.4	9.9	9.3	9.2	7.8	6.0	6.7	8.2	9.7	10.8	12.3	10.5	9.1
1992	9.9	9.9	10.4	9.6	7.3	7.9	7.0	8.6	9.7	9.8	11.1	9.9	9.2
1993	9.6	10.3	9.7	9.2	7.7	6.0	7.1	7.6	9.5	10.4	10.8	9.9	9.0
1994	9.3	9.8	8.8	9.2	8.2	6.8	7.3	8.0	10.1	10.7	11.0	9.5	9.1
1995	9.5	10.2	9.9	9.4	7.4	6.5	7.1	5.9	10.1	11.2	11.0	10.6	9.1
1996	9.9	9.8	10.0	9.6	7.8	6.1	6.2	8.3	10.0	8.3	11.2	10.4	9.0
1997	10.2	9.9	9.3	9.0	7.8	6.6	7.1	8.0	10.4	10.1	11.6	10.4	9.2
1998	10.0	9.8	9.7	9.1	7.4	6.4	6.5	8.5	9.6	11.0	10.9	10.9	9.1
1999	10.0	9.5	9.9	10.0	7.7	6.3	6.6	8.0	10.0	11.2	11.0	10.1	9.2
2000	9.7	10.0	9.8	9.4	8.3	6.7	7.2	8.0	9.7	10.7	11.6	10.9	9.3
2001	9.7	10.2	9.4	9.3	7.2	6.0	6.7	8.1	9.9	9.7	10.9	11.3	9.0
2002	9.5	9.6	9.3	10.1	7.6	6.1	6.5	8.7	10.0	11.0	11.3	11.0	9.2
2003	9.9	9.9	9.6	9.1	8.2	6.9	7.1	8.1	9.7	11.5	10.9	10.1	9.3
2004	10.2	10.0	9.6	9.3	7.6	6.6	6.5	8.8	10.4	11.4	13.0	9.7	9.4
2005	9.7	9.6	9.5	9.8	7.6	6.5	6.0	8.2	10.1	10.2	12.0	10.4	9.1
2006	9.3	9.4	9.2	9.3	7.6	7.3	6.4	7.3	9.7	10.9	11.2	11.0	9.0
2007	10.4	10.0	9.7	9.3	7.5	6.2	6.8	8.2	9.7	10.1	12.1	10.9	9.2
2008	10.0	10.0	9.7	8.8	7.5	6.1	6.3	8.4	10.2	10.0	17.0	11.1	9.6
2009	9.8	9.9	9.7	9.5	7.6	6.0	5.9	8.5	10.1	11.1	11.0	10.7	9.2
2010	9.9	9.7	9.3	8.8	7.4	5.6	6.0	8.0	10.0	11.7	12.2	10.1	9.1
2011	9.4	9.9	9.1	9.3	7.9	7.4	7.1	8.4	10.0	10.8	11.1	9.6	9.2
2012	10.3	9.6	9.3	10.1	8.0	7.0	6.8	8.6	9.9	10.4	10.9	9.8	9.2
2013	9.6	10.1	9.8	9.2	7.7	6.2	6.9	8.3	9.9	11.8	11.0	10.2	9.2
2014	9.7	10.0	9.6	9.2	7.9	6.0	5.8	6.3	10.1	9.1	11.7	10.8	8.9
2015	10.2	10.1	10.1	9.2	7.3	8.0	7.2	8.0	9.3	10.8	11.7	9.8	9.3
2016	10.1	9.8	9.2	8.8	8.6	7.6	6.9	7.9	10.0	11.0	11.4	10.2	9.3
2017	9.7	10.4	9.5	9.7	7.6	5.9	6.4	7.7	10.1	11.1	14.9	10.6	9.5
2018	9.5	9.9	9.4	9.0	7.2	5.7	6.1	6.9	9.3	9.6	11.2	10.6	8.7
2019	10.2	9.6	9.7	9.6	7.8	6.5	6.6	7.9	10.1	10.9	10.8	10.9	9.2
2020	10.4	10.2	10.0	9.8	8.1	7.3	7.1	8.7	10.1	10.4	12.3	9.8	9.5
2021	9.9	10.0	9.0	8.9	7.5	6.8	6.8	8.2	9.9	11.3	11.0	9.8	9.1
2022	9.3	9.6	9.7	9.2	7.5	6.1	7.1	8.3	10.0	11.4	12.3	10.0	9.2
Media	9.8	9.9	9.6	9.3	7.7	6.5	6.7	8.0	9.9	10.7	11.7	10.3	9.2
Máx	10.7	10.4	10.4	10.1	8.6	8.0	7.3	9.0	10.4	11.8	17.0	11.3	9.6
Mín	9.2	9.4	8.8	8.8	7.2	5.6	5.8	5.9	9.3	8.3	10.8	9.5	8.7

Anexo 18

Temperatura media mensual (°C) - Estación Sicuani (completado)

Estación Sicuani														
Temperatura media mensual (°C)														
Departam.	Cusco							Fuente	SENAMHI					
Provincia	Canchis							Latitud	-14.23736			WGS84		
Distrito	Sicuani							Longitud	-71.23669					
AAA	Urubamba							Este	258653.4			UTM		
ALA	Vilcanota							Norte	8424863.5					
U.H.	Cuenca Urubamba							Elevación	3534 msnm					

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	11.8	12.4	12.1	11.1	9.5	9.2	8.2	11.0	12.0	13.4	13.2	13.5	11.5
1986	11.8	12.5	11.7	11.3	9.6	8.9	8.8	10.8	12.5	13.6	13.6	12.7	11.5
1987	13.0	12.0	11.9	11.8	9.4	8.3	8.7	10.3	12.8	14.2	13.9	13.0	11.6
1988	11.9	11.8	12.0	11.2	9.5	9.0	8.4	11.6	12.1	11.9	13.6	13.0	11.3
1989	11.7	11.9	12.2	11.1	9.4	7.8	8.3	10.3	13.0	13.0	12.8	13.2	11.2
1990	11.8	13.1	13.2	12.1	9.6	8.8	9.4	11.0	12.3	13.7	14.2	13.0	11.9
1991	12.8	12.7	12.2	12.0	10.7	9.4	8.6	9.9	11.9	12.4	11.8	11.8	11.3
1992	12.2	12.6	11.7	12.2	10.2	9.3	9.4	10.0	12.2	12.7	12.6	13.1	11.5
1993	12.0	12.4	11.9	12.0	11.3	9.4	9.9	10.5	11.8	13.1	13.6	12.9	11.7
1994	12.3	12.0	11.8	11.9	10.2	9.0	8.8	10.7	13.2	13.5	13.8	13.0	11.7
1995	12.4	12.9	12.3	12.3	11.0	9.8	10.1	11.8	12.8	14.5	13.9	13.1	12.2
1996	12.1	12.2	12.5	12.0	11.0	8.9	9.4	11.1	13.0	13.8	13.6	12.7	11.9
1997	11.8	11.9	11.9	11.4	10.5	9.0	9.7	11.0	13.9	14.6	13.9	13.8	12.0
1998	14.3	13.8	13.7	13.3	10.0	9.4	9.1	11.2	13.1	13.6	13.4	13.0	12.3
1999	12.4	11.7	11.5	11.3	10.1	9.3	8.8	9.9	12.0	12.8	13.8	13.2	11.4
2000	11.9	11.5	11.2	11.3	9.8	8.7	8.7	10.9	12.4	12.3	14.4	12.1	11.3
2001	11.3	11.7	11.7	11.2	10.2	9.5	8.2	10.1	12.5	13.3	14.1	12.9	11.4
2002	12.5	12.0	12.0	11.2	9.3	9.1	8.6	10.1	11.7	13.1	12.9	13.2	11.3
2003	12.5	12.5	11.9	11.3	9.8	8.8	8.8	10.4	11.9	13.7	14.3	13.1	11.6
2004	12.3	12.4	11.9	11.1	8.8	7.5	8.2	9.8	11.6	13.7	13.7	12.7	11.1
2005	13.0	12.3	12.9	11.9	10.3	8.7	9.9	10.4	12.2	13.3	13.7	12.7	11.8
2006	11.7	12.6	12.5	11.5	8.4	8.7	9.3	10.9	12.6	13.5	13.1	13.1	11.5
2007	12.9	12.4	11.7	11.8	10.1	8.0	8.8	10.4	12.4	13.2	13.7	12.7	11.5
2008	11.7	11.6	11.3	11.2	9.4	8.4	8.8	10.8	12.5	13.0	14.1	12.5	11.3
2009	12.2	12.0	12.0	11.4	9.8	6.7	8.4	9.9	12.9	13.8	13.3	13.2	11.3
2010	12.4	12.8	12.8	11.9	9.9	8.7	8.1	10.4	13.3	13.5	14.1	12.0	11.7
2011	11.7	11.3	11.6	11.4	9.2	7.6	7.4	10.1	11.6	13.2	14.9	12.3	11.0
2012	11.9	10.9	11.8	11.3	9.0	7.8	7.4	9.0	12.2	13.5	14.2	13.1	11.0
2013	12.0	12.1	12.1	11.0	9.8	7.9	8.0	9.8	12.5	13.8	14.0	12.4	11.3
2014	11.9	12.4	12.2	11.3	9.7	8.7	8.7	10.0	12.1	13.4	14.8	13.4	11.5
2015	12.1	12.2	12.5	11.4	9.9	8.6	7.9	10.4	13.0	13.5	14.6	12.9	11.6
2016	14.2	13.3	13.5	11.8	9.6	8.0	8.3	10.1	12.4	12.8	13.8	13.7	11.8
2017	12.8	12.4	12.1	11.6	10.1	8.9	9.4	10.5	12.5	12.7	13.5	12.9	11.6
2018	11.9	12.2	12.3	11.5	9.4	8.0	8.1	9.5	12.4	12.6	13.8	13.2	11.2
2019	12.9	12.4	12.4	12.0	9.8	8.6	8.5	10.0	12.7	14.0	13.5	13.2	11.7
2020	12.9	12.8	12.6	12.1	10.0	9.1	8.6	10.8	12.9	13.0	14.7	12.6	11.8
2021	12.5	12.5	11.8	11.3	9.3	8.2	8.2	10.3	12.5	14.0	13.7	12.8	11.4
2022	12.0	11.9	12.1	11.1	9.2	7.1	8.7	10.9	12.5	14.1	15.3	13.4	11.5
Media	12.3	12.3	12.1	11.6	9.8	8.6	8.7	10.4	12.5	13.4	13.8	12.9	11.5
Máx	14.3	13.8	13.7	13.3	11.3	9.8	10.1	11.8	13.9	14.6	15.3	13.8	12.3
Mín	11.3	10.9	11.2	11.0	8.4	6.7	7.4	9.0	11.6	11.9	11.8	11.8	11.0

Anexo 19

Temperatura media mensual (°C) - Estación Santa Rosa (completado)

Estación Santa Rosa														
Temperatura media mensual (°C)														
Departam.	Puno							Fuente	ANA					
Provincia	Melgar							Latitud	-14.6269			WGS84		
Distrito	Santa Rosa							Longitud	-70.7964					
AAA	Titicaca							Este	306514.9			UTM		
ALA	Ramis							Norte	8382173.7					
U.H.	Cuenca Pucará							Elevación	3986 msnm					

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	11.9	10.5	10.3	9.1	7.0	5.8	3.5	4.5	9.3	11.8	9.3	10.4	8.6
1986	9.5	11.4	10.5	8.4	5.9	4.4	4.4	5.5	8.4	12.9	11.4	11.5	8.7
1987	9.5	6.0	10.4	8.6	7.0	4.6	4.0	6.5	7.9	8.1	9.9	12.6	7.9
1988	9.1	10.7	8.6	7.7	8.1	4.7	5.1	6.1	8.7	9.3	9.1	8.4	8.0
1989	10.0	9.6	10.9	8.7	6.6	4.7	4.0	6.1	9.0	10.0	12.6	12.6	8.8
1990	11.7	9.4	10.6	8.8	6.6	4.1	4.4	5.8	10.0	9.3	12.2	12.7	8.8
1991	8.5	8.0	10.9	9.3	6.9	3.8	3.9	6.0	7.9	10.4	11.1	10.7	8.1
1992	9.7	9.0	10.3	10.0	6.5	3.5	4.3	5.7	9.9	10.3	11.3	10.9	8.4
1993	10.6	10.5	9.1	7.3	6.6	4.7	3.7	5.5	7.4	10.1	11.3	11.5	8.2
1994	10.5	9.8	10.0	8.9	6.3	4.8	4.6	7.0	7.2	10.5	11.7	10.5	8.5
1995	11.2	10.4	9.5	8.9	7.3	5.2	4.6	6.3	8.7	11.1	12.8	10.8	8.9
1996	9.5	9.9	8.9	9.4	6.5	4.8	4.4	5.9	8.1	10.7	12.3	11.5	8.5
1997	11.5	7.9	10.8	9.5	6.7	3.3	4.1	5.5	7.3	10.9	11.3	12.2	8.4
1998	11.8	11.3	11.0	8.0	8.0	5.9	3.5	6.1	8.4	9.4	9.2	10.5	8.6
1999	9.8	9.4	8.4	8.1	6.9	3.6	3.9	6.0	6.6	8.4	9.4	9.5	7.5
2000	8.9	9.4	9.4	8.3	6.7	4.3	4.1	6.5	8.7	9.6	11.7	10.1	8.1
2001	9.3	10.0	10.0	8.9	6.9	4.3	4.4	5.3	9.2	11.1	12.8	11.6	8.7
2002	10.9	9.9	10.1	8.9	7.1	5.5	4.2	5.8	9.0	10.3	11.1	11.7	8.7
2003	11.6	11.8	10.4	9.6	7.4	4.3	4.2	6.3	8.9	10.7	12.1	12.0	9.1
2004	10.5	10.9	10.4	9.6	5.9	4.3	4.3	5.8	9.3	11.7	12.6	12.3	9.0
2005	11.3	10.8	10.8	9.9	7.1	3.4	4.6	5.6	9.6	11.0	11.7	11.8	9.0
2006	10.3	10.9	10.3	9.2	5.9	4.9	3.8	7.2	9.1	11.2	11.6	11.4	8.8
2007	10.9	11.1	9.7	9.3	7.0	5.4	4.8	6.4	8.8	10.3	10.2	10.4	8.7
2008	9.6	10.1	9.0	9.4	5.8	5.3	4.2	6.1	9.3	11.7	12.8	11.0	8.7
2009	10.7	10.7	10.2	8.9	7.1	4.0	5.1	5.9	10.0	9.5	11.2	10.9	8.7
2010	10.1	10.7	10.5	8.9	6.7	5.4	4.0	5.0	7.0	8.9	9.1	9.6	8.0
2011	9.8	9.1	9.0	8.6	5.7	3.6	3.8	5.7	7.9	8.7	9.7	9.3	7.6
2012	9.5	9.0	9.1	8.3	5.6	3.9	3.3	4.6	7.0	9.5	10.6	9.9	7.5
2013	9.0	9.7	9.4	7.2	6.2	4.0	4.3	4.4	6.2	9.0	10.3	9.9	7.5
2014	9.8	10.7	10.4	8.8	6.2	3.7	3.7	5.5	8.6	10.7	11.2	10.1	8.3
2015	10.5	10.1	11.3	9.9	7.9	4.0	4.2	6.3	9.0	10.1	10.6	12.1	8.8
2016	10.7	11.0	9.1	8.4	7.2	4.4	5.3	5.9	9.5	9.7	9.7	9.6	8.4
2017	10.1	10.3	8.8	9.9	7.4	3.9	4.8	5.6	7.4	9.8	9.8	11.9	8.3
2018	10.1	8.2	10.5	8.5	7.5	4.4	3.8	5.5	8.9	9.1	12.2	11.7	8.4
2019	10.3	10.1	11.1	9.1	6.3	3.7	3.7	4.9	9.8	10.8	10.5	9.6	8.3
2020	9.3	11.4	10.0	8.8	5.6	5.4	4.2	7.1	6.9	10.6	10.3	11.2	8.4
2021	10.0	9.2	9.4	8.0	7.7	4.7	4.1	5.2	8.5	9.7	13.1	11.0	8.4
2022	10.0	11.2	10.7	7.3	7.1	4.4	4.6	4.5	9.2	10.5	10.8	11.3	8.5
Media	10.2	10.0	10.0	8.8	6.8	4.5	4.2	5.8	8.5	10.2	11.1	11.0	8.4
Máx	11.9	11.8	11.3	10.0	8.1	5.9	5.3	7.2	10.0	12.9	13.1	12.7	9.1
Min	8.5	6.0	8.4	7.2	5.6	3.3	3.3	4.4	6.2	8.1	9.1	8.4	7.5

Anexo 20

Humedad relativa media mensual (%) - Estación Pomacanchi (completado)

Estación Pomacanchi completado													
Humedad relativa media mensual (%)													
Departam.	Cusco			Fuente			SENAMHI						
Provincia	Acomayo			Latitud			-14.01667			WGS84			
Distrito	Pomacanchi			Longitud			-71.56667						
AAA	Urubamba			Este			222761.2			UTM			
ALA	Vilcanota			Norte			8448925.7						
U.H.	Cuenca Alto Urubamba			Elevación			3690 msnm						

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	73.4	77.5	72.2	70.4	63.6	58.9	63.9	57.6	62.5	78.9	64.6	78.5	68.5
1986	79.6	75.9	73.1	68.1	64.2	51.7	60.1	61.7	49.5	63.7	73.3	74.2	66.3
1987	77.1	80.9	85.8	70.1	55.9	55.3	63.3	59.3	71.7	63.8	70.8	67.7	68.5
1988	73.3	78.1	74.4	78.7	78.0	59.0	61.3	65.8	66.7	59.2	72.0	70.4	69.7
1989	82.6	80.8	72.9	66.5	60.4	63.8	57.8	68.0	67.5	61.0	62.6	73.2	68.1
1990	75.9	75.1	86.0	75.0	54.4	60.9	53.5	61.9	65.4	62.3	55.6	71.8	66.5
1991	70.4	75.8	75.4	67.3	51.4	50.9	57.8	55.6	76.0	67.5	56.1	79.2	65.3
1992	76.3	78.3	75.2	62.0	58.2	74.2	61.2	56.4	55.9	64.4	70.1	70.1	66.9
1993	71.8	72.0	73.4	71.0	61.0	55.9	61.3	60.7	64.2	63.1	60.7	73.4	65.7
1994	74.4	74.4	72.4	71.6	61.5	56.4	50.0	44.2	55.7	56.6	62.2	65.7	62.1
1995	70.2	68.3	73.7	63.8	52.7	49.4	51.1	46.5	55.6	53.0	59.5	63.5	58.9
1996	72.7	73.6	71.6	69.1	61.9	51.8	49.9	54.1	51.3	57.3	61.6	68.2	61.9
1997	80.6	75.4	71.8	63.1	60.6	48.9	52.4	53.5	52.8	55.2	63.3	67.3	62.1
1998	70.8	73.8	75.5	67.2	47.9	55.6	50.7	54.7	48.3	59.1	58.9	66.9	60.8
1999	70.5	76.9	75.3	72.6	64.1	53.1	52.6	45.3	54.3	57.8	56.1	65.6	62.0
2000	71.6	76.6	75.9	67.6	58.3	56.1	53.3	54.3	52.0	62.2	50.6	65.8	62.0
2001	74.8	73.7	76.2	69.1	63.5	57.1	57.1	55.5	57.3	59.9	64.9	66.5	64.6
2002	71.6	78.0	74.0	74.8	65.8	59.2	63.4	59.8	65.7	65.9	72.2	75.6	68.8
2003	78.8	78.9	80.9	76.6	71.2	68.2	59.5	59.8	66.5	67.9	73.7	77.7	71.6
2004	81.5	81.8	80.4	73.1	68.3	61.6	61.4	60.9	71.2	64.4	65.6	75.2	70.5
2005	71.2	74.4	72.9	69.0	57.9	52.3	51.4	51.1	53.5	63.6	63.0	69.5	62.5
2006	76.3	75.6	77.9	76.3	63.4	57.8	53.7	55.7	57.1	63.8	70.3	71.7	66.6
2007	75.5	79.3	79.3	79.6	64.5	54.0	57.2	51.0	56.6	60.5	57.8	67.3	65.2
2008	79.5	78.5	76.5	69.9	58.4	58.9	53.4	51.4	58.1	61.9	63.9	73.0	65.3
2009	71.1	86.2	86.6	76.8	67.3	63.9	69.0	53.0	61.1	62.3	80.0	78.6	71.3
2010	80.9	78.0	76.6	69.5	62.1	57.6	50.0	47.1	55.0	57.4	58.6	74.2	63.9
2011	76.4	80.7	79.6	74.4	59.2	54.5	58.5	55.3	63.8	63.7	69.9	71.5	67.3
2012	73.0	78.4	76.2	77.0	65.1	64.5	67.0	53.7	58.0	62.4	63.2	76.1	67.9
2013	75.0	75.8	73.7	68.2	64.4	61.3	60.1	77.2	53.8	65.8	68.3	73.7	68.1
2014	74.1	75.2	71.9	70.4	63.0	58.0	62.4	54.3	62.0	62.9	62.2	73.2	65.8
2015	76.7	75.0	78.6	76.1	68.2	61.0	56.0	58.5	61.0	63.4	67.8	73.2	68.0
2016	74.1	81.0	74.1	71.7	64.2	61.4	61.3	70.8	65.8	68.9	58.4	70.1	68.5
2017	75.8	75.0	83.7	81.4	74.6	67.9	63.2	62.9	66.9	62.2	62.8	85.5	71.8
2018	88.8	78.7	73.8	73.9	70.3	53.0	49.9	45.1	77.6	81.9	81.3	79.7	71.2
2019	83.5	83.6	82.8	81.2	79.6	76.4	75.1	70.9	72.4	71.3	78.4	76.9	77.7
2020	79.3	82.2	81.5	72.8	55.8	71.5	67.0	65.9	70.7	73.2	71.6	79.7	72.6
2021	83.1	83.8	82.8	79.3	73.6	71.8	68.2	70.6	72.0	70.4	75.3	80.1	75.9
2022	80.5	82.8	83.2	76.7	75.8	71.7	72.8	73.4	71.4	69.3	70.3	72.1	75.0
Media	76.1	77.6	77.0	72.2	63.4	59.6	58.9	58.0	61.8	63.9	65.7	72.7	67.2
Máx	88.8	86.2	86.6	81.4	79.6	76.4	75.1	77.2	77.6	81.9	81.3	85.5	77.7
Min	70.2	68.3	71.6	62.0	47.9	48.9	49.9	44.2	48.3	53.0	50.6	63.5	58.9

Anexo 21

Humedad relativa media mensual (%) - Estación Sicuani (completado)

Estación Sicuani													
Humedad relativa media mensual (%)													
Departam.	Cusco							Operador	SENAMHI				
Provincia	Canchis							Latitud	-14.23736			WGS84	
Distrito	Sicuani							Longitud	-71.23669				
AAA	Urubamba							Este	259011.9			UTM	
ALA	Wilcanota							Norte	8425312.7				
U.H.	Cuenca Urubamba							Elevación	3534 msnm				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	73.5	72.0	75.7	76.0	65.9	60.0	56.9	56.9	50.6	61.1	59.1	73.5	65.1
1986	73.2	73.3	78.1	69.1	65.4	72.0	58.4	66.1	57.4	51.2	56.4	72.4	66.1
1987	76.2	71.6	74.6	68.8	72.9	63.8	58.1	53.1	51.1	68.5	61.6	70.7	65.9
1988	76.1	73.6	72.9	73.9	59.2	54.6	62.3	53.7	65.9	58.5	58.0	76.3	65.4
1989	75.7	74.8	77.1	71.5	54.3	82.4	54.8	63.1	54.7	60.4	53.5	64.9	65.6
1990	76.3	77.1	74.3	71.7	64.7	53.8	61.5	57.4	60.2	69.3	65.7	64.4	66.4
1991	64.0	63.6	74.0	64.6	59.8	55.5	60.3	57.6	58.0	63.8	67.2	67.9	63.0
1992	66.6	62.1	73.7	68.2	62.8	65.0	81.8	59.9	59.7	57.4	61.7	67.4	65.5
1993	81.2	80.8	75.2	70.7	62.2	52.7	54.2	54.5	61.1	62.7	66.2	75.6	66.4
1994	76.1	74.5	71.2	70.0	61.8	58.4	54.4	66.2	69.3	55.9	56.3	63.9	64.8
1995	72.4	68.7	72.5	66.7	53.3	54.0	54.4	51.4	52.2	51.3	57.4	59.5	59.5
1996	71.2	69.7	69.2	71.0	63.3	56.7	54.7	56.3	52.6	54.2	58.4	66.9	62.0
1997	72.6	70.5	68.8	65.2	62.6	51.5	52.7	58.7	49.2	52.3	58.5	60.1	60.2
1998	69.6	74.3	70.9	66.0	58.0	59.7	58.7	54.0	51.9	59.2	58.4	63.4	62.0
1999	70.9	75.6	75.7	68.6	66.6	70.8	65.8	48.2	54.5	56.8	54.0	63.4	64.2
2000	74.8	75.7	76.9	69.2	68.8	59.0	57.2	54.5	49.5	61.7	50.9	64.4	63.5
2001	75.1	74.3	75.7	70.8	67.3	56.1	53.9	53.2	53.3	55.8	58.5	62.5	63.0
2002	69.3	73.0	75.2	73.3	69.2	63.2	62.2	56.6	60.5	58.9	62.1	68.8	66.0
2003	75.2	75.8	76.3	75.8	65.7	64.1	58.3	52.3	51.3	48.7	51.7	65.2	63.4
2004	74.1	71.8	73.1	71.3	61.0	58.0	60.5	56.3	62.4	56.2	59.4	70.8	64.6
2005	77.3	76.2	74.0	69.7	62.0	61.6	51.6	48.5	50.1	58.9	61.0	69.5	63.4
2006	74.8	74.6	73.5	72.1	63.1	63.7	54.7	53.5	50.3	55.2	62.1	67.8	63.8
2007	70.6	71.5	75.7	69.7	65.1	54.9	59.5	53.2	55.5	56.3	55.8	62.0	62.5
2008	74.1	73.1	71.0	66.6	55.5	56.2	67.6	47.4	48.8	57.7	56.6	67.9	61.9
2009	71.8	73.6	73.1	67.4	61.1	57.4	53.1	50.4	54.3	53.9	69.2	68.1	62.8
2010	77.0	74.1	73.1	67.7	61.0	57.6	50.9	46.8	45.5	51.7	49.6	69.7	60.4
2011	73.0	76.9	74.3	70.0	62.8	55.4	58.7	53.2	59.4	53.9	53.4	69.9	63.4
2012	72.6	78.3	75.0	74.4	64.4	56.7	54.9	55.3	55.6	57.0	58.6	65.0	64.0
2013	71.9	73.5	75.2	64.6	61.4	61.3	58.6	53.2	51.8	56.3	56.6	69.1	62.8
2014	72.6	79.4	72.2	75.7	69.4	64.8	65.1	66.6	67.1	63.9	60.8	69.7	68.9
2015	74.9	80.9	76.5	78.1	76.0	72.4	70.1	63.7	59.4	59.2	63.8	72.8	70.7
2016	71.3	73.1	74.2	72.7	67.4	66.7	64.4	63.6	57.6	70.0	64.0	68.0	67.8
2017	71.4	76.5	77.8	75.2	75.1	67.2	63.8	57.0	61.8	63.3	62.6	66.4	68.2
2018	76.0	78.6	80.5	73.7	71.5	75.2	73.6	78.0	64.3	71.5	67.8	68.2	73.2
2019	75.6	79.2	78.9	77.1	75.1	72.6	64.3	61.6	63.5	67.8	77.0	75.7	72.4
2020	74.7	76.5	74.9	68.8	64.3	63.2	59.8	59.2	60.1	60.3	55.6	68.9	65.5
2021	73.4	71.6	75.9	69.4	67.4	65.1	57.7	57.4	59.5	61.4	61.5	68.8	65.8
2022	73.4	76.3	75.2	71.5	69.7	68.2	61.8	59.8	61.8	53.0	52.0	74.8	66.5
Media	73.4	74.1	74.5	70.7	64.7	61.9	59.8	56.8	56.6	58.8	59.6	68.0	64.9
Máx	81.2	80.9	80.5	78.1	76.0	82.4	81.8	78.0	69.3	71.5	77.0	76.3	73.2
Mín	64.0	62.1	68.8	64.6	53.3	51.5	50.9	46.8	45.5	48.7	49.6	59.5	59.5

Anexo 22

Velocidad media del viento (m/s) - Estación Pomacanchi (completado)

Estación Pomacanchi completado													
Velocidad media del viento (m/s)													
Departamento	Cusco								Fuente	SENAMHI			WGS84
Provincia	Acomayo								Latitud	-14.01667			
Distrito	Pomacanchi								Longitud	-71.56667			
AAA	Urubamba								Este	222761.2			UTM
ALA	Vilcanota								Norte	8448925.7			
U.H.	Cuenca Alto Urubamba								Elevación	3690 msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1985	1.8	1.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.6	2.0	2.5	2.7	1.7	2.3	1.9
1986	2.2	2.1	1.7	0.9	1.5	1.1	1.5	1.5	1.9	2.4	2.1	1.2	1.7
1987	1.9	1.3	1.6	1.7	1.3	1.5	2.0	1.9	2.1	2.9	1.5	1.6	1.8
1988	1.3	1.1	1.9	1.0	1.7	1.1	1.6	1.7	2.2	2.0	2.0	2.1	1.6
1989	1.4	1.2	2.1	1.3	1.1	1.5	1.4	2.0	2.8	1.7	1.8	1.2	1.6
1990	1.3	1.8	1.7	1.7	1.1	1.7	1.4	1.2	2.0	2.3	1.9	1.4	1.6
1991	1.8	1.6	1.4	1.6	1.7	1.3	1.5	1.7	2.4	2.1	1.3	2.3	1.7
1992	1.3	1.2	1.1	1.5	1.4	1.3	2.0	1.3	1.5	1.5	1.3	1.1	1.4
1993	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1	1.7	2.0	1.1
1994	1.9	1.7	1.8	1.7	1.2	1.3	1.8	1.9	2.2	2.0	1.9	1.6	1.8
1995	1.5	1.3	1.3	1.3	1.0	1.3	1.8	1.4	1.9	1.9	1.9	1.8	1.5
1996	2.2	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.8	2.2	2.2	2.4	2.1	1.6	1.8
1997	1.9	1.5	1.7	1.6	2.0	1.7	1.8	2.4	2.7	2.2	1.7	1.9	1.9
1998	2.1	1.6	1.5	1.5	1.8	2.0	1.5	2.6	2.6	2.3	2.0	1.6	1.9
1999	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.7	1.7	2.0	1.8	2.2	2.2	1.8	1.8
2000	1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	1.5	1.9	2.0	1.9	1.7	1.9	1.8	1.7
2001	1.3	1.3	1.1	1.6	1.8	1.6	1.8	2.1	2.3	2.1	2.0	1.6	1.7
2002	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.8	1.9	2.3	2.1	2.8	1.9	2.2	1.9
2003	2.4	1.9	1.9	1.7	1.5	1.0	2.2	2.2	2.3	2.0	1.8	1.8	1.9
2004	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.1	2.3	2.0	2.1	1.8
2005	1.6	1.7	1.6	1.5	1.2	1.7	1.7	1.7	2.7	2.2	1.8	1.8	1.8
2006	1.3	1.8	1.4	1.1	1.3	1.6	1.4	1.7	2.3	1.8	1.9	1.7	1.6
2007	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	2.0	1.7	2.5	1.8	1.7	1.6	1.7
2008	1.3	1.4	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.6	1.9	1.8	2.3	1.6	1.6
2009	2.3	2.7	2.1	2.1	2.0	1.6	1.9	1.7	2.5	2.4	2.1	1.7	2.1
2010	1.5	1.5	1.4	1.0	1.5	1.2	1.3	1.2	1.4	2.2	1.6	1.1	1.4
2011	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.5	2.4	1.5	1.5	1.9	1.8	1.4
2012	1.8	1.6	1.8	1.4	1.2	1.4	1.8	1.7	2.2	1.7	1.7	1.9	1.7
2013	1.2	1.3	1.5	0.9	1.0	1.8	1.5	1.3	2.0	1.8	1.6	1.1	1.4
2014	1.3	1.3	1.6	1.4	1.5	1.8	1.3	1.9	2.0	1.5	1.4	1.6	1.6
2015	1.4	1.4	1.4	0.9	1.3	1.3	1.5	2.1	1.9	2.0	1.8	1.2	1.5
2016	1.6	1.2	1.1	1.0	1.2	1.3	0.9	2.0	1.7	1.7	1.9	1.9	1.5
2017	1.7	1.3	1.7	1.6	2.1	2.0	2.0	2.5	3.2	3.3	2.6	2.9	2.2
2018	2.4	1.7	1.1	1.2	1.4	1.7	1.4	1.9	2.0	2.5	2.7	2.6	1.9
2019	2.3	2.0	2.0	2.0	1.8	1.5	1.5	1.9	2.0	2.3	2.0	2.3	2.0
2020	1.8	1.7	1.0	1.3	1.4	1.4	1.5	2.1	2.2	2.4	1.7	1.4	1.7
2021	1.9	1.1	1.4	1.3	1.9	1.5	1.5	2.0	2.3	2.0	1.8	1.5	1.7
2022	1.4	1.8	1.5	1.2	1.5	1.6	1.5	1.7	2.5	2.6	2.1	1.2	1.7
Media	1.7	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7
Máx	2.4	2.7	2.1	2.1	2.1	2.0	2.2	2.6	3.2	3.3	2.7	2.9	2.2
Mín	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.9	0.9	1.2	1.3	1.1	1.3	1.1	1.1

Anexo 23

Cálculo de la precipitación en los catchments

Código Catchment	Estación	Altitud (msnm)	Este (m)	Norte (m)	Distancia (m)	1/d ²	Pesos (%)
V1	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	901.80	1.230E-06	99.72%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	23830.51	1.761E-09	0.14%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	26669.48	1.406E-09	0.11%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	64851.47	2.378E-10	0.02%
Suma						1.233E-06	100.00%
V2	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	10636.33	8.839E-09	70.19%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	24094.13	1.723E-09	13.68%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	23891.26	1.752E-09	13.91%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	59859.34	2.791E-10	2.22%
Suma						1.259E-08	100.00%
V3	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	10894.34	8.426E-09	48.08%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	14597.23	4.693E-09	26.78%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	15701.61	4.056E-09	23.15%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	53594.85	3.481E-10	1.99%
Suma						1.752E-08	100.00%
V4	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	21433.66	2.177E-09	18.57%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	17502.88	3.264E-09	27.85%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	13128.06	5.802E-09	49.50%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	45715.05	4.785E-10	4.08%
Suma						1.172E-08	100.00%
V5	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	25414.96	1.548E-09	0.43%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	8560.05	1.365E-08	3.80%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	1705.85	3.437E-07	95.59%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	38997.29	6.576E-10	0.18%
Suma						3.595E-07	100.00%
V6	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	46694.82	4.586E-10	6.26%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	26833.67	1.389E-09	18.97%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	20940.10	2.281E-09	31.15%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	17696.32	3.193E-09	43.62%
Suma						7.321E-09	100.00%
V7	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	41808.11	5.721E-10	11.63%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	29525.03	1.147E-09	23.32%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	22015.07	2.063E-09	41.94%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	29648.36	1.138E-09	23.12%
Suma						4.920E-09	100.00%
V8	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	61593.87	2.636E-10	1.94%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	43065.70	5.392E-10	3.97%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	36720.42	7.416E-10	5.46%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	9110.93	1.205E-08	88.64%
Suma						1.359E-08	100.00%
V9	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	63045.77	2.516E-10	5.66%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	47002.63	4.526E-10	10.17%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	39985.22	6.255E-10	14.06%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	17905.27	3.119E-09	70.11%
Suma						4.449E-09	100.00%
S1	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	13687.50	5.338E-09	40.95%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	14149.43	4.995E-09	38.32%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	20396.61	2.404E-09	18.44%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	57895.06	2.983E-10	2.29%
Suma						1.303E-08	100.00%
S2	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	54012.00	3.428E-10	7.87%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	30916.98	1.046E-09	24.01%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	29541.37	1.146E-09	26.30%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	23427.51	1.822E-09	41.82%

					Suma	4.357E-09	100.00%
S3	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	25980.44	1.482E-09	2.21%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	4228.36	5.593E-08	83.59%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	10558.01	8.971E-09	13.41%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	43523.38	5.279E-10	0.79%
					Suma	6.691E-08	100.00%
S4	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	32710.95	9.346E-10	12.58%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	15745.93	4.033E-09	54.30%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	22125.23	2.043E-09	27.50%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	48954.68	4.173E-10	5.62%
					Suma	7.428E-09	100.00%
S5	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	48404.92	4.268E-10	12.09%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	27075.81	1.364E-09	38.64%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	29960.01	1.114E-09	31.56%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	40001.71	6.249E-10	17.70%
					Suma	3.530E-09	100.00%
S6	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	57193.15	3.057E-10	16.73%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	39110.76	6.537E-10	35.78%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	43640.52	5.251E-10	28.74%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	54019.42	3.427E-10	18.75%
					Suma	1.827E-09	100.00%
S7	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	44015.03	5.162E-10	15.39%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	26350.70	1.440E-09	42.93%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	31635.26	9.992E-10	29.79%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	50073.49	3.988E-10	11.89%
					Suma	3.354E-09	100.00%
S8	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	47016.98	4.524E-10	23.37%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	36826.87	7.373E-10	38.09%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	43703.33	5.236E-10	27.04%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	67010.38	2.227E-10	11.50%
					Suma	1.936E-09	100.00%
S9	Combapata	3464	237266.4	8439854.4	59117.20	2.861E-10	21.08%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	45669.62	4.795E-10	35.31%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	51670.99	3.745E-10	27.59%
	La Raya	4350	286074.3	8397882.1	67798.36	2.176E-10	16.02%
					Suma	1.358E-09	100.00%

Anexo 24

Cálculo de la temperatura en los catchments

Código Catchment	Estación	Altitud (msnm)	Este (m)	Norte (m)	Distancia (m)	1/d ²	Pesos (%)
V1	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	16544.64	3.653E-09	52.63%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	23830.51	1.761E-09	25.37%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	26669.48	1.406E-09	20.25%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	90609.33	1.218E-10	1.75%
					Suma	6.942E-09	100.00%
V2	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	23130.50	1.869E-09	34.11%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	24094.13	1.723E-09	31.43%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	23891.26	1.752E-09	31.97%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	85546.51	1.366E-10	2.49%
					Suma	5.480E-09	100.00%
V3	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	27740.57	1.299E-09	12.73%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	14597.23	4.693E-09	45.98%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	15701.61	4.056E-09	39.74%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	79362.06	1.588E-10	1.56%
					Suma	1.021E-08	100.00%
V4	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	36965.54	7.318E-10	7.32%

	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	17502.88	3.264E-09	32.66%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	13128.06	5.802E-09	58.05%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	71335.04	1.965E-10	1.97%
				Suma	9.995E-09	100.00%	
V5	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	42458.04	5.547E-10	0.15%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	8560.05	1.365E-08	3.81%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	1705.85	3.437E-07	95.97%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	64720.27	2.387E-10	0.07%
				Suma	3.581E-07	100.00%	
V6	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	63632.93	2.470E-10	5.56%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	26833.67	1.389E-09	31.24%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	20940.10	2.281E-09	51.30%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	43471.96	5.292E-10	11.90%
				Suma	4.445E-09	100.00%	
V7	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	57260.84	3.050E-10	7.90%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	29525.03	1.147E-09	29.71%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	22015.07	2.063E-09	53.44%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	53816.97	3.453E-10	8.94%
				Suma	3.861E-09	100.00%	
V8	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	78141.17	1.638E-10	6.54%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	43065.70	5.392E-10	21.54%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	36720.42	7.416E-10	29.63%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	30740.62	1.058E-09	42.28%
				Suma	2.503E-09	100.00%	
V9	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	78901.72	1.606E-10	7.83%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	47002.63	4.526E-10	22.07%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	39985.22	6.255E-10	30.49%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	35084.22	8.124E-10	39.61%
				Suma	2.051E-09	100.00%	
S1	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	28192.76	1.258E-09	14.29%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	14149.43	4.995E-09	56.75%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	20396.61	2.404E-09	27.31%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	83112.33	1.448E-10	1.64%
				Suma	8.801E-09	100.00%	
S2	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	70837.57	1.993E-10	6.81%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	30916.98	1.046E-09	35.75%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	29541.37	1.146E-09	39.16%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	43247.09	5.347E-10	18.27%
				Suma	2.926E-09	100.00%	
S3	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	42433.09	5.554E-10	0.85%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	4228.36	5.593E-08	85.17%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	10558.01	8.971E-09	13.66%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	68322.51	2.142E-10	0.33%
				Suma	6.567E-08	100.00%	
S4	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	47197.70	4.489E-10	6.68%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	15745.93	4.033E-09	60.04%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	22125.23	2.043E-09	30.41%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	71973.89	1.930E-10	2.87%
				Suma	6.718E-09	100.00%	
S5	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	63825.60	2.455E-10	8.17%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	27075.81	1.364E-09	45.38%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	29960.01	1.114E-09	37.06%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	59501.22	2.825E-10	9.40%
				Suma	3.006E-09	100.00%	
S6	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	70553.58	2.009E-10	12.71%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	39110.76	6.537E-10	41.35%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	43640.52	5.251E-10	33.21%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	70507.36	2.012E-10	12.72%
				Suma	1.581E-09	100.00%	
S7	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	57829.14	2.990E-10	10.17%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	26350.70	1.440E-09	48.99%

	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	31635.26	9.992E-10	33.99%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	70434.76	2.016E-10	6.86%
					Suma	2.940E-09	100.00%
S8	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	56767.89	3.103E-10	18.22%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	36826.87	7.373E-10	43.30%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	43703.33	5.236E-10	30.75%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	87167.28	1.316E-10	7.73%
					Suma	1.703E-09	100.00%
S9	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	69749.75	2.055E-10	17.15%
	Salcca	3913	259118.7	8432364.4	45669.62	4.795E-10	40.01%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	51670.99	3.745E-10	31.26%
	Santa Rosa	3986	306514.9	8382173.7	84892.22	1.388E-10	11.58%
					Suma	1.198E-09	100.00%

Anexo 25

Cálculo de la humedad relativa en los catchments

Código Catchment	Estación	Altitud (msnm)	Este (m)	Norte (m)	Distancia (m)	1/d ²	Pesos (%)
V1	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	16544.64	3.653E-09	72.21%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	26669.48	1.406E-09	27.79%
					Suma	5.059E-09	100.00%
V2	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	23130.50	1.869E-09	51.62%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	23891.26	1.752E-09	48.38%
					Suma	3.621E-09	100.00%
V3	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	27740.57	1.299E-09	24.26%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	15701.61	4.056E-09	75.74%
					Suma	5.356E-09	100.00%
V4	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	36965.54	7.318E-10	11.20%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	13128.06	5.802E-09	88.80%
					Suma	6.534E-09	100.00%
V5	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	42458.04	5.547E-10	0.16%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	1705.85	3.437E-07	99.84%
					Suma	3.442E-07	100.00%
V6	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	63632.93	2.470E-10	9.77%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	20940.10	2.281E-09	90.23%
					Suma	2.528E-09	100.00%
V7	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	57260.84	3.050E-10	12.88%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	22015.07	2.063E-09	87.12%
					Suma	2.368E-09	100.00%
V8	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	78141.17	1.638E-10	18.09%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	36720.42	7.416E-10	81.91%
					Suma	9.054E-10	100.00%
V9	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	78901.72	1.606E-10	20.43%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	39985.22	6.255E-10	79.57%
					Suma	7.861E-10	100.00%
S1	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	28192.76	1.258E-09	34.36%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	20396.61	2.404E-09	65.64%
					Suma	3.662E-09	100.00%
S2	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	70837.57	1.993E-10	14.81%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	29541.37	1.146E-09	85.19%
					Suma	1.345E-09	100.00%
S3	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	42433.09	5.554E-10	5.83%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	10558.01	8.971E-09	94.17%
					Suma	9.526E-09	100.00%

S4	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	47197.70	4.489E-10	18.02%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	22125.23	2.043E-09	81.98%
Suma						2.492E-09	100.00%
S5	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	63825.60	2.455E-10	18.06%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	29960.01	1.114E-09	81.94%
Suma						1.360E-09	100.00%
S6	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	70553.58	2.009E-10	27.67%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	43640.52	5.251E-10	72.33%
Suma						7.260E-10	100.00%
S7	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	57829.14	2.990E-10	23.03%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	31635.26	9.992E-10	76.97%
Suma						1.298E-09	100.00%
S8	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	56767.89	3.103E-10	37.21%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	43703.33	5.236E-10	62.79%
Suma						8.339E-10	100.00%
S9	Pomacanchi	3690	222761.2	8448925.7	69749.75	2.055E-10	35.43%
	Sicuani	3574	258653.4	8424863.5	51670.99	3.745E-10	64.57%
Suma						5.801E-10	100.00%

Anexo 26

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V1

Centroide Catchment V1												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	236409.4	m										
Norte	8439576.0	m						Área	0.27	km ²		
Elevación	3499.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	55.8	159.8	192.3	178.1	42.9	7.0	7.0	7.0	23.7	31.7	83.5	102.0
1986	88.0	73.1	87.1	67.6	2.0	0.0	4.0	17.0	21.1	11.6	94.2	165.1
1987	96.0	86.3	114.2	59.7	2.0	0.0	4.0	0.0	22.8	29.1	72.9	91.6
1988	118.9	112.1	72.2	37.2	16.0	1.0	5.0	1.0	17.0	43.1	32.2	49.2
1989	99.1	102.2	93.3	21.1	6.0	1.0	2.0	22.0	36.9	42.0	85.0	141.0
1990	141.1	74.1	53.1	35.0	7.0	29.0	7.0	10.0	17.0	120.8	15.3	181.0
1991	109.1	78.1	109.0	36.0	16.0	19.0	7.0	8.0	14.0	59.9	52.0	124.0
1992	182.0	115.0	66.2	14.1	7.0	12.0	7.0	23.0	8.0	96.8	103.1	71.2
1993	182.1	113.1	81.1	57.0	7.0	7.0	22.0	31.9	40.9	74.0	66.1	154.0
1994	123.0	103.3	72.2	47.1	15.0	7.0	7.0	7.0	29.0	52.0	66.0	90.1
1995	84.0	95.1	111.1	33.0	21.0	7.0	8.0	7.0	18.0	14.1	107.9	112.9
1996	144.1	106.1	108.1	64.0	23.0	7.0	7.0	31.0	23.0	79.0	45.1	111.1
1997	152.3	143.1	148.1	28.1	23.0	7.0	15.0	12.0	31.0	85.9	110.0	157.8
1998	97.0	83.4	116.9	87.8	6.0	0.0	4.0	3.0	11.0	33.2	103.0	79.1
1999	87.3	82.2	86.1	68.0	14.0	1.0	44.9	6.0	26.1	72.9	52.9	141.8
2000	129.0	64.3	83.1	29.0	9.0	0.0	0.0	1.0	24.0	43.1	28.0	86.9
2001	177.1	188.9	147.2	33.0	25.0	1.0	45.9	16.0	31.0	39.0	82.1	73.2
2002	158.0	215.0	99.1	26.3	12.0	0.0	4.0	1.0	26.0	64.0	69.2	142.9
2003	112.2	112.1	101.2	34.1	13.0	8.0	2.0	7.0	19.0	13.1	70.9	98.1
2004	202.0	104.1	147.8	67.0	5.0	2.0	15.0	21.0	24.1	37.0	111.0	85.2
2005	134.8	113.2	60.3	20.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	68.9	79.0	122.1
2006	123.1	107.6	116.5	85.9	0.0	9.1	0.0	1.3	10.4	57.2	107.6	107.4
2007	139.4	123.8	131.3	81.6	1.0	0.0	1.5	0.0	11.3	51.7	84.5	79.5
2008	115.4	145.5	70.8	44.3	26.3	15.6	0.0	0.0	19.9	68.1	47.9	114.6
2009	100.9	102.9	86.8	70.7	16.0	0.0	5.2	0.0	12.7	26.9	140.1	115.6
2010	165.5	83.4	94.5	25.5	17.5	0.0	0.0	18.7	13.2	48.3	43.9	136.8
2011	118.5	123.6	143.4	60.3	3.2	3.5	4.6	0.0	58.4	38.4	49.3	128.9
2012	128.0	148.5	97.1	49.9	11.8	20.3	0.0	0.0	33.0	31.1	91.5	131.2
2013	114.0	114.6	70.9	44.7	0.0	7.0	4.0	12.5	16.3	67.4	69.7	132.3
2014	81.6	151.7	131.6	16.3	17.4	2.6	4.5	3.6	17.1	77.5	52.0	120.1
2015	112.5	87.2	118.4	87.9	2.1	6.1	3.2	6.2	20.2	42.7	97.0	91.7
2016	109.0	96.4	153.1	35.7	6.8	6.7	6.3	7.3	44.3	46.1	103.5	168.9
2017	174.3	177.2	148.9	52.1	5.3	6.7	0.7	21.7	5.6	43.1	85.5	153.3
2018	151.9	72.7	93.8	34.4	19.0	3.0	33.2	11.0	20.4	51.4	81.1	134.8
2019	100.9	63.4	124.8	2.9	10.5	4.5	0.5	23.9	20.2	44.2	12.1	124.9
2020	109.2	107.2	112.3	80.0	6.9	4.5	5.0	11.5	38.1	54.7	89.5	91.0
2021	192.4	120.8	110.9	39.2	11.5	0.4	0.9	15.9	34.2	80.6	91.2	70.6
2022	148.7	93.0	133.2	90.4	7.2	10.2	0.7	0.7	34.8	51.9	77.2	119.9
Media	127.9	111.7	107.6	51.2	11.5	5.7	7.6	9.6	23.5	52.4	75.1	115.8

Anexo 27

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V2

Centroide Catchment V2												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	235204.2	m										
Norte	8429428.1	m						Área	155.14	km2		
Elevación	3877.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	105.8	150.8	177.1	146.1	33.5	5.4	6.8	8.2	22.7	38.7	80.4	113.3
1986	102.6	96.1	102.5	65.6	6.1	1.4	4.6	15.5	18.1	29.1	109.3	151.2
1987	115.6	102.3	116.6	56.1	3.8	1.5	4.6	1.1	24.2	34.8	68.9	113.5
1988	107.8	121.2	92.5	55.8	13.4	1.0	5.4	1.9	20.6	49.1	52.2	70.9
1989	110.6	123.9	123.5	34.0	9.1	1.6	2.9	20.6	28.8	43.4	82.9	140.8
1990	149.7	81.1	68.8	38.9	8.4	24.4	6.3	9.6	16.4	94.5	41.6	176.1
1991	114.9	92.1	106.4	38.5	15.3	14.2	4.9	6.1	15.7	53.0	55.8	121.3
1992	180.2	117.5	92.4	25.9	7.7	9.9	8.0	19.4	10.7	81.3	113.2	85.5
1993	191.7	120.0	96.6	57.7	5.4	5.9	16.9	24.6	35.0	70.8	82.6	151.3
1994	122.8	130.3	93.2	60.9	14.2	5.0	4.9	5.1	24.2	53.6	70.6	105.0
1995	88.3	104.8	118.2	37.9	16.1	5.1	6.6	4.9	15.6	27.2	102.8	105.1
1996	148.8	112.0	121.2	60.8	20.2	4.9	6.0	27.2	22.7	74.3	55.0	121.2
1997	181.2	149.4	162.7	36.3	17.7	5.0	12.2	13.2	26.3	71.4	114.9	136.8
1998	95.5	121.0	111.1	65.1	4.2	0.0	2.8	3.2	8.6	55.5	100.3	89.5
1999	116.4	101.1	93.2	72.6	14.5	1.1	31.6	4.6	32.0	57.2	45.8	124.0
2000	132.0	96.1	96.7	30.1	7.6	1.5	0.7	1.1	22.4	56.4	27.7	82.2
2001	190.7	181.5	165.7	36.2	22.7	1.1	34.5	13.0	30.9	40.6	87.3	93.5
2002	159.1	214.5	115.0	53.3	16.0	0.0	7.2	2.6	25.7	62.6	89.9	133.3
2003	130.6	119.5	121.2	43.8	14.5	8.4	1.4	8.4	14.4	21.7	57.2	112.9
2004	199.8	117.6	131.6	64.2	5.3	5.1	11.7	18.5	31.4	39.7	107.4	104.8
2005	116.5	133.1	90.5	22.2	3.6	0.0	0.4	0.0	15.6	62.2	81.4	127.3
2006	134.2	120.8	115.0	90.1	0.5	7.4	0.0	2.9	12.9	55.9	106.5	107.5
2007	146.4	136.3	158.6	75.2	2.6	0.0	3.0	0.5	10.7	54.4	84.4	96.6
2008	132.2	137.0	86.5	35.9	21.1	11.1	0.1	0.2	16.3	71.7	53.2	137.9
2009	101.4	120.0	100.3	58.8	12.1	0.0	4.5	0.2	12.2	34.9	126.9	134.1
2010	178.8	96.5	102.7	32.3	14.7	0.0	0.0	14.2	11.6	56.8	50.4	144.5
2011	118.2	119.7	147.2	78.8	6.4	3.1	3.8	1.0	55.6	35.8	46.4	133.8
2012	131.6	164.2	101.9	50.3	9.7	17.0	0.1	4.1	32.5	28.2	80.4	140.4
2013	149.3	128.3	76.3	37.8	2.8	6.3	3.7	11.1	15.6	63.1	74.5	141.9
2014	102.3	145.2	125.3	18.7	15.2	2.3	3.2	4.2	16.8	67.8	66.9	132.8
2015	129.1	108.0	121.6	66.8	4.5	4.7	2.4	5.9	19.1	53.3	94.8	103.8
2016	123.1	123.9	134.7	53.9	7.1	4.8	6.6	7.6	38.3	58.3	105.9	151.7
2017	173.1	164.8	137.6	60.9	12.1	5.1	1.3	19.4	8.2	48.7	104.3	147.7
2018	150.6	101.8	105.9	35.3	15.4	7.9	29.6	16.7	16.5	62.5	89.4	119.1
2019	117.9	90.7	124.6	17.0	10.6	3.5	2.1	16.9	15.3	51.9	53.5	153.8
2020	118.9	125.9	120.7	64.1	10.0	3.2	3.6	8.3	30.6	50.8	74.5	102.3
2021	186.3	112.1	128.5	54.6	10.6	0.5	0.9	11.4	27.9	69.1	87.7	97.2
2022	162.2	110.2	137.5	73.6	5.3	7.2	1.8	1.8	29.8	48.6	68.8	126.7
Media	137.3	123.5	116.4	52.8	11.1	4.9	6.5	8.8	21.9	53.4	78.8	121.9

Anexo 28

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V3

Centroide Catchment V3												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	244539.5	m										
Norte	8431743.7	m							Área	196.67	km2	
Elevación	3537.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	147.2	143.1	165.1	119.6	26.0	4.0	6.4	9.1	20.6	44.4	76.4	122.1
1986	113.1	112.0	113.3	63.8	9.1	2.5	5.0	14.6	14.8	45.3	123.2	139.7
1987	127.3	115.4	119.2	53.0	5.2	2.6	4.7	1.7	26.4	39.2	63.7	131.1
1988	95.4	127.5	106.7	68.9	11.3	0.9	5.5	2.6	24.3	55.1	69.4	88.9
1989	118.5	139.8	148.4	41.8	10.8	1.8	3.4	19.4	22.0	44.4	81.3	141.7
1990	157.0	86.5	81.3	42.5	9.2	20.2	5.8	9.5	15.7	72.5	62.1	173.0
1991	119.1	103.3	105.6	39.7	14.2	10.2	3.4	4.7	17.0	46.5	60.1	116.9
1992	181.6	119.1	112.3	35.5	8.5	8.3	7.7	16.0	12.2	68.4	122.6	100.1
1993	200.3	129.6	108.1	56.8	4.2	5.0	13.0	18.3	29.6	68.1	92.7	149.6
1994	120.7	152.6	107.6	72.0	12.5	3.5	3.4	3.6	20.2	54.7	72.9	115.4
1995	89.3	110.7	124.0	41.4	12.6	3.6	5.1	3.4	13.6	38.4	97.8	97.0
1996	151.7	115.8	130.6	58.9	18.3	3.4	5.6	25.0	20.5	71.1	62.6	129.4
1997	204.3	154.0	174.4	40.6	13.2	3.4	10.3	14.4	22.6	60.2	117.2	121.1
1998	91.5	154.0	105.1	47.2	2.9	0.0	1.9	3.3	6.8	73.7	98.0	99.6
1999	141.4	115.2	98.6	76.4	14.4	1.2	21.7	3.7	33.8	44.8	40.6	107.7
2000	135.1	122.1	107.0	29.4	6.3	2.6	1.1	1.2	21.2	67.0	27.3	76.4
2001	201.6	176.7	181.3	36.7	20.9	1.0	25.9	10.7	31.2	40.7	92.6	108.4
2002	160.6	217.2	126.0	73.7	18.5	0.0	9.4	3.9	25.1	59.9	107.1	124.2
2003	145.1	124.6	136.8	51.8	15.8	8.9	1.0	8.7	11.1	27.7	46.9	125.2
2004	197.6	124.7	117.6	62.6	5.5	7.9	9.2	16.7	35.4	42.8	105.9	122.3
2005	102.4	151.5	115.0	22.8	4.1	0.0	0.6	0.0	11.9	57.5	83.2	132.5
2006	141.7	130.4	112.7	94.2	0.8	5.9	0.0	3.5	14.7	53.4	105.2	105.5
2007	152.8	142.8	181.4	70.4	3.5	0.0	3.4	0.5	10.0	56.2	83.8	108.8
2008	145.8	127.3	97.8	28.7	17.4	7.7	0.1	0.2	13.4	75.1	56.9	158.1
2009	101.1	136.0	114.3	49.8	9.1	0.0	4.0	0.2	11.7	42.7	116.5	151.6
2010	193.6	106.6	106.5	35.0	12.9	0.0	0.0	10.5	9.9	62.2	54.2	152.8
2011	115.0	116.7	151.1	94.3	8.1	2.6	3.2	1.9	54.5	33.6	44.9	139.3
2012	131.5	175.7	103.2	51.4	7.9	14.6	0.2	7.8	31.1	24.6	71.5	149.2
2013	177.1	138.8	78.6	30.2	4.8	5.4	3.1	9.8	15.5	61.7	77.2	149.0
2014	119.4	138.2	120.9	19.2	13.4	1.7	2.2	3.9	16.6	59.0	80.3	143.5
2015	139.8	127.4	125.5	50.1	6.6	3.6	1.8	5.7	18.4	63.0	94.0	113.5
2016	136.2	141.8	118.6	69.6	6.6	3.3	7.4	7.7	32.7	66.8	107.9	140.1
2017	170.0	156.0	128.7	68.9	16.5	3.6	1.3	17.8	10.0	52.5	120.1	144.7
2018	150.4	124.0	114.1	35.5	13.0	11.7	27.1	21.4	13.9	72.9	96.3	107.1
2019	130.4	109.6	125.4	26.9	10.0	2.7	3.0	11.7	11.1	56.7	87.4	179.7
2020	126.7	138.1	126.7	51.3	12.4	2.2	2.5	5.7	25.0	47.8	61.8	111.0
2021	182.3	103.8	141.2	67.1	10.2	0.4	0.9	8.1	23.0	59.0	86.2	119.2
2022	172.8	121.9	138.8	61.2	3.8	4.9	2.8	2.9	25.6	45.1	59.7	132.4
Media	144.4	132.4	122.9	53.7	10.5	4.2	5.6	8.2	20.4	54.1	81.8	127.0

Anexo 29

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V4

Centroide Catchment V4												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	246311.8	m										
Norte	8420438.7	m							Área	100.74	km2	
Elevación	4246.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	176.4	135.4	151.0	98.0	15.9	2.7	7.8	11.5	18.3	48.1	74.2	130.8
1986	126.1	133.2	126.7	54.0	13.5	4.5	5.8	10.7	12.9	50.7	131.8	129.8
1987	152.1	130.6	119.5	52.3	6.1	4.4	6.6	3.7	23.1	43.7	60.7	146.8
1988	96.7	136.1	120.1	87.1	9.9	1.0	7.6	3.6	24.3	54.1	86.4	99.2
1989	121.2	168.2	167.3	64.6	16.4	2.2	5.6	16.9	14.3	46.0	83.7	135.0
1990	156.6	91.4	96.7	42.6	11.9	16.6	4.9	8.1	15.0	48.1	81.6	167.6
1991	117.3	116.4	91.0	45.9	14.9	5.2	1.3	2.4	17.1	42.5	56.5	123.5
1992	160.7	122.6	143.8	46.1	8.5	6.7	10.2	14.9	15.7	57.9	122.4	96.8
1993	197.4	122.1	119.8	58.2	2.3	3.5	7.3	12.1	25.8	65.8	114.2	139.9
1994	123.3	166.8	126.5	80.9	14.0	1.5	1.3	1.9	15.0	54.8	78.3	128.0
1995	97.3	116.6	129.9	49.6	7.4	1.9	4.0	1.3	12.8	45.4	94.0	97.7
1996	148.5	119.2	144.7	53.1	16.0	1.3	3.6	19.4	22.4	64.2	68.6	132.4
1997	226.9	162.5	183.9	49.0	8.0	1.4	7.3	15.2	16.7	48.0	125.1	95.2
1998	94.6	170.2	100.7	26.2	1.2	0.0	0.7	3.9	4.1	91.2	91.2	103.4
1999	156.4	134.0	99.8	81.2	15.6	1.8	8.5	2.0	41.4	30.7	35.5	102.2
2000	131.1	153.9	118.9	36.5	5.8	4.3	2.3	1.4	19.6	77.2	26.8	78.3
2001	212.4	167.4	191.2	43.9	20.6	1.2	16.0	8.8	31.7	44.0	91.6	127.3
2002	159.5	212.4	140.9	102.5	24.5	0.0	15.3	5.0	27.9	63.6	115.1	122.9
2003	153.1	131.3	154.4	59.3	17.3	8.5	0.4	9.9	6.1	35.6	33.8	134.0
2004	188.9	149.7	100.1	57.0	6.1	7.8	6.0	14.0	44.6	40.9	100.0	128.0
2005	83.0	168.1	134.5	29.7	4.6	0.0	1.3	0.0	8.5	51.0	82.9	131.2
2006	151.4	137.0	108.1	97.3	1.7	4.8	0.0	6.3	17.3	51.8	106.1	107.1
2007	148.6	165.9	196.0	60.8	5.1	0.0	6.0	0.9	10.9	59.0	82.6	133.2
2008	154.2	125.2	112.5	22.3	11.8	3.3	0.3	0.5	8.8	78.9	61.5	169.4
2009	99.4	146.0	114.3	39.5	5.9	0.0	4.1	0.4	11.3	44.6	111.1	154.7
2010	192.1	112.5	115.7	43.8	8.7	0.0	0.0	6.7	7.5	68.4	57.3	150.2
2011	114.9	114.6	154.1	113.7	11.9	2.6	3.0	2.6	51.6	30.2	39.1	139.6
2012	139.1	188.0	107.6	51.3	5.0	9.9	0.4	8.3	27.7	26.3	57.5	154.2
2013	202.2	151.5	83.1	25.8	7.2	5.6	2.4	9.4	11.7	52.8	78.5	158.2
2014	139.2	134.4	102.3	25.3	11.2	1.4	0.9	5.3	18.1	51.4	78.3	153.8
2015	151.9	131.8	122.1	30.3	8.4	2.5	1.1	5.8	15.8	66.4	87.7	125.9
2016	142.7	186.8	93.9	82.9	6.5	1.3	5.7	7.8	26.8	77.8	106.5	114.5
2017	168.9	139.7	121.4	71.9	26.6	2.0	2.1	15.5	14.6	60.8	131.6	124.8
2018	140.7	151.6	122.9	35.3	8.9	16.6	23.2	26.3	9.1	79.5	103.0	84.4
2019	141.7	133.7	116.2	37.2	10.2	1.4	6.0	4.6	5.9	65.7	123.3	202.9
2020	130.0	159.5	131.2	33.3	15.9	0.9	1.0	2.4	17.1	42.8	44.7	117.1
2021	175.1	91.8	149.7	83.2	8.0	0.4	0.8	3.5	16.3	45.8	80.1	135.0
2022	182.0	139.5	145.7	43.0	1.8	1.9	3.2	2.8	20.1	46.3	59.5	135.3
Media	148.8	142.6	127.8	55.6	10.4	3.5	4.8	7.3	18.6	54.0	83.2	129.2

Anexo 30

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V5

Centroide Catchment V5												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	257160.3	m										
Norte	8424038.5	m						Área	189.24	km2		
Elevación	3568.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	150.8	131.5	143.5	105.3	6.3	2.1	12.6	16.1	10.0	43.1	70.6	130.1
1986	128.9	138.1	127.9	27.0	16.5	7.2	6.2	2.3	11.7	30.7	127.1	131.3
1987	172.8	140.7	116.7	58.3	4.5	6.4	10.1	6.9	12.0	43.3	55.9	143.7
1988	118.5	138.3	107.7	94.6	11.5	1.3	13.0	4.3	17.2	38.9	94.8	80.5
1989	98.1	202.6	155.1	99.6	24.6	1.2	10.2	12.0	9.0	47.6	96.5	116.5
1990	135.3	88.9	107.5	34.6	16.5	14.8	4.0	5.0	13.3	31.3	77.9	163.9
1991	95.9	124.2	54.2	58.0	17.7	0.6	0.0	0.2	13.2	44.1	38.9	145.6
1992	105.5	126.4	178.5	51.3	7.6	7.3	12.8	18.8	18.8	61.4	100.0	59.1
1993	167.0	91.5	117.3	57.3	0.1	1.4	2.3	9.6	26.2	65.8	134.7	116.5
1994	126.8	147.6	129.0	76.2	18.1	0.3	0.0	1.2	9.6	51.0	80.8	128.0
1995	106.3	106.5	131.6	63.2	3.3	1.2	2.8	0.0	16.1	37.8	92.0	114.4
1996	124.0	112.9	155.0	43.6	16.2	0.0	0.3	12.6	24.0	55.0	62.8	117.9
1997	228.3	173.0	178.4	49.9	3.6	0.0	5.3	15.3	9.4	45.0	134.5	66.6
1998	101.0	137.3	97.6	15.0	0.0	0.0	0.0	5.4	1.8	93.4	75.1	94.6
1999	137.4	145.2	85.3	85.5	17.4	3.1	0.5	0.1	43.7	24.2	37.9	123.5
2000	112.7	179.3	122.3	52.5	6.9	5.9	4.2	1.7	18.6	77.2	25.3	90.6
2001	213.7	158.8	179.4	54.0	25.3	1.2	13.6	10.2	34.5	47.8	78.1	134.6
2002	155.3	206.4	145.8	125.4	32.2	0.0	25.2	4.8	36.4	74.4	91.2	139.0
2003	132.5	132.0	160.5	60.1	18.7	6.8	0.0	8.1	1.8	37.6	27.2	127.2
2004	164.9	187.1	81.3	47.9	7.5	1.2	4.2	12.1	51.0	30.4	93.2	102.6
2005	67.0	179.3	123.4	43.4	4.5	0.0	2.6	0.0	7.4	48.3	75.9	116.5
2006	151.6	122.9	94.0	99.2	3.2	5.5	0.0	9.9	19.2	45.7	110.7	106.1
2007	119.5	200.3	178.1	46.3	5.3	0.0	8.7	0.0	14.7	60.6	77.4	165.2
2008	139.9	131.8	118.0	21.1	7.3	0.7	0.6	0.6	3.0	83.9	61.8	152.5
2009	90.6	142.4	89.8	37.2	5.5	0.0	6.0	0.0	11.1	34.1	126.6	125.8
2010	165.4	98.1	117.8	47.9	3.1	0.0	0.0	5.5	2.7	63.6	47.8	128.3
2011	107.8	117.8	156.5	132.0	14.2	2.8	4.2	2.7	52.2	25.6	30.0	132.4
2012	146.9	185.8	103.3	51.7	0.8	3.7	0.8	1.1	15.3	35.0	39.9	150.9
2013	194.7	157.8	79.3	23.0	7.3	6.9	0.2	10.9	2.8	39.6	67.9	162.7
2014	153.9	133.7	59.7	35.5	9.4	0.1	0.2	6.1	23.9	48.7	39.1	156.9
2015	143.4	102.1	106.5	18.7	8.6	2.4	1.0	6.9	10.6	54.6	75.9	136.1
2016	133.5	253.3	56.4	84.0	3.4	0.0	0.9	7.0	20.1	79.3	96.5	80.0
2017	162.5	120.6	125.8	62.5	39.6	0.1	2.1	13.9	22.0	71.9	124.0	78.3
2018	115.4	165.9	117.6	31.2	5.4	20.3	20.3	28.7	4.7	77.4	104.9	51.3
2019	133.3	136.5	89.1	32.0	8.6	0.1	11.1	0.1	0.7	72.1	138.5	213.4
2020	116.5	174.7	123.0	14.1	19.6	0.1	0.0	0.1	11.1	36.8	24.3	108.4
2021	169.1	70.6	130.2	97.3	3.4	0.0	0.4	0.4	11.2	29.3	72.5	122.2
2022	177.4	148.5	151.4	28.6	0.1	0.0	2.2	0.4	13.8	55.5	73.5	128.4
Media	138.5	145.0	120.9	57.0	10.6	2.8	5.0	6.3	16.4	51.1	78.5	122.1

Anexo 31

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V6

Centroide Catchment V6												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	272303.5	m										
Norte	8408994.6	m							Área	485.24	km2	
Elevación	4158.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	193.2	146.7	153.6	97.0	25.6	5.1	5.0	6.9	48.5	52.8	104.1	139.7
1986	147.1	176.2	156.2	87.3	16.5	2.9	7.7	15.8	30.3	38.5	109.2	132.1
1987	203.3	116.7	109.9	48.5	8.9	2.8	10.9	3.8	17.6	49.3	100.2	153.1
1988	131.4	154.2	175.3	114.1	9.6	0.6	4.5	3.3	20.3	51.7	60.0	114.6
1989	173.7	158.1	176.8	72.4	21.4	9.3	3.4	24.8	22.5	47.3	67.0	138.7
1990	175.7	101.8	88.6	44.8	11.2	28.6	3.9	10.0	21.0	80.3	102.6	158.1
1991	150.4	111.1	109.8	45.1	20.0	11.7	0.4	1.7	21.7	54.4	55.4	135.8
1992	173.0	127.3	127.3	41.1	5.2	3.6	25.9	17.5	21.7	59.3	129.2	88.4
1993	216.9	88.3	139.7	84.5	3.1	6.1	9.1	19.4	35.5	67.0	146.6	157.0
1994	154.1	184.1	170.1	87.5	27.2	1.1	0.4	0.8	22.8	60.2	100.7	156.7
1995	128.8	164.2	128.7	40.6	4.4	0.8	13.6	0.9	9.2	43.0	111.1	109.4
1996	195.0	145.9	153.4	53.4	11.5	0.9	2.0	12.6	53.6	64.7	83.5	147.5
1997	231.7	160.0	193.3	90.0	16.6	1.7	3.9	11.3	23.5	42.3	142.1	102.1
1998	135.3	165.7	124.8	30.2	0.8	0.0	0.3	2.7	4.5	87.0	111.6	84.2
1999	154.3	143.2	122.4	74.5	22.0	1.1	2.9	1.0	90.7	32.8	22.7	108.8
2000	141.1	122.3	126.9	45.7	8.5	4.8	2.2	0.9	18.3	79.3	31.3	99.7
2001	213.2	155.5	194.7	68.0	16.3	4.8	7.6	5.1	22.8	61.4	89.5	147.2
2002	153.0	165.7	167.6	103.7	30.6	0.0	11.1	4.8	25.8	80.1	137.1	125.2
2003	185.3	147.5	159.1	56.7	16.2	7.6	0.1	26.9	4.9	49.0	28.0	136.5
2004	226.0	175.4	134.2	55.0	5.3	8.5	3.4	11.2	72.5	37.8	83.6	131.9
2005	87.8	116.2	147.6	34.9	5.3	0.0	0.8	0.4	14.1	41.7	92.8	132.1
2006	178.8	174.4	143.5	81.5	1.5	5.8	0.0	13.3	17.6	86.0	106.2	145.4
2007	171.0	190.5	206.4	71.0	13.1	0.0	16.4	10.0	9.1	63.5	98.3	127.9
2008	172.5	166.1	131.6	30.2	8.2	2.1	0.2	1.9	15.7	64.4	70.7	165.9
2009	123.0	113.4	88.1	28.8	4.1	0.0	2.7	4.4	14.0	34.8	88.4	145.9
2010	152.9	138.7	162.0	88.2	8.4	0.0	0.4	7.7	19.3	100.7	92.6	139.8
2011	174.9	107.7	138.6	84.9	22.7	6.2	1.7	1.7	30.1	35.7	34.2	122.9
2012	181.4	213.9	158.4	38.0	10.1	10.9	0.2	9.3	60.1	39.5	76.0	137.3
2013	225.5	153.6	122.9	63.1	11.3	11.4	10.3	11.3	12.6	33.5	110.1	164.5
2014	116.8	164.2	138.6	38.8	13.5	9.5	0.3	18.1	10.6	69.6	100.2	144.2
2015	208.9	121.5	118.2	36.7	5.3	2.5	0.5	3.4	18.3	60.0	82.7	116.5
2016	126.2	186.1	155.8	65.6	23.0	1.5	3.5	11.3	49.4	102.4	115.8	113.1
2017	213.5	139.0	112.1	67.8	30.0	8.0	10.2	13.9	12.2	61.8	133.5	151.5
2018	152.6	159.4	155.3	50.1	5.0	13.5	19.2	21.9	5.0	58.5	96.9	109.4
2019	173.7	188.0	132.4	71.7	24.1	0.6	5.2	1.6	13.8	84.0	102.6	149.8
2020	147.2	195.3	155.2	53.2	12.6	0.3	0.4	3.7	17.0	46.6	78.0	134.9
2021	166.9	139.3	199.7	67.9	8.6	2.2	2.3	1.7	17.5	76.8	64.5	142.8
2022	194.3	168.3	178.3	38.7	3.8	0.6	2.1	2.1	31.3	51.4	82.9	141.2
Media	169.7	151.2	146.2	61.9	12.9	4.7	5.1	8.4	25.1	59.2	90.6	133.0

Anexo 32

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V7

Centroide Catchment V7												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	256860.0	m										
Norte	8402926.1	m							Área	303.88	km2	
Elevación	4017.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	185.0	140.6	151.8	97.0	20.2	3.8	6.6	9.4	32.6	50.4	88.5	135.3
1986	136.6	154.5	141.3	69.5	15.1	3.8	6.7	12.9	21.2	44.7	121.1	130.7
1987	177.7	124.4	114.9	50.5	7.5	3.7	8.8	3.8	20.3	46.5	79.6	150.3
1988	113.7	145.1	146.9	100.7	9.7	0.8	6.3	3.5	22.3	52.7	74.2	106.7
1989	146.3	164.5	172.2	69.4	19.1	5.6	4.7	20.6	18.0	46.7	75.8	136.4
1990	165.5	96.5	93.3	43.6	11.7	22.3	4.4	9.0	17.8	62.7	92.2	162.8
1991	132.9	114.3	99.2	45.8	17.4	8.1	0.8	2.0	19.3	48.1	55.7	129.9
1992	165.4	125.0	137.2	44.0	6.9	5.2	17.8	16.1	18.7	58.4	125.4	92.2
1993	206.4	105.2	129.7	70.9	2.6	4.6	8.0	15.4	30.4	66.3	130.6	147.6
1994	138.2	175.3	148.0	84.3	20.4	1.2	0.8	1.3	18.5	57.3	89.2	142.2
1995	112.8	139.5	129.5	45.6	5.7	1.3	8.6	1.0	11.1	44.3	102.1	103.5
1996	170.5	132.1	149.4	53.0	13.8	1.0	2.7	15.9	37.4	64.1	75.9	139.6
1997	229.9	161.6	188.6	69.0	11.9	1.5	5.5	13.3	19.7	44.9	133.6	97.4
1998	114.4	168.1	112.1	27.4	0.9	0.0	0.5	3.4	4.2	89.7	100.6	94.1
1999	155.6	139.0	110.5	78.1	18.7	1.5	5.4	1.4	65.4	31.3	29.2	105.5
2000	135.6	139.9	123.1	41.3	7.1	4.7	2.3	1.2	18.9	78.5	29.0	88.8
2001	213.1	161.3	193.0	55.8	18.6	2.9	11.6	7.0	27.5	52.5	90.4	137.5
2002	156.3	189.7	154.2	104.2	27.7	0.0	13.5	4.9	27.1	71.8	125.6	124.2
2003	168.5	139.3	157.2	58.3	16.9	8.0	0.2	18.1	5.3	42.3	30.6	135.4
2004	206.2	163.2	115.8	55.8	5.8	8.1	4.6	12.5	58.3	39.2	91.8	129.8
2005	84.6	143.7	141.2	32.6	4.9	0.0	1.1	0.2	11.1	46.3	87.6	131.4
2006	164.9	155.0	124.9	89.8	1.6	5.3	0.0	9.8	17.5	68.1	106.2	125.5
2007	158.9	178.8	201.2	65.2	9.0	0.0	11.1	5.3	10.1	61.3	90.1	131.7
2008	163.1	144.9	122.1	25.9	9.8	2.6	0.3	1.2	12.0	72.1	66.1	167.8
2009	110.6	130.6	101.4	34.0	4.9	0.0	3.4	2.3	12.6	39.8	100.2	150.2
2010	172.9	125.1	138.2	65.5	8.4	0.0	0.2	7.1	13.0	84.1	74.3	144.9
2011	143.7	111.3	146.8	100.6	17.2	4.3	2.4	2.2	41.2	32.7	36.5	131.5
2012	159.7	200.8	132.1	44.9	7.3	10.2	0.3	8.7	43.0	32.8	65.8	146.2
2013	214.0	152.9	102.4	43.6	9.2	8.4	6.2	10.3	11.9	43.1	93.6	161.5
2014	129.1	148.6	118.7	32.1	12.2	5.2	0.6	11.5	14.6	59.9	88.3	149.5
2015	179.6	126.6	120.0	32.7	7.0	2.5	0.8	4.6	16.9	63.3	85.0	121.9
2016	134.8	188.4	122.6	75.0	14.4	1.4	4.6	9.5	37.5	90.0	110.8	112.7
2017	190.3	138.7	116.8	69.9	28.7	4.8	6.0	14.6	13.7	61.6	132.8	136.6
2018	145.9	156.3	138.6	42.4	6.9	15.3	21.1	24.3	7.0	69.5	100.2	95.4
2019	157.3	160.6	123.4	54.0	16.9	1.0	5.7	2.9	9.5	74.9	114.5	178.1
2020	138.2	177.5	142.8	42.1	14.5	0.6	0.7	2.9	16.8	44.4	60.0	125.7
2021	170.9	114.1	173.8	76.5	8.1	1.3	1.5	2.4	16.7	60.1	72.3	139.1
2022	188.1	153.9	161.6	40.3	2.7	1.2	2.6	2.4	25.3	48.9	71.0	138.1
Media	158.9	147.0	136.8	58.7	11.6	4.0	5.0	7.8	21.7	56.5	86.7	131.0

Anexo 33

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V8

Centroide Catchment V8												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	278001.8	m										
Norte	8393660.4	m							Área	140.43	km2	
Elevación	4202.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	195.5	162.8	161.7	106.7	39.9	8.3	1.7	1.3	83.7	55.8	139.8	146.2
1986	166.4	218.3	185.1	126.4	18.6	0.5	9.8	22.2	51.3	18.3	77.8	139.4
1987	256.0	95.2	98.0	45.3	11.5	0.5	15.7	3.5	10.7	53.9	147.3	153.0
1988	175.6	172.2	232.3	139.2	10.1	0.1	0.8	2.8	14.4	46.9	22.6	125.0
1989	230.4	139.2	177.5	77.2	26.3	17.3	0.6	34.3	34.7	48.2	48.4	143.0
1990	194.7	111.5	73.9	46.0	10.0	43.9	3.0	12.2	28.1	126.5	117.9	148.8
1991	186.6	100.2	132.2	43.5	26.1	20.8	0.1	1.4	26.5	70.7	52.7	151.2
1992	187.5	131.8	99.5	31.4	1.0	0.8	43.7	21.8	27.8	66.3	133.4	73.7
1993	236.2	46.6	157.6	114.8	4.5	9.4	12.7	30.2	48.8	69.4	178.7	177.5
1994	189.8	194.7	213.4	90.5	42.7	1.3	0.1	0.2	33.3	65.9	125.0	184.9
1995	163.9	215.9	124.8	28.7	2.6	0.2	25.1	1.0	5.8	35.7	132.7	125.7
1996	247.2	174.7	159.1	54.9	7.1	1.0	0.5	5.9	89.8	66.7	97.4	161.5
1997	227.5	155.0	199.3	134.6	28.2	2.8	0.8	6.2	32.8	40.7	160.2	117.1
1998	182.9	147.5	154.6	42.5	1.0	0.0	0.1	1.3	5.8	74.7	136.1	58.5
1999	141.9	147.4	146.1	65.2	29.1	0.2	0.9	0.2	145.9	40.5	10.2	122.5
2000	151.6	75.0	131.5	56.1	12.1	4.9	2.0	0.2	17.3	77.3	36.7	126.2
2001	209.6	144.2	192.4	95.0	12.0	8.9	1.7	1.9	12.6	81.0	85.2	163.4
2002	145.1	111.8	193.2	96.1	36.3	0.0	5.3	4.2	23.4	99.9	155.4	131.4
2003	216.2	163.7	157.9	50.4	14.4	6.3	0.0	46.1	5.1	61.6	25.9	134.4
2004	269.5	200.7	179.2	53.6	4.2	8.1	1.6	8.7	102.2	33.3	65.7	129.7
2005	99.6	49.4	152.4	40.4	5.8	0.0	0.1	0.9	22.1	33.3	103.4	131.4
2006	206.7	213.2	184.8	61.9	1.1	7.6	0.0	21.0	17.1	126.0	106.8	189.8
2007	194.4	215.0	209.1	84.9	21.8	0.0	28.0	20.4	7.4	67.8	116.5	116.1
2008	188.0	216.3	148.4	42.1	5.8	2.1	0.0	3.6	24.9	46.4	79.6	153.9
2009	150.3	69.8	53.1	20.4	3.3	0.0	1.3	8.9	17.2	20.6	66.5	129.4
2010	102.9	164.5	212.9	137.4	9.0	0.0	0.9	10.4	33.5	135.2	131.3	125.0
2011	244.4	101.0	119.4	45.4	34.3	10.5	0.3	0.3	6.1	42.8	29.3	101.7
2012	229.2	238.4	215.6	22.5	16.6	13.2	0.0	9.0	97.6	55.9	101.1	114.6
2013	240.5	151.4	167.2	108.7	15.3	18.3	19.6	13.9	13.8	12.5	145.1	168.7
2014	83.8	200.8	182.5	53.6	17.0	18.9	0.1	32.7	2.1	93.9	120.3	128.9
2015	269.2	102.3	112.5	51.2	1.0	3.0	0.1	0.7	21.6	48.9	77.7	101.5
2016	102.2	176.3	233.7	39.4	41.9	2.3	0.8	15.2	77.6	126.8	125.7	117.1
2017	265.6	142.3	105.2	60.1	31.7	15.6	19.4	12.8	8.6	61.1	129.3	184.1
2018	166.8	158.5	188.7	66.9	1.6	8.3	15.9	14.8	1.4	30.4	87.0	143.4
2019	205.0	241.7	151.0	106.8	40.1	0.2	3.7	0.5	24.6	102.6	64.7	78.4
2020	163.8	230.4	180.1	81.5	7.7	0.1	0.1	6.2	19.3	52.3	121.5	151.6
2021	159.4	197.2	251.5	45.0	9.5	4.4	4.1	1.1	21.0	116.6	47.7	142.8
2022	203.9	195.8	214.7	39.3	6.6	0.2	0.4	0.8	46.1	58.4	113.0	145.6
Media	190.8	157.2	164.5	68.6	16.0	6.3	5.8	10.0	33.2	64.9	97.8	135.2

Anexo 34

Precipitación total mensual (mm) - Catchment V9

Centroide Catchment V9												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	271779.4	m										
Norte	8387100.4	m							Área	172.01	km2	
Elevación	4260.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	192.8	156.7	159.3	104.0	34.7	7.1	2.9	3.4	69.5	54.4	125.4	143.0
1986	157.7	199.7	172.4	111.2	17.5	1.3	8.9	19.8	42.8	26.4	90.2	137.0
1987	232.7	103.0	102.9	46.6	10.4	1.3	13.6	3.5	13.8	51.7	128.2	152.1
1988	157.3	164.3	208.2	127.8	10.0	0.3	2.2	3.0	16.9	49.0	36.8	120.2
1989	207.2	145.0	176.1	73.6	23.9	14.0	1.6	30.6	30.2	47.7	55.8	141.8
1990	187.1	107.2	78.8	45.5	10.3	37.9	3.4	11.4	25.3	109.2	110.4	153.0
1991	172.0	103.8	124.2	43.7	23.6	17.4	0.4	1.7	24.6	64.3	54.1	144.4
1992	183.2	129.7	108.7	34.7	2.7	2.0	36.2	20.1	25.1	64.1	131.8	80.1
1993	228.7	64.3	149.5	102.3	4.1	8.1	11.6	26.2	43.6	68.6	164.1	169.9
1994	175.0	189.6	194.5	88.7	36.2	1.3	0.4	0.6	29.3	63.6	114.7	172.6
1995	149.0	194.4	126.0	33.0	3.7	0.6	20.5	1.1	7.2	38.3	124.1	118.9
1996	226.2	162.7	155.9	54.7	9.1	1.1	1.2	9.0	74.9	66.4	91.4	155.7
1997	227.8	156.4	196.3	115.8	23.8	2.5	2.3	8.2	29.4	42.2	152.2	112.7
1998	163.2	154.1	142.7	38.9	1.0	0.0	0.2	1.9	5.4	78.6	126.6	68.8
1999	146.2	144.4	136.4	68.7	26.1	0.5	2.6	0.7	122.9	38.2	15.6	117.1
2000	147.7	92.2	128.9	51.3	10.6	4.8	2.0	0.4	17.8	77.5	34.5	115.2
2001	210.4	149.4	192.8	83.4	13.8	7.2	4.8	3.3	16.7	72.7	87.1	155.6
2002	148.4	134.2	181.8	97.3	33.6	0.0	7.2	4.4	24.2	91.5	147.5	128.8
2003	203.2	156.7	157.3	52.5	15.0	6.9	0.1	38.2	5.4	55.9	27.6	134.8
2004	252.3	188.6	162.0	54.6	4.6	8.3	2.5	9.9	89.4	35.3	73.4	130.4
2005	96.1	75.6	149.3	37.6	5.6	0.0	0.4	0.7	19.0	37.2	99.1	131.8
2006	194.7	197.0	168.3	69.7	1.2	6.9	0.0	17.6	17.1	109.8	106.5	171.5
2007	185.3	203.3	207.2	79.9	18.1	0.0	23.1	16.1	8.0	65.9	109.1	119.2
2008	181.2	195.9	140.5	37.6	7.1	2.4	0.1	2.9	21.4	53.5	75.7	158.2
2009	139.3	87.0	67.5	24.5	3.8	0.0	1.9	7.0	15.9	26.3	75.7	136.1
2010	123.6	153.6	191.5	116.7	9.1	0.0	0.7	9.6	27.9	120.7	115.3	131.3
2011	216.0	103.8	127.1	60.3	29.3	8.7	0.9	0.8	16.1	40.1	31.7	110.4
2012	209.1	227.6	192.0	28.9	14.1	12.6	0.1	9.1	82.5	49.1	91.8	123.6
2013	232.8	151.5	148.8	90.4	13.5	15.5	15.9	12.9	13.6	21.7	130.8	166.4
2014	96.0	186.0	166.0	47.1	15.7	15.1	0.3	26.6	5.4	84.4	112.4	134.5
2015	243.8	110.0	115.1	46.6	2.7	2.9	0.3	1.8	20.5	53.3	80.2	106.8
2016	111.6	177.1	203.6	49.3	34.2	2.1	2.0	13.6	66.5	116.1	121.8	117.3
2017	244.4	142.1	108.4	63.1	30.3	12.6	15.6	13.4	9.8	60.8	130.3	172.3
2018	161.7	157.1	174.5	60.1	3.2	10.1	17.5	17.3	3.2	41.5	90.6	131.1
2019	191.6	218.2	144.1	91.8	33.5	0.5	4.1	1.4	20.6	94.4	77.9	106.1
2020	156.9	214.6	169.7	71.2	9.5	0.3	0.3	5.4	18.9	50.3	104.9	144.4
2021	163.0	174.4	229.9	53.3	9.3	3.5	3.3	1.6	20.0	101.2	55.0	141.9
2022	199.4	183.4	199.4	40.2	5.6	0.6	1.1	1.4	40.4	55.4	100.6	143.7
Media	182.0	154.1	156.8	65.7	14.8	5.7	5.6	9.4	30.0	62.6	94.8	134.2

Anexo 35

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S1

Centroide Catchment S1												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	250403.8	m										
Norte	8443481.5	m							Área	304.13	km2	
Elevación	4729.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	172.8	140.0	160.6	105.0	24.1	3.5	5.3	8.6	21.1	48.3	74.9	126.5
1986	117.5	118.4	118.1	68.2	9.9	2.5	5.1	15.8	13.2	57.6	131.3	133.6
1987	128.4	120.0	121.2	50.3	6.2	2.8	4.0	1.4	29.9	41.4	61.7	140.5
1988	84.4	130.0	115.7	73.6	9.9	0.8	4.5	2.8	27.6	61.3	76.5	101.5
1989	126.6	140.8	163.1	38.4	9.9	2.0	2.8	19.7	19.6	44.5	78.1	145.9
1990	164.8	89.5	85.4	45.8	8.7	18.3	5.8	10.0	15.7	64.7	72.8	172.3
1991	125.3	107.3	112.6	37.8	13.1	9.2	2.9	4.6	18.5	42.9	65.9	110.1
1992	193.5	119.0	115.2	39.2	9.1	7.4	6.9	13.5	12.3	61.2	131.8	115.1
1993	210.7	140.9	114.2	56.3	4.1	4.9	12.1	15.7	26.8	66.8	93.3	153.4
1994	118.6	167.4	113.9	78.4	10.7	3.0	2.9	3.1	19.3	56.1	73.3	120.3
1995	87.7	115.2	126.5	40.4	11.7	3.1	4.4	2.9	12.0	45.6	95.5	89.4
1996	157.6	118.7	133.1	59.8	17.3	2.9	6.0	25.4	18.8	71.4	67.4	136.4
1997	215.5	154.1	181.2	42.1	11.8	2.9	9.7	15.1	22.2	55.3	116.2	119.2
1998	87.8	177.2	102.6	40.6	2.5	0.0	1.6	3.0	6.3	82.4	100.0	106.6
1999	157.7	119.8	104.1	77.5	13.9	1.0	18.5	3.6	33.7	40.0	37.6	95.2
2000	140.3	130.1	111.4	25.7	5.3	2.8	0.9	1.3	20.9	72.3	27.4	70.7
2001	206.8	176.3	191.4	34.6	19.0	0.9	22.2	9.4	30.9	39.7	98.0	114.1
2002	162.3	220.2	130.2	79.1	18.0	0.0	8.5	4.5	23.1	56.1	120.3	116.4
2003	156.2	126.8	143.3	55.7	16.1	9.5	0.8	9.0	10.3	30.2	43.1	132.7
2004	201.0	120.2	114.2	63.7	5.3	10.7	8.4	16.3	35.8	46.5	106.8	136.1
2005	98.6	158.9	129.4	20.2	4.3	0.0	0.5	0.0	10.1	55.8	85.5	138.1
2006	145.1	137.6	114.2	96.0	0.6	5.0	0.0	3.0	15.3	53.0	103.7	104.3
2007	161.7	138.7	196.3	70.9	3.8	0.0	3.0	0.5	8.9	56.7	84.4	108.3
2008	155.3	120.8	102.0	25.3	16.6	6.6	0.1	0.2	13.0	75.9	58.6	171.6
2009	102.4	145.0	126.6	46.0	7.7	0.0	3.3	0.2	11.5	48.9	108.4	166.3
2010	206.9	114.3	107.6	35.1	13.1	0.0	0.0	9.0	9.9	65.5	57.8	161.6
2011	114.3	114.6	152.6	98.6	8.4	2.2	2.7	2.3	54.1	33.4	46.1	143.7
2012	129.5	181.6	104.2	52.0	7.9	14.7	0.1	11.2	32.6	20.8	70.5	154.3
2013	192.3	142.7	80.2	26.7	5.7	4.6	3.2	8.8	17.3	63.8	80.4	151.5
2014	125.1	134.7	127.1	17.2	12.8	1.6	1.9	3.5	15.4	55.0	94.8	148.2
2015	146.3	143.3	130.7	44.1	7.7	3.0	1.5	5.5	19.2	70.3	96.0	116.3
2016	144.7	137.1	117.6	77.4	6.8	2.8	8.7	7.9	31.0	70.5	110.8	141.5
2017	169.3	155.6	123.5	74.8	16.1	3.2	1.2	17.4	9.4	52.0	129.4	152.5
2018	155.4	132.1	119.0	36.2	12.6	12.9	26.5	23.3	13.5	78.7	99.4	107.7
2019	138.0	117.8	131.1	32.5	10.0	2.6	2.5	10.1	10.1	57.6	101.3	190.9
2020	133.2	140.7	131.2	48.7	12.9	1.9	2.2	4.9	23.4	47.5	59.4	116.9
2021	181.5	103.5	151.0	70.6	11.0	0.4	0.9	7.0	21.6	57.1	87.2	132.8
2022	178.9	125.6	137.9	58.0	3.4	4.2	3.5	3.9	24.6	41.4	52.1	136.6
Media	149.8	136.2	127.4	53.8	10.2	4.0	5.1	8.0	20.0	55.0	84.2	131.0

Anexo 36

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S2

Centroide Catchment S2												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	287956.9	m										
Norte	8421233.5	m							Área	401.93	km2	
Elevación	4480.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	199.2	146.0	153.6	93.9	25.8	4.9	4.4	6.6	47.7	53.7	102.5	140.0
1986	146.2	174.2	155.1	89.1	16.1	2.6	7.6	16.6	29.2	43.4	112.3	130.8
1987	198.2	117.1	111.1	47.6	9.1	2.7	10.2	3.4	19.8	49.4	98.2	154.6
1988	125.2	153.3	175.0	112.5	9.2	0.5	4.0	3.3	21.8	54.5	61.7	117.8
1989	174.6	155.0	179.9	67.5	20.1	9.0	3.0	24.9	22.2	47.0	66.0	141.3
1990	178.2	102.0	88.5	46.1	10.6	27.8	4.0	10.3	20.8	79.1	103.5	159.0
1991	151.8	111.2	113.9	43.5	19.2	11.7	0.6	2.0	22.1	53.0	58.4	131.6
1992	180.3	126.5	124.8	41.4	5.6	3.6	24.5	16.5	21.0	57.7	132.7	95.5
1993	220.9	95.5	139.8	83.0	3.3	6.1	9.4	18.8	34.5	66.7	142.5	159.2
1994	151.6	187.6	168.3	88.7	25.7	1.2	0.6	0.9	22.8	60.5	99.2	155.8
1995	125.7	163.3	129.0	39.5	4.9	0.9	13.1	1.0	8.8	45.1	110.0	105.6
1996	196.0	145.5	152.1	54.6	11.6	1.0	2.5	13.8	51.3	65.7	84.1	149.4
1997	233.1	158.9	194.5	87.7	16.3	1.8	4.2	11.6	23.9	42.2	139.9	104.6
1998	131.6	173.3	123.3	30.2	0.9	0.0	0.3	2.6	4.7	88.4	112.5	87.4
1999	159.2	142.1	123.6	74.5	21.3	0.9	3.6	1.2	87.6	32.6	22.6	104.0
2000	143.4	122.5	126.7	42.8	8.0	4.7	2.0	0.9	18.4	80.0	31.3	96.2
2001	213.9	157.1	197.4	65.2	15.7	4.6	7.8	5.0	23.0	59.8	92.0	146.2
2002	154.1	169.6	166.2	102.0	29.4	0.0	10.1	5.0	24.6	77.4	140.6	122.1
2003	187.5	146.8	159.2	57.4	16.2	7.9	0.2	26.2	5.3	48.4	28.5	138.3
2004	227.1	169.0	133.8	56.3	5.2	9.6	3.6	11.5	70.2	39.8	85.4	136.8
2005	88.7	119.1	150.3	32.7	5.3	0.0	0.7	0.4	13.6	42.3	93.4	134.6
2006	177.7	175.0	143.2	82.5	1.3	5.6	0.0	12.4	17.4	84.6	105.4	143.1
2007	174.4	184.6	210.2	72.1	12.7	0.0	15.4	9.6	8.6	63.2	98.1	124.6
2008	174.6	161.9	130.5	29.3	8.8	2.2	0.2	1.8	15.9	64.8	70.4	170.1
2009	122.9	117.1	94.3	29.0	4.0	0.0	2.5	4.2	13.8	37.5	86.7	152.0
2010	160.3	140.0	159.3	85.2	9.1	0.0	0.4	7.6	19.1	99.9	92.2	144.2
2011	172.1	107.4	139.5	85.2	21.9	5.9	1.5	1.8	31.2	35.8	35.7	125.3
2012	177.7	213.6	156.1	38.8	10.2	11.6	0.2	10.6	59.8	37.2	76.8	139.5
2013	227.4	153.4	121.3	60.7	11.2	10.8	10.2	10.8	13.8	36.4	110.0	164.1
2014	117.3	162.0	142.2	36.6	13.5	9.1	0.4	17.2	10.2	68.2	105.6	145.2
2015	207.6	128.0	121.0	36.7	5.7	2.4	0.5	3.3	18.9	62.8	84.7	116.4
2016	129.5	177.9	156.3	67.7	22.4	1.6	4.4	11.2	48.6	101.4	116.8	117.3
2017	211.6	141.1	111.3	70.1	28.3	7.8	9.7	14.1	11.4	60.4	135.8	156.4
2018	155.6	158.6	154.8	49.8	5.5	13.4	19.7	22.1	5.6	60.9	97.5	111.7
2019	174.0	185.9	135.4	71.2	23.4	0.8	4.5	2.0	13.8	82.4	104.3	153.5
2020	148.7	191.9	155.5	53.8	12.4	0.4	0.5	3.7	17.4	47.0	77.9	135.8
2021	167.9	138.9	200.6	67.8	9.2	2.2	2.3	1.9	17.8	76.5	66.4	146.0
2022	195.1	166.2	175.7	40.0	3.8	0.8	2.4	2.5	31.2	49.4	78.8	142.3
Media	170.6	151.0	146.7	61.4	12.7	4.6	5.0	8.4	25.0	59.4	91.1	134.2

Anexo 37

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S3

Centroide Catchment S3												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	262697.2	m										
Norte	8434594.3	m							Área	22.58	km2	
Elevación	4231.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	281.8	123.9	137.4	40.0	11.7	0.5	1.9	8.2	18.9	64.1	65.4	146.3
1986	138.1	148.3	139.5	77.7	14.6	3.4	5.5	18.2	4.9	108.0	167.9	106.2
1987	138.4	145.2	129.9	40.0	10.2	4.3	1.6	1.0	42.1	51.3	49.3	182.3
1988	39.8	141.5	151.0	96.9	4.0	0.6	1.9	4.0	40.4	84.5	113.2	152.7
1989	154.2	157.6	226.6	34.4	8.5	2.3	1.5	19.1	6.6	45.7	68.2	158.7
1990	192.7	102.3	108.2	58.6	7.9	8.7	5.3	11.3	14.6	21.5	120.2	168.1
1991	145.1	128.8	131.4	33.4	8.6	2.4	0.2	2.9	23.5	26.1	86.5	85.7
1992	229.1	119.8	141.3	58.3	11.9	3.7	3.4	3.3	13.6	29.3	166.1	172.0
1993	247.2	184.1	140.5	52.6	2.6	3.9	6.0	2.3	13.4	60.6	101.5	162.3
1994	109.1	228.6	141.8	106.1	3.2	0.2	0.2	0.3	12.9	60.6	75.1	141.8
1995	82.1	130.6	138.9	41.1	6.4	0.3	0.8	0.2	5.9	76.2	83.7	59.7
1996	175.0	128.9	147.8	61.0	13.1	0.2	7.0	24.9	10.3	69.5	87.0	162.8
1997	267.3	158.5	210.5	48.0	3.5	0.2	6.8	18.1	17.6	31.8	114.4	100.0
1998	71.5	273.1	88.9	6.0	0.1	0.0	0.1	2.4	3.5	123.2	102.7	136.7
1999	226.7	144.7	123.4	84.1	12.1	0.5	1.0	2.7	32.4	15.3	25.3	44.5
2000	157.6	177.1	132.4	13.8	1.3	4.4	0.6	1.4	18.9	96.5	27.0	48.0
2001	230.9	171.5	234.0	27.7	12.3	0.3	4.6	3.7	30.6	36.2	118.3	142.2
2002	168.8	233.9	150.2	112.1	18.4	0.0	7.9	7.6	16.7	41.9	172.1	85.8
2003	199.2	136.7	175.1	73.7	18.2	11.6	0.0	9.2	5.3	41.7	23.9	164.8
2004	207.1	111.6	90.7	65.7	5.0	21.2	4.1	13.7	38.7	60.2	108.9	191.0
2005	75.5	198.8	191.2	12.9	5.4	0.0	0.4	0.0	1.7	47.3	93.1	158.8
2006	159.8	164.8	114.4	105.7	0.5	1.0	0.0	1.6	18.4	47.9	98.1	97.0
2007	191.9	130.7	258.5	67.6	4.9	0.0	1.5	0.2	5.2	59.6	84.7	117.4
2008	193.5	91.1	122.9	8.7	11.2	0.5	0.1	0.1	9.3	82.0	66.3	228.4
2009	104.9	186.6	175.8	27.7	1.1	0.0	1.0	0.1	10.2	73.9	77.2	224.5
2010	260.2	143.9	111.2	35.2	12.3	0.0	0.0	1.3	7.8	78.1	69.4	194.7
2011	106.1	106.4	161.2	125.6	10.2	0.6	0.7	4.3	53.2	30.8	48.7	162.0
2012	121.1	207.1	105.4	55.3	6.1	12.9	0.1	24.0	34.1	6.0	59.1	177.7
2013	258.6	163.0	84.5	7.8	9.9	1.3	2.6	4.6	22.5	70.0	90.4	164.6
2014	157.3	116.7	139.6	11.2	9.5	0.2	0.1	1.2	12.1	34.9	147.3	171.5
2015	171.3	206.7	149.4	12.2	12.6	0.5	0.2	4.6	20.5	100.3	101.7	133.3
2016	181.4	138.2	98.1	114.3	6.2	0.2	13.5	8.4	20.2	86.9	120.7	135.8
2017	162.3	147.1	101.2	99.2	18.2	0.3	0.5	14.8	9.2	53.9	170.0	171.3
2018	169.3	173.8	138.4	37.8	9.5	19.8	22.9	33.0	10.5	105.5	114.6	98.0
2019	169.1	154.9	147.7	55.3	8.5	1.7	1.8	1.0	3.1	63.2	171.5	248.5
2020	157.7	156.5	147.8	29.3	16.6	0.1	0.4	0.3	14.2	43.9	39.7	140.7
2021	176.5	93.2	187.8	92.2	12.8	0.4	0.9	1.3	13.4	41.3	89.7	190.4
2022	205.0	144.6	134.7	38.5	0.8	0.2	6.5	8.0	17.6	27.3	20.9	153.2
Media	170.6	154.5	145.0	54.4	8.7	2.8	3.0	6.9	17.2	57.8	93.2	146.8

Anexo 38

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S4

Centroide Catchment S4												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	269696.8	m										
Norte	8444015.9	m										
Elevación	4442.0	msnm										
			Área 250.45 km2									
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	226.4	131.5	146.0	71.8	15.7	2.0	4.5	9.2	21.4	56.0	72.7	138.2
1986	132.4	142.0	134.1	69.5	13.8	3.6	5.7	15.2	10.7	77.2	146.6	119.5
1987	147.2	135.0	123.7	46.0	8.3	4.0	4.4	2.2	32.3	47.4	58.8	163.1
1988	71.6	139.4	138.6	92.3	7.1	0.7	4.4	3.6	31.8	68.9	95.5	125.7
1989	141.6	159.2	195.2	48.1	12.4	2.8	3.2	18.9	12.0	45.8	74.4	147.6
1990	176.0	97.1	100.1	50.6	9.6	14.1	5.1	10.0	15.4	40.3	100.3	167.6
1991	133.9	120.7	113.9	39.0	12.2	4.9	0.9	2.8	20.6	35.9	71.5	105.4
1992	197.4	121.3	137.9	50.5	9.9	5.2	7.9	9.5	14.8	45.1	144.4	133.3
1993	223.8	150.4	130.4	57.6	2.7	4.1	7.4	8.6	20.9	63.6	108.5	153.3
1994	118.7	197.1	135.7	92.9	9.7	1.0	0.9	1.2	15.2	58.1	78.1	135.9
1995	91.7	126.9	133.6	43.8	7.2	1.2	3.3	0.9	9.2	59.6	90.8	80.0
1996	165.8	125.9	145.5	57.6	14.4	0.9	5.3	22.1	18.9	67.5	78.3	148.3
1997	244.7	159.4	196.7	51.1	7.1	1.0	7.1	16.2	18.4	40.8	120.5	100.8
1998	86.4	218.5	97.4	18.8	0.8	0.0	0.5	3.0	4.1	104.7	99.3	117.7
1999	189.1	138.1	113.2	81.5	14.3	1.0	5.7	2.4	40.4	24.8	29.9	75.1
2000	145.4	159.3	125.0	25.5	3.8	4.2	1.3	1.4	19.3	85.8	27.4	65.1
2001	220.4	169.4	211.5	37.3	16.2	1.0	10.7	6.2	30.4	41.3	104.6	134.4
2002	163.6	219.5	146.2	104.3	21.4	0.0	10.7	6.1	21.9	54.0	144.1	105.0
2003	177.6	134.6	163.1	65.4	17.5	10.0	0.3	10.9	6.1	38.9	29.8	148.4
2004	201.9	130.6	100.2	61.7	5.4	14.5	5.2	13.9	43.2	50.3	103.6	158.7
2005	81.7	177.0	161.4	21.2	5.0	0.0	0.7	0.1	6.0	49.1	88.8	144.9
2006	156.8	153.1	114.7	99.7	1.0	3.2	0.0	4.3	17.6	53.0	102.1	105.2
2007	172.1	148.3	226.0	66.0	5.5	0.0	4.4	1.3	7.8	59.4	85.1	122.5
2008	174.1	112.2	117.7	17.0	11.8	2.3	0.2	0.4	10.1	78.8	64.2	196.8
2009	104.3	162.1	142.2	33.9	3.7	0.0	2.4	0.6	11.0	57.9	93.1	187.8
2010	222.3	129.5	116.5	42.5	10.9	0.0	0.1	4.5	8.9	75.2	65.9	171.4
2011	115.7	110.2	156.0	115.0	11.6	1.9	1.8	3.3	50.9	31.3	44.0	149.1
2012	133.1	198.3	110.4	52.1	6.3	12.0	0.2	16.0	33.9	17.3	61.3	163.7
2013	229.2	156.0	86.7	20.6	8.6	4.0	3.3	7.3	17.5	60.5	86.9	160.9
2014	144.1	128.7	125.6	18.9	10.8	1.5	0.6	4.2	14.4	45.7	114.2	160.6
2015	165.0	167.2	135.5	24.0	10.0	1.6	0.7	5.0	18.6	82.1	94.8	127.4
2016	159.6	158.2	103.8	95.4	7.8	1.0	9.5	8.4	26.1	83.2	114.4	127.5
2017	169.6	144.9	111.5	84.6	21.7	1.8	1.9	15.3	11.3	56.6	149.4	151.9
2018	156.8	160.3	132.3	37.8	9.3	17.4	23.1	28.7	9.9	89.8	107.5	95.6
2019	156.7	146.2	134.0	48.0	10.5	1.6	3.5	3.3	5.7	65.1	141.4	218.3
2020	144.7	158.8	140.9	34.9	15.6	0.6	0.8	1.8	16.5	44.2	46.9	129.5
2021	175.8	97.8	171.7	84.6	10.6	0.5	1.0	2.7	15.7	47.6	84.1	161.2
2022	193.4	142.6	142.4	42.3	1.7	1.3	4.7	5.3	20.4	37.3	42.6	144.3
Media	160.8	148.1	137.3	55.4	9.8	3.3	4.0	7.3	18.7	56.3	88.6	137.9

Anexo 39

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S5

Centroide Catchment S5												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	285616.3	m										
Norte	8437880.0	m							Área	468.46	km2	
Elevación	4658.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	207.2	137.2	149.6	84.5	19.2	3.1	5.2	8.8	29.8	53.6	83.2	137.4
1986	135.9	151.3	139.8	73.1	14.6	3.4	6.4	14.8	17.4	60.3	132.0	125.4
1987	165.7	128.0	118.6	47.8	8.1	3.7	6.8	2.9	26.2	47.4	72.7	157.0
1988	95.0	143.5	147.4	98.2	8.4	0.7	4.9	3.5	26.9	61.0	82.1	117.7
1989	148.8	159.6	184.4	58.1	15.8	4.8	3.6	20.6	15.9	46.3	73.4	142.9
1990	172.9	97.6	95.5	47.5	10.4	19.3	4.7	9.7	17.1	55.1	97.7	164.6
1991	136.7	116.6	109.3	42.0	15.2	7.3	0.8	2.5	20.5	43.0	64.0	118.0
1992	184.2	123.3	134.7	46.5	8.1	4.9	14.1	13.0	17.1	52.0	136.0	113.0
1993	217.5	125.9	131.5	66.4	2.8	4.6	8.1	12.8	26.5	65.1	121.3	152.6
1994	130.9	187.8	145.1	89.1	16.0	1.2	0.8	1.2	17.7	58.3	85.3	141.2
1995	104.5	137.3	131.3	43.5	6.4	1.2	6.8	1.0	9.8	51.8	98.0	92.3
1996	172.7	131.3	147.6	55.7	13.8	1.0	4.0	18.7	30.7	66.2	78.4	145.5
1997	237.2	159.9	193.4	63.3	10.4	1.4	6.1	14.4	19.9	42.7	128.1	100.9
1998	103.5	193.4	106.9	24.1	0.9	0.0	0.5	3.0	4.3	96.5	102.2	104.5
1999	172.3	138.7	114.1	79.1	17.0	1.1	5.5	1.9	56.8	28.6	28.5	90.4
2000	141.9	145.7	124.4	33.6	5.7	4.4	1.7	1.2	19.0	82.1	28.6	78.4
2001	216.6	164.8	202.6	48.2	16.9	2.3	10.7	6.3	28.1	48.2	97.7	137.0
2002	159.6	201.0	152.0	103.2	24.8	0.0	11.4	5.5	24.1	63.9	137.1	114.4
2003	176.1	138.1	160.1	61.5	17.0	9.0	0.2	15.9	5.8	41.5	30.1	142.1
2004	207.9	147.6	111.6	58.9	5.5	11.5	4.8	13.1	52.7	44.8	96.6	145.1
2005	84.3	155.5	152.2	26.8	5.0	0.0	0.9	0.2	9.1	47.1	89.2	138.6
2006	162.9	157.4	123.1	93.3	1.2	4.3	0.0	7.5	17.5	63.6	104.0	118.6
2007	168.2	164.3	214.6	67.0	7.9	0.0	8.5	4.1	8.7	60.6	89.0	125.4
2008	170.3	131.8	121.1	22.2	10.7	2.5	0.2	0.9	11.8	74.1	65.8	182.2
2009	109.6	143.5	120.2	33.3	4.3	0.0	2.8	1.8	12.1	48.3	94.5	168.9
2010	195.0	129.7	131.0	57.4	9.8	0.0	0.2	6.0	12.1	82.3	73.2	157.9
2011	134.9	110.1	150.0	104.6	15.2	3.4	1.9	2.6	44.3	32.6	40.1	139.1
2012	149.6	201.5	125.5	47.4	7.4	11.4	0.3	12.6	41.5	25.9	65.8	153.5
2013	223.2	154.2	97.8	35.3	9.2	6.6	5.5	8.9	15.1	50.7	93.1	161.5
2014	134.0	141.2	126.6	26.3	11.8	4.1	0.6	8.9	13.7	54.5	104.1	154.0
2015	177.0	146.7	127.9	29.5	8.2	2.1	0.7	4.6	18.1	72.4	89.9	123.4
2016	145.9	170.8	119.7	83.5	12.5	1.3	7.0	9.3	33.9	88.4	113.6	121.4
2017	183.8	142.5	113.4	77.1	25.0	3.9	4.6	14.9	12.0	58.8	141.2	148.0
2018	153.1	158.0	138.1	41.4	7.9	15.9	21.9	26.0	8.3	77.8	103.2	98.8
2019	159.6	157.4	130.9	53.8	14.9	1.3	4.4	3.1	8.5	71.2	125.2	193.1
2020	143.1	170.3	144.0	41.0	14.6	0.6	0.7	2.6	16.9	44.9	57.0	129.2
2021	173.0	110.6	177.2	78.6	9.6	1.1	1.4	2.6	16.5	57.1	77.2	150.8
2022	191.7	150.1	154.4	41.6	2.4	1.2	3.6	3.8	24.0	43.2	58.4	141.8
Media	161.7	148.0	138.6	57.5	10.9	3.8	4.5	7.7	20.8	56.9	88.4	134.9

Anexo 40

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S6

Centroide Catchment S6												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	293261.5	m										
Norte	8451419.1	m	Área 185.63 km2									
Elevación	4827.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	198.8	139.2	152.3	90.2	21.1	3.5	5.1	8.4	31.0	52.5	84.8	135.7
1986	134.1	148.9	138.2	74.5	14.0	3.2	6.3	15.2	18.6	56.7	128.4	127.9
1987	164.2	124.7	117.8	48.3	7.9	3.4	6.9	2.7	25.6	46.6	74.8	153.4
1988	98.3	142.6	145.8	96.0	8.8	0.7	4.7	3.3	26.1	59.8	77.7	114.3
1989	148.6	155.7	179.4	56.3	15.5	5.0	3.4	21.1	17.7	46.1	73.2	143.0
1990	171.9	96.8	92.5	46.8	10.2	20.5	4.8	9.8	17.4	60.8	93.8	165.1
1991	136.8	114.0	110.2	41.6	15.5	8.3	1.2	2.7	20.3	44.7	63.2	119.0
1992	184.6	123.1	129.7	44.3	7.9	5.2	14.5	13.7	16.9	54.8	134.3	110.0
1993	216.3	123.2	129.5	67.3	3.1	4.9	9.0	14.3	27.9	65.7	119.7	153.6
1994	132.1	183.6	143.0	86.9	16.7	1.5	1.2	1.5	18.8	58.2	85.4	139.6
1995	104.9	137.3	130.0	42.4	7.1	1.5	7.4	1.4	10.1	49.4	99.5	94.2
1996	173.4	131.2	145.7	56.2	14.1	1.4	4.1	19.1	31.9	67.0	77.1	144.2
1997	232.3	158.7	191.1	63.3	11.6	1.7	6.5	14.1	20.9	45.0	127.9	104.7
1998	105.3	186.4	108.8	28.2	1.2	0.0	0.7	3.0	4.7	92.4	103.3	101.9
1999	167.0	135.8	113.6	78.1	17.1	1.1	7.6	2.1	57.6	31.4	29.3	93.9
2000	141.6	139.1	122.3	33.9	6.0	4.2	1.6	1.2	19.3	79.8	28.8	80.1
2001	214.2	165.6	199.4	48.6	17.2	2.4	12.4	6.7	27.8	48.6	96.6	134.2
2002	159.1	199.3	150.3	98.6	24.3	0.0	10.8	5.2	24.1	64.8	134.1	116.3
2003	173.9	137.4	156.8	59.7	16.7	8.9	0.3	16.3	6.5	40.5	32.3	139.6
2004	209.5	146.4	115.7	59.3	5.4	10.9	5.3	13.4	52.5	44.1	96.6	141.6
2005	87.6	150.1	147.3	26.7	4.9	0.0	0.8	0.2	10.0	47.9	89.1	137.6
2006	162.0	156.3	124.6	92.0	1.1	4.7	0.0	7.5	17.1	65.0	104.3	119.9
2007	167.6	163.2	210.1	68.4	7.9	0.0	8.7	4.3	8.8	60.3	89.6	122.4
2008	167.9	134.9	119.1	24.0	11.5	3.2	0.2	0.9	12.7	72.9	65.2	177.9
2009	110.4	139.3	116.8	35.0	4.9	0.0	2.8	1.9	12.2	46.4	96.1	165.2
2010	191.1	128.3	131.3	57.8	10.3	0.0	0.2	6.8	12.8	82.0	73.3	156.0
2011	137.1	110.6	148.7	100.4	15.0	3.6	2.0	2.4	44.0	33.3	40.4	137.5
2012	150.6	199.7	126.5	46.8	7.9	12.0	0.2	11.9	42.7	27.0	68.4	151.3
2013	217.8	151.9	98.3	37.9	8.9	7.0	5.8	9.2	15.2	50.6	93.4	160.0
2014	129.7	143.4	128.8	26.4	12.3	4.4	0.8	9.2	13.5	56.9	102.0	151.4
2015	176.1	142.5	127.0	33.4	7.7	2.3	0.8	4.6	18.4	70.2	90.0	121.0
2016	142.8	166.3	125.0	79.6	13.1	1.6	6.8	9.3	35.8	87.1	113.5	124.1
2017	185.6	144.6	115.0	75.3	24.0	4.4	4.8	15.2	11.5	57.9	137.9	149.7
2018	153.7	153.3	137.2	41.8	8.4	15.0	22.4	24.8	8.8	75.1	101.5	102.3
2019	157.8	154.6	131.3	52.5	15.4	1.4	4.1	4.2	9.6	70.5	117.2	186.1
2020	142.0	168.4	143.3	44.4	13.9	0.8	0.9	3.2	18.2	45.7	60.8	127.8
2021	173.7	113.8	175.9	75.4	9.7	1.1	1.4	3.3	17.7	60.2	77.2	146.3
2022	189.7	148.2	154.9	44.3	2.8	1.7	3.3	3.6	25.3	44.1	60.8	140.8
Media	160.8	146.3	137.7	57.4	11.1	4.0	4.7	7.8	21.3	56.9	87.9	133.9

Anexo 41

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S7

Centroide Catchment S7												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	280566.7	m										
Norte	8447650.3	m							Área	47.25	km2	
Elevación	4740.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	208.3	135.7	149.7	83.2	18.5	2.8	5.1	9.0	25.8	53.6	78.8	136.3
1986	132.6	144.4	135.3	70.7	13.8	3.4	6.0	14.8	14.8	64.8	136.4	124.6
1987	155.7	129.5	120.5	47.7	7.9	3.7	5.8	2.6	28.3	46.6	66.8	156.8
1988	86.9	140.6	140.4	93.5	8.2	0.8	4.8	3.5	28.4	63.2	85.8	117.7
1989	143.2	158.0	184.9	53.4	14.2	3.8	3.5	19.8	15.0	45.9	74.6	144.3
1990	172.3	96.4	95.9	48.1	10.0	17.5	4.9	9.8	16.3	51.2	95.3	166.4
1991	133.9	116.9	110.3	40.8	14.0	6.6	1.1	2.8	20.2	40.8	66.2	113.6
1992	188.1	122.2	134.1	47.0	8.8	5.3	11.3	12.1	15.9	51.0	137.6	118.7
1993	217.9	134.7	129.0	62.3	2.9	4.4	8.2	11.7	24.8	64.8	114.3	152.4
1994	125.6	187.7	138.3	88.8	13.5	1.3	1.1	1.4	17.0	57.8	81.6	136.9
1995	98.6	131.0	131.5	43.5	7.2	1.4	5.4	1.2	9.9	53.3	95.4	88.5
1996	168.0	127.9	145.4	56.6	14.4	1.2	4.6	20.4	25.6	67.1	76.8	144.9
1997	236.9	159.3	192.8	56.8	9.4	1.4	6.8	15.1	19.5	43.6	124.4	102.4
1998	96.4	198.5	103.3	24.2	1.0	0.0	0.6	3.1	4.5	97.3	100.6	108.7
1999	175.3	136.4	112.2	79.8	15.8	1.1	7.0	2.3	48.8	28.7	30.2	86.7
2000	142.3	148.7	123.0	30.5	5.1	4.2	1.5	1.3	19.3	82.0	28.0	73.5
2001	216.6	167.4	203.7	43.3	17.1	1.7	12.1	6.7	29.3	45.1	99.6	133.5
2002	161.1	209.0	147.6	101.1	23.1	0.0	11.1	5.6	23.5	60.1	136.6	112.1
2003	173.6	135.6	159.1	62.0	17.1	9.3	0.3	13.4	6.4	39.3	31.5	142.8
2004	204.6	139.8	107.9	60.2	5.5	12.2	5.3	13.7	47.8	46.5	99.9	147.6
2005	84.9	162.9	152.0	24.6	4.9	0.0	0.8	0.1	8.2	48.7	88.4	140.2
2006	158.8	153.2	119.0	95.7	1.1	4.0	0.0	6.0	17.3	58.8	103.5	112.6
2007	167.9	156.9	215.5	66.8	6.6	0.0	6.6	2.7	8.6	59.8	87.1	123.2
2008	169.3	124.4	117.8	20.9	11.7	2.8	0.2	0.7	11.3	75.9	64.4	185.1
2009	106.8	149.5	127.3	35.0	4.5	0.0	2.8	1.2	11.7	51.1	96.2	173.8
2010	204.4	127.4	123.6	50.0	10.4	0.0	0.1	5.9	10.7	77.9	68.8	162.0
2011	126.1	110.8	152.2	107.6	13.3	2.8	2.0	2.8	47.6	32.2	41.9	142.6
2012	142.1	198.0	118.0	49.5	7.0	11.8	0.2	13.3	37.7	22.8	64.6	156.8
2013	221.1	153.5	92.0	29.6	8.6	5.6	4.4	8.4	15.9	55.1	89.3	160.2
2014	136.4	136.4	125.3	23.1	11.6	2.9	0.8	6.8	14.3	51.7	105.2	155.4
2015	169.2	152.0	130.2	29.3	8.7	2.1	0.8	4.9	18.3	74.9	91.9	124.0
2016	149.9	164.3	113.5	86.5	10.2	1.3	7.9	8.8	30.9	84.6	113.3	125.0
2017	177.4	144.5	114.1	78.9	23.2	3.1	3.3	15.3	11.6	57.5	142.1	148.6
2018	153.9	155.9	133.8	39.5	8.8	16.1	22.8	26.6	9.4	81.6	104.1	98.1
2019	155.8	149.0	131.2	49.2	12.9	1.5	4.0	3.9	7.7	67.7	127.7	201.0
2020	142.0	163.4	141.2	39.6	14.8	0.7	0.9	2.6	17.4	44.8	53.6	127.6
2021	174.8	105.2	171.8	79.9	10.0	0.8	1.2	3.1	16.8	53.7	80.5	151.5
2022	190.5	144.9	148.7	43.5	2.3	1.6	3.9	4.2	22.8	41.4	53.0	141.8
Media	159.7	146.6	136.6	56.4	10.5	3.7	4.5	7.6	20.0	56.4	87.8	135.2

Anexo 42

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S8

Centroide Catchment S8												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	277385.8	m										
Norte	8464323.9	m							Área	309.26	km2	
Elevación	4973.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	193.0	138.3	153.9	92.9	21.0	3.3	5.3	8.8	26.2	51.4	79.8	133.0
1986	128.6	138.3	131.1	70.7	12.8	3.1	5.9	15.0	15.8	58.9	131.6	128.7
1987	151.1	125.0	119.6	48.9	7.4	3.3	5.7	2.4	27.5	45.0	68.2	150.3
1988	91.2	138.1	134.5	88.5	9.0	0.8	4.8	3.2	27.0	60.9	80.0	110.9
1989	139.6	152.6	175.7	50.8	13.6	3.7	3.3	20.1	17.3	45.6	75.5	143.8
1990	169.3	94.3	91.6	46.7	9.8	18.9	5.1	9.8	16.5	58.7	87.7	167.6
1991	131.8	113.0	110.0	40.5	14.4	8.0	1.6	3.3	19.6	43.0	64.5	115.2
1992	187.0	121.7	127.4	43.7	8.5	5.9	11.2	13.3	15.3	55.7	133.9	113.2
1993	214.3	131.4	124.5	62.4	3.3	4.7	9.6	13.9	26.7	65.8	110.4	152.6
1994	126.1	179.3	132.6	84.7	14.0	1.9	1.6	2.0	18.3	57.3	80.6	132.8
1995	97.9	128.3	129.4	42.5	8.5	2.0	5.8	1.8	10.7	49.2	97.0	91.4
1996	166.3	126.2	142.0	57.2	15.2	1.8	4.8	21.2	26.0	68.1	73.9	141.6
1997	228.5	157.7	188.4	54.8	10.9	2.0	7.5	14.7	20.7	47.7	123.5	107.8
1998	97.4	186.3	105.2	30.6	1.5	0.0	0.9	3.1	5.1	90.8	101.1	105.2
1999	166.1	131.3	109.8	78.5	15.8	1.1	10.6	2.6	47.6	33.1	32.2	92.7
2000	140.9	139.8	119.2	30.8	5.5	3.8	1.4	1.2	19.8	78.1	28.1	75.5
2001	212.7	169.2	197.9	42.9	17.8	1.7	15.3	7.6	29.3	44.9	97.6	128.0
2002	160.6	208.5	143.4	93.9	22.2	0.0	10.4	5.1	23.8	61.0	130.0	115.5
2003	167.8	133.6	153.4	59.1	16.7	9.1	0.5	13.1	7.5	37.0	35.2	138.2
2004	204.8	137.3	112.4	60.7	5.4	11.1	6.2	14.3	46.1	45.3	100.6	141.0
2005	89.8	156.9	142.9	24.4	4.7	0.0	0.7	0.1	9.5	50.5	87.6	138.2
2006	155.8	149.3	119.3	94.4	1.0	4.6	0.0	5.7	16.6	59.3	104.0	112.9
2007	165.1	154.6	207.0	68.3	6.3	0.0	6.4	2.6	8.9	59.1	87.1	119.1
2008	164.1	127.5	113.5	23.4	13.0	4.1	0.2	0.6	12.2	74.9	62.9	177.7
2009	106.6	144.0	122.3	38.3	5.6	0.0	3.0	1.2	11.8	48.3	100.3	167.4
2010	199.3	123.3	121.7	48.6	11.0	0.0	0.1	7.2	11.2	75.5	66.9	159.0
2011	126.6	112.0	151.0	102.5	12.5	2.9	2.3	2.5	48.2	32.9	42.4	140.8
2012	141.7	193.5	116.9	49.2	7.5	12.6	0.2	11.9	37.8	24.0	67.4	153.8
2013	210.7	149.7	90.7	31.9	7.8	5.9	4.5	8.9	15.8	55.7	87.9	157.6
2014	130.6	138.6	126.1	22.8	12.2	3.1	1.1	6.7	14.5	54.7	99.7	151.7
2015	164.6	144.8	128.7	35.2	8.0	2.5	1.0	5.0	18.5	71.3	92.2	120.7
2016	145.2	158.4	118.3	81.0	10.2	1.9	7.6	8.7	32.7	81.2	112.4	128.9
2017	177.9	147.5	117.5	76.0	21.6	3.6	3.3	15.9	11.1	56.3	136.3	149.0
2018	153.6	147.9	130.4	39.3	9.7	14.8	23.7	24.9	10.3	78.1	101.7	101.9
2019	150.9	141.6	130.5	45.2	12.9	1.8	3.7	5.8	9.1	65.9	115.8	192.3
2020	138.9	158.7	138.7	43.8	14.0	1.1	1.3	3.5	19.4	45.8	57.7	124.2
2021	176.3	107.5	166.4	75.6	10.1	0.8	1.2	4.3	18.5	56.9	81.1	143.3
2022	186.5	140.4	148.0	47.9	2.8	2.4	3.5	3.8	24.2	42.7	56.1	139.6
Media	156.8	143.3	134.0	56.0	10.6	3.9	4.8	7.8	20.4	56.1	86.6	133.2

Anexo 43

Precipitación total mensual (mm) - Catchment S9

Centroide Catchment S9												
Precipitación total mensual (mm)												
Este	290490.4	m										
Norte	8465532.3	m										
Elevación	5107.0	msnm										
			Área	343.00	km2							
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	192.7	139.5	153.9	93.6	21.7	3.5	5.3	8.5	29.3	51.6	83.3	133.9
1986	131.1	143.5	134.6	73.1	13.3	3.1	6.1	15.1	17.8	55.9	128.3	129.3
1987	158.4	123.7	118.2	48.9	7.6	3.3	6.5	2.5	26.1	45.6	72.8	150.6
1988	96.9	140.4	140.2	92.0	9.1	0.7	4.8	3.2	26.1	59.5	77.1	111.3
1989	144.3	153.3	175.7	53.8	14.7	4.4	3.4	20.8	18.1	45.8	74.3	143.1
1990	170.1	95.4	91.1	46.4	10.0	20.3	4.9	9.8	17.2	61.9	89.7	166.3
1991	134.4	112.7	110.0	41.1	15.2	8.5	1.5	3.0	19.9	44.7	63.2	118.1
1992	185.0	122.4	127.3	43.3	8.0	5.6	13.3	13.9	16.2	56.3	133.2	109.6
1993	214.6	125.2	126.6	65.5	3.3	4.9	9.5	14.7	27.9	66.0	115.5	153.2
1994	130.0	179.8	137.8	85.0	15.8	1.8	1.5	1.8	18.9	57.7	83.4	136.1
1995	102.3	133.3	129.3	42.2	7.9	1.8	6.9	1.6	10.5	48.3	99.0	94.0
1996	170.3	128.9	143.5	56.7	14.7	1.6	4.4	20.0	29.9	67.7	75.2	142.4
1997	228.8	158.0	189.0	59.8	11.7	2.0	7.0	14.2	21.1	47.0	126.1	107.0
1998	102.8	183.2	108.0	30.6	1.4	0.0	0.8	3.0	5.0	90.2	102.6	102.1
1999	164.3	132.9	111.6	77.9	16.7	1.1	9.6	2.4	53.7	33.1	30.9	95.1
2000	140.9	137.2	120.2	32.9	6.0	3.9	1.5	1.2	19.6	78.3	28.5	79.0
2001	212.7	167.3	197.4	46.5	17.6	2.1	14.2	7.2	28.4	47.2	96.4	130.6
2002	159.5	202.5	146.7	95.2	23.4	0.0	10.5	5.1	24.1	63.7	130.9	116.9
2003	170.2	135.5	154.2	58.8	16.6	8.9	0.4	15.1	7.2	38.7	34.3	137.9
2004	207.8	142.6	115.6	59.9	5.4	10.7	5.8	13.9	49.8	44.2	98.2	139.6
2005	89.6	151.1	143.4	25.9	4.8	0.0	0.7	0.2	10.2	49.3	88.3	137.3
2006	159.0	152.7	122.8	92.6	1.1	4.8	0.0	6.8	16.8	63.0	104.3	117.5
2007	165.9	159.7	206.8	68.7	7.2	0.0	7.8	3.7	8.9	59.7	88.7	120.3
2008	165.2	133.0	116.0	24.4	12.3	3.8	0.2	0.8	12.7	73.4	64.0	175.9
2009	108.9	139.6	117.4	37.0	5.4	0.0	3.0	1.6	12.1	46.4	98.7	164.2
2010	192.6	125.4	127.3	54.1	10.7	0.0	0.2	7.3	12.3	79.1	70.5	156.2
2011	133.4	111.4	149.3	99.9	13.9	3.4	2.2	2.4	45.7	33.3	41.2	138.2
2012	147.3	196.3	122.8	47.6	7.9	12.4	0.2	11.5	40.9	26.2	68.7	151.4
2013	212.6	150.2	95.3	36.3	8.3	6.7	5.4	9.2	15.4	52.6	91.0	158.5
2014	128.6	142.2	127.9	25.1	12.4	4.0	1.0	8.3	13.9	56.8	99.7	150.6
2015	170.8	141.4	127.2	35.5	7.6	2.5	1.0	4.7	18.5	69.7	90.8	120.1
2016	142.5	162.2	123.7	78.8	12.0	1.8	7.0	9.1	35.1	84.2	112.8	126.7
2017	183.0	146.3	116.8	74.8	22.8	4.2	4.2	15.6	11.2	57.0	135.9	149.4
2018	153.5	149.4	133.8	40.8	9.1	14.6	23.1	24.5	9.6	75.3	101.0	103.0
2019	154.0	148.0	130.8	48.9	14.5	1.6	3.9	5.3	9.8	68.4	113.8	186.2
2020	140.0	163.8	141.0	45.2	13.8	1.0	1.2	3.5	19.1	45.9	60.6	125.6
2021	175.0	112.0	171.1	74.5	9.8	1.0	1.3	4.0	18.4	59.7	78.8	143.1
2022	187.5	144.3	152.2	46.7	2.9	2.2	3.3	3.6	25.2	43.9	60.0	139.8
Media	158.6	144.4	135.7	56.8	11.0	4.0	4.8	7.9	21.1	56.5	87.1	133.2

Anexo 44

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V1

Centroide Catchment V1												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	236409.4	m										
Norte	8439576.0	m							Área	0.27	km2	
Elevación	3499.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.6	10.6	10.6	10.4	9.0	8.0	7.7	9.5	10.7	12.5	12.4	11.4
1986	10.3	11.3	10.5	10.1	9.1	7.9	8.0	9.3	11.5	12.4	12.4	11.6
1987	11.1	10.6	10.3	10.6	8.8	8.3	8.7	10.3	10.9	12.0	12.4	11.7
1988	11.9	10.4	10.9	10.0	9.3	8.0	7.9	9.4	10.9	11.5	11.9	11.9
1989	11.4	11.2	10.9	10.6	9.3	8.4	7.8	9.5	11.5	12.0	12.1	11.6
1990	10.9	11.5	10.8	10.8	8.6	8.8	8.2	9.1	11.1	11.9	12.9	11.4
1991	11.1	11.0	10.9	10.4	9.7	7.9	7.9	9.5	11.0	11.6	11.7	11.5
1992	11.4	11.5	11.4	10.7	9.0	8.5	8.5	9.1	11.2	11.3	11.8	11.7
1993	10.5	11.1	10.6	10.4	9.4	8.0	8.3	8.8	10.5	11.5	11.9	11.3
1994	10.7	10.9	10.3	10.3	9.0	7.7	7.9	9.3	11.1	11.8	12.0	11.3
1995	11.1	11.3	10.9	10.7	9.5	8.3	8.9	9.7	11.1	12.6	12.3	11.5
1996	10.8	10.8	11.0	10.7	9.4	7.7	7.8	9.5	11.2	11.3	11.8	11.1
1997	10.5	10.4	10.4	10.1	8.9	7.8	8.4	9.4	11.8	12.4	12.4	12.2
1998	12.4	12.2	11.8	11.5	9.5	8.5	8.3	10.3	11.6	12.0	12.1	11.7
1999	11.1	10.4	10.5	10.3	9.1	8.1	7.6	9.3	10.8	11.4	12.1	11.5
2000	10.7	10.3	10.3	10.4	9.4	7.7	8.0	9.5	11.0	11.0	12.8	11.1
2001	10.2	10.6	10.4	10.2	8.9	8.2	8.1	8.8	11.1	11.7	12.5	11.9
2002	11.1	10.6	10.9	10.5	9.0	8.4	7.7	9.4	10.6	11.7	11.8	11.7
2003	11.3	11.3	10.9	10.4	9.3	8.5	8.1	9.4	10.6	12.2	12.4	11.6
2004	11.2	11.2	10.9	10.5	8.7	7.5	7.6	9.1	10.6	12.2	12.7	11.2
2005	11.5	11.2	11.5	11.0	9.5	8.2	8.4	9.7	11.1	11.6	12.4	11.6
2006	10.5	11.1	10.9	10.4	8.4	8.3	8.0	9.6	11.3	12.0	11.9	11.9
2007	11.7	11.1	10.6	10.5	9.3	8.0	8.2	9.8	10.8	11.5	12.5	11.6
2008	10.5	10.5	10.3	10.0	8.7	7.8	8.0	10.0	11.1	11.6	13.9	11.5
2009	10.9	10.9	10.9	10.4	9.2	7.5	7.8	9.5	11.7	12.5	12.3	11.7
2010	11.0	11.4	11.2	10.6	9.3	8.5	8.3	10.0	11.7	12.4	12.9	10.9
2011	10.6	10.4	10.3	10.3	9.0	8.2	7.8	10.7	10.6	11.8	12.7	11.1
2012	10.9	10.0	10.6	10.5	8.9	7.9	7.5	9.1	10.9	12.1	12.4	11.2
2013	10.8	11.0	11.1	10.3	9.4	7.8	7.9	9.5	11.0	12.2	12.2	11.2
2014	10.9	10.9	10.9	10.4	9.2	8.4	7.8	8.7	11.0	11.2	12.9	11.7
2015	10.6	10.9	11.0	10.1	9.1	8.6	7.9	9.5	11.5	12.1	12.8	11.3
2016	12.1	11.6	11.8	10.6	9.4	8.2	8.1	9.3	11.2	11.4	12.6	11.9
2017	11.2	11.3	11.3	10.5	9.5	8.3	8.6	9.9	11.4	12.0	13.2	11.9
2018	10.9	11.0	10.8	10.4	8.8	7.6	8.2	9.6	11.2	11.4	12.2	12.0
2019	11.7	11.0	11.0	10.9	9.4	8.7	8.3	9.6	11.5	12.2	11.8	11.8
2020	11.6	11.5	11.3	10.7	9.0	9.1	8.8	10.5	11.5	11.6	13.2	11.2
2021	11.1	11.1	10.5	10.3	9.1	8.4	8.5	9.9	11.3	12.8	12.2	11.2
2022	10.7	10.6	10.8	10.5	9.2	7.6	8.8	10.2	11.6	12.7	13.5	11.6
Media	11.0	11.0	10.8	10.5	9.1	8.1	8.1	9.6	11.1	11.9	12.4	11.5

Anexo 45

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V2

Centroide Catchment V2												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	235204.2	m										
Norte	8429428.1	m							Área	155.14	km2	
Elevación	3877.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.6	10.9	10.7	10.3	8.8	7.9	7.6	9.6	10.8	12.5	12.3	11.6
1986	10.5	11.3	10.6	10.2	8.9	7.9	7.9	9.0	11.5	12.4	12.6	11.5
1987	11.3	10.7	10.5	10.6	8.7	7.9	8.4	10.1	11.0	12.3	12.4	11.7
1988	11.7	10.6	10.8	10.0	9.1	8.0	7.8	9.5	11.0	11.3	12.1	11.9
1989	11.2	11.0	11.0	10.6	9.1	7.9	7.7	9.4	11.5	12.0	12.3	11.7
1990	11.0	11.5	11.1	10.8	8.6	8.5	8.2	9.2	11.1	12.0	13.1	11.5
1991	11.1	11.1	10.9	10.5	9.6	7.8	7.8	9.3	10.9	11.6	11.8	11.4
1992	11.3	11.4	11.3	10.8	9.0	8.5	8.4	9.2	11.1	11.3	11.8	11.7
1993	10.6	11.2	10.7	10.5	9.5	7.9	8.4	8.9	10.6	11.6	12.0	11.4
1994	10.8	10.9	10.4	10.4	9.1	7.7	7.9	9.3	11.3	12.0	12.2	11.4
1995	11.1	11.4	11.0	10.8	9.4	8.3	8.8	9.5	11.2	12.7	12.4	11.7
1996	10.9	10.9	11.1	10.8	9.4	7.6	7.8	9.6	11.3	11.3	12.1	11.3
1997	10.7	10.6	10.5	10.2	9.0	7.8	8.4	9.4	11.9	12.5	12.5	12.2
1998	12.4	12.1	11.9	11.4	9.3	8.3	8.1	10.2	11.5	12.1	12.1	11.8
1999	11.2	10.5	10.6	10.4	9.1	8.0	7.6	9.2	10.8	11.6	12.2	11.6
2000	10.8	10.5	10.4	10.4	9.3	7.7	8.0	9.5	11.0	11.2	12.9	11.2
2001	10.3	10.8	10.5	10.2	8.9	8.0	7.8	8.9	11.2	11.7	12.6	12.0
2002	11.1	10.7	10.9	10.5	8.8	8.1	7.7	9.3	10.7	11.8	11.9	11.9
2003	11.3	11.3	10.9	10.4	9.2	8.3	8.0	9.4	10.7	12.4	12.5	11.7
2004	11.3	11.2	10.9	10.4	8.5	7.3	7.5	9.2	10.7	12.4	13.0	11.3
2005	11.5	11.1	11.4	11.0	9.3	8.0	8.3	9.6	11.2	11.7	12.6	11.6
2006	10.5	11.1	10.9	10.4	8.2	8.2	7.9	9.5	11.3	12.1	12.0	12.0
2007	11.7	11.2	10.7	10.6	9.1	7.7	8.1	9.6	10.9	11.6	12.7	11.7
2008	10.6	10.7	10.4	10.1	8.6	7.6	7.8	9.8	11.2	11.7	14.3	11.6
2009	11.0	11.0	10.9	10.4	9.1	7.1	7.6	9.4	11.6	12.5	12.3	11.8
2010	11.1	11.4	11.2	10.6	9.1	8.1	7.9	9.7	11.7	12.4	13.0	11.0
2011	10.6	10.5	10.3	10.4	8.8	7.9	7.5	10.1	10.7	11.9	12.9	11.1
2012	10.9	10.1	10.6	10.6	8.7	7.7	7.3	8.9	11.0	12.1	12.5	11.3
2013	10.8	11.1	11.1	10.2	9.2	7.5	7.7	9.3	11.1	12.4	12.3	11.2
2014	10.9	11.1	11.0	10.3	9.1	8.0	7.6	8.5	11.0	11.3	13.1	11.9
2015	10.8	11.0	11.2	10.2	8.9	8.5	7.7	9.4	11.4	12.1	13.0	11.4
2016	12.1	11.6	11.7	10.5	9.3	8.0	7.9	9.2	11.2	11.6	12.6	12.0
2017	11.3	11.3	11.1	10.6	9.3	8.0	8.4	9.6	11.4	12.0	13.5	11.9
2018	10.9	11.0	10.8	10.3	8.7	7.4	7.8	9.1	11.1	11.3	12.3	12.0
2019	11.7	11.1	11.1	10.9	9.2	8.3	8.0	9.4	11.5	12.3	11.9	11.9
2020	11.6	11.5	11.3	10.8	9.0	8.7	8.5	10.2	11.5	11.7	13.3	11.2
2021	11.1	11.2	10.5	10.2	8.9	8.0	8.1	9.7	11.3	12.7	12.3	11.3
2022	10.7	10.7	10.9	10.4	8.9	7.3	8.5	10.0	11.5	12.8	13.6	11.7
Media	11.1	11.0	10.9	10.5	9.0	7.9	8.0	9.4	11.2	12.0	12.6	11.6

Anexo 46

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V3

Centroide Catchment V3												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	244539.5	m										
Norte	8431743.7	m							Área	196.67	km2	
Elevación	3537.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.5	11.1	10.7	10.1	8.6	7.7	7.5	9.7	10.8	12.4	12.2	11.6
1986	10.6	11.3	10.7	10.0	8.6	7.7	7.6	8.4	11.3	12.3	12.6	11.2
1987	11.4	10.8	10.6	10.4	8.4	7.3	7.9	9.7	11.0	12.4	12.3	11.5
1988	11.4	10.7	10.7	9.9	8.8	8.0	7.7	9.4	10.9	11.0	12.0	11.8
1989	10.8	10.7	11.0	10.6	8.9	7.3	7.6	9.4	11.4	11.9	12.3	11.5
1990	11.0	11.4	11.1	10.6	8.4	8.0	8.2	9.3	11.1	12.0	13.4	11.3
1991	11.0	11.1	10.7	10.5	9.2	7.6	7.6	9.1	10.8	11.5	12.0	11.2
1992	11.1	11.2	11.1	10.8	8.7	8.5	8.1	9.2	10.9	11.2	11.8	11.4
1993	10.7	11.2	10.7	10.4	9.3	7.6	8.3	8.9	10.5	11.6	12.0	11.3
1994	10.7	10.8	10.2	10.4	9.1	7.7	7.9	9.2	11.4	11.9	12.2	11.2
1995	10.9	11.4	11.0	10.7	9.2	8.1	8.6	8.9	11.3	12.7	12.3	11.7
1996	10.9	10.9	11.1	10.7	9.3	7.5	7.7	9.5	11.3	11.0	12.2	11.4
1997	10.8	10.7	10.5	10.1	9.0	7.7	8.3	9.3	11.9	12.2	12.6	12.0
1998	12.1	11.8	11.6	11.1	8.8	8.0	7.8	9.9	11.3	12.1	12.0	11.8
1999	11.1	10.5	10.6	10.5	8.9	7.8	7.6	8.9	10.9	11.8	12.2	11.5
2000	10.7	10.6	10.4	10.3	9.1	7.6	7.9	9.3	10.9	11.3	12.9	11.3
2001	10.4	10.8	10.4	10.2	8.7	7.7	7.5	9.0	11.1	11.5	12.5	12.0
2002	10.9	10.7	10.6	10.6	8.5	7.7	7.5	9.3	10.7	11.9	12.0	11.9
2003	11.2	11.2	10.7	10.2	9.0	7.9	7.9	9.2	10.7	12.4	12.5	11.6
2004	11.2	11.1	10.7	10.2	8.3	7.1	7.3	9.2	10.8	12.4	13.2	11.1
2005	11.3	10.9	11.2	10.8	9.0	7.6	7.9	9.3	11.1	11.6	12.7	11.5
2006	10.4	10.9	10.8	10.3	8.0	8.0	7.8	9.1	11.1	12.1	12.0	12.0
2007	11.6	11.1	10.6	10.5	8.8	7.2	7.8	9.3	10.9	11.5	12.7	11.7
2008	10.7	10.7	10.4	9.9	8.4	7.3	7.6	9.6	11.2	11.5	15.2	11.7
2009	10.9	10.9	10.8	10.4	8.8	6.6	7.2	9.2	11.5	12.3	12.1	11.8
2010	11.0	11.2	11.0	10.3	8.7	7.4	7.3	9.3	11.5	12.4	13.0	11.0
2011	10.5	10.5	10.2	10.3	8.6	7.6	7.3	9.5	10.7	11.9	12.8	10.9
2012	11.0	10.1	10.5	10.6	8.5	7.5	7.1	8.8	10.9	11.9	12.4	11.3
2013	10.7	11.0	10.9	10.1	8.8	7.1	7.5	9.1	11.0	12.6	12.3	11.2
2014	10.8	11.1	10.9	10.2	8.9	7.5	7.3	8.1	11.0	11.1	13.1	11.9
2015	11.0	11.0	11.2	10.2	8.7	8.3	7.6	9.2	11.1	12.0	13.0	11.3
2016	12.0	11.5	11.3	10.3	9.1	7.9	7.7	9.0	11.1	11.7	12.5	11.8
2017	11.2	11.3	10.8	10.6	8.9	7.5	8.0	9.2	11.2	11.9	13.9	11.8
2018	10.7	10.9	10.8	10.2	8.4	7.0	7.3	8.4	10.8	11.1	12.4	11.9
2019	11.5	10.9	11.0	10.8	8.9	7.7	7.6	9.0	11.3	12.3	12.0	11.9
2020	11.5	11.4	11.2	10.8	9.0	8.3	8.0	9.8	11.4	11.6	13.3	11.1
2021	11.1	11.1	10.3	10.1	8.5	7.6	7.7	9.3	11.1	12.6	12.3	11.2
2022	10.6	10.7	10.8	10.2	8.5	6.8	8.0	9.6	11.3	12.6	13.6	11.6
Media	11.0	11.0	10.8	10.4	8.8	7.6	7.7	9.2	11.1	11.9	12.6	11.5

Anexo 47

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V4

Centroide Catchment V4												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	246311.8	m										
Norte	8420438.7	m							Área	100.74	km2	
Elevación	4246.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.9	11.5	11.1	10.4	8.8	8.1	7.7	10.0	11.1	12.7	12.5	12.2
1986	10.9	11.7	11.0	10.4	8.9	8.1	7.9	9.1	11.6	12.7	12.9	11.6
1987	11.9	11.2	11.0	10.8	8.7	7.5	8.1	9.9	11.5	12.9	12.8	11.9
1988	11.5	11.1	11.0	10.3	9.0	8.2	7.9	10.0	11.2	11.2	12.5	12.1
1989	11.1	11.0	11.4	10.7	9.0	7.4	7.7	9.6	11.8	12.3	12.5	12.0
1990	11.2	11.9	11.8	11.0	8.8	8.2	8.5	9.8	11.4	12.5	13.6	11.8
1991	11.5	11.6	11.1	10.9	9.6	8.1	7.9	9.3	11.1	11.8	11.9	11.4
1992	11.4	11.6	11.3	11.2	9.1	8.7	8.5	9.4	11.3	11.6	12.0	11.9
1993	11.1	11.6	11.0	10.9	9.9	8.1	8.8	9.3	10.9	12.0	12.5	11.8
1994	11.2	11.2	10.7	10.8	9.4	8.1	8.2	9.6	11.9	12.4	12.7	11.7
1995	11.3	11.8	11.4	11.2	9.7	8.5	9.0	9.7	11.7	13.2	12.8	12.1
1996	11.2	11.3	11.5	11.1	9.8	7.9	8.2	10.0	11.8	11.8	12.6	11.8
1997	11.1	11.0	10.9	10.5	9.4	8.0	8.7	9.8	12.5	12.9	13.0	12.6
1998	12.7	12.4	12.2	11.7	9.1	8.3	8.1	10.2	11.8	12.5	12.4	12.2
1999	11.5	10.8	10.8	10.7	9.2	8.2	7.9	9.2	11.2	12.1	12.7	12.0
2000	11.0	10.9	10.6	10.6	9.3	7.9	8.1	9.8	11.4	11.6	13.3	11.6
2001	10.7	11.1	10.8	10.5	9.1	8.2	7.7	9.3	11.5	12.0	12.9	12.3
2002	11.4	11.1	11.0	10.7	8.7	8.1	7.8	9.5	11.0	12.2	12.3	12.3
2003	11.6	11.6	11.1	10.5	9.2	8.1	8.1	9.5	11.0	12.8	13.0	12.0
2004	11.5	11.5	11.1	10.5	8.4	7.2	7.5	9.3	11.1	12.8	13.4	11.6
2005	11.8	11.3	11.7	11.1	9.3	7.9	8.5	9.6	11.4	12.1	13.0	11.9
2006	10.8	11.4	11.3	10.7	8.1	8.2	8.2	9.6	11.5	12.5	12.3	12.3
2007	12.0	11.5	10.9	10.9	9.2	7.4	8.1	9.6	11.3	12.0	13.0	12.0
2008	11.0	11.0	10.6	10.3	8.7	7.6	7.9	9.9	11.6	11.9	14.9	11.9
2009	11.3	11.2	11.1	10.7	9.0	6.6	7.5	9.4	11.9	12.7	12.5	12.2
2010	11.4	11.7	11.5	10.8	9.0	7.7	7.4	9.5	12.0	12.7	13.3	11.3
2011	10.9	10.7	10.6	10.6	8.7	7.6	7.3	9.6	10.9	12.2	13.4	11.3
2012	11.2	10.3	10.8	10.8	8.6	7.5	7.2	8.8	11.3	12.3	12.9	11.8
2013	11.1	11.3	11.2	10.3	9.1	7.3	7.6	9.2	11.4	12.9	12.8	11.5
2014	11.1	11.5	11.2	10.5	9.1	7.8	7.7	8.7	11.3	11.8	13.6	12.4
2015	11.3	11.4	11.6	10.6	9.0	8.4	7.6	9.5	11.6	12.4	13.4	11.8
2016	12.7	12.0	11.9	10.7	9.2	7.9	7.8	9.3	11.5	12.0	12.9	12.4
2017	11.6	11.6	11.2	10.9	9.2	7.9	8.3	9.5	11.6	12.1	13.8	12.1
2018	11.0	11.3	11.2	10.6	8.6	7.2	7.5	8.7	11.3	11.5	12.8	12.2
2019	11.9	11.4	11.4	11.1	9.1	7.9	7.8	9.3	11.7	12.8	12.4	12.3
2020	11.9	11.8	11.6	11.2	9.2	8.5	8.1	10.1	11.8	12.0	13.7	11.6
2021	11.5	11.5	10.8	10.4	8.7	7.8	7.8	9.6	11.5	13.0	12.7	11.7
2022	11.0	11.0	11.2	10.4	8.7	6.8	8.2	9.9	11.6	13.1	14.1	12.1
Media	11.4	11.4	11.2	10.7	9.0	7.9	8.0	9.5	11.5	12.3	12.9	11.9

Anexo 48

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V5

Centroide Catchment V5												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	257160.3	m										
Norte	8424038.5	m							Área	189.24	km2	
Elevación	3568.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	11.7	12.3	12.0	11.0	9.4	9.1	8.2	10.9	11.9	13.4	13.2	13.4
1986	11.7	12.4	11.7	11.2	9.6	8.8	8.7	10.6	12.5	13.5	13.6	12.5
1987	12.9	11.9	11.8	11.7	9.3	8.2	8.6	10.3	12.6	14.1	13.8	12.8
1988	11.8	11.8	11.9	11.1	9.4	8.9	8.4	11.4	12.0	11.8	13.5	12.9
1989	11.6	11.8	12.1	11.1	9.4	7.7	8.2	10.2	12.9	13.0	12.7	13.0
1990	11.7	13.0	13.1	12.0	9.5	8.7	9.3	10.9	12.2	13.6	14.1	12.9
1991	12.7	12.6	12.1	11.9	10.6	9.3	8.5	9.8	11.8	12.3	11.8	11.8
1992	12.1	12.5	11.7	12.1	10.1	9.2	9.3	9.9	12.1	12.6	12.5	13.0
1993	11.9	12.3	11.8	11.9	11.2	9.3	9.8	10.4	11.7	13.0	13.5	12.8
1994	12.2	11.9	11.7	11.8	10.1	8.9	8.7	10.6	13.1	13.4	13.7	12.9
1995	12.3	12.8	12.2	12.2	10.9	9.7	10.0	11.6	12.7	14.4	13.8	13.0
1996	12.0	12.1	12.4	11.9	10.9	8.8	9.3	11.0	12.9	13.6	13.5	12.6
1997	11.7	11.8	11.8	11.3	10.4	8.9	9.6	10.9	13.8	14.4	13.8	13.7
1998	14.1	13.6	13.5	13.1	9.9	9.3	9.0	11.1	13.0	13.5	13.3	12.9
1999	12.3	11.6	11.4	11.2	10.0	9.2	8.7	9.8	11.9	12.7	13.7	13.1
2000	11.8	11.4	11.1	11.2	9.7	8.6	8.6	10.8	12.3	12.2	14.3	12.1
2001	11.2	11.6	11.6	11.1	10.1	9.4	8.2	10.0	12.4	13.2	14.0	12.8
2002	12.4	11.9	11.9	11.2	9.2	9.0	8.5	10.0	11.6	13.0	12.8	13.1
2003	12.4	12.4	11.8	11.2	9.7	8.7	8.7	10.3	11.8	13.6	14.2	13.0
2004	12.2	12.3	11.8	11.0	8.7	7.5	8.1	9.8	11.5	13.6	13.7	12.6
2005	12.9	12.2	12.8	11.8	10.2	8.6	9.7	10.3	12.1	13.2	13.6	12.6
2006	11.6	12.5	12.4	11.4	8.4	8.6	9.2	10.8	12.5	13.4	13.0	13.0
2007	12.8	12.3	11.6	11.7	10.0	7.9	8.7	10.3	12.3	13.1	13.6	12.6
2008	11.6	11.5	11.2	11.1	9.3	8.3	8.7	10.7	12.4	12.9	14.2	12.4
2009	12.1	11.9	11.9	11.3	9.7	6.7	8.3	9.8	12.8	13.7	13.2	13.1
2010	12.3	12.7	12.7	11.8	9.8	8.6	8.0	10.3	13.2	13.4	14.0	11.9
2011	11.6	11.2	11.5	11.3	9.1	7.6	7.4	10.0	11.5	13.1	14.7	12.2
2012	11.8	10.8	11.7	11.2	9.0	7.8	7.4	9.0	12.1	13.4	14.1	13.0
2013	11.9	12.0	12.0	10.9	9.7	7.8	8.0	9.7	12.4	13.7	13.9	12.3
2014	11.8	12.3	12.1	11.2	9.6	8.6	8.6	9.9	12.0	13.2	14.7	13.3
2015	12.0	12.1	12.4	11.3	9.8	8.6	7.9	10.3	12.9	13.4	14.5	12.8
2016	14.0	13.2	13.3	11.7	9.6	8.0	8.2	10.0	12.3	12.7	13.7	13.6
2017	12.7	12.3	12.0	11.5	10.0	8.8	9.3	10.4	12.4	12.6	13.5	12.8
2018	11.8	12.1	12.2	11.4	9.3	7.9	8.0	9.4	12.3	12.5	13.7	13.1
2019	12.8	12.3	12.3	11.9	9.7	8.5	8.4	9.9	12.6	13.9	13.4	13.1
2020	12.8	12.7	12.5	12.0	9.9	9.0	8.5	10.7	12.8	12.9	14.6	12.5
2021	12.4	12.4	11.7	11.2	9.2	8.1	8.1	10.2	12.4	13.9	13.6	12.7
2022	11.9	11.8	12.0	11.0	9.1	7.1	8.6	10.8	12.4	14.0	15.2	13.3
Media	12.2	12.2	12.0	11.5	9.7	8.5	8.6	10.3	12.4	13.3	13.7	12.8

Anexo 49

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V6

Centroide Catchment V6												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	272303.5	m										
Norte	8408994.6	m							Área	485.24	km2	
Elevación	4158.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.9	11.3	11.0	10.2	8.6	7.9	7.2	9.4	10.9	12.6	12.1	12.0
1986	10.8	11.6	10.9	10.2	8.5	7.7	7.5	8.6	11.3	12.7	12.7	11.5
1987	11.6	10.6	10.9	10.5	8.5	7.1	7.6	9.5	11.1	12.4	12.4	11.9
1988	11.2	11.0	10.8	10.0	8.9	7.9	7.6	9.6	11.0	11.0	12.1	11.7
1989	10.9	10.8	11.3	10.5	8.8	7.1	7.3	9.2	11.5	12.0	12.5	12.0
1990	11.2	11.6	11.6	10.8	8.5	7.7	8.1	9.3	11.3	12.1	13.5	11.9
1991	11.1	11.2	11.1	10.7	9.3	7.6	7.4	8.9	10.7	11.6	11.8	11.3
1992	11.2	11.3	11.1	11.0	8.8	8.1	8.0	9.0	11.1	11.5	11.9	11.8
1993	11.0	11.4	10.8	10.5	9.5	7.7	8.2	8.9	10.5	11.8	12.4	11.7
1994	11.1	11.0	10.6	10.6	9.1	7.7	7.8	9.3	11.4	12.2	12.6	11.5
1995	11.3	11.7	11.1	10.9	9.4	8.2	8.5	9.3	11.4	13.0	12.8	12.0
1996	11.0	11.1	11.2	10.9	9.4	7.5	7.7	9.5	11.4	11.6	12.6	11.7
1997	11.2	10.7	10.9	10.3	9.1	7.5	8.2	9.3	11.9	12.7	12.8	12.5
1998	12.6	12.2	12.0	11.3	9.0	8.0	7.6	9.7	11.4	12.2	12.0	12.0
1999	11.3	10.7	10.6	10.4	8.9	7.7	7.5	8.8	10.7	11.7	12.3	11.7
2000	10.8	10.7	10.5	10.3	9.0	7.5	7.7	9.4	11.0	11.4	13.1	11.4
2001	10.5	11.0	10.7	10.3	8.8	7.8	7.3	8.8	11.2	11.8	12.9	12.2
2002	11.3	10.9	10.9	10.5	8.5	7.7	7.4	9.1	10.8	12.0	12.1	12.2
2003	11.5	11.5	11.0	10.4	9.0	7.7	7.7	9.2	10.8	12.6	12.9	12.0
2004	11.4	11.4	11.0	10.3	8.1	6.9	7.2	9.0	10.9	12.7	13.3	11.6
2005	11.7	11.2	11.5	11.0	9.1	7.4	8.0	9.1	11.2	12.0	12.8	11.8
2006	10.7	11.3	11.1	10.5	7.9	7.8	7.7	9.3	11.2	12.3	12.2	12.2
2007	11.8	11.4	10.8	10.7	8.9	7.2	7.7	9.2	11.0	11.8	12.7	11.8
2008	10.8	10.9	10.5	10.2	8.4	7.3	7.5	9.5	11.3	11.8	14.7	11.8
2009	11.2	11.1	11.0	10.5	8.8	6.3	7.2	9.0	11.6	12.4	12.3	12.1
2010	11.3	11.5	11.4	10.5	8.7	7.4	7.0	9.0	11.5	12.3	12.9	11.1
2011	10.7	10.5	10.4	10.4	8.4	7.1	6.9	9.2	10.6	11.9	13.0	11.1
2012	11.0	10.2	10.6	10.5	8.3	7.1	6.8	8.4	10.8	12.0	12.6	11.6
2013	10.8	11.1	11.0	10.0	8.7	6.9	7.3	8.7	10.9	12.5	12.5	11.3
2014	10.9	11.4	11.1	10.3	8.7	7.3	7.2	8.3	11.0	11.6	13.3	12.1
2015	11.2	11.2	11.5	10.5	8.8	7.9	7.3	9.1	11.3	12.2	13.1	11.8
2016	12.4	11.8	11.6	10.4	9.0	7.5	7.5	8.9	11.3	11.8	12.5	12.0
2017	11.4	11.5	10.9	10.7	9.0	7.4	7.9	9.1	11.1	11.8	13.4	12.0
2018	10.9	10.9	11.1	10.3	8.5	6.9	7.0	8.3	11.0	11.2	12.7	12.2
2019	11.7	11.2	11.3	10.9	8.8	7.4	7.4	8.8	11.5	12.5	12.2	12.0
2020	11.6	11.8	11.4	10.9	8.8	8.1	7.7	9.7	11.2	11.8	13.3	11.5
2021	11.3	11.3	10.6	10.1	8.6	7.4	7.3	9.1	11.2	12.6	12.7	11.6
2022	10.9	11.0	11.1	10.1	8.5	6.6	7.8	9.3	11.3	12.8	13.7	12.0
Media	11.2	11.2	11.0	10.5	8.8	7.5	7.5	9.1	11.1	12.1	12.7	11.8

Anexo 50

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V7

Centroide Catchment V7												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	256860.0	m										
Norte	8402926.1	m							Área	303.88	km2	
Elevación	4017.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	11.0	11.4	11.1	10.3	8.7	8.0	7.4	9.6	11.0	12.7	12.3	12.1
1986	10.8	11.6	11.0	10.3	8.7	7.8	7.7	8.8	11.4	12.7	12.8	11.6
1987	11.7	10.8	10.9	10.6	8.6	7.3	7.8	9.7	11.3	12.6	12.6	12.0
1988	11.3	11.0	10.9	10.1	8.9	8.0	7.7	9.8	11.1	11.1	12.2	11.8
1989	11.0	11.0	11.3	10.6	8.9	7.2	7.5	9.4	11.6	12.1	12.5	12.1
1990	11.3	11.8	11.7	10.9	8.6	7.9	8.2	9.5	11.3	12.3	13.5	11.9
1991	11.3	11.3	11.1	10.8	9.5	7.8	7.6	9.0	10.8	11.7	11.8	11.3
1992	11.3	11.4	11.2	11.1	9.0	8.3	8.2	9.1	11.2	11.5	12.0	11.9
1993	11.0	11.5	10.9	10.6	9.7	7.9	8.4	9.1	10.6	11.9	12.4	11.7
1994	11.1	11.1	10.7	10.7	9.2	7.9	7.9	9.5	11.6	12.3	12.6	11.6
1995	11.3	11.7	11.2	11.0	9.5	8.3	8.7	9.5	11.5	13.1	12.8	12.0
1996	11.1	11.2	11.3	11.0	9.5	7.6	7.9	9.7	11.5	11.7	12.6	11.8
1997	11.2	10.8	10.9	10.4	9.2	7.7	8.3	9.5	12.1	12.8	12.9	12.5
1998	12.7	12.3	12.1	11.5	9.1	8.2	7.8	9.9	11.6	12.3	12.2	12.0
1999	11.4	10.7	10.7	10.5	9.0	7.9	7.6	9.0	10.8	11.8	12.4	11.8
2000	10.9	10.8	10.6	10.4	9.1	7.7	7.8	9.5	11.2	11.5	13.2	11.5
2001	10.6	11.0	10.8	10.4	9.0	7.9	7.5	9.0	11.3	11.9	12.9	12.2
2002	11.4	11.0	11.0	10.6	8.6	7.9	7.5	9.3	10.9	12.1	12.2	12.3
2003	11.6	11.6	11.0	10.4	9.1	7.9	7.9	9.3	10.9	12.6	13.0	12.0
2004	11.4	11.4	11.0	10.4	8.2	7.0	7.3	9.1	10.9	12.7	13.3	11.7
2005	11.8	11.3	11.6	11.0	9.2	7.6	8.2	9.3	11.3	12.0	12.9	11.9
2006	10.8	11.4	11.2	10.6	8.0	8.0	7.9	9.5	11.3	12.4	12.3	12.2
2007	11.9	11.5	10.8	10.7	9.0	7.3	7.9	9.4	11.2	11.9	12.8	11.9
2008	10.9	10.9	10.5	10.3	8.5	7.5	7.6	9.6	11.4	11.9	14.7	11.9
2009	11.3	11.2	11.1	10.5	8.9	6.4	7.4	9.1	11.7	12.5	12.4	12.1
2010	11.3	11.6	11.5	10.7	8.9	7.6	7.2	9.2	11.7	12.5	13.0	11.1
2011	10.8	10.6	10.5	10.4	8.5	7.3	7.1	9.4	10.7	12.0	13.1	11.2
2012	11.1	10.3	10.7	10.6	8.4	7.3	6.9	8.5	11.0	12.1	12.8	11.7
2013	10.9	11.2	11.1	10.1	8.9	7.1	7.4	8.9	11.1	12.6	12.6	11.4
2014	11.0	11.4	11.2	10.4	8.9	7.5	7.4	8.4	11.1	11.7	13.4	12.2
2015	11.3	11.3	11.6	10.5	8.9	8.1	7.4	9.3	11.5	12.3	13.2	11.8
2016	12.5	11.9	11.8	10.5	9.1	7.6	7.6	9.0	11.3	11.9	12.6	12.2
2017	11.5	11.5	11.0	10.8	9.1	7.6	8.1	9.3	11.3	11.9	13.5	12.1
2018	11.0	11.1	11.2	10.4	8.6	7.0	7.2	8.5	11.1	11.3	12.7	12.2
2019	11.8	11.3	11.4	11.0	8.9	7.6	7.6	9.0	11.6	12.6	12.3	12.1
2020	11.7	11.8	11.5	11.0	9.0	8.3	7.9	9.9	11.4	11.9	13.5	11.5
2021	11.4	11.4	10.7	10.2	8.7	7.6	7.5	9.3	11.3	12.7	12.7	11.6
2022	10.9	11.1	11.2	10.2	8.6	6.7	7.9	9.6	11.4	12.9	13.9	12.1
Media	11.3	11.3	11.1	10.6	8.9	7.6	7.7	9.3	11.3	12.2	12.8	11.9

Anexo 51

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V8

Centroide Catchment V8												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	278001.8	m										
Norte	8393660.4	m							Área	140.43	km2	
Elevación	4202.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	11.2	11.0	10.7	9.8	8.0	7.1	5.9	7.7	10.3	12.3	11.1	11.3
1986	10.3	11.5	10.7	9.5	7.6	6.5	6.4	7.5	10.2	12.7	12.2	11.5
1987	10.8	9.0	10.6	9.8	7.9	6.3	6.4	8.5	9.9	10.8	11.5	12.1
1988	10.5	10.8	9.9	9.1	8.6	6.7	6.7	8.3	10.1	10.4	11.0	10.5
1989	10.6	10.4	11.1	9.8	8.0	6.3	6.2	8.1	10.6	11.3	12.5	12.1
1990	11.4	10.8	11.1	10.0	7.8	6.5	6.8	8.0	10.8	11.1	13.0	12.1
1991	10.1	10.0	11.0	10.1	8.4	6.2	6.2	7.9	9.7	11.2	11.6	11.1
1992	10.6	10.4	10.8	10.6	8.0	6.5	6.7	7.8	10.6	11.0	11.7	11.4
1993	10.8	11.1	10.2	9.3	8.4	6.6	6.6	7.7	9.4	11.1	11.9	11.5
1994	10.8	10.6	10.3	9.9	8.0	6.7	6.6	8.5	9.8	11.5	12.2	11.1
1995	11.2	11.1	10.5	10.1	8.6	7.1	7.1	8.1	10.4	12.2	12.7	11.5
1996	10.5	10.6	10.3	10.3	8.3	6.5	6.5	8.2	10.2	11.2	12.4	11.6
1997	11.2	9.7	10.8	10.0	8.2	6.0	6.7	7.9	10.2	12.0	12.2	12.3
1998	12.2	11.8	11.6	10.1	8.6	7.3	6.2	8.4	10.3	11.1	11.0	11.4
1999	10.7	10.2	9.8	9.6	8.2	6.2	6.2	7.8	9.2	10.5	11.2	10.9
2000	10.1	10.2	10.1	9.6	8.2	6.4	6.4	8.3	10.2	10.7	12.6	10.9
2001	10.0	10.6	10.4	9.7	8.1	6.5	6.3	7.6	10.5	11.5	12.8	11.9
2002	11.1	10.5	10.6	9.9	8.0	6.9	6.2	8.0	10.1	11.4	11.7	12.0
2003	11.5	11.6	10.7	10.1	8.4	6.5	6.5	8.1	10.1	11.8	12.5	11.9
2004	11.0	11.1	10.7	10.0	7.3	6.0	6.2	7.9	10.3	12.3	13.0	11.8
2005	11.5	11.0	11.2	10.6	8.3	6.0	6.8	7.9	10.6	11.6	12.4	11.8
2006	10.5	11.1	10.8	10.0	7.2	6.8	6.3	8.5	10.4	11.9	12.0	11.9
2007	11.4	11.2	10.3	10.1	8.2	6.6	6.7	8.2	10.2	11.2	11.8	11.2
2008	10.4	10.5	9.9	9.9	7.5	6.6	6.3	8.3	10.6	11.7	14.0	11.5
2009	11.0	10.9	10.7	9.9	8.2	5.6	6.5	7.9	11.0	11.3	11.9	11.6
2010	10.8	11.2	11.0	9.9	8.0	6.7	6.0	7.6	9.9	11.1	11.5	10.5
2011	10.3	10.0	9.9	9.7	7.4	5.9	5.9	8.0	9.6	10.7	11.7	10.4
2012	10.4	9.8	10.1	9.7	7.4	6.0	5.6	7.1	9.4	11.1	11.8	10.9
2013	10.2	10.6	10.4	9.0	7.9	5.9	6.2	7.2	9.2	11.2	11.7	10.8
2014	10.5	11.0	10.8	9.7	7.9	6.0	5.9	7.3	10.1	11.2	12.5	11.3
2015	10.9	10.7	11.4	10.2	8.5	6.6	6.2	8.1	10.5	11.4	12.2	11.8
2016	11.7	11.5	10.6	9.7	8.4	6.4	6.7	7.8	10.6	11.0	11.5	11.1
2017	10.9	11.0	10.1	10.4	8.4	6.2	6.8	7.8	9.8	11.1	12.1	11.9
2018	10.6	10.0	10.8	9.7	8.1	6.0	5.9	7.3	10.2	10.4	12.4	11.9
2019	11.2	10.7	11.2	10.2	7.9	6.2	6.1	7.4	10.8	11.8	11.5	11.1
2020	10.8	11.6	10.9	10.1	7.7	7.2	6.5	8.8	9.7	11.4	12.2	11.3
2021	10.8	10.5	10.1	9.3	8.3	6.5	6.2	7.7	10.2	11.6	12.8	11.3
2022	10.5	11.0	10.9	9.1	8.0	5.8	6.7	7.7	10.5	11.9	12.6	11.7
Media	10.8	10.7	10.6	9.9	8.1	6.4	6.4	7.9	10.2	11.4	12.1	11.4

Anexo 52

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment V9

Centroide Catchment V9												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	271779.4	m										
Norte	8387100.4	m							Área	172.01	km2	
Elevación	4260.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	11.2	11.0	10.7	9.9	8.1	7.2	6.1	7.8	10.3	12.3	11.2	11.4
1986	10.3	11.5	10.7	9.6	7.7	6.6	6.5	7.6	10.3	12.7	12.3	11.5
1987	10.9	9.1	10.7	9.9	8.0	6.4	6.5	8.6	10.0	10.9	11.6	12.1
1988	10.6	10.8	10.0	9.2	8.6	6.8	6.8	8.4	10.2	10.5	11.1	10.6
1989	10.6	10.5	11.1	9.9	8.1	6.4	6.3	8.2	10.7	11.3	12.5	12.1
1990	11.3	10.9	11.2	10.1	7.9	6.6	6.9	8.1	10.8	11.2	13.0	12.1
1991	10.2	10.1	11.0	10.2	8.5	6.3	6.3	8.0	9.8	11.2	11.6	11.1
1992	10.7	10.5	10.9	10.6	8.1	6.6	6.8	7.9	10.7	11.0	11.7	11.4
1993	10.8	11.1	10.2	9.4	8.5	6.7	6.7	7.8	9.4	11.2	11.9	11.5
1994	10.8	10.6	10.3	10.0	8.1	6.7	6.7	8.5	9.9	11.6	12.2	11.1
1995	11.2	11.2	10.6	10.2	8.7	7.2	7.2	8.2	10.4	12.3	12.7	11.5
1996	10.5	10.7	10.4	10.3	8.4	6.6	6.6	8.3	10.3	11.2	12.4	11.6
1997	11.2	9.7	10.8	10.0	8.3	6.1	6.8	8.1	10.3	12.0	12.3	12.3
1998	12.3	11.8	11.6	10.2	8.7	7.4	6.3	8.5	10.4	11.2	11.1	11.4
1999	10.8	10.2	9.8	9.6	8.3	6.3	6.3	7.9	9.3	10.6	11.3	10.9
2000	10.1	10.2	10.1	9.7	8.2	6.5	6.5	8.4	10.2	10.8	12.6	11.0
2001	10.1	10.6	10.4	9.8	8.2	6.6	6.4	7.7	10.5	11.5	12.8	11.9
2002	11.1	10.5	10.6	10.0	8.1	7.0	6.3	8.1	10.2	11.4	11.7	12.0
2003	11.5	11.6	10.7	10.1	8.5	6.6	6.6	8.2	10.1	11.9	12.5	11.9
2004	11.1	11.2	10.7	10.1	7.4	6.1	6.3	8.0	10.3	12.3	13.0	11.8
2005	11.5	11.0	11.2	10.6	8.4	6.1	6.9	8.0	10.6	11.6	12.4	11.8
2006	10.5	11.1	10.8	10.0	7.2	6.9	6.4	8.6	10.5	11.9	12.0	11.9
2007	11.5	11.2	10.4	10.2	8.3	6.6	6.8	8.3	10.2	11.2	11.9	11.3
2008	10.4	10.6	9.9	9.9	7.5	6.7	6.4	8.4	10.6	11.7	14.1	11.5
2009	11.0	10.9	10.7	9.9	8.3	5.7	6.6	8.0	11.1	11.4	11.9	11.6
2010	10.8	11.2	11.0	10.0	8.1	6.8	6.1	7.7	10.0	11.2	11.6	10.6
2011	10.4	10.0	9.9	9.8	7.5	6.1	6.0	8.1	9.7	10.8	11.8	10.4
2012	10.5	9.8	10.1	9.8	7.5	6.1	5.7	7.2	9.6	11.1	11.9	11.0
2013	10.2	10.6	10.5	9.1	8.0	6.0	6.3	7.4	9.3	11.3	11.7	10.8
2014	10.5	11.1	10.8	9.8	7.9	6.2	6.1	7.4	10.2	11.2	12.6	11.4
2015	10.9	10.8	11.4	10.2	8.5	6.7	6.3	8.2	10.5	11.4	12.2	11.8
2016	11.8	11.5	10.7	9.7	8.4	6.5	6.8	7.9	10.7	11.0	11.6	11.2
2017	10.9	11.1	10.2	10.4	8.5	6.3	6.9	8.0	9.9	11.2	12.2	12.0
2018	10.6	10.0	10.8	9.7	8.2	6.1	6.0	7.5	10.3	10.5	12.4	12.0
2019	11.2	10.8	11.2	10.3	8.0	6.3	6.2	7.6	10.9	11.9	11.6	11.2
2020	10.8	11.6	10.9	10.2	7.8	7.3	6.6	8.9	9.8	11.4	12.3	11.3
2021	10.8	10.5	10.2	9.4	8.3	6.6	6.4	7.9	10.3	11.6	12.7	11.3
2022	10.5	11.0	10.9	9.2	8.1	5.9	6.8	7.8	10.6	12.0	12.7	11.7
Media	10.8	10.7	10.6	9.9	8.1	6.5	6.5	8.0	10.2	11.4	12.1	11.5

Anexo 53

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S1

Centroide Catchment S1												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	250403.8	m										
Norte	8443481.5	m							Área	304.13	km2	
Elevación	4729.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.2	10.8	10.4	9.9	8.4	7.4	7.4	9.4	10.5	12.2	12.0	11.2
1986	10.4	11.0	10.5	9.8	8.4	7.5	7.4	7.9	11.0	12.0	12.4	10.9
1987	11.1	10.6	10.3	10.1	8.2	7.0	7.7	9.6	10.7	12.0	12.0	11.1
1988	11.3	10.5	10.4	9.6	8.7	7.7	7.5	9.0	10.7	10.7	11.7	11.5
1989	10.6	10.5	10.7	10.4	8.8	7.2	7.4	9.2	11.0	11.7	12.3	11.1
1990	10.8	11.1	10.7	10.3	8.2	7.8	7.9	8.9	10.8	11.7	13.2	10.9
1991	10.6	10.8	10.4	10.1	8.9	7.2	7.4	8.9	10.5	11.4	12.0	11.1
1992	10.8	10.9	10.9	10.5	8.4	8.3	7.9	9.0	10.7	10.9	11.6	11.1
1993	10.4	11.0	10.4	10.1	8.9	7.3	8.0	8.5	10.3	11.3	11.7	10.9
1994	10.3	10.6	9.9	10.1	8.8	7.5	7.8	8.9	11.0	11.6	11.9	10.8
1995	10.6	11.1	10.7	10.4	8.8	7.7	8.2	8.3	10.9	12.3	12.0	11.4
1996	10.6	10.6	10.8	10.4	8.9	7.1	7.3	9.2	10.9	10.4	11.9	11.1
1997	10.6	10.4	10.2	9.8	8.7	7.4	8.0	9.0	11.5	11.7	12.3	11.7
1998	11.6	11.3	11.2	10.7	8.6	7.6	7.5	9.6	10.9	11.8	11.7	11.6
1999	10.8	10.2	10.4	10.3	8.6	7.5	7.3	8.7	10.6	11.6	11.9	11.1
2000	10.4	10.4	10.3	10.1	8.9	7.4	7.7	9.0	10.6	11.1	12.5	11.2
2001	10.2	10.6	10.2	9.9	8.3	7.3	7.4	8.7	10.8	11.1	12.1	11.8
2002	10.6	10.4	10.3	10.4	8.4	7.4	7.3	9.1	10.5	11.6	11.8	11.7
2003	10.9	10.9	10.5	9.9	8.9	7.7	7.7	8.9	10.4	12.2	12.1	11.2
2004	10.9	10.8	10.5	10.0	8.1	7.0	7.1	9.1	10.7	12.1	13.1	10.8
2005	10.9	10.6	10.8	10.6	8.7	7.4	7.5	9.1	10.8	11.3	12.5	11.2
2006	10.1	10.6	10.4	10.1	7.9	7.9	7.4	8.7	10.7	11.8	11.8	11.7
2007	11.3	10.8	10.4	10.2	8.6	7.1	7.6	9.1	10.6	11.2	12.5	11.5
2008	10.5	10.5	10.2	9.7	8.2	7.1	7.3	9.3	10.9	11.1	15.4	11.5
2009	10.7	10.6	10.5	10.2	8.5	6.5	7.0	9.1	11.1	12.0	11.9	11.5
2010	10.7	10.8	10.6	10.0	8.4	7.1	7.1	9.0	11.2	12.2	12.8	10.7
2011	10.2	10.3	10.0	10.0	8.4	7.6	7.3	9.4	10.5	11.6	12.3	10.6
2012	10.8	10.0	10.2	10.4	8.4	7.4	7.1	8.8	10.6	11.5	12.0	10.9
2013	10.4	10.8	10.6	9.9	8.6	7.0	7.4	8.9	10.7	12.3	11.9	10.9
2014	10.5	10.8	10.6	10.0	8.7	7.2	7.0	7.7	10.8	10.6	12.7	11.6
2015	10.7	10.8	10.9	9.9	8.4	8.3	7.5	8.9	10.7	11.7	12.6	10.9
2016	11.5	11.1	10.9	9.9	9.0	7.8	7.5	8.7	10.8	11.5	12.2	11.4
2017	10.8	11.1	10.5	10.3	8.6	7.2	7.6	8.9	10.9	11.7	14.1	11.5
2018	10.4	10.7	10.4	9.9	8.1	6.7	7.1	8.2	10.5	10.7	12.0	11.6
2019	11.2	10.6	10.7	10.5	8.7	7.5	7.4	8.8	11.0	11.9	11.6	11.6
2020	11.3	11.1	10.9	10.5	8.7	8.1	7.9	9.6	11.1	11.3	13.0	10.8
2021	10.8	10.8	10.0	9.8	8.3	7.5	7.5	9.1	10.8	12.3	11.9	10.8
2022	10.3	10.4	10.5	9.9	8.3	6.7	7.9	9.3	11.0	12.3	13.3	11.2
Media	10.7	10.7	10.5	10.1	8.5	7.4	7.5	8.9	10.8	11.6	12.3	11.2

Anexo 54

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S2

Centroide Catchment S2												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	287956.9	m										
Norte	8421233.5	m							Área	401.93	km2	
Elevación	4480.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.8	11.1	10.8	10.0	8.4	7.5	6.9	8.9	10.6	12.4	11.8	11.6
1986	10.5	11.4	10.8	9.9	8.2	7.3	7.2	8.1	10.9	12.5	12.5	11.3
1987	11.2	10.1	10.7	10.2	8.2	6.8	7.3	9.2	10.6	11.8	12.0	11.8
1988	11.0	10.8	10.4	9.6	8.7	7.5	7.3	9.0	10.6	10.7	11.7	11.3
1989	10.7	10.6	11.1	10.3	8.6	6.8	7.0	8.9	11.1	11.7	12.4	11.8
1990	11.2	11.2	11.2	10.4	8.2	7.3	7.6	8.8	11.0	11.7	13.3	11.7
1991	10.7	10.7	10.9	10.4	8.9	7.1	7.1	8.6	10.3	11.4	11.8	11.2
1992	10.9	10.9	11.0	10.8	8.5	7.7	7.6	8.7	10.9	11.2	11.8	11.5
1993	10.8	11.2	10.5	10.0	9.0	7.3	7.7	8.4	10.1	11.5	12.1	11.4
1994	10.8	10.8	10.3	10.3	8.7	7.3	7.4	9.0	10.8	11.8	12.3	11.2
1995	11.1	11.4	10.8	10.5	9.0	7.7	8.0	8.6	11.0	12.6	12.5	11.7
1996	10.8	10.8	10.8	10.6	9.0	7.1	7.2	9.0	10.9	11.1	12.4	11.5
1997	11.0	10.3	10.7	10.1	8.7	7.0	7.7	8.8	11.3	12.2	12.5	12.2
1998	12.2	11.8	11.7	10.8	8.7	7.7	7.1	9.3	10.9	11.8	11.6	11.7
1999	11.0	10.4	10.3	10.2	8.6	7.2	7.0	8.5	10.2	11.3	11.9	11.3
2000	10.5	10.5	10.3	10.0	8.7	7.1	7.3	9.0	10.7	11.1	12.8	11.2
2001	10.3	10.8	10.5	10.0	8.5	7.3	7.0	8.4	10.9	11.5	12.6	12.0
2002	11.1	10.7	10.6	10.3	8.3	7.4	7.0	8.8	10.5	11.7	11.9	12.0
2003	11.3	11.4	10.7	10.2	8.8	7.3	7.3	8.8	10.5	12.3	12.6	11.8
2004	11.2	11.2	10.8	10.2	7.9	6.7	6.8	8.7	10.7	12.4	13.2	11.5
2005	11.4	11.0	11.2	10.7	8.7	7.0	7.5	8.7	10.9	11.7	12.6	11.7
2006	10.5	11.1	10.8	10.2	7.7	7.5	7.2	8.9	10.9	12.0	12.0	12.0
2007	11.6	11.2	10.5	10.4	8.6	6.9	7.4	8.9	10.7	11.5	12.4	11.5
2008	10.6	10.7	10.2	10.0	8.1	7.0	7.1	9.1	11.0	11.6	14.8	11.7
2009	11.0	10.9	10.8	10.2	8.5	6.1	6.9	8.7	11.3	12.0	12.0	11.8
2010	11.0	11.2	11.0	10.2	8.4	7.1	6.7	8.6	10.9	11.9	12.4	10.8
2011	10.5	10.3	10.1	10.1	8.1	6.9	6.7	8.8	10.3	11.4	12.4	10.7
2012	10.8	10.0	10.3	10.3	8.1	6.9	6.5	8.1	10.3	11.6	12.2	11.2
2013	10.5	10.9	10.7	9.6	8.4	6.6	7.0	8.3	10.3	12.1	12.1	11.1
2014	10.7	11.1	10.9	10.0	8.4	6.9	6.7	7.8	10.7	11.2	12.9	11.7
2015	11.0	11.0	11.3	10.3	8.6	7.6	7.0	8.8	10.9	11.8	12.7	11.5
2016	12.0	11.5	11.1	10.1	8.8	7.3	7.3	8.5	10.9	11.5	12.1	11.6
2017	11.1	11.2	10.5	10.5	8.7	7.0	7.5	8.6	10.7	11.6	13.2	11.9
2018	10.7	10.6	10.8	10.0	8.3	6.6	6.7	7.9	10.6	10.8	12.5	11.9
2019	11.4	10.9	11.1	10.6	8.5	7.0	7.0	8.4	11.2	12.2	11.9	11.6
2020	11.3	11.5	11.1	10.6	8.5	7.8	7.3	9.4	10.7	11.5	12.9	11.3
2021	11.0	10.9	10.3	9.8	8.4	7.1	7.0	8.7	10.8	12.2	12.5	11.3
2022	10.6	10.9	10.9	9.7	8.3	6.4	7.5	8.8	11.0	12.4	13.3	11.7
Media	11.0	10.9	10.8	10.2	8.5	7.1	7.2	8.7	10.8	11.7	12.4	11.5

Anexo 55

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S3

Centroide Catchment S3												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	262697.2	m										
Norte	8434594.3	m							Área	22.58	km2	
Elevación	4231.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	9.6	10.5	10.0	9.4	7.9	6.8	7.1	9.0	10.1	11.8	11.5	10.6
1986	10.0	10.6	10.2	9.3	7.8	7.0	6.9	6.6	10.5	11.4	12.1	10.1
1987	10.6	10.3	9.9	9.6	7.7	6.2	7.2	9.2	10.1	11.6	11.4	10.4
1988	10.9	10.3	9.8	9.1	8.2	7.4	7.2	8.2	10.2	10.1	11.2	11.0
1989	10.1	9.8	10.3	10.2	8.5	6.5	7.1	8.9	10.4	11.3	12.2	10.4
1990	10.5	10.4	10.0	9.6	7.6	7.2	7.5	8.3	10.4	11.1	13.2	10.2
1991	9.9	10.3	9.7	9.6	8.2	6.5	7.0	8.4	10.0	11.0	12.2	10.7
1992	10.2	10.3	10.6	10.0	7.7	8.1	7.3	8.8	10.1	10.3	11.3	10.3
1993	10.0	10.6	10.0	9.6	8.2	6.5	7.5	8.0	9.8	10.8	11.2	10.3
1994	9.7	10.1	9.3	9.5	8.5	7.1	7.5	8.4	10.5	11.1	11.4	10.0
1995	9.9	10.6	10.2	9.8	7.9	6.9	7.5	6.8	10.5	11.7	11.4	11.0
1996	10.2	10.2	10.3	9.9	8.3	6.5	6.6	8.7	10.4	9.1	11.5	10.7
1997	10.4	10.2	9.7	9.3	8.2	6.9	7.5	8.4	10.9	10.8	11.9	10.9
1998	10.6	10.4	10.2	9.7	7.8	6.9	6.8	8.9	10.1	11.3	11.2	11.2
1999	10.4	9.8	10.1	10.2	8.0	6.8	6.9	8.2	10.3	11.4	11.4	10.5
2000	10.0	10.2	10.0	9.7	8.5	7.0	7.4	8.4	10.1	10.9	12.0	11.0
2001	9.9	10.4	9.7	9.6	7.7	6.5	6.9	8.4	10.2	10.2	11.4	11.5
2002	9.9	9.9	9.7	10.3	7.9	6.5	6.8	8.9	10.2	11.3	11.5	11.3
2003	10.2	10.3	9.9	9.4	8.5	7.2	7.3	8.4	10.0	11.8	11.4	10.6
2004	10.5	10.3	10.0	9.5	7.8	6.7	6.7	8.9	10.5	11.7	13.1	10.1
2005	10.1	10.0	10.0	10.1	8.0	6.8	6.5	8.5	10.4	10.6	12.2	10.7
2006	9.6	9.8	9.7	9.6	7.7	7.5	6.8	7.8	10.1	11.3	11.4	11.3
2007	10.8	10.3	10.0	9.6	7.9	6.5	7.1	8.5	10.1	10.6	12.3	11.1
2008	10.2	10.2	9.9	9.2	7.8	6.5	6.7	8.7	10.5	10.4	16.5	11.3
2009	10.2	10.2	10.0	9.8	7.9	6.1	6.3	8.7	10.5	11.5	11.3	11.1
2010	10.2	10.1	9.8	9.3	7.7	6.1	6.3	8.3	10.5	11.9	12.5	10.4
2011	9.8	10.1	9.4	9.6	8.1	7.4	7.1	8.7	10.2	11.2	11.6	10.0
2012	10.5	9.7	9.6	10.2	8.2	7.1	6.9	8.6	10.2	10.9	11.4	10.3
2013	9.9	10.4	10.1	9.5	8.0	6.4	7.1	8.5	10.2	12.1	11.4	10.5
2014	10.0	10.4	10.0	9.5	8.2	6.4	6.2	6.8	10.4	9.7	12.2	11.2
2015	10.5	10.4	10.5	9.5	7.7	8.1	7.3	8.3	9.8	11.1	12.1	10.3
2016	10.7	10.3	9.8	9.2	8.7	7.7	7.1	8.2	10.4	11.2	11.7	10.7
2017	10.2	10.7	9.9	10.0	7.9	6.4	6.8	8.1	10.4	11.3	14.6	11.0
2018	9.8	10.2	9.8	9.4	7.5	6.0	6.4	7.3	9.7	10.0	11.6	11.0
2019	10.6	10.0	10.1	9.9	8.1	6.8	6.9	8.2	10.5	11.3	11.2	11.2
2020	10.7	10.6	10.4	10.1	8.4	7.6	7.3	9.0	10.5	10.8	12.6	10.2
2021	10.3	10.3	9.4	9.2	7.8	7.0	7.0	8.5	10.3	11.7	11.4	10.2
2022	9.7	9.9	10.0	9.5	7.8	6.3	7.3	8.7	10.4	11.8	12.7	10.5
Media	10.2	10.2	9.9	9.6	8.0	6.8	7.0	8.3	10.3	11.1	12.0	10.7

Anexo 56

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S4

Centroide Catchment S4												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	269696.8	m										
Norte	8444015.9	m							Área	250.45	km2	
Elevación	4442.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.2	10.9	10.5	9.8	8.3	7.3	7.3	9.3	10.5	12.2	11.9	11.3
1986	10.4	11.1	10.5	9.7	8.2	7.4	7.3	7.7	11.0	12.0	12.4	10.8
1987	11.1	10.6	10.3	10.1	8.1	6.8	7.6	9.5	10.6	12.0	11.9	11.1
1988	11.1	10.6	10.3	9.6	8.6	7.7	7.4	8.9	10.6	10.6	11.7	11.4
1989	10.5	10.4	10.7	10.4	8.7	6.9	7.3	9.2	11.0	11.7	12.3	11.1
1990	10.8	11.1	10.7	10.2	8.1	7.6	7.8	8.9	10.8	11.6	13.3	10.9
1991	10.5	10.8	10.3	10.1	8.8	7.1	7.3	8.8	10.4	11.3	12.0	11.0
1992	10.7	10.8	10.9	10.5	8.3	8.2	7.8	9.0	10.6	10.8	11.6	11.0
1993	10.4	11.0	10.4	10.1	8.9	7.2	8.0	8.5	10.2	11.3	11.7	10.9
1994	10.3	10.6	9.9	10.1	8.8	7.5	7.7	8.9	11.0	11.6	11.9	10.8
1995	10.5	11.1	10.7	10.3	8.7	7.6	8.1	8.1	10.9	12.3	12.0	11.4
1996	10.6	10.6	10.8	10.4	8.9	7.1	7.2	9.2	10.9	10.3	12.0	11.2
1997	10.7	10.5	10.2	9.8	8.7	7.3	7.9	8.9	11.5	11.7	12.3	11.6
1998	11.6	11.2	11.1	10.6	8.4	7.5	7.4	9.4	10.8	11.8	11.7	11.6
1999	10.8	10.2	10.4	10.3	8.5	7.3	7.3	8.6	10.6	11.6	11.9	11.1
2000	10.4	10.5	10.3	10.1	8.8	7.3	7.7	8.9	10.6	11.2	12.5	11.2
2001	10.2	10.6	10.2	9.9	8.3	7.2	7.2	8.7	10.7	11.0	12.1	11.8
2002	10.6	10.4	10.3	10.4	8.3	7.2	7.2	9.1	10.5	11.6	11.8	11.7
2003	10.8	10.9	10.4	9.9	8.8	7.6	7.6	8.8	10.4	12.2	12.1	11.2
2004	10.9	10.8	10.4	9.9	8.0	6.9	7.0	9.0	10.7	12.2	13.2	10.8
2005	10.9	10.6	10.7	10.5	8.6	7.2	7.3	8.9	10.8	11.2	12.5	11.2
2006	10.1	10.5	10.4	10.0	7.8	7.8	7.3	8.6	10.7	11.8	11.8	11.7
2007	11.3	10.8	10.4	10.1	8.4	6.9	7.5	9.0	10.6	11.2	12.5	11.5
2008	10.5	10.5	10.2	9.7	8.1	7.0	7.2	9.2	10.9	11.1	15.7	11.6
2009	10.7	10.6	10.5	10.1	8.4	6.3	6.8	8.9	11.1	12.0	11.8	11.6
2010	10.7	10.8	10.6	9.9	8.3	6.8	6.8	8.8	11.1	12.2	12.8	10.7
2011	10.2	10.3	9.9	10.0	8.3	7.5	7.2	9.1	10.5	11.6	12.3	10.5
2012	10.8	10.0	10.1	10.4	8.3	7.3	7.0	8.7	10.6	11.5	12.0	10.9
2013	10.4	10.8	10.6	9.8	8.5	6.8	7.3	8.8	10.7	12.3	11.9	10.9
2014	10.5	10.8	10.5	9.9	8.6	7.0	6.8	7.6	10.7	10.6	12.7	11.6
2015	10.8	10.8	10.9	9.9	8.3	8.1	7.4	8.8	10.6	11.7	12.6	10.9
2016	11.5	11.0	10.7	9.8	8.9	7.7	7.4	8.6	10.8	11.5	12.2	11.4
2017	10.8	11.1	10.4	10.3	8.5	7.0	7.5	8.7	10.9	11.6	14.1	11.5
2018	10.4	10.6	10.4	9.9	8.0	6.6	6.9	7.9	10.4	10.6	12.1	11.5
2019	11.2	10.6	10.7	10.4	8.5	7.3	7.3	8.6	11.0	11.9	11.7	11.6
2020	11.2	11.1	10.9	10.5	8.7	8.0	7.7	9.5	11.0	11.3	13.0	10.8
2021	10.8	10.8	10.0	9.7	8.2	7.3	7.3	8.9	10.8	12.2	12.0	10.8
2022	10.2	10.4	10.5	9.8	8.2	6.5	7.7	9.2	10.9	12.3	13.2	11.2
Media	10.7	10.7	10.5	10.1	8.4	7.3	7.4	8.8	10.7	11.6	12.4	11.2

Anexo 57

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S5

Centroide Catchment S5												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	285616.3	m										
Norte	8437880.0	m							Área	468.46	km2	
Elevación	4658.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.5	11.0	10.7	10.0	8.4	7.5	7.2	9.2	10.6	12.3	11.9	11.5
1986	10.5	11.3	10.7	9.9	8.3	7.4	7.3	8.1	11.0	12.3	12.5	11.1
1987	11.3	10.4	10.5	10.2	8.2	6.9	7.5	9.4	10.8	12.0	12.1	11.5
1988	11.1	10.7	10.5	9.7	8.7	7.7	7.4	9.1	10.7	10.7	11.8	11.5
1989	10.7	10.6	11.0	10.4	8.7	7.0	7.3	9.1	11.1	11.8	12.4	11.5
1990	11.0	11.2	11.1	10.4	8.2	7.6	7.8	9.0	11.0	11.8	13.3	11.4
1991	10.7	10.8	10.7	10.3	9.0	7.2	7.3	8.8	10.5	11.4	11.9	11.1
1992	10.9	11.0	11.0	10.7	8.5	8.1	7.8	8.9	10.8	11.1	11.7	11.3
1993	10.7	11.2	10.5	10.2	9.1	7.3	7.9	8.6	10.2	11.5	12.0	11.3
1994	10.6	10.7	10.2	10.2	8.8	7.5	7.6	9.0	11.0	11.8	12.2	11.1
1995	10.9	11.3	10.8	10.5	8.9	7.8	8.2	8.5	11.0	12.5	12.3	11.6
1996	10.7	10.8	10.9	10.6	9.0	7.2	7.4	9.2	11.0	10.9	12.2	11.4
1997	10.9	10.5	10.5	10.0	8.8	7.3	7.9	9.0	11.5	12.1	12.5	12.0
1998	12.0	11.7	11.5	10.8	8.7	7.7	7.4	9.5	11.0	11.9	11.8	11.7
1999	11.0	10.4	10.4	10.3	8.7	7.4	7.3	8.6	10.5	11.5	12.0	11.3
2000	10.5	10.5	10.3	10.1	8.8	7.3	7.6	9.1	10.7	11.2	12.7	11.3
2001	10.3	10.7	10.4	10.0	8.5	7.4	7.2	8.7	10.9	11.4	12.4	11.9
2002	10.9	10.6	10.5	10.4	8.4	7.4	7.2	9.0	10.6	11.7	11.9	11.9
2003	11.1	11.2	10.6	10.1	8.9	7.6	7.6	8.9	10.5	12.3	12.4	11.6
2004	11.1	11.1	10.7	10.1	8.0	6.9	7.0	8.9	10.7	12.3	13.2	11.2
2005	11.2	10.9	11.1	10.7	8.7	7.2	7.6	8.9	10.9	11.5	12.6	11.5
2006	10.4	10.9	10.7	10.2	7.8	7.7	7.4	8.9	10.9	12.0	12.0	11.9
2007	11.5	11.1	10.5	10.3	8.6	7.0	7.5	9.0	10.7	11.4	12.5	11.6
2008	10.6	10.6	10.2	9.9	8.2	7.1	7.2	9.2	11.0	11.4	15.1	11.6
2009	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	6.3	7.0	8.9	11.3	12.1	12.0	11.7
2010	10.9	11.1	10.9	10.2	8.5	7.1	6.9	8.8	11.1	12.1	12.7	10.8
2011	10.4	10.4	10.1	10.1	8.3	7.2	7.0	9.1	10.5	11.6	12.5	10.7
2012	10.8	10.0	10.3	10.4	8.3	7.1	6.8	8.4	10.6	11.6	12.2	11.2
2013	10.5	10.9	10.7	9.8	8.6	6.8	7.2	8.6	10.6	12.3	12.1	11.1
2014	10.6	11.0	10.8	10.1	8.6	7.1	6.9	7.8	10.8	11.0	12.9	11.8
2015	10.9	10.9	11.2	10.2	8.5	7.9	7.3	8.9	10.9	11.8	12.7	11.3
2016	11.9	11.4	11.1	10.1	8.9	7.5	7.4	8.7	11.0	11.5	12.2	11.6
2017	11.0	11.2	10.6	10.5	8.7	7.1	7.6	8.8	10.9	11.7	13.7	11.7
2018	10.6	10.7	10.7	10.0	8.2	6.7	6.9	8.1	10.6	10.8	12.3	11.8
2019	11.4	10.8	11.0	10.6	8.6	7.3	7.2	8.6	11.2	12.1	11.8	11.7
2020	11.3	11.4	11.1	10.6	8.7	8.0	7.6	9.5	11.0	11.5	13.1	11.1
2021	11.0	10.9	10.2	9.8	8.4	7.3	7.3	8.9	10.9	12.3	12.3	11.1
2022	10.5	10.7	10.8	9.9	8.3	6.5	7.7	9.1	11.0	12.4	13.4	11.5
Media	10.9	10.9	10.7	10.2	8.6	7.3	7.4	8.9	10.8	11.7	12.5	11.4

Anexo 58

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S6

Centroide Catchment S6												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	293261.5	m										
Norte	8451419.1	m							Área	185.63	km2	
Elevación	4827.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.6	11.0	10.7	10.0	8.4	7.5	7.1	9.0	10.6	12.3	11.9	11.5
1986	10.4	11.3	10.6	9.8	8.3	7.3	7.3	8.1	11.0	12.3	12.5	11.2
1987	11.2	10.3	10.5	10.2	8.2	7.0	7.5	9.4	10.6	11.9	12.0	11.6
1988	11.1	10.7	10.4	9.6	8.7	7.6	7.4	9.0	10.6	10.8	11.7	11.4
1989	10.7	10.6	10.9	10.3	8.7	7.0	7.2	9.0	11.1	11.7	12.4	11.6
1990	11.0	11.2	11.0	10.4	8.2	7.6	7.7	8.8	10.9	11.7	13.2	11.4
1991	10.6	10.7	10.7	10.3	9.0	7.1	7.2	8.7	10.4	11.4	11.9	11.2
1992	10.9	10.9	11.0	10.6	8.5	7.9	7.7	8.8	10.8	11.1	11.7	11.3
1993	10.6	11.1	10.5	10.0	9.0	7.3	7.8	8.5	10.1	11.4	11.9	11.3
1994	10.6	10.7	10.2	10.2	8.7	7.4	7.5	8.9	10.9	11.7	12.1	11.1
1995	10.9	11.3	10.8	10.5	8.9	7.7	8.1	8.6	10.9	12.5	12.3	11.6
1996	10.7	10.7	10.8	10.5	8.9	7.1	7.3	9.1	10.9	10.9	12.2	11.4
1997	10.9	10.3	10.5	10.0	8.7	7.1	7.8	8.9	11.4	12.0	12.4	12.0
1998	12.0	11.7	11.5	10.7	8.7	7.7	7.3	9.4	10.9	11.8	11.7	11.6
1999	10.9	10.3	10.3	10.2	8.6	7.3	7.1	8.6	10.3	11.4	11.9	11.2
2000	10.5	10.4	10.3	10.1	8.8	7.2	7.5	9.0	10.6	11.1	12.7	11.2
2001	10.2	10.7	10.4	10.0	8.4	7.3	7.2	8.5	10.8	11.4	12.5	11.9
2002	10.9	10.6	10.6	10.4	8.4	7.4	7.1	8.9	10.5	11.7	11.9	11.9
2003	11.2	11.2	10.7	10.1	8.8	7.5	7.5	8.8	10.4	12.2	12.4	11.6
2004	11.1	11.1	10.7	10.1	8.0	6.8	7.0	8.8	10.6	12.3	13.1	11.2
2005	11.2	10.9	11.1	10.7	8.7	7.1	7.5	8.9	10.9	11.5	12.5	11.5
2006	10.4	10.9	10.7	10.2	7.8	7.7	7.3	8.9	10.8	11.9	11.9	11.9
2007	11.5	11.1	10.5	10.3	8.6	7.0	7.5	9.0	10.6	11.4	12.4	11.5
2008	10.6	10.6	10.2	9.9	8.1	7.1	7.2	9.2	10.9	11.5	14.9	11.6
2009	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	6.3	7.0	8.8	11.3	12.0	12.0	11.7
2010	10.9	11.1	10.9	10.1	8.5	7.1	6.9	8.8	11.0	12.0	12.5	10.8
2011	10.4	10.3	10.1	10.0	8.3	7.2	6.9	9.1	10.4	11.5	12.4	10.7
2012	10.8	10.0	10.3	10.3	8.2	7.1	6.7	8.3	10.4	11.6	12.2	11.1
2013	10.5	10.9	10.7	9.7	8.5	6.8	7.1	8.5	10.5	12.1	12.0	11.0
2014	10.6	11.0	10.8	10.0	8.5	7.1	6.9	7.8	10.7	11.0	12.8	11.7
2015	10.9	10.9	11.2	10.1	8.5	7.8	7.2	8.8	10.8	11.8	12.7	11.3
2016	11.8	11.4	11.0	10.0	8.9	7.5	7.4	8.6	10.9	11.4	12.2	11.5
2017	11.0	11.2	10.6	10.4	8.7	7.1	7.6	8.8	10.8	11.6	13.5	11.8
2018	10.6	10.6	10.7	10.0	8.3	6.7	6.9	8.1	10.6	10.8	12.3	11.8
2019	11.3	10.8	11.0	10.5	8.6	7.3	7.2	8.5	11.1	12.1	11.8	11.6
2020	11.3	11.4	11.1	10.5	8.6	8.0	7.6	9.5	10.8	11.5	12.9	11.1
2021	10.9	10.9	10.2	9.8	8.4	7.3	7.3	8.9	10.8	12.2	12.3	11.1
2022	10.5	10.7	10.8	9.8	8.3	6.5	7.7	9.0	11.0	12.4	13.3	11.5
Media	10.9	10.8	10.7	10.2	8.5	7.3	7.3	8.8	10.8	11.7	12.4	11.4

Anexo 59

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S7

Centroide Catchment S7												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	280566.7	m										
Norte	8447650.3	m							Área	47.25	km2	
Elevación	4740.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.4	11.0	10.6	10.0	8.4	7.5	7.2	9.3	10.6	12.3	11.9	11.4
1986	10.5	11.2	10.6	9.9	8.3	7.5	7.4	8.0	11.0	12.2	12.5	11.0
1987	11.2	10.5	10.5	10.2	8.2	6.9	7.6	9.5	10.7	12.0	12.1	11.4
1988	11.2	10.7	10.4	9.7	8.7	7.7	7.5	9.1	10.7	10.7	11.8	11.5
1989	10.7	10.5	10.9	10.4	8.7	7.0	7.3	9.1	11.1	11.7	12.3	11.4
1990	10.9	11.2	11.0	10.4	8.2	7.7	7.9	8.9	10.9	11.7	13.3	11.2
1991	10.7	10.8	10.6	10.3	9.0	7.2	7.3	8.8	10.5	11.4	11.9	11.1
1992	10.9	10.9	11.0	10.6	8.5	8.1	7.8	8.9	10.8	11.0	11.7	11.3
1993	10.6	11.1	10.5	10.1	9.0	7.3	8.0	8.6	10.2	11.4	11.9	11.2
1994	10.5	10.7	10.1	10.2	8.8	7.5	7.7	9.0	11.0	11.7	12.1	11.0
1995	10.8	11.2	10.8	10.5	8.9	7.7	8.2	8.5	11.0	12.5	12.2	11.6
1996	10.7	10.7	10.8	10.5	9.0	7.2	7.3	9.2	11.0	10.7	12.1	11.3
1997	10.8	10.5	10.4	10.0	8.8	7.3	7.9	9.0	11.5	12.0	12.4	11.9
1998	11.9	11.6	11.4	10.8	8.6	7.7	7.4	9.5	10.9	11.9	11.8	11.7
1999	10.9	10.3	10.4	10.3	8.6	7.4	7.3	8.7	10.5	11.6	12.0	11.2
2000	10.5	10.5	10.3	10.1	8.9	7.3	7.6	9.0	10.7	11.2	12.7	11.2
2001	10.3	10.7	10.3	10.0	8.4	7.4	7.3	8.7	10.9	11.3	12.3	11.9
2002	10.8	10.5	10.5	10.4	8.4	7.4	7.2	9.1	10.6	11.7	11.9	11.8
2003	11.1	11.1	10.6	10.0	8.9	7.6	7.6	8.9	10.5	12.3	12.3	11.4
2004	11.1	11.0	10.6	10.1	8.1	6.9	7.1	9.0	10.7	12.3	13.1	11.1
2005	11.1	10.8	11.0	10.7	8.7	7.3	7.5	9.0	10.9	11.4	12.6	11.4
2006	10.3	10.8	10.6	10.1	7.8	7.8	7.4	8.8	10.8	11.9	11.9	11.8
2007	11.4	11.0	10.5	10.3	8.6	7.0	7.6	9.0	10.7	11.3	12.5	11.5
2008	10.6	10.6	10.2	9.8	8.2	7.1	7.3	9.3	11.0	11.3	15.2	11.6
2009	10.8	10.8	10.7	10.2	8.6	6.4	7.0	8.9	11.2	12.1	12.0	11.7
2010	10.9	11.0	10.8	10.1	8.5	7.1	6.9	8.9	11.1	12.2	12.7	10.8
2011	10.4	10.4	10.1	10.1	8.3	7.4	7.1	9.2	10.5	11.6	12.5	10.7
2012	10.8	10.0	10.3	10.4	8.3	7.2	6.9	8.5	10.6	11.6	12.2	11.1
2013	10.5	10.9	10.7	9.8	8.6	6.9	7.3	8.7	10.7	12.3	12.1	11.0
2014	10.6	11.0	10.7	10.0	8.6	7.1	6.9	7.8	10.8	10.9	12.8	11.7
2015	10.9	10.9	11.1	10.1	8.5	8.0	7.3	8.9	10.8	11.8	12.7	11.2
2016	11.8	11.3	11.0	10.0	8.9	7.6	7.4	8.7	10.9	11.5	12.2	11.5
2017	11.0	11.2	10.6	10.4	8.7	7.2	7.6	8.8	10.9	11.7	13.8	11.7
2018	10.5	10.7	10.6	10.0	8.2	6.7	7.0	8.1	10.6	10.8	12.2	11.7
2019	11.3	10.7	10.9	10.5	8.6	7.4	7.3	8.7	11.1	12.1	11.8	11.7
2020	11.3	11.3	11.0	10.6	8.7	8.1	7.7	9.6	11.0	11.4	13.1	11.0
2021	10.9	10.9	10.2	9.8	8.4	7.4	7.4	9.0	10.9	12.3	12.2	11.0
2022	10.4	10.6	10.7	9.9	8.3	6.6	7.7	9.2	11.0	12.4	13.3	11.4
Media	10.8	10.8	10.6	10.2	8.6	7.3	7.4	8.9	10.8	11.7	12.4	11.4

Anexo 60

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S8

Centroide Catchment S8					
Temperatura media mensual (°C)					
Este	277385.8	m			
Norte	8464323.9	m	Área	309.26	km2
Elevación	4973.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.5	10.9	10.6	10.0	8.5	7.6	7.3	9.2	10.6	12.3	12.0	11.4
1986	10.4	11.2	10.6	9.9	8.4	7.5	7.4	8.2	11.1	12.3	12.5	11.2
1987	11.2	10.4	10.4	10.2	8.3	7.2	7.7	9.6	10.7	12.0	12.1	11.5
1988	11.3	10.6	10.5	9.7	8.8	7.7	7.5	9.1	10.7	10.9	11.8	11.5
1989	10.8	10.6	10.9	10.4	8.8	7.3	7.3	9.1	11.1	11.8	12.3	11.5
1990	11.0	11.2	10.9	10.4	8.3	7.8	7.9	8.9	10.9	11.7	13.2	11.3
1991	10.7	10.8	10.7	10.3	9.1	7.3	7.4	8.9	10.5	11.4	11.9	11.2
1992	10.9	11.0	11.0	10.6	8.5	8.1	7.9	8.9	10.8	11.1	11.7	11.3
1993	10.6	11.1	10.5	10.1	9.1	7.4	8.0	8.6	10.2	11.4	11.9	11.2
1994	10.6	10.7	10.1	10.2	8.8	7.5	7.7	9.0	11.0	11.7	12.0	11.1
1995	10.9	11.2	10.8	10.5	9.0	7.8	8.3	8.7	11.0	12.5	12.2	11.5
1996	10.7	10.7	10.8	10.5	9.0	7.2	7.4	9.2	11.0	10.8	12.1	11.3
1997	10.8	10.4	10.4	10.0	8.7	7.3	7.9	9.0	11.5	12.0	12.4	12.0
1998	12.0	11.7	11.5	10.9	8.8	7.8	7.5	9.6	11.0	11.8	11.8	11.6
1999	11.0	10.3	10.4	10.3	8.7	7.5	7.3	8.7	10.5	11.5	11.9	11.3
2000	10.5	10.4	10.3	10.1	8.9	7.4	7.6	9.1	10.7	11.1	12.7	11.2
2001	10.2	10.7	10.3	10.0	8.5	7.5	7.4	8.6	10.9	11.4	12.4	11.9
2002	10.9	10.5	10.6	10.4	8.5	7.6	7.3	9.0	10.6	11.7	11.9	11.8
2003	11.1	11.1	10.6	10.1	8.9	7.7	7.7	9.0	10.5	12.2	12.3	11.5
2004	11.1	11.0	10.7	10.1	8.1	7.0	7.1	8.9	10.6	12.3	13.1	11.1
2005	11.2	10.9	11.1	10.7	8.8	7.4	7.7	9.1	10.9	11.5	12.5	11.5
2006	10.3	10.8	10.7	10.2	7.9	7.8	7.5	9.0	10.9	11.9	11.9	11.8
2007	11.5	11.0	10.5	10.3	8.7	7.2	7.6	9.1	10.7	11.4	12.5	11.5
2008	10.5	10.6	10.2	9.8	8.2	7.2	7.3	9.3	11.0	11.4	14.9	11.6
2009	10.8	10.8	10.7	10.2	8.7	6.6	7.1	9.0	11.3	12.1	12.0	11.7
2010	10.9	11.1	10.9	10.2	8.6	7.3	7.1	9.0	11.2	12.1	12.7	10.8
2011	10.4	10.3	10.1	10.1	8.4	7.4	7.2	9.4	10.5	11.6	12.5	10.7
2012	10.8	10.0	10.3	10.4	8.4	7.3	6.9	8.6	10.6	11.7	12.2	11.1
2013	10.5	10.9	10.8	9.9	8.7	7.0	7.3	8.8	10.6	12.2	12.1	11.0
2014	10.7	10.9	10.8	10.1	8.7	7.3	7.0	7.9	10.8	11.0	12.8	11.7
2015	10.8	10.9	11.1	10.1	8.6	8.1	7.4	9.0	10.9	11.8	12.7	11.2
2016	11.8	11.3	11.1	10.1	9.0	7.7	7.5	8.8	10.9	11.5	12.3	11.6
2017	11.0	11.2	10.7	10.4	8.8	7.3	7.8	9.0	10.9	11.7	13.6	11.7
2018	10.6	10.7	10.6	10.0	8.3	6.8	7.1	8.4	10.7	10.9	12.2	11.8
2019	11.4	10.8	10.9	10.6	8.7	7.6	7.4	8.8	11.2	12.1	11.8	11.7
2020	11.3	11.3	11.1	10.6	8.7	8.2	7.8	9.7	11.0	11.5	13.0	11.0
2021	10.9	10.9	10.2	9.9	8.5	7.5	7.5	9.1	10.9	12.3	12.2	11.1
2022	10.5	10.6	10.7	10.0	8.4	6.7	7.9	9.3	11.1	12.4	13.3	11.4
Media	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	7.4	7.5	9.0	10.8	11.7	12.4	11.4

Anexo 61

Temperatura media mensual (°C) - Subcuenca/Catchment S9

Centroide Catchment S9												
Temperatura media mensual (°C)												
Este	290490.4	m										
Norte	8465532.3	m							Área	343.00	km2	
Elevación	5107.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	10.6	10.9	10.6	10.0	8.5	7.5	7.1	9.1	10.6	12.3	11.9	11.4
1986	10.4	11.3	10.6	9.9	8.4	7.4	7.3	8.2	11.0	12.3	12.4	11.2
1987	11.1	10.3	10.5	10.2	8.3	7.1	7.6	9.5	10.6	11.9	12.0	11.6
1988	11.2	10.7	10.4	9.6	8.8	7.6	7.4	9.0	10.7	10.8	11.7	11.4
1989	10.8	10.6	10.9	10.3	8.7	7.2	7.2	9.0	11.1	11.7	12.3	11.6
1990	11.0	11.2	11.0	10.4	8.2	7.7	7.8	8.8	10.9	11.7	13.2	11.4
1991	10.7	10.7	10.7	10.3	9.0	7.2	7.3	8.8	10.5	11.4	11.8	11.2
1992	10.9	11.0	11.0	10.6	8.5	7.9	7.8	8.8	10.8	11.1	11.7	11.4
1993	10.6	11.1	10.5	10.1	9.0	7.3	7.8	8.5	10.2	11.4	11.9	11.2
1994	10.6	10.7	10.2	10.2	8.8	7.4	7.6	9.0	10.9	11.7	12.1	11.1
1995	10.9	11.2	10.8	10.5	9.0	7.7	8.2	8.7	10.9	12.5	12.3	11.5
1996	10.7	10.7	10.8	10.5	9.0	7.2	7.3	9.1	10.9	10.9	12.1	11.3
1997	10.8	10.3	10.5	10.0	8.7	7.2	7.8	8.9	11.4	12.1	12.4	12.0
1998	12.1	11.7	11.5	10.8	8.8	7.8	7.4	9.5	11.0	11.8	11.7	11.6
1999	10.9	10.3	10.3	10.2	8.7	7.4	7.2	8.6	10.4	11.4	11.9	11.2
2000	10.5	10.4	10.3	10.1	8.9	7.3	7.5	9.0	10.7	11.1	12.7	11.2
2001	10.2	10.7	10.4	10.0	8.5	7.4	7.3	8.5	10.9	11.4	12.4	11.9
2002	10.9	10.6	10.6	10.4	8.4	7.5	7.2	8.9	10.5	11.7	11.9	11.8
2003	11.2	11.2	10.7	10.1	8.9	7.6	7.5	8.9	10.4	12.2	12.4	11.6
2004	11.1	11.1	10.7	10.1	8.1	6.9	7.0	8.8	10.6	12.3	13.1	11.2
2005	11.3	10.9	11.1	10.7	8.8	7.2	7.6	8.9	10.9	11.5	12.5	11.5
2006	10.4	10.9	10.7	10.2	7.8	7.7	7.4	8.9	10.9	11.9	11.9	11.9
2007	11.5	11.1	10.5	10.3	8.7	7.1	7.6	9.0	10.6	11.4	12.4	11.5
2008	10.5	10.6	10.2	9.9	8.2	7.2	7.2	9.2	10.9	11.5	14.8	11.6
2009	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	6.5	7.1	8.9	11.3	12.0	12.0	11.7
2010	10.9	11.1	10.9	10.2	8.5	7.3	7.0	8.9	11.0	12.0	12.6	10.8
2011	10.4	10.3	10.1	10.1	8.3	7.3	7.0	9.3	10.4	11.5	12.4	10.7
2012	10.8	10.0	10.3	10.3	8.3	7.2	6.8	8.4	10.5	11.6	12.2	11.1
2013	10.5	10.9	10.8	9.8	8.6	6.9	7.2	8.6	10.5	12.1	12.0	11.0
2014	10.6	11.0	10.8	10.1	8.6	7.2	6.9	7.9	10.7	11.0	12.8	11.7
2015	10.8	10.9	11.1	10.1	8.6	7.9	7.3	8.9	10.9	11.8	12.7	11.3
2016	11.8	11.4	11.1	10.1	8.9	7.6	7.4	8.7	10.9	11.4	12.2	11.6
2017	11.0	11.2	10.6	10.4	8.8	7.2	7.7	8.9	10.8	11.6	13.4	11.8
2018	10.6	10.6	10.7	10.0	8.3	6.8	7.0	8.3	10.6	10.9	12.3	11.8
2019	11.4	10.8	11.0	10.6	8.7	7.4	7.3	8.7	11.2	12.1	11.7	11.6
2020	11.3	11.4	11.1	10.5	8.6	8.1	7.7	9.6	10.9	11.5	13.0	11.1
2021	10.9	10.9	10.2	9.8	8.5	7.4	7.4	9.0	10.9	12.3	12.3	11.1
2022	10.5	10.7	10.8	9.9	8.4	6.7	7.8	9.2	11.1	12.4	13.3	11.5
Media	10.9	10.8	10.7	10.2	8.6	7.3	7.4	8.9	10.8	11.7	12.4	11.4

Anexo 62

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V1

Centroide Catchment V1												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	236409.4	m										
Norte	8439576.0	m							Área	0.27	km2	
Elevación	3499.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.4	76.0	73.2	71.9	64.3	59.2	62.0	57.4	59.2	73.9	63.1	77.1
1986	77.8	75.2	74.5	68.4	64.5	57.3	59.6	62.9	51.7	60.3	68.6	73.7
1987	76.8	78.3	82.7	69.7	60.6	57.7	61.9	57.5	66.0	65.1	68.3	68.5
1988	74.1	76.9	74.0	77.4	72.7	57.8	61.6	62.4	66.5	59.0	68.1	72.0
1989	80.7	79.2	74.1	67.9	58.7	69.0	57.0	66.6	63.9	60.8	60.1	70.9
1990	76.0	75.6	82.7	74.1	57.3	59.0	55.8	60.6	64.0	64.3	58.4	69.7
1991	68.6	72.4	75.0	66.6	53.7	52.2	58.5	56.1	71.0	66.5	59.2	76.1
1992	73.6	73.8	74.8	63.7	59.5	71.7	66.9	57.4	57.0	62.5	67.8	69.3
1993	74.4	74.5	73.9	70.9	61.3	55.0	59.3	59.0	63.3	63.0	62.2	74.0
1994	74.9	74.4	72.1	71.2	61.6	57.0	51.2	50.3	59.5	56.4	60.6	65.2
1995	70.8	68.4	73.4	64.6	52.9	50.7	52.0	47.9	54.7	52.5	58.9	62.4
1996	72.3	72.5	70.9	69.6	62.3	53.2	51.2	54.7	51.7	56.4	60.7	67.8
1997	78.3	74.0	71.0	63.7	61.2	49.6	52.5	54.9	51.8	54.4	62.0	65.3
1998	70.5	73.9	74.2	66.9	50.7	56.7	52.9	54.5	49.3	59.1	58.8	65.9
1999	70.6	76.5	75.4	71.5	64.8	58.0	56.3	46.1	54.4	57.5	55.5	65.0
2000	72.5	76.3	76.2	68.0	61.2	56.9	54.4	54.4	51.3	62.1	50.7	65.4
2001	74.9	73.9	76.1	69.6	64.6	56.8	56.2	54.9	56.2	58.8	63.1	65.4
2002	71.0	76.6	74.3	74.4	66.7	60.3	63.1	58.9	64.3	64.0	69.4	73.7
2003	77.8	78.0	79.6	76.4	69.7	67.1	59.2	57.7	62.3	62.6	67.6	74.2
2004	79.4	79.0	78.4	72.6	66.3	60.6	61.2	59.6	68.8	62.1	63.9	74.0
2005	72.9	74.9	73.2	69.2	59.0	54.9	51.5	50.4	52.6	62.3	62.4	69.5
2006	75.9	75.3	76.7	75.1	63.3	59.4	54.0	55.1	55.2	61.4	68.0	70.6
2007	74.1	77.1	78.3	76.8	64.7	54.3	57.8	51.6	56.3	59.3	57.2	65.8
2008	78.0	77.0	75.0	69.0	57.6	58.1	57.3	50.3	55.5	60.7	61.9	71.6
2009	71.3	82.7	82.8	74.2	65.6	62.1	64.6	52.3	59.2	60.0	77.0	75.7
2010	79.8	76.9	75.6	69.0	61.8	57.6	50.3	47.0	52.4	55.8	56.1	72.9
2011	75.5	79.6	78.1	73.2	60.2	54.8	58.6	54.7	62.6	61.0	65.3	71.1
2012	72.9	78.4	75.9	76.3	64.9	62.3	63.6	54.1	57.3	60.9	61.9	73.0
2013	74.1	75.2	74.1	67.2	63.6	61.3	59.7	70.6	53.2	63.2	65.0	72.4
2014	73.7	76.4	72.0	71.9	64.8	59.9	63.2	57.7	63.4	63.2	61.8	72.2
2015	76.2	76.6	78.0	76.7	70.4	64.2	59.9	59.9	60.6	62.2	66.7	73.1
2016	73.3	78.8	74.1	72.0	65.1	62.9	62.2	68.8	63.5	69.2	60.0	69.5
2017	74.6	75.4	82.0	79.7	74.7	67.7	63.4	61.3	65.5	62.5	62.7	80.2
2018	85.2	78.7	75.6	73.8	70.7	59.2	56.5	54.2	73.9	79.0	77.5	76.5
2019	81.3	82.4	81.7	80.1	78.3	75.3	72.1	68.3	69.9	70.3	78.0	76.6
2020	78.0	80.6	79.7	71.7	58.2	69.2	65.0	64.0	67.8	69.6	67.2	76.7
2021	80.4	80.4	80.9	76.5	71.9	69.9	65.3	66.9	68.5	67.9	71.5	77.0
2022	78.5	81.0	81.0	75.3	74.1	70.7	69.7	69.6	68.7	64.8	65.2	72.9
Media	75.4	76.7	76.3	71.8	63.8	60.2	59.1	57.7	60.3	62.5	64.0	71.4

Anexo 63

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V2

Centroide Catchment V2												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	235204.2	m										
Norte	8429428.1	m										
Elevación	3877.0	msnm										
			Área	155.14	km2							
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	74.9	73.9	73.1	64.7	59.4	60.6	57.3	56.7	70.3	62.0	76.1
1986	76.5	74.7	75.5	68.6	64.8	61.5	59.3	63.8	53.3	57.7	65.1	73.4
1987	76.6	76.4	80.4	69.5	64.1	59.4	60.8	56.3	61.7	66.1	66.4	69.1
1988	74.7	75.9	73.7	76.4	68.9	56.9	61.8	59.9	66.3	58.9	65.2	73.3
1989	79.3	77.9	74.9	68.9	57.5	72.8	56.3	65.6	61.3	60.7	58.2	69.1
1990	76.1	76.1	80.3	73.4	59.4	57.5	57.4	59.7	62.9	65.7	60.5	68.2
1991	67.3	69.9	74.8	66.0	55.4	53.1	59.0	56.6	67.3	65.7	61.5	73.7
1992	71.6	70.5	74.5	65.0	60.5	69.8	71.1	58.1	57.7	61.0	66.0	68.8
1993	76.3	76.3	74.3	70.8	61.6	54.4	57.9	57.7	62.7	62.9	63.4	74.5
1994	75.2	74.4	71.8	70.8	61.6	57.4	52.1	54.8	62.3	56.3	59.3	64.8
1995	71.3	68.5	73.1	65.2	53.0	51.6	52.7	48.9	54.0	52.2	58.5	61.6
1996	72.0	71.7	70.4	70.0	62.6	54.2	52.2	55.2	51.9	55.8	60.1	67.6
1997	76.7	73.0	70.3	64.1	61.6	50.2	52.5	56.0	51.1	53.8	61.0	63.8
1998	70.2	74.0	73.3	66.6	52.8	57.6	54.6	54.4	50.0	59.1	58.7	65.2
1999	70.7	76.3	75.5	70.7	65.3	61.7	59.0	46.7	54.4	57.3	55.1	64.5
2000	73.1	76.2	76.4	68.4	63.4	57.5	55.2	54.4	50.8	62.0	50.7	65.1
2001	74.9	74.0	76.0	69.9	65.3	56.6	55.6	54.4	55.4	57.9	61.8	64.6
2002	70.5	75.6	74.6	74.1	67.4	61.1	62.8	58.3	63.2	62.5	67.3	72.3
2003	77.1	77.4	78.7	76.2	68.5	66.2	58.9	56.2	59.1	58.6	63.1	71.7
2004	77.9	77.0	76.9	72.2	64.7	59.9	61.0	58.7	66.9	60.4	62.6	73.1
2005	74.2	75.3	73.4	69.3	59.9	56.8	51.5	49.8	51.9	61.3	62.0	69.5
2006	75.6	75.1	75.8	74.3	63.3	60.7	54.2	54.6	53.8	59.6	66.3	69.8
2007	73.1	75.5	77.6	74.8	64.8	54.5	58.3	52.1	56.1	58.5	56.8	64.7
2008	76.9	75.9	73.8	68.3	57.0	57.6	60.3	49.5	53.6	59.9	60.4	70.5
2009	71.4	80.1	80.1	72.3	64.3	60.7	61.3	51.7	57.8	58.2	74.8	73.5
2010	79.0	76.1	74.9	68.6	61.6	57.6	50.4	47.0	50.4	54.6	54.2	72.0
2011	74.8	78.9	77.0	72.3	60.9	54.9	58.6	54.3	61.7	59.0	61.9	70.7
2012	72.8	78.4	75.6	75.7	64.8	60.7	61.1	54.5	56.8	59.8	61.0	70.7
2013	73.5	74.7	74.4	66.5	62.9	61.3	59.4	65.6	52.8	61.2	62.6	71.5
2014	73.4	77.2	72.0	73.0	66.1	61.3	63.7	60.3	64.5	63.4	61.5	71.5
2015	75.8	77.9	77.6	77.1	72.0	66.5	62.8	61.0	60.2	61.4	65.9	73.0
2016	72.7	77.2	74.1	72.2	65.7	64.0	62.8	67.3	61.8	69.4	61.1	69.1
2017	73.7	75.7	80.8	78.4	74.8	67.6	63.5	60.0	64.4	62.7	62.7	76.3
2018	82.6	78.7	77.0	73.8	70.9	63.7	61.4	61.0	71.2	76.9	74.8	74.1
2019	79.7	81.5	80.9	79.2	77.4	74.6	69.9	66.4	68.1	69.6	77.7	76.3
2020	77.1	79.4	78.3	70.9	59.9	67.5	63.5	62.7	65.6	67.0	63.9	74.5
2021	78.4	77.9	79.5	74.5	70.6	68.6	63.1	64.2	66.0	66.0	68.6	74.6
2022	77.1	79.7	79.3	74.2	72.8	70.0	67.5	66.8	66.8	61.4	61.4	73.4
Media	74.8	75.9	75.8	71.5	64.0	60.7	59.3	57.4	59.3	61.4	62.7	70.4

Anexo 64

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V3

Centroide Catchment V3												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	244539.5	m										
Norte	8431743.7	m						Área	196.67	km2		
Elevación	3537.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.4	74.9	74.6	65.3	59.7	58.6	57.1	53.5	65.4	60.5	74.7
1986	74.8	74.0	76.9	68.9	65.1	67.1	58.8	65.0	55.5	54.3	60.5	72.9
1987	76.4	73.9	77.3	69.1	68.8	61.7	59.3	54.6	56.1	67.4	63.8	69.9
1988	75.4	74.7	73.2	75.0	63.7	55.7	62.1	56.6	66.1	58.7	61.4	74.9
1989	77.4	76.3	76.1	70.3	55.8	77.9	55.5	64.3	57.8	60.5	55.7	66.9
1990	76.2	76.6	77.1	72.5	62.2	55.6	59.6	58.5	61.5	67.6	63.2	66.2
1991	65.5	66.6	74.4	65.3	57.8	54.4	59.7	57.1	62.4	64.7	64.5	70.6
1992	69.0	66.0	74.0	66.7	61.7	67.2	76.8	59.1	58.8	59.1	63.7	68.1
1993	78.9	78.7	74.8	70.7	61.9	53.5	55.9	56.0	61.9	62.8	64.9	75.1
1994	75.7	74.5	71.5	70.4	61.7	57.9	53.3	60.9	66.0	56.1	57.7	64.3
1995	71.9	68.6	72.8	66.0	53.2	52.9	53.6	50.2	53.0	51.7	57.9	60.5
1996	71.6	70.6	69.8	70.5	63.0	55.5	53.5	55.8	52.3	55.0	59.2	67.2
1997	74.5	71.7	69.5	64.7	62.1	50.9	52.6	57.4	50.1	53.0	59.7	61.8
1998	69.9	74.2	72.0	66.3	55.5	58.7	56.8	54.2	51.0	59.2	58.5	64.2
1999	70.8	75.9	75.6	69.6	66.0	66.5	62.6	47.5	54.5	57.0	54.5	63.9
2000	74.0	75.9	76.7	68.8	66.3	58.3	56.3	54.5	50.1	61.8	50.8	64.7
2001	75.0	74.2	75.8	70.4	66.4	56.3	54.7	53.8	54.3	56.8	60.1	63.5
2002	69.9	74.2	74.9	73.7	68.4	62.2	62.5	57.4	61.8	60.6	64.6	70.4
2003	76.1	76.6	77.4	76.0	67.0	65.1	58.6	54.1	55.0	53.4	57.0	68.2
2004	75.9	74.2	74.9	71.7	62.7	58.9	60.7	57.4	64.5	58.2	60.9	71.9
2005	75.8	75.8	73.7	69.5	61.0	59.3	51.6	49.1	50.9	60.0	61.5	69.5
2006	75.2	74.8	74.6	73.1	63.2	62.3	54.5	54.0	51.9	57.3	64.1	68.7
2007	71.8	73.4	76.6	72.1	65.0	54.7	58.9	52.7	55.8	57.3	56.3	63.3
2008	75.4	74.4	72.3	67.4	56.2	56.9	64.1	48.4	51.1	58.7	58.4	69.1
2009	71.6	76.7	76.4	69.7	62.6	59.0	56.9	51.0	55.9	55.9	71.8	70.6
2010	77.9	75.0	73.9	68.1	61.3	57.6	50.7	46.9	47.8	53.1	51.8	70.8
2011	73.8	77.8	75.6	71.1	61.9	55.2	58.7	53.7	60.5	56.3	57.4	70.3
2012	72.7	78.3	75.3	75.0	64.6	58.6	57.8	54.9	56.2	58.3	59.7	67.7
2013	72.7	74.1	74.8	65.5	62.1	61.3	59.0	59.0	52.3	58.6	59.4	70.2
2014	73.0	78.4	72.1	74.4	67.8	63.2	64.4	63.6	65.9	63.7	61.1	70.5
2015	75.3	79.5	77.0	77.6	74.1	69.6	66.7	62.4	59.8	60.2	64.8	72.9
2016	72.0	75.0	74.2	72.5	66.6	65.4	63.6	65.3	59.6	69.7	62.6	68.5
2017	72.5	76.1	79.2	76.7	75.0	67.4	63.7	58.4	63.0	63.0	62.6	71.0
2018	79.1	78.6	78.9	73.8	71.2	69.8	67.9	70.0	67.5	74.0	71.1	71.0
2019	77.5	80.3	79.8	78.1	76.2	73.5	66.9	63.9	65.7	68.6	77.3	76.0
2020	75.8	77.9	76.5	69.8	62.2	65.2	61.5	60.8	62.7	63.4	59.5	71.5
2021	75.8	74.6	77.6	71.8	68.9	66.7	60.2	60.6	62.5	63.6	64.8	71.5
2022	75.1	77.9	77.1	72.8	71.2	69.0	64.5	63.1	64.1	57.0	56.4	74.1
Media	74.1	75.0	75.1	71.1	64.4	61.3	59.6	57.1	57.9	60.1	61.0	69.1

Anexo 65

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V4

Centroide Catchment V4												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	246311.8	m										
Norte	8420438.7	m						Área	100.74	km2		
Elevación	4246.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	72.6	75.3	75.4	65.6	59.8	57.7	57.0	52.0	63.1	59.7	74.1
1986	73.9	73.6	77.6	69.0	65.3	69.8	58.6	65.6	56.5	52.6	58.3	72.6
1987	76.3	72.7	75.9	69.0	71.0	62.8	58.7	53.8	53.4	68.0	62.6	70.3
1988	75.8	74.1	73.0	74.4	61.3	55.1	62.2	55.1	66.0	58.6	59.6	75.7
1989	76.5	75.5	76.6	71.0	55.0	80.3	55.1	63.6	56.1	60.5	54.5	65.8
1990	76.2	76.9	75.6	72.1	63.6	54.6	60.6	57.9	60.8	68.5	64.6	65.2
1991	64.7	65.0	74.2	64.9	58.9	55.0	60.0	57.4	60.0	64.2	66.0	69.2
1992	67.7	63.9	73.8	67.5	62.3	66.0	79.5	59.5	59.3	58.2	62.6	67.7
1993	80.1	79.8	75.0	70.7	62.1	53.1	55.0	55.2	61.4	62.7	65.6	75.4
1994	75.9	74.5	71.3	70.2	61.8	58.2	53.9	63.7	67.8	56.0	57.0	64.1
1995	72.2	68.7	72.6	66.4	53.2	53.5	54.0	50.9	52.6	51.5	57.6	59.9
1996	71.4	70.1	69.5	70.8	63.1	56.2	54.2	56.1	52.5	54.5	58.8	67.0
1997	73.5	71.0	69.1	65.0	62.4	51.2	52.7	58.1	49.6	52.6	59.0	60.9
1998	69.7	74.2	71.4	66.1	56.9	59.2	57.8	54.1	51.5	59.2	58.5	63.8
1999	70.9	75.7	75.7	69.0	66.3	68.8	64.3	47.9	54.5	56.9	54.2	63.6
2000	74.4	75.8	76.8	69.0	67.6	58.6	56.8	54.5	49.8	61.8	50.9	64.6
2001	75.1	74.2	75.8	70.6	66.9	56.2	54.3	53.5	53.7	56.3	59.2	62.9
2002	69.6	73.6	75.1	73.5	68.8	62.8	62.3	57.0	61.1	59.7	63.2	69.6
2003	75.6	76.1	76.8	75.9	66.3	64.6	58.4	53.1	53.0	50.9	54.2	66.6
2004	74.9	72.9	73.9	71.5	61.8	58.4	60.6	56.8	63.4	57.1	60.1	71.3
2005	76.6	76.0	73.9	69.6	61.5	60.6	51.6	48.8	50.5	59.4	61.2	69.5
2006	75.0	74.7	74.0	72.6	63.1	63.0	54.6	53.7	51.1	56.2	63.0	68.2
2007	71.1	72.4	76.1	70.8	65.0	54.8	59.2	53.0	55.6	56.8	56.0	62.6
2008	74.7	73.7	71.6	67.0	55.8	56.5	66.0	47.8	49.8	58.2	57.4	68.5
2009	71.7	75.0	74.6	68.5	61.8	58.1	54.9	50.7	55.0	54.8	70.4	69.3
2010	77.4	74.5	73.5	67.9	61.1	57.6	50.8	46.8	46.6	52.3	50.6	70.2
2011	73.4	77.3	74.9	70.5	62.4	55.3	58.7	53.4	59.9	55.0	55.2	70.1
2012	72.6	78.3	75.1	74.7	64.5	57.6	56.3	55.1	55.9	57.6	59.1	66.3
2013	72.2	73.8	75.0	65.0	61.7	61.3	58.8	55.9	52.0	57.4	57.9	69.6
2014	72.8	78.9	72.2	75.1	68.7	64.0	64.8	65.2	66.5	63.8	61.0	70.1
2015	75.1	80.2	76.7	77.9	75.1	71.1	68.5	63.1	59.6	59.7	64.2	72.8
2016	71.6	74.0	74.2	72.6	67.0	66.1	64.1	64.4	58.5	69.9	63.4	68.2
2017	71.9	76.3	78.5	75.9	75.0	67.3	63.7	57.7	62.4	63.2	62.6	68.5
2018	77.4	78.6	79.7	73.7	71.4	72.7	70.9	74.3	65.8	72.7	69.3	69.5
2019	76.5	79.7	79.3	77.6	75.6	73.0	65.5	62.6	64.5	68.2	77.2	75.8
2020	75.2	77.1	75.6	69.3	63.3	64.1	60.6	60.0	61.3	61.7	57.4	70.1
2021	74.5	73.0	76.7	70.5	68.1	65.9	58.9	58.9	60.9	62.4	63.0	70.1
2022	74.2	77.0	76.1	72.1	70.4	68.6	63.0	61.3	62.9	54.8	54.0	74.5
Media	73.7	74.5	74.8	70.9	64.5	61.6	59.7	56.9	57.2	59.4	60.2	68.5

Anexo 66

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V5

Centroide Catchment V5					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	257160.3	m			
Norte	8424038.5	m	Área	189.24	km2
Elevación	3568.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	72.0	75.7	76.0	65.9	60.0	57.0	56.9	50.6	61.1	59.1	73.5
1986	73.2	73.3	78.1	69.1	65.4	72.0	58.4	66.1	57.4	51.2	56.4	72.4
1987	76.2	71.6	74.6	68.8	72.9	63.8	58.1	53.1	51.1	68.5	61.6	70.7
1988	76.1	73.6	72.9	73.9	59.2	54.6	62.3	53.7	65.9	58.5	58.1	76.3
1989	75.7	74.8	77.1	71.5	54.3	82.4	54.8	63.1	54.7	60.4	53.5	64.9
1990	76.3	77.1	74.3	71.7	64.7	53.9	61.5	57.4	60.2	69.3	65.7	64.4
1991	64.0	63.6	74.0	64.6	59.8	55.5	60.3	57.6	58.0	63.8	67.2	67.9
1992	66.6	62.1	73.7	68.2	62.8	65.0	81.8	59.9	59.7	57.4	61.7	67.4
1993	81.2	80.8	75.2	70.7	62.2	52.7	54.2	54.5	61.1	62.7	66.2	75.6
1994	76.1	74.5	71.2	70.0	61.8	58.4	54.4	66.2	69.3	55.9	56.3	63.9
1995	72.4	68.7	72.5	66.7	53.3	54.0	54.4	51.4	52.2	51.3	57.4	59.5
1996	71.2	69.7	69.2	71.0	63.3	56.7	54.7	56.3	52.6	54.2	58.4	66.9
1997	72.6	70.5	68.8	65.2	62.6	51.5	52.7	58.7	49.2	52.3	58.5	60.1
1998	69.6	74.3	70.9	66.0	58.0	59.7	58.7	54.0	51.9	59.2	58.4	63.4
1999	70.9	75.6	75.7	68.6	66.6	70.8	65.8	48.2	54.5	56.8	54.0	63.4
2000	74.8	75.7	76.9	69.2	68.8	58.9	57.2	54.5	49.5	61.7	50.9	64.4
2001	75.1	74.3	75.7	70.8	67.3	56.1	54.0	53.2	53.3	55.8	58.5	62.5
2002	69.3	73.0	75.2	73.3	69.2	63.2	62.2	56.6	60.5	58.9	62.1	68.8
2003	75.2	75.8	76.3	75.8	65.7	64.2	58.3	52.3	51.3	48.7	51.7	65.2
2004	74.1	71.8	73.1	71.3	61.0	58.0	60.5	56.3	62.4	56.2	59.4	70.8
2005	77.3	76.2	74.0	69.7	62.0	61.6	51.6	48.5	50.1	58.9	61.0	69.5
2006	74.8	74.6	73.5	72.1	63.1	63.7	54.7	53.5	50.3	55.2	62.1	67.8
2007	70.6	71.5	75.7	69.7	65.1	54.9	59.5	53.2	55.5	56.3	55.8	62.0
2008	74.1	73.1	71.0	66.6	55.5	56.2	67.6	47.4	48.8	57.7	56.6	67.9
2009	71.8	73.6	73.1	67.4	61.1	57.4	53.1	50.4	54.3	53.9	69.2	68.1
2010	77.0	74.1	73.1	67.7	61.0	57.6	50.9	46.8	45.5	51.7	49.6	69.7
2011	73.0	76.9	74.3	70.0	62.8	55.4	58.7	53.2	59.4	53.9	53.4	69.9
2012	72.6	78.3	75.0	74.4	64.4	56.7	54.9	55.3	55.6	57.0	58.6	65.0
2013	71.9	73.5	75.2	64.6	61.4	61.3	58.6	53.2	51.8	56.3	56.6	69.1
2014	72.6	79.4	72.2	75.7	69.4	64.8	65.1	66.6	67.1	63.9	60.8	69.7
2015	74.9	80.9	76.5	78.1	76.0	72.4	70.1	63.7	59.4	59.2	63.8	72.8
2016	71.3	73.1	74.2	72.7	67.4	66.7	64.4	63.6	57.6	70.0	64.0	68.0
2017	71.4	76.5	77.8	75.2	75.1	67.2	63.8	57.0	61.8	63.3	62.6	66.4
2018	76.0	78.6	80.5	73.7	71.5	75.2	73.6	77.9	64.3	71.5	67.8	68.2
2019	75.6	79.2	78.9	77.1	75.1	72.6	64.3	61.6	63.5	67.8	77.0	75.7
2020	74.7	76.5	74.9	68.8	64.3	63.2	59.8	59.2	60.1	60.3	55.6	68.9
2021	73.4	71.6	75.9	69.4	67.4	65.1	57.7	57.4	59.5	61.4	61.5	68.8
2022	73.4	76.3	75.2	71.5	69.7	68.2	61.8	59.8	61.8	53.0	52.0	74.8
Media	73.4	74.1	74.5	70.7	64.7	61.9	59.8	56.8	56.6	58.8	59.6	68.0

Anexo 67

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V6

Centroide Catchment V6					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	272303.5	m			
Norte	8408994.6	m	Área	485.24	km2
Elevación	4158.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	72.6	75.4	75.4	65.7	59.9	57.6	57.0	51.8	62.8	59.7	74.0
1986	73.8	73.6	77.6	69.0	65.3	70.1	58.5	65.7	56.7	52.4	58.0	72.6
1987	76.3	72.5	75.7	69.0	71.2	63.0	58.6	53.7	53.1	68.1	62.5	70.4
1988	75.8	74.1	73.0	74.3	61.0	55.0	62.2	54.9	66.0	58.6	59.4	75.8
1989	76.4	75.4	76.7	71.0	54.9	80.6	55.1	63.5	56.0	60.5	54.4	65.7
1990	76.2	76.9	75.5	72.0	63.7	54.5	60.7	57.8	60.7	68.6	64.7	65.1
1991	64.6	64.8	74.2	64.9	59.0	55.1	60.1	57.4	59.8	64.2	66.1	69.0
1992	67.5	63.7	73.8	67.6	62.4	65.9	79.8	59.6	59.3	58.1	62.5	67.7
1993	80.3	80.0	75.0	70.7	62.1	53.0	54.9	55.1	61.4	62.7	65.7	75.4
1994	75.9	74.5	71.3	70.2	61.8	58.2	54.0	64.1	68.0	56.0	56.9	64.1
1995	72.2	68.7	72.6	66.4	53.2	53.6	54.1	50.9	52.5	51.5	57.6	59.9
1996	71.3	70.1	69.4	70.8	63.2	56.2	54.2	56.1	52.5	54.5	58.7	67.0
1997	73.4	71.0	69.1	65.0	62.4	51.2	52.7	58.2	49.6	52.6	59.0	60.8
1998	69.7	74.2	71.3	66.1	57.0	59.3	57.9	54.1	51.5	59.2	58.4	63.7
1999	70.9	75.7	75.7	69.0	66.4	69.1	64.5	47.9	54.5	56.9	54.2	63.6
2000	74.5	75.8	76.8	69.0	67.8	58.7	56.8	54.5	49.7	61.7	50.9	64.5
2001	75.1	74.2	75.7	70.6	66.9	56.2	54.3	53.4	53.7	56.2	59.1	62.9
2002	69.5	73.5	75.1	73.4	68.9	62.8	62.3	56.9	61.0	59.6	63.1	69.5
2003	75.6	76.1	76.7	75.9	66.2	64.5	58.4	53.0	52.8	50.6	53.8	66.4
2004	74.8	72.8	73.8	71.5	61.7	58.3	60.6	56.7	63.3	57.0	60.0	71.2
2005	76.7	76.0	73.9	69.6	61.6	60.7	51.6	48.8	50.4	59.4	61.2	69.5
2006	74.9	74.7	73.9	72.5	63.1	63.1	54.6	53.7	51.0	56.0	62.9	68.2
2007	71.1	72.3	76.1	70.7	65.0	54.8	59.3	53.0	55.6	56.7	56.0	62.5
2008	74.6	73.6	71.5	66.9	55.8	56.5	66.2	47.8	49.7	58.1	57.3	68.4
2009	71.7	74.8	74.4	68.3	61.7	58.0	54.6	50.7	54.9	54.7	70.3	69.1
2010	77.4	74.5	73.4	67.9	61.1	57.6	50.8	46.8	46.4	52.3	50.5	70.1
2011	73.3	77.3	74.8	70.4	62.4	55.3	58.7	53.4	59.8	54.9	55.0	70.1
2012	72.6	78.3	75.1	74.7	64.5	57.5	56.1	55.1	55.8	57.5	59.0	66.1
2013	72.2	73.7	75.1	65.0	61.7	61.3	58.7	55.5	52.0	57.2	57.7	69.5
2014	72.7	79.0	72.2	75.2	68.8	64.1	64.8	65.4	66.6	63.8	60.9	70.0
2015	75.1	80.3	76.7	77.9	75.2	71.3	68.7	63.2	59.6	59.6	64.2	72.8
2016	71.6	73.9	74.2	72.6	67.1	66.2	64.1	64.3	58.4	69.9	63.5	68.2
2017	71.8	76.4	78.4	75.8	75.1	67.3	63.7	57.6	62.3	63.2	62.6	68.3
2018	77.3	78.6	79.8	73.7	71.4	73.0	71.3	74.8	65.6	72.5	69.1	69.3
2019	76.4	79.6	79.3	77.5	75.5	73.0	65.4	62.5	64.4	68.1	77.1	75.8
2020	75.1	77.1	75.5	69.2	63.5	64.0	60.5	59.9	61.1	61.6	57.2	70.0
2021	74.3	72.8	76.6	70.4	68.0	65.8	58.7	58.7	60.7	62.3	62.8	69.9
2022	74.1	76.9	76.0	72.0	70.3	68.5	62.9	61.1	62.7	54.6	53.8	74.5
Media	73.7	74.5	74.8	70.8	64.5	61.7	59.7	56.9	57.1	59.3	60.2	68.5

Anexo 68

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V7

Centroide Catchment V7												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	256860.0	m										
Norte	8402926.1	m							Área	303.88	km2	
Elevación	4017.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	72.7	75.3	75.3	65.6	59.8	57.8	57.0	52.2	63.4	59.8	74.1
1986	74.0	73.7	77.5	69.0	65.3	69.4	58.6	65.5	56.4	52.8	58.6	72.7
1987	76.3	72.8	76.1	69.0	70.7	62.7	58.7	53.9	53.8	67.9	62.8	70.3
1988	75.7	74.2	73.1	74.5	61.6	55.2	62.2	55.3	66.0	58.6	59.8	75.6
1989	76.6	75.6	76.5	70.9	55.1	80.0	55.1	63.7	56.4	60.5	54.6	65.9
1990	76.2	76.8	75.8	72.1	63.4	54.8	60.5	58.0	60.9	68.4	64.4	65.3
1991	64.8	65.2	74.2	64.9	58.7	54.9	60.0	57.3	60.3	64.3	65.8	69.4
1992	67.8	64.2	73.9	67.4	62.2	66.2	79.1	59.4	59.2	58.3	62.8	67.7
1993	80.0	79.7	75.0	70.7	62.1	53.1	55.1	55.3	61.5	62.8	65.5	75.3
1994	75.9	74.5	71.4	70.2	61.8	58.1	53.8	63.4	67.5	56.0	57.1	64.1
1995	72.1	68.6	72.7	66.3	53.2	53.4	54.0	50.8	52.6	51.5	57.7	60.0
1996	71.4	70.2	69.5	70.8	63.1	56.1	54.1	56.0	52.4	54.6	58.8	67.1
1997	73.6	71.1	69.2	64.9	62.3	51.2	52.7	58.0	49.7	52.7	59.1	61.0
1998	69.8	74.2	71.5	66.2	56.7	59.2	57.7	54.1	51.4	59.2	58.5	63.9
1999	70.8	75.8	75.6	69.1	66.3	68.5	64.1	47.8	54.5	56.9	54.3	63.7
2000	74.4	75.8	76.8	69.0	67.4	58.6	56.7	54.5	49.8	61.8	50.9	64.6
2001	75.1	74.2	75.8	70.6	66.8	56.2	54.4	53.5	53.8	56.3	59.3	63.0
2002	69.6	73.6	75.0	73.5	68.8	62.7	62.4	57.0	61.2	59.8	63.4	69.7
2003	75.7	76.2	76.9	75.9	66.4	64.7	58.4	53.3	53.3	51.2	54.5	66.8
2004	75.1	73.1	74.0	71.5	61.9	58.5	60.6	56.9	63.5	57.3	60.2	71.4
2005	76.5	76.0	73.9	69.6	61.5	60.4	51.6	48.8	50.5	59.5	61.3	69.5
2006	75.0	74.7	74.1	72.6	63.1	62.9	54.6	53.8	51.2	56.3	63.2	68.3
2007	71.2	72.5	76.2	71.0	65.0	54.8	59.2	52.9	55.6	56.8	56.1	62.7
2008	74.8	73.8	71.7	67.0	55.9	56.5	65.7	47.9	50.0	58.2	57.5	68.6
2009	71.7	75.2	74.8	68.6	61.9	58.2	55.1	50.7	55.2	55.0	70.6	69.5
2010	77.5	74.6	73.6	67.9	61.1	57.6	50.8	46.8	46.7	52.4	50.8	70.3
2011	73.4	77.4	75.0	70.6	62.3	55.3	58.7	53.5	60.0	55.2	55.5	70.1
2012	72.7	78.3	75.2	74.7	64.5	57.7	56.5	55.1	55.9	57.7	59.2	66.4
2013	72.3	73.8	75.0	65.1	61.8	61.3	58.8	56.3	52.1	57.5	58.1	69.7
2014	72.8	78.9	72.2	75.0	68.6	63.9	64.8	65.0	66.4	63.8	61.0	70.2
2015	75.1	80.1	76.8	77.8	75.0	70.9	68.3	63.0	59.6	59.7	64.3	72.9
2016	71.7	74.1	74.2	72.6	67.0	66.0	64.0	64.5	58.7	69.9	63.3	68.3
2017	72.0	76.3	78.6	76.0	75.0	67.3	63.7	57.8	62.5	63.2	62.6	68.9
2018	77.6	78.6	79.6	73.7	71.3	72.3	70.5	73.8	66.0	72.8	69.5	69.7
2019	76.6	79.8	79.4	77.6	75.7	73.1	65.7	62.8	64.6	68.3	77.2	75.9
2020	75.3	77.2	75.7	69.3	63.2	64.3	60.7	60.1	61.5	62.0	57.7	70.3
2021	74.6	73.2	76.8	70.7	68.2	66.0	59.1	59.1	61.1	62.6	63.3	70.3
2022	74.3	77.1	76.2	72.2	70.5	68.7	63.2	61.6	63.0	55.1	54.4	74.4
Media	73.8	74.6	74.9	70.9	64.5	61.6	59.7	57.0	57.3	59.5	60.3	68.6

Anexo 69

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V8

Centroide Catchment V8					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	278001.8	m			
Norte	8393660.4	m	Área	140.43	km2
Elevación	4202.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.0	75.1	75.0	65.5	59.8	58.2	57.1	52.8	64.3	60.1	74.4
1986	74.4	73.8	77.2	68.9	65.2	68.4	58.7	65.3	56.0	53.5	59.4	72.8
1987	76.3	73.3	76.7	69.1	69.8	62.3	59.0	54.2	54.8	67.7	63.2	70.1
1988	75.6	74.4	73.1	74.7	62.6	55.4	62.1	55.9	66.0	58.7	60.6	75.3
1989	76.9	75.9	76.3	70.6	55.4	79.1	55.3	63.9	57.0	60.5	55.1	66.4
1990	76.2	76.7	76.4	72.3	62.9	55.1	60.1	58.2	61.2	68.0	63.9	65.7
1991	65.2	65.8	74.3	65.1	58.3	54.7	59.8	57.2	61.3	64.5	65.2	69.9
1992	68.4	65.0	73.9	67.1	62.0	66.7	78.1	59.3	59.0	58.7	63.2	67.9
1993	79.5	79.2	74.9	70.7	62.0	53.3	55.5	55.6	61.7	62.8	65.2	75.2
1994	75.8	74.5	71.4	70.3	61.7	58.0	53.6	62.2	66.8	56.0	57.4	64.2
1995	72.0	68.6	72.7	66.2	53.2	53.2	53.8	50.5	52.8	51.6	57.8	60.2
1996	71.5	70.4	69.6	70.7	63.0	55.8	53.8	55.9	52.4	54.8	59.0	67.1
1997	74.0	71.4	69.3	64.8	62.2	51.0	52.6	57.8	49.9	52.8	59.4	61.4
1998	69.8	74.2	71.7	66.2	56.2	59.0	57.3	54.1	51.2	59.2	58.5	64.0
1999	70.8	75.8	75.6	69.3	66.1	67.6	63.4	47.7	54.5	57.0	54.4	63.8
2000	74.2	75.9	76.7	68.9	66.9	58.4	56.5	54.5	50.0	61.8	50.8	64.7
2001	75.0	74.2	75.8	70.5	66.6	56.3	54.5	53.6	54.0	56.5	59.7	63.2
2002	69.7	73.9	75.0	73.6	68.6	62.5	62.4	57.2	61.4	60.2	63.9	70.0
2003	75.9	76.4	77.1	75.9	66.7	64.9	58.5	53.7	54.0	52.2	55.7	67.5
2004	75.4	73.6	74.4	71.6	62.3	58.6	60.7	57.1	64.0	57.7	60.5	71.6
2005	76.2	75.9	73.8	69.6	61.3	59.9	51.6	49.0	50.7	59.8	61.4	69.5
2006	75.1	74.8	74.3	72.9	63.2	62.6	54.5	53.9	51.5	56.8	63.6	68.5
2007	71.5	72.9	76.4	71.5	65.0	54.8	59.1	52.8	55.7	57.1	56.2	63.0
2008	75.1	74.1	72.0	67.2	56.0	56.7	65.0	48.1	50.5	58.5	57.9	68.8
2009	71.7	75.9	75.5	69.1	62.2	58.6	56.0	50.9	55.5	55.4	71.2	70.0
2010	77.7	74.8	73.7	68.0	61.2	57.6	50.7	46.9	47.2	52.7	51.2	70.5
2011	73.6	77.6	75.3	70.8	62.1	55.2	58.7	53.6	60.2	55.7	56.4	70.2
2012	72.7	78.3	75.2	74.9	64.5	58.1	57.1	55.0	56.0	58.0	59.4	67.0
2013	72.5	73.9	74.9	65.3	61.9	61.3	58.9	57.5	52.2	58.0	58.7	69.9
2014	72.9	78.7	72.1	74.7	68.2	63.6	64.6	64.4	66.2	63.7	61.1	70.3
2015	75.2	79.8	76.9	77.7	74.6	70.3	67.5	62.8	59.7	60.0	64.5	72.9
2016	71.8	74.5	74.2	72.5	66.8	65.7	63.8	64.9	59.1	69.8	63.0	68.4
2017	72.2	76.2	78.9	76.3	75.0	67.3	63.7	58.1	62.7	63.1	62.6	69.9
2018	78.3	78.6	79.3	73.7	71.3	71.2	69.3	72.1	66.7	73.4	70.2	70.3
2019	77.0	80.0	79.6	77.8	75.9	73.3	66.3	63.3	65.1	68.4	77.3	75.9
2020	75.5	77.5	76.1	69.5	62.8	64.7	61.1	60.4	62.0	62.6	58.5	70.9
2021	75.2	73.8	77.1	71.2	68.5	66.3	59.6	59.8	61.8	63.0	64.0	70.8
2022	74.7	77.5	76.6	72.4	70.8	68.8	63.8	62.3	63.5	55.9	55.3	74.3
Media	73.9	74.8	75.0	71.0	64.4	61.5	59.6	57.0	57.6	59.7	60.7	68.9

Anexo 70

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment V9

Centroide Catchment V9					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	271779.4	m			
Norte	8387100.4	m	Área	172.01	km2
Elevación	4260.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.2	75.0	74.8	65.4	59.7	58.4	57.1	53.0	64.7	60.2	74.5
1986	74.5	73.9	77.1	68.9	65.2	67.9	58.7	65.2	55.8	53.8	59.8	72.8
1987	76.4	73.5	76.9	69.1	69.4	62.1	59.1	54.4	55.3	67.6	63.5	70.1
1988	75.5	74.5	73.2	74.9	63.0	55.5	62.1	56.2	66.0	58.7	60.9	75.1
1989	77.1	76.1	76.2	70.5	55.6	78.6	55.4	64.1	57.3	60.5	55.3	66.6
1990	76.2	76.7	76.7	72.4	62.6	55.3	59.9	58.3	61.3	67.9	63.6	65.9
1991	65.3	66.1	74.3	65.2	58.1	54.6	59.8	57.2	61.7	64.6	64.9	70.2
1992	68.6	65.4	74.0	66.9	61.9	66.9	77.6	59.2	58.9	58.8	63.4	68.0
1993	79.3	79.0	74.8	70.7	62.0	53.4	55.7	55.8	61.7	62.8	65.1	75.2
1994	75.8	74.5	71.4	70.3	61.7	58.0	53.5	61.7	66.5	56.0	57.5	64.3
1995	72.0	68.6	72.7	66.1	53.2	53.1	53.7	50.4	52.9	51.6	57.8	60.3
1996	71.5	70.5	69.7	70.6	63.0	55.7	53.7	55.9	52.3	54.8	59.1	67.2
1997	74.2	71.5	69.4	64.8	62.2	51.0	52.6	57.6	49.9	52.9	59.5	61.6
1998	69.8	74.2	71.8	66.2	55.9	58.9	57.1	54.1	51.2	59.2	58.5	64.1
1999	70.8	75.9	75.6	69.4	66.1	67.2	63.1	47.6	54.5	57.0	54.4	63.8
2000	74.1	75.9	76.7	68.9	66.7	58.4	56.4	54.5	50.0	61.8	50.8	64.7
2001	75.0	74.2	75.8	70.5	66.5	56.3	54.6	53.7	54.1	56.6	59.8	63.3
2002	69.8	74.0	75.0	73.6	68.5	62.4	62.4	57.3	61.6	60.3	64.2	70.2
2003	75.9	76.4	77.2	76.0	66.8	65.0	58.5	53.8	54.4	52.6	56.2	67.8
2004	75.6	73.8	74.6	71.7	62.5	58.7	60.7	57.2	64.2	57.9	60.7	71.7
2005	76.1	75.8	73.8	69.6	61.2	59.7	51.6	49.0	50.8	59.9	61.4	69.5
2006	75.1	74.8	74.4	73.0	63.2	62.5	54.5	53.9	51.7	57.0	63.8	68.6
2007	71.6	73.1	76.4	71.7	65.0	54.7	59.0	52.8	55.7	57.2	56.2	63.1
2008	75.2	74.2	72.1	67.3	56.1	56.8	64.7	48.2	50.7	58.6	58.1	68.9
2009	71.7	76.2	75.9	69.3	62.4	58.7	56.3	50.9	55.7	55.6	71.4	70.2
2010	77.8	74.9	73.8	68.1	61.2	57.6	50.7	46.9	47.4	52.9	51.4	70.6
2011	73.7	77.7	75.4	70.9	62.1	55.2	58.7	53.6	60.3	55.9	56.8	70.2
2012	72.7	78.3	75.2	74.9	64.5	58.3	57.4	55.0	56.1	58.1	59.5	67.3
2013	72.5	74.0	74.9	65.3	62.0	61.3	58.9	58.1	52.2	58.2	59.0	70.0
2014	72.9	78.6	72.1	74.6	68.1	63.4	64.5	64.1	66.1	63.7	61.1	70.4
2015	75.3	79.7	76.9	77.7	74.4	70.1	67.2	62.6	59.7	60.1	64.6	72.9
2016	71.9	74.7	74.2	72.5	66.7	65.6	63.8	65.1	59.3	69.8	62.9	68.4
2017	72.3	76.2	79.0	76.5	75.0	67.3	63.7	58.2	62.8	63.1	62.6	70.3
2018	78.6	78.6	79.1	73.7	71.3	70.7	68.8	71.3	67.0	73.6	70.6	70.5
2019	77.2	80.1	79.7	77.9	76.0	73.4	66.5	63.5	65.3	68.5	77.3	75.9
2020	75.6	77.7	76.2	69.6	62.6	64.9	61.3	60.6	62.3	62.9	58.9	71.1
2021	75.4	74.1	77.3	71.4	68.7	66.5	59.8	60.1	62.1	63.2	64.3	71.1
2022	74.9	77.6	76.8	72.6	70.9	68.9	64.0	62.6	63.8	56.3	55.7	74.2
Media	74.0	74.8	75.0	71.0	64.4	61.4	59.6	57.0	57.7	59.9	60.8	69.0

Anexo 71

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S1

Centroide Catchment S1												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	250403.8	m										
Norte	8443481.5	m						Área	304.13	km2		
Elevación	4729.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.9	74.5	74.1	65.1	59.6	59.4	57.2	54.7	67.2	61.0	75.2
1986	75.4	74.2	76.4	68.8	65.0	65.0	59.0	64.6	54.7	55.5	62.2	73.1
1987	76.5	74.8	78.5	69.3	67.0	60.9	59.9	55.2	58.2	66.9	64.7	69.6
1988	75.1	75.2	73.4	75.5	65.6	56.1	62.0	57.9	66.2	58.8	62.8	74.3
1989	78.1	76.9	75.7	69.8	56.4	76.0	55.8	64.7	59.1	60.6	56.6	67.7
1990	76.1	76.4	78.3	72.8	61.2	56.3	58.8	58.9	62.0	66.9	62.2	66.9
1991	66.2	67.8	74.5	65.5	56.9	53.9	59.4	56.9	64.2	65.1	63.4	71.8
1992	69.9	67.7	74.2	66.1	61.2	68.2	74.7	58.7	58.4	59.8	64.6	68.3
1993	78.0	77.8	74.6	70.8	61.8	53.8	56.6	56.6	62.2	62.8	64.3	74.8
1994	75.5	74.5	71.6	70.5	61.7	57.7	52.9	58.6	64.6	56.1	58.3	64.5
1995	71.6	68.6	72.9	65.7	53.1	52.4	53.3	49.7	53.4	51.9	58.1	60.9
1996	71.7	71.0	70.0	70.3	62.8	55.0	53.1	55.5	52.2	55.3	59.5	67.3
1997	75.3	72.2	69.8	64.5	61.9	50.6	52.6	56.9	50.4	53.3	60.1	62.6
1998	70.0	74.1	72.5	66.4	54.5	58.3	56.0	54.2	50.7	59.2	58.6	64.6
1999	70.8	76.0	75.6	70.0	65.7	64.7	61.3	47.2	54.4	57.1	54.7	64.2
2000	73.7	76.0	76.6	68.7	65.2	58.0	55.9	54.4	50.4	61.9	50.8	64.9
2001	75.0	74.1	75.9	70.2	66.0	56.4	55.0	54.0	54.7	57.2	60.7	63.9
2002	70.1	74.7	74.8	73.8	68.0	61.8	62.6	57.7	62.3	61.3	65.6	71.1
2003	76.4	76.9	77.9	76.1	67.6	65.5	58.7	54.9	56.5	55.3	59.3	69.5
2004	76.6	75.2	75.6	71.9	63.5	59.2	60.8	57.9	65.4	59.0	61.5	72.3
2005	75.2	75.6	73.6	69.5	60.6	58.4	51.5	49.4	51.3	60.5	61.7	69.5
2006	75.3	74.9	75.0	73.5	63.2	61.7	54.4	54.3	52.6	58.2	64.9	69.1
2007	72.3	74.2	76.9	73.1	64.9	54.6	58.7	52.4	55.9	57.7	56.5	63.8
2008	76.0	75.0	72.9	67.7	56.5	57.1	62.7	48.8	52.0	59.1	59.1	69.7
2009	71.6	77.9	77.7	70.6	63.2	59.6	58.5	51.3	56.6	56.8	72.9	71.7
2010	78.3	75.4	74.3	68.3	61.4	57.6	50.6	46.9	48.8	53.7	52.7	71.2
2011	74.2	78.2	76.1	71.5	61.6	55.1	58.6	53.9	60.9	57.3	59.1	70.4
2012	72.7	78.3	75.4	75.3	64.6	59.4	59.1	54.8	56.4	58.9	60.2	68.8
2013	73.0	74.3	74.7	65.8	62.4	61.3	59.1	61.5	52.5	59.6	60.6	70.7
2014	73.1	78.0	72.1	73.9	67.2	62.5	64.2	62.4	65.3	63.6	61.3	70.9
2015	75.5	78.9	77.2	77.4	73.3	68.5	65.3	61.9	59.9	60.6	65.2	72.9
2016	72.3	75.8	74.2	72.4	66.3	64.9	63.3	66.1	60.4	69.6	62.1	68.7
2017	72.9	76.0	79.8	77.3	74.9	67.4	63.6	59.0	63.6	62.9	62.7	73.0
2018	80.4	78.6	78.2	73.8	71.1	67.6	65.5	66.7	68.9	75.1	72.4	72.2
2019	78.3	80.7	80.2	78.5	76.6	73.9	68.0	64.8	66.6	69.0	77.5	76.1
2020	76.3	78.5	77.2	70.2	61.4	66.1	62.3	61.5	63.7	64.7	61.1	72.6
2021	76.7	75.8	78.3	72.8	69.5	67.4	61.3	61.9	63.8	64.5	66.2	72.7
2022	75.8	78.5	77.9	73.3	71.8	69.4	65.6	64.5	65.1	58.6	58.3	73.9
Media	74.4	75.3	75.4	71.2	64.2	61.1	59.5	57.2	58.4	60.6	61.7	69.6

Anexo 72

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S2

Centroide Catchment S2												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	287956.9	m										
Norte	8421233.5	m						Área	401.93	km2		
Elevación	4480.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	72.8	75.2	75.1	65.5	59.8	58.0	57.0	52.4	63.7	59.9	74.2
1986	74.1	73.7	77.4	69.0	65.2	69.0	58.6	65.4	56.3	53.1	58.9	72.7
1987	76.3	73.0	76.3	69.0	70.4	62.5	58.8	54.0	54.2	67.8	62.9	70.2
1988	75.7	74.3	73.1	74.6	62.0	55.2	62.2	55.5	66.0	58.6	60.1	75.5
1989	76.7	75.7	76.5	70.8	55.2	79.7	55.2	63.8	56.6	60.5	54.8	66.1
1990	76.2	76.8	76.0	72.2	63.2	54.9	60.3	58.1	61.0	68.3	64.2	65.5
1991	64.9	65.4	74.2	65.0	58.5	54.8	59.9	57.3	60.7	64.4	65.6	69.6
1992	68.0	64.5	73.9	67.3	62.1	66.4	78.7	59.4	59.1	58.4	62.9	67.8
1993	79.8	79.5	74.9	70.7	62.1	53.2	55.3	55.4	61.6	62.8	65.4	75.3
1994	75.8	74.5	71.4	70.2	61.8	58.1	53.7	62.9	67.3	56.0	57.2	64.2
1995	72.1	68.6	72.7	66.3	53.2	53.3	53.9	50.7	52.7	51.6	57.7	60.1
1996	71.4	70.3	69.6	70.7	63.1	56.0	54.0	56.0	52.4	54.7	58.9	67.1
1997	73.8	71.2	69.2	64.9	62.3	51.1	52.7	57.9	49.7	52.7	59.2	61.2
1998	69.8	74.2	71.6	66.2	56.5	59.1	57.5	54.1	51.4	59.2	58.5	63.9
1999	70.8	75.8	75.6	69.2	66.2	68.2	63.8	47.8	54.5	56.9	54.3	63.7
2000	74.3	75.8	76.8	69.0	67.2	58.5	56.6	54.5	49.9	61.8	50.9	64.6
2001	75.1	74.2	75.8	70.6	66.7	56.2	54.4	53.5	53.9	56.4	59.4	63.1
2002	69.6	73.7	75.0	73.5	68.7	62.6	62.4	57.1	61.3	59.9	63.6	69.8
2003	75.7	76.3	77.0	75.9	66.5	64.7	58.5	53.4	53.6	51.5	55.0	67.1
2004	75.2	73.3	74.2	71.6	62.0	58.5	60.7	57.0	63.7	57.4	60.3	71.5
2005	76.4	75.9	73.8	69.6	61.4	60.2	51.6	48.9	50.6	59.6	61.3	69.5
2006	75.0	74.7	74.2	72.7	63.1	62.8	54.5	53.8	51.3	56.5	63.3	68.4
2007	71.3	72.7	76.2	71.2	65.0	54.8	59.2	52.9	55.7	56.9	56.1	62.8
2008	74.9	73.9	71.8	67.1	55.9	56.6	65.5	48.0	50.2	58.3	57.7	68.7
2009	71.7	75.5	75.1	68.8	62.0	58.3	55.4	50.8	55.3	55.1	70.8	69.7
2010	77.6	74.7	73.6	68.0	61.2	57.6	50.8	46.8	46.9	52.5	50.9	70.4
2011	73.5	77.5	75.1	70.7	62.3	55.3	58.7	53.5	60.1	55.4	55.8	70.1
2012	72.7	78.3	75.2	74.8	64.5	57.9	56.7	55.1	56.0	57.8	59.3	66.7
2013	72.4	73.8	75.0	65.1	61.8	61.3	58.8	56.8	52.1	57.7	58.3	69.8
2014	72.8	78.8	72.2	74.9	68.5	63.8	64.7	64.8	66.3	63.8	61.0	70.2
2015	75.2	80.0	76.8	77.8	74.8	70.7	68.0	62.9	59.6	59.8	64.4	72.9
2016	71.7	74.3	74.2	72.6	66.9	65.9	63.9	64.7	58.8	69.8	63.2	68.3
2017	72.1	76.3	78.7	76.1	75.0	67.3	63.7	57.9	62.6	63.1	62.6	69.2
2018	77.9	78.6	79.5	73.7	71.3	71.9	70.1	73.1	66.3	73.0	69.8	69.9
2019	76.8	79.9	79.5	77.7	75.8	73.2	65.9	63.0	64.8	68.3	77.2	75.9
2020	75.4	77.3	75.9	69.4	63.0	64.4	60.9	60.2	61.7	62.2	58.0	70.5
2021	74.8	73.4	76.9	70.9	68.3	66.1	59.3	59.4	61.4	62.7	63.5	70.5
2022	74.5	77.3	76.4	72.3	70.6	68.7	63.4	61.8	63.2	55.4	54.7	74.4
Media	73.8	74.6	74.9	70.9	64.5	61.5	59.6	57.0	57.4	59.6	60.5	68.7

Anexo 73

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S3

Centroide Catchment S3												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	262697.2	m										
Norte	8434594.3	m						Área	22.58	km2		
Elevación	4231.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	72.4	75.5	75.7	65.7	59.9	57.4	57.0	51.3	62.1	59.4	73.8
1986	73.6	73.5	77.8	69.0	65.3	70.9	58.5	65.8	57.0	51.9	57.4	72.5
1987	76.2	72.2	75.3	68.9	71.9	63.3	58.4	53.5	52.3	68.3	62.1	70.5
1988	75.9	73.9	73.0	74.2	60.3	54.8	62.3	54.4	65.9	58.6	58.9	76.0
1989	76.1	75.2	76.8	71.2	54.7	81.3	54.9	63.3	55.5	60.4	54.0	65.4
1990	76.2	77.0	75.0	71.9	64.1	54.3	61.0	57.7	60.5	68.9	65.1	64.8
1991	64.4	64.3	74.1	64.8	59.3	55.2	60.2	57.5	59.1	64.0	66.6	68.6
1992	67.2	63.0	73.7	67.8	62.6	65.5	80.6	59.7	59.5	57.8	62.2	67.6
1993	80.7	80.3	75.1	70.7	62.2	52.9	54.6	54.9	61.3	62.7	65.9	75.5
1994	76.0	74.5	71.3	70.1	61.8	58.3	54.1	64.9	68.5	55.9	56.6	64.0
1995	72.3	68.7	72.6	66.5	53.3	53.7	54.2	51.1	52.4	51.4	57.5	59.7
1996	71.3	69.9	69.3	70.9	63.2	56.4	54.4	56.2	52.5	54.4	58.6	67.0
1997	73.1	70.8	69.0	65.1	62.5	51.3	52.7	58.4	49.4	52.5	58.8	60.5
1998	69.7	74.2	71.2	66.1	57.4	59.5	58.3	54.0	51.7	59.2	58.4	63.6
1999	70.9	75.7	75.7	68.8	66.5	69.8	65.0	48.0	54.5	56.9	54.1	63.5
2000	74.6	75.8	76.8	69.1	68.2	58.8	57.0	54.5	49.6	61.7	50.9	64.5
2001	75.1	74.3	75.7	70.7	67.1	56.2	54.1	53.3	53.5	56.0	58.9	62.7
2002	69.4	73.3	75.1	73.4	69.0	63.0	62.3	56.8	60.8	59.3	62.7	69.2
2003	75.4	76.0	76.6	75.8	66.0	64.4	58.4	52.7	52.2	49.8	53.0	65.9
2004	74.5	72.4	73.5	71.4	61.4	58.2	60.6	56.6	62.9	56.7	59.8	71.1
2005	76.9	76.1	73.9	69.7	61.8	61.1	51.6	48.7	50.3	59.2	61.1	69.5
2006	74.9	74.7	73.8	72.3	63.1	63.4	54.6	53.6	50.7	55.7	62.6	68.0
2007	70.9	72.0	75.9	70.3	65.1	54.9	59.4	53.1	55.6	56.5	55.9	62.3
2008	74.4	73.4	71.3	66.8	55.7	56.4	66.7	47.6	49.3	57.9	57.0	68.2
2009	71.8	74.3	73.9	67.9	61.5	57.8	54.0	50.6	54.7	54.4	69.8	68.7
2010	77.2	74.3	73.3	67.8	61.1	57.6	50.8	46.8	46.1	52.0	50.1	70.0
2011	73.2	77.1	74.6	70.3	62.6	55.3	58.7	53.3	59.7	54.5	54.4	70.0
2012	72.6	78.3	75.1	74.6	64.4	57.2	55.6	55.2	55.7	57.3	58.9	65.7
2013	72.1	73.6	75.1	64.8	61.6	61.3	58.7	54.6	51.9	56.9	57.3	69.4
2014	72.7	79.2	72.2	75.4	69.0	64.4	64.9	65.9	66.8	63.8	60.9	69.9
2015	75.0	80.6	76.6	78.0	75.5	71.7	69.3	63.4	59.5	59.4	64.0	72.8
2016	71.5	73.6	74.2	72.6	67.2	66.4	64.2	64.0	58.1	69.9	63.7	68.1
2017	71.7	76.4	78.1	75.6	75.1	67.2	63.8	57.3	62.1	63.2	62.6	67.5
2018	76.7	78.6	80.1	73.7	71.4	73.9	72.2	76.1	65.1	72.1	68.6	68.9
2019	76.1	79.5	79.1	77.3	75.4	72.8	64.9	62.1	64.0	68.0	77.1	75.8
2020	75.0	76.8	75.3	69.0	63.8	63.7	60.2	59.6	60.7	61.1	56.5	69.5
2021	74.0	72.3	76.3	70.0	67.8	65.5	58.3	58.2	60.2	61.9	62.3	69.5
2022	73.8	76.7	75.7	71.8	70.1	68.4	62.4	60.6	62.4	54.0	53.1	74.6
Media	73.6	74.3	74.7	70.8	64.6	61.8	59.7	56.9	56.9	59.1	59.9	68.3

Anexo 74

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S4

Centroide Catchment S4					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	269696.8	m			
Norte	8444015.9	m	Área	250.45	km2
Elevación	4442.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.0	75.1	75.0	65.5	59.8	58.2	57.1	52.8	64.3	60.1	74.4
1986	74.3	73.8	77.2	68.9	65.2	68.4	58.7	65.3	56.0	53.5	59.4	72.8
1987	76.3	73.3	76.6	69.1	69.8	62.3	59.0	54.2	54.8	67.7	63.2	70.1
1988	75.6	74.4	73.1	74.7	62.6	55.4	62.1	55.9	66.0	58.7	60.6	75.3
1989	76.9	75.9	76.3	70.6	55.4	79.1	55.3	63.9	57.0	60.5	55.1	66.4
1990	76.2	76.7	76.4	72.3	62.9	55.1	60.1	58.2	61.2	68.0	63.9	65.7
1991	65.1	65.8	74.3	65.1	58.3	54.7	59.8	57.2	61.2	64.5	65.2	69.9
1992	68.3	65.0	73.9	67.1	62.0	66.7	78.1	59.3	59.0	58.7	63.2	67.9
1993	79.5	79.2	74.9	70.7	62.0	53.3	55.5	55.6	61.7	62.8	65.2	75.2
1994	75.8	74.5	71.4	70.3	61.7	58.0	53.6	62.2	66.8	56.0	57.4	64.2
1995	72.0	68.6	72.7	66.2	53.2	53.2	53.8	50.5	52.8	51.6	57.8	60.2
1996	71.5	70.4	69.6	70.7	63.0	55.8	53.8	55.9	52.4	54.8	59.0	67.1
1997	74.0	71.4	69.3	64.8	62.2	51.0	52.6	57.8	49.8	52.8	59.4	61.4
1998	69.8	74.2	71.7	66.2	56.2	59.0	57.3	54.1	51.3	59.2	58.5	64.0
1999	70.8	75.8	75.6	69.3	66.1	67.6	63.4	47.7	54.5	57.0	54.4	63.8
2000	74.2	75.9	76.7	68.9	66.9	58.4	56.5	54.5	50.0	61.8	50.8	64.7
2001	75.0	74.2	75.8	70.5	66.6	56.3	54.5	53.6	54.0	56.5	59.7	63.2
2002	69.7	73.9	75.0	73.6	68.6	62.5	62.4	57.2	61.4	60.2	63.9	70.0
2003	75.8	76.4	77.1	75.9	66.7	64.9	58.5	53.7	54.0	52.2	55.7	67.5
2004	75.4	73.6	74.4	71.6	62.3	58.6	60.7	57.1	64.0	57.7	60.5	71.6
2005	76.2	75.9	73.8	69.6	61.3	59.9	51.6	49.0	50.7	59.7	61.4	69.5
2006	75.1	74.8	74.3	72.9	63.2	62.6	54.5	53.9	51.5	56.7	63.6	68.5
2007	71.5	72.9	76.3	71.5	65.0	54.8	59.1	52.8	55.7	57.1	56.2	63.0
2008	75.1	74.1	72.0	67.2	56.0	56.7	65.0	48.1	50.5	58.5	57.9	68.8
2009	71.7	75.9	75.5	69.1	62.2	58.5	55.9	50.9	55.5	55.4	71.1	70.0
2010	77.7	74.8	73.7	68.0	61.2	57.6	50.7	46.9	47.2	52.7	51.2	70.5
2011	73.6	77.6	75.3	70.8	62.2	55.2	58.7	53.6	60.2	55.7	56.4	70.2
2012	72.7	78.3	75.2	74.9	64.5	58.1	57.1	55.0	56.0	58.0	59.4	67.0
2013	72.5	73.9	74.9	65.2	61.9	61.3	58.9	57.5	52.2	58.0	58.7	69.9
2014	72.9	78.7	72.1	74.7	68.2	63.6	64.6	64.4	66.2	63.7	61.1	70.3
2015	75.2	79.8	76.9	77.7	74.6	70.3	67.6	62.8	59.7	60.0	64.5	72.9
2016	71.8	74.5	74.2	72.5	66.8	65.7	63.8	64.9	59.1	69.8	63.0	68.4
2017	72.2	76.2	78.9	76.3	75.0	67.3	63.7	58.1	62.7	63.1	62.6	69.8
2018	78.3	78.6	79.3	73.7	71.3	71.2	69.3	72.1	66.7	73.4	70.2	70.3
2019	77.0	80.0	79.6	77.8	75.9	73.3	66.2	63.3	65.1	68.4	77.3	75.9
2020	75.5	77.5	76.1	69.5	62.8	64.7	61.1	60.4	62.0	62.6	58.5	70.8
2021	75.1	73.8	77.1	71.2	68.5	66.3	59.6	59.8	61.8	63.0	64.0	70.8
2022	74.7	77.5	76.6	72.4	70.8	68.8	63.8	62.3	63.5	55.9	55.3	74.3
Media	73.9	74.8	75.0	71.0	64.4	61.5	59.6	57.0	57.6	59.7	60.7	68.9

Anexo 75

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S5

Centroide Catchment S5												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	285616.3	m										
Norte	8437880.0	m							Área	468.46	km2	
Elevación	4658.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.0	75.1	75.0	65.5	59.8	58.2	57.1	52.8	64.3	60.1	74.4
1986	74.3	73.8	77.2	68.9	65.2	68.4	58.7	65.3	56.0	53.5	59.4	72.8
1987	76.3	73.3	76.6	69.1	69.8	62.3	59.0	54.2	54.8	67.7	63.2	70.1
1988	75.6	74.4	73.1	74.7	62.6	55.4	62.1	55.9	66.0	58.7	60.6	75.3
1989	76.9	75.9	76.3	70.6	55.4	79.1	55.3	63.9	57.0	60.5	55.1	66.4
1990	76.2	76.7	76.4	72.3	62.9	55.1	60.1	58.2	61.2	68.0	63.9	65.7
1991	65.1	65.8	74.3	65.1	58.3	54.7	59.8	57.2	61.3	64.5	65.2	69.9
1992	68.4	65.0	73.9	67.1	62.0	66.7	78.1	59.3	59.0	58.7	63.2	67.9
1993	79.5	79.2	74.9	70.7	62.0	53.3	55.5	55.6	61.7	62.8	65.2	75.2
1994	75.8	74.5	71.4	70.3	61.7	58.0	53.6	62.2	66.8	56.0	57.4	64.2
1995	72.0	68.6	72.7	66.2	53.2	53.2	53.8	50.5	52.8	51.6	57.8	60.2
1996	71.5	70.4	69.6	70.7	63.0	55.8	53.8	55.9	52.4	54.8	59.0	67.1
1997	74.0	71.4	69.3	64.8	62.2	51.0	52.6	57.8	49.9	52.8	59.4	61.4
1998	69.8	74.2	71.7	66.2	56.2	59.0	57.3	54.1	51.2	59.2	58.5	64.0
1999	70.8	75.8	75.6	69.3	66.1	67.6	63.4	47.7	54.5	57.0	54.4	63.8
2000	74.2	75.9	76.7	68.9	66.9	58.4	56.5	54.5	50.0	61.8	50.8	64.7
2001	75.0	74.2	75.8	70.5	66.6	56.3	54.5	53.6	54.0	56.5	59.7	63.2
2002	69.7	73.9	75.0	73.6	68.6	62.5	62.4	57.2	61.4	60.2	63.9	70.0
2003	75.9	76.4	77.1	75.9	66.7	64.9	58.5	53.7	54.0	52.2	55.7	67.5
2004	75.4	73.6	74.4	71.6	62.3	58.6	60.7	57.1	64.0	57.7	60.5	71.6
2005	76.2	75.9	73.8	69.6	61.3	59.9	51.6	49.0	50.7	59.7	61.4	69.5
2006	75.1	74.8	74.3	72.9	63.2	62.6	54.5	53.9	51.5	56.8	63.6	68.5
2007	71.5	72.9	76.4	71.5	65.0	54.8	59.1	52.8	55.7	57.1	56.2	63.0
2008	75.1	74.1	72.0	67.2	56.0	56.7	65.0	48.1	50.5	58.5	57.9	68.8
2009	71.7	75.9	75.5	69.1	62.2	58.5	56.0	50.9	55.5	55.4	71.2	70.0
2010	77.7	74.8	73.7	68.0	61.2	57.6	50.7	46.9	47.2	52.7	51.2	70.5
2011	73.6	77.6	75.3	70.8	62.1	55.2	58.7	53.6	60.2	55.7	56.4	70.2
2012	72.7	78.3	75.2	74.9	64.5	58.1	57.1	55.0	56.0	58.0	59.4	67.0
2013	72.5	73.9	74.9	65.3	61.9	61.3	58.9	57.5	52.2	58.0	58.7	69.9
2014	72.9	78.7	72.1	74.7	68.2	63.6	64.6	64.4	66.2	63.7	61.1	70.3
2015	75.2	79.8	76.9	77.7	74.6	70.3	67.6	62.8	59.7	60.0	64.5	72.9
2016	71.8	74.5	74.2	72.5	66.8	65.7	63.8	64.9	59.1	69.8	63.0	68.4
2017	72.2	76.2	78.9	76.3	75.0	67.3	63.7	58.1	62.7	63.1	62.6	69.8
2018	78.3	78.6	79.3	73.7	71.3	71.2	69.3	72.1	66.7	73.4	70.2	70.3
2019	77.0	80.0	79.6	77.8	75.9	73.3	66.3	63.3	65.1	68.4	77.3	75.9
2020	75.5	77.5	76.1	69.5	62.8	64.7	61.1	60.4	62.0	62.6	58.5	70.9
2021	75.2	73.8	77.1	71.2	68.5	66.3	59.6	59.8	61.8	63.0	64.0	70.8
2022	74.7	77.5	76.6	72.4	70.8	68.8	63.8	62.3	63.5	55.9	55.3	74.3
Media	73.9	74.8	75.0	71.0	64.4	61.5	59.6	57.0	57.6	59.7	60.7	68.9

Anexo 76

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S6

Centroide Catchment S6												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	293261.5	m										
Norte	8451419.1	m						Área	185.63	km2		
Elevación	4827.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.5	74.8	74.4	65.3	59.7	58.9	57.1	53.9	66.0	60.6	74.9
1986	75.0	74.0	76.7	68.8	65.1	66.4	58.8	64.9	55.2	54.7	61.1	72.9
1987	76.4	74.2	77.7	69.2	68.2	61.4	59.5	54.8	56.8	67.2	64.1	69.8
1988	75.3	74.9	73.3	75.2	64.4	55.8	62.0	57.0	66.1	58.7	61.9	74.7
1989	77.6	76.5	75.9	70.1	56.0	77.3	55.6	64.4	58.3	60.6	56.0	67.2
1990	76.2	76.5	77.5	72.6	61.9	55.8	59.3	58.6	61.7	67.4	62.9	66.4
1991	65.8	67.0	74.4	65.3	57.5	54.2	59.6	57.0	63.0	64.8	64.1	71.0
1992	69.3	66.6	74.1	66.5	61.6	67.6	76.1	58.9	58.6	59.3	64.0	68.1
1993	78.6	78.4	74.7	70.7	61.9	53.6	56.2	56.2	62.0	62.8	64.7	75.0
1994	75.6	74.5	71.5	70.4	61.7	57.8	53.2	60.1	65.5	56.1	57.9	64.4
1995	71.8	68.6	72.8	65.9	53.1	52.7	53.5	50.0	53.1	51.8	58.0	60.6
1996	71.6	70.8	69.9	70.5	62.9	55.3	53.4	55.7	52.2	55.1	59.3	67.3
1997	74.8	71.9	69.6	64.6	62.0	50.8	52.6	57.3	50.2	53.1	59.8	62.1
1998	69.9	74.1	72.2	66.3	55.2	58.6	56.5	54.2	50.9	59.2	58.5	64.4
1999	70.8	76.0	75.6	69.7	65.9	65.9	62.1	47.4	54.4	57.1	54.6	64.0
2000	73.9	75.9	76.6	68.8	65.9	58.2	56.1	54.4	50.2	61.8	50.8	64.8
2001	75.0	74.1	75.8	70.3	66.2	56.4	54.8	53.8	54.4	56.9	60.3	63.6
2002	69.9	74.4	74.9	73.7	68.3	62.1	62.5	57.5	61.9	60.8	64.9	70.7
2003	76.2	76.7	77.6	76.0	67.2	65.3	58.6	54.4	55.5	54.0	57.8	68.7
2004	76.1	74.6	75.1	71.8	63.0	59.0	60.8	57.6	64.8	58.5	61.1	72.0
2005	75.6	75.7	73.7	69.5	60.9	59.0	51.5	49.2	51.0	60.2	61.6	69.5
2006	75.2	74.9	74.7	73.3	63.2	62.1	54.4	54.1	52.2	57.6	64.4	68.9
2007	72.0	73.7	76.7	72.4	64.9	54.7	58.9	52.6	55.8	57.5	56.4	63.5
2008	75.6	74.6	72.5	67.5	56.3	56.9	63.7	48.5	51.4	58.9	58.6	69.3
2009	71.6	77.1	76.8	70.0	62.8	59.2	57.5	51.1	56.2	56.2	72.2	71.0
2010	78.1	75.2	74.1	68.2	61.3	57.6	50.7	46.9	48.1	53.3	52.1	70.9
2011	73.9	78.0	75.8	71.2	61.8	55.2	58.6	53.8	60.6	56.6	58.0	70.3
2012	72.7	78.3	75.3	75.1	64.6	58.9	58.2	54.9	56.3	58.5	59.9	68.1
2013	72.8	74.1	74.8	65.6	62.2	61.3	59.0	59.9	52.4	58.9	59.8	70.4
2014	73.0	78.3	72.1	74.2	67.6	62.9	64.4	63.2	65.7	63.6	61.2	70.7
2015	75.4	79.3	77.1	77.5	73.8	69.2	66.2	62.3	59.8	60.4	64.9	72.9
2016	72.1	75.3	74.2	72.4	66.5	65.2	63.5	65.6	59.9	69.7	62.5	68.6
2017	72.6	76.1	79.4	76.9	75.0	67.4	63.6	58.6	63.2	63.0	62.7	71.7
2018	79.5	78.6	78.6	73.8	71.2	69.1	67.0	68.9	68.0	74.4	71.5	71.4
2019	77.8	80.4	80.0	78.2	76.3	73.7	67.3	64.2	66.0	68.8	77.4	76.0
2020	76.0	78.1	76.7	69.9	61.9	65.5	61.8	61.1	63.0	63.9	60.0	71.9
2021	76.1	75.0	77.8	72.1	69.1	67.0	60.6	61.1	63.0	63.9	65.3	71.9
2022	75.4	78.1	77.4	72.9	71.4	69.2	64.8	63.6	64.5	57.5	57.1	74.0
Media	74.2	75.1	75.2	71.1	64.3	61.3	59.5	57.1	58.0	60.2	61.3	69.3

Anexo 77

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S7

Centroide Catchment S7					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	280566.7	m			
Norte	8447650.3	m	Área	47.25	km2
Elevación	4740.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	73.3	74.9	74.7	65.4	59.7	58.6	57.1	53.4	65.2	60.4	74.7
1986	74.7	73.9	77.0	68.9	65.1	67.3	58.8	65.1	55.6	54.1	60.3	72.8
1987	76.4	73.8	77.2	69.1	69.0	61.8	59.3	54.5	55.8	67.4	63.7	70.0
1988	75.4	74.7	73.2	75.0	63.5	55.6	62.1	56.5	66.1	58.7	61.3	75.0
1989	77.3	76.2	76.1	70.4	55.7	78.1	55.5	64.2	57.7	60.5	55.6	66.8
1990	76.2	76.6	77.0	72.5	62.3	55.5	59.7	58.4	61.4	67.7	63.4	66.1
1991	65.5	66.4	74.4	65.2	57.9	54.5	59.7	57.1	62.2	64.7	64.7	70.5
1992	68.8	65.8	74.0	66.8	61.8	67.1	77.0	59.1	58.8	59.0	63.6	68.0
1993	79.0	78.8	74.8	70.7	61.9	53.4	55.8	55.9	61.8	62.8	64.9	75.1
1994	75.7	74.5	71.5	70.4	61.7	57.9	53.4	61.1	66.2	56.1	57.7	64.3
1995	71.9	68.6	72.8	66.0	53.2	52.9	53.6	50.3	53.0	51.7	57.9	60.4
1996	71.5	70.6	69.8	70.6	63.0	55.6	53.6	55.8	52.3	54.9	59.1	67.2
1997	74.4	71.6	69.5	64.7	62.1	50.9	52.6	57.5	50.0	53.0	59.6	61.8
1998	69.9	74.2	72.0	66.3	55.7	58.8	56.9	54.2	51.1	59.2	58.5	64.2
1999	70.8	75.9	75.6	69.5	66.0	66.7	62.8	47.5	54.5	57.0	54.5	63.9
2000	74.1	75.9	76.7	68.8	66.4	58.3	56.3	54.5	50.1	61.8	50.8	64.7
2001	75.0	74.2	75.8	70.4	66.4	56.3	54.7	53.7	54.2	56.7	60.0	63.4
2002	69.8	74.2	74.9	73.6	68.4	62.3	62.5	57.3	61.7	60.5	64.4	70.4
2003	76.0	76.5	77.4	76.0	67.0	65.1	58.6	54.0	54.8	53.1	56.8	68.1
2004	75.8	74.1	74.8	71.7	62.6	58.8	60.7	57.4	64.4	58.1	60.8	71.8
2005	75.9	75.8	73.7	69.5	61.1	59.5	51.6	49.1	50.9	60.0	61.5	69.5
2006	75.1	74.8	74.5	73.1	63.2	62.3	54.5	54.0	51.9	57.2	64.0	68.7
2007	71.7	73.3	76.5	72.0	65.0	54.7	59.0	52.7	55.8	57.3	56.3	63.2
2008	75.3	74.3	72.3	67.4	56.2	56.8	64.3	48.3	50.9	58.7	58.3	69.1
2009	71.6	76.5	76.2	69.6	62.5	58.9	56.7	51.0	55.8	55.8	71.7	70.5
2010	77.9	75.0	73.9	68.1	61.3	57.6	50.7	46.9	47.7	53.0	51.7	70.7
2011	73.8	77.8	75.5	71.0	62.0	55.2	58.7	53.7	60.4	56.2	57.2	70.3
2012	72.7	78.3	75.3	75.0	64.6	58.5	57.7	54.9	56.2	58.2	59.7	67.6
2013	72.6	74.0	74.9	65.4	62.1	61.3	58.9	58.7	52.3	58.5	59.3	70.2
2014	72.9	78.4	72.1	74.5	67.9	63.2	64.5	63.8	65.9	63.7	61.1	70.5
2015	75.3	79.5	77.0	77.6	74.2	69.8	66.9	62.5	59.8	60.2	64.7	72.9
2016	71.9	74.9	74.2	72.5	66.7	65.5	63.7	65.3	59.5	69.7	62.7	68.5
2017	72.4	76.2	79.2	76.6	75.0	67.4	63.7	58.4	63.0	63.0	62.6	70.8
2018	78.9	78.6	79.0	73.7	71.2	70.1	68.1	70.4	67.4	73.9	70.9	70.8
2019	77.4	80.2	79.8	78.0	76.1	73.5	66.8	63.7	65.5	68.6	77.3	76.0
2020	75.8	77.8	76.4	69.7	62.3	65.1	61.5	60.7	62.5	63.3	59.3	71.4
2021	75.6	74.4	77.5	71.7	68.8	66.6	60.1	60.4	62.4	63.5	64.7	71.4
2022	75.0	77.8	77.0	72.7	71.1	69.0	64.3	62.9	64.0	56.8	56.2	74.2
Media	74.1	74.9	75.1	71.0	64.4	61.4	59.6	57.1	57.8	60.0	61.0	69.1

Anexo 78

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S8

Centroide Catchment S8					
Humedad relativa media mensual (%)					
Este	277385.8	m			
Norte	8464323.9	m	Área	309.26	km2
Elevación	4973.0	msnm			

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	74.1	74.4	73.9	65.0	59.6	59.6	57.2	55.0	67.7	61.2	75.4
1986	75.6	74.3	76.3	68.7	65.0	64.5	59.0	64.5	54.5	55.9	62.7	73.1
1987	76.5	75.1	78.8	69.3	66.6	60.6	60.0	55.4	58.8	66.8	65.0	69.6
1988	75.1	75.3	73.4	75.7	66.2	56.2	61.9	58.2	66.2	58.8	63.2	74.1
1989	78.3	77.1	75.5	69.7	56.6	75.5	55.9	64.9	59.5	60.6	56.9	68.0
1990	76.1	76.3	78.6	72.9	60.9	56.5	58.5	59.1	62.2	66.7	61.9	67.1
1991	66.4	68.2	74.6	65.6	56.7	53.8	59.4	56.8	64.7	65.2	63.1	72.1
1992	70.2	68.1	74.2	65.9	61.1	68.4	74.1	58.6	58.3	60.0	64.8	68.4
1993	77.7	77.5	74.5	70.8	61.8	53.9	56.8	56.8	62.3	62.8	64.2	74.8
1994	75.5	74.5	71.6	70.6	61.7	57.7	52.8	58.0	64.2	56.2	58.5	64.6
1995	71.6	68.6	72.9	65.6	53.1	52.3	53.2	49.6	53.5	51.9	58.2	61.0
1996	71.8	71.2	70.1	70.3	62.8	54.9	52.9	55.5	52.1	55.4	59.6	67.4
1997	75.6	72.3	69.9	64.4	61.9	50.5	52.6	56.8	50.5	53.4	60.3	62.8
1998	70.0	74.1	72.6	66.4	54.2	58.2	55.7	54.3	50.6	59.2	58.6	64.7
1999	70.8	76.1	75.6	70.1	65.7	64.2	60.9	47.1	54.4	57.2	54.8	64.2
2000	73.6	76.0	76.5	68.6	64.9	57.9	55.7	54.4	50.4	61.9	50.8	64.9
2001	75.0	74.1	75.9	70.2	65.9	56.5	55.1	54.1	54.8	57.3	60.9	64.0
2002	70.2	74.9	74.8	73.9	67.9	61.7	62.6	57.8	62.4	61.5	65.9	71.3
2003	76.5	77.0	78.0	76.1	67.7	65.7	58.7	55.1	57.0	55.8	59.9	69.9
2004	76.9	75.5	75.8	72.0	63.7	59.3	60.9	58.0	65.7	59.3	61.7	72.4
2005	75.0	75.5	73.6	69.4	60.5	58.1	51.5	49.5	51.4	60.6	61.7	69.5
2006	75.4	75.0	75.1	73.7	63.2	61.5	54.3	54.3	52.8	58.4	65.2	69.3
2007	72.4	74.4	77.0	73.4	64.9	54.6	58.6	52.4	55.9	57.9	56.5	64.0
2008	76.1	75.1	73.0	67.8	56.6	57.2	62.3	48.9	52.3	59.3	59.3	69.8
2009	71.5	78.3	78.1	70.9	63.4	59.8	59.0	51.4	56.8	57.0	73.2	72.0
2010	78.5	75.6	74.4	68.4	61.4	57.6	50.6	46.9	49.0	53.8	52.9	71.4
2011	74.3	78.3	76.3	71.6	61.5	55.1	58.6	54.0	61.0	57.5	59.5	70.5
2012	72.7	78.3	75.4	75.4	64.7	59.6	59.4	54.7	56.5	59.0	60.3	69.1
2013	73.1	74.4	74.6	65.9	62.5	61.3	59.2	62.1	52.5	59.8	61.0	70.8
2014	73.2	77.8	72.1	73.7	67.0	62.3	64.1	62.0	65.2	63.5	61.3	71.0
2015	75.6	78.7	77.3	77.4	73.1	68.2	64.9	61.8	60.0	60.8	65.3	72.9
2016	72.3	76.0	74.2	72.3	66.2	64.7	63.2	66.3	60.7	69.6	61.9	68.8
2017	73.0	75.9	80.0	77.5	74.9	67.5	63.6	59.2	63.7	62.9	62.7	73.5
2018	80.8	78.6	78.0	73.8	71.1	66.9	64.8	65.8	69.2	75.4	72.8	72.5
2019	78.5	80.8	80.4	78.6	76.8	74.0	68.3	65.1	66.8	69.1	77.5	76.1
2020	76.4	78.6	77.4	70.3	61.1	66.3	62.5	61.7	64.0	65.1	61.6	72.9
2021	77.0	76.1	78.5	73.1	69.7	67.6	61.6	62.3	64.2	64.7	66.6	73.0
2022	76.0	78.7	78.2	73.4	72.0	69.5	65.9	64.9	65.4	59.1	58.8	73.8
Media	74.4	75.4	75.5	71.2	64.2	61.0	59.4	57.2	58.5	60.7	61.8	69.8

Anexo 79

Humedad relativa media mensual (%) – Subcuenca/Catchment S9

Centroide Catchment S9												
Humedad relativa media mensual (%)												
Este	290490.4	m										
Norte	8465532.3	m						Área	343.00	km2		
Elevación	5107.0	msnm										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	73.5	74.0	74.5	74.0	65.1	59.6	59.4	57.2	54.8	67.4	61.1	75.3
1986	75.5	74.2	76.3	68.7	65.0	64.8	59.0	64.5	54.6	55.7	62.4	73.1
1987	76.5	74.9	78.6	69.3	66.9	60.8	59.9	55.3	58.4	66.9	64.8	69.6
1988	75.1	75.2	73.4	75.6	65.8	56.1	62.0	58.0	66.2	58.8	63.0	74.2
1989	78.1	77.0	75.6	69.8	56.5	75.8	55.8	64.8	59.2	60.6	56.7	67.8
1990	76.1	76.4	78.4	72.9	61.1	56.4	58.7	59.0	62.1	66.8	62.1	67.0
1991	66.3	67.9	74.5	65.6	56.8	53.9	59.4	56.9	64.4	65.1	63.3	71.9
1992	70.0	67.8	74.2	66.0	61.2	68.3	74.5	58.7	58.4	59.9	64.7	68.4
1993	77.9	77.7	74.6	70.8	61.8	53.8	56.7	56.7	62.2	62.8	64.2	74.8
1994	75.5	74.5	71.6	70.6	61.7	57.7	52.8	58.4	64.5	56.1	58.4	64.5
1995	71.6	68.6	72.9	65.7	53.1	52.4	53.2	49.7	53.4	51.9	58.1	60.9
1996	71.7	71.1	70.1	70.3	62.8	55.0	53.0	55.5	52.1	55.3	59.5	67.4
1997	75.4	72.2	69.9	64.5	61.9	50.6	52.6	56.9	50.5	53.3	60.2	62.7
1998	70.0	74.1	72.5	66.4	54.4	58.2	55.9	54.2	50.6	59.2	58.6	64.6
1999	70.8	76.1	75.6	70.0	65.7	64.5	61.1	47.2	54.4	57.2	54.7	64.2
2000	73.7	76.0	76.5	68.6	65.1	57.9	55.8	54.4	50.4	61.9	50.8	64.9
2001	75.0	74.1	75.9	70.2	66.0	56.5	55.1	54.0	54.7	57.3	60.8	63.9
2002	70.1	74.8	74.8	73.8	68.0	61.8	62.6	57.7	62.3	61.4	65.7	71.2
2003	76.5	76.9	77.9	76.1	67.6	65.6	58.7	55.0	56.7	55.5	59.5	69.6
2004	76.7	75.3	75.7	71.9	63.6	59.3	60.8	57.9	65.5	59.1	61.6	72.4
2005	75.1	75.6	73.6	69.5	60.5	58.3	51.5	49.4	51.3	60.6	61.7	69.5
2006	75.3	75.0	75.1	73.6	63.2	61.6	54.3	54.3	52.7	58.2	65.0	69.2
2007	72.3	74.3	77.0	73.2	64.9	54.6	58.7	52.4	55.9	57.8	56.5	63.9
2008	76.0	75.0	72.9	67.8	56.5	57.2	62.6	48.8	52.1	59.2	59.2	69.7
2009	71.5	78.1	77.9	70.7	63.3	59.7	58.7	51.3	56.7	56.9	73.0	71.8
2010	78.4	75.5	74.3	68.3	61.4	57.6	50.6	46.9	48.9	53.7	52.8	71.3
2011	74.2	78.2	76.2	71.6	61.5	55.1	58.6	53.9	61.0	57.4	59.2	70.5
2012	72.7	78.3	75.4	75.3	64.6	59.5	59.2	54.7	56.5	58.9	60.2	68.9
2013	73.0	74.3	74.7	65.9	62.5	61.3	59.1	61.7	52.5	59.7	60.7	70.7
2014	73.1	77.9	72.1	73.8	67.1	62.4	64.1	62.2	65.3	63.5	61.3	70.9
2015	75.5	78.8	77.2	77.4	73.2	68.4	65.1	61.9	60.0	60.7	65.2	72.9
2016	72.3	75.9	74.2	72.3	66.3	64.8	63.3	66.2	60.5	69.6	62.0	68.7
2017	73.0	76.0	79.9	77.4	74.9	67.4	63.6	59.1	63.6	62.9	62.7	73.2
2018	80.5	78.6	78.1	73.8	71.1	67.3	65.2	66.3	69.0	75.2	72.6	72.3
2019	78.4	80.8	80.3	78.6	76.7	73.9	68.1	64.9	66.7	69.0	77.5	76.1
2020	76.3	78.5	77.2	70.2	61.3	66.1	62.4	61.6	63.9	64.9	61.3	72.7
2021	76.8	75.9	78.3	72.9	69.6	67.5	61.4	62.1	63.9	64.6	66.4	72.8
2022	75.9	78.6	78.0	73.3	71.9	69.4	65.7	64.6	65.2	58.8	58.5	73.8
Media	74.4	75.4	75.4	71.2	64.2	61.1	59.5	57.2	58.4	60.6	61.7	69.7

Anexo 80

Velocidad media del viento (m/s) - Todas las subcuencas/catchment

Todos los centroides												
Velocidad media del viento (m/s)												
Este	236915.4	m										
Norte	8440193.5	m										
Elevación	3498.0	msnm										

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1985	1.6	1.5	1.4	1.2	1.5	1.4	1.7	2.0	2.5	2.6	2.1	1.8
1986	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.7	1.8	2.1	2.3	2.3	1.9	1.6
1987	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.8	1.9	2.0	2.0	1.8	1.6
1988	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.4	1.8	1.8	2.0	1.9	1.9	1.7
1989	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	1.9	1.7	1.4
1990	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.4	1.7	2.0	2.3	1.9	1.9	1.5
1991	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3	1.8	1.9	2.4	2.2	1.8	2.0
1992	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.5	1.4	1.3	1.5	1.5	1.3	1.1
1993	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1	1.7	2.0
1994	1.9	1.7	1.8	1.7	1.2	1.3	1.8	1.9	2.2	2.0	1.9	1.6
1995	1.5	1.3	1.3	1.3	1.0	1.3	1.8	1.4	1.9	1.9	1.9	1.8
1996	2.2	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.8	2.2	2.2	2.4	2.1	1.6
1997	1.5	1.5	1.7	1.6	2.0	1.7	1.8	2.4	2.7	2.2	1.7	1.9
1998	2.1	1.6	1.5	1.5	1.8	2.0	1.5	2.6	2.6	2.3	2.0	1.6
1999	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.7	1.7	2.0	1.8	2.2	2.2	1.8
2000	1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	1.5	1.9	2.0	1.9	1.7	1.9	1.8
2001	1.3	1.3	1.1	1.6	1.8	1.6	1.8	2.1	2.3	2.1	2.0	1.6
2002	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.8	1.9	2.3	2.1	2.8	1.9	2.2
2003	2.4	1.9	1.9	1.7	1.5	1.0	2.2	2.2	2.3	2.0	1.8	1.8
2004	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.1	2.3	2.0	2.1
2005	1.6	1.7	1.6	1.5	1.2	1.7	1.7	1.7	2.7	2.2	1.8	1.8
2006	1.3	1.8	1.4	1.1	1.3	1.6	1.4	1.7	2.3	1.8	1.9	1.7
2007	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	2.0	1.7	2.5	1.8	1.7	1.6
2008	1.3	1.4	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.6	1.9	1.8	2.3	1.6
2009	2.3	2.7	2.1	2.1	2.0	1.6	1.9	1.7	2.5	2.4	2.1	1.7
2010	1.5	1.5	1.4	1.0	1.5	1.2	1.3	1.2	1.4	2.2	1.6	1.1
2011	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.5	1.8	1.5	1.5	1.9	1.8
2012	2.2	1.6	1.8	1.4	1.2	1.4	1.8	1.7	2.2	1.7	1.7	1.7
2013	1.2	1.3	1.5	0.9	1.0	1.8	1.5	1.3	2.0	1.8	1.6	1.1
2014	1.3	1.3	1.6	1.4	1.5	1.8	1.3	1.9	2.0	1.5	1.4	1.6
2015	1.4	1.4	1.4	0.9	1.3	1.3	1.5	2.1	1.9	2.0	1.8	1.2
2016	1.6	1.2	1.1	1.0	1.2	1.3	0.9	2.0	1.7	1.7	1.9	1.9
2017	1.7	1.3	1.2	1.6	2.1	2.0	2.0	2.5	3.2	3.3	2.6	2.9
2018	2.4	1.7	1.4	1.4	1.5	1.7	1.6	1.9	2.0	2.5	2.7	2.6
2019	2.3	2.0	2.0	2.0	1.8	1.5	1.5	1.9	2.0	2.3	2.0	2.3
2020	1.8	1.7	1.0	1.2	1.0	1.4	1.5	2.1	2.2	2.4	1.7	1.4
2021	1.9	1.1	1.4	1.3	1.9	1.5	1.5	2.0	2.3	2.0	1.8	1.5
2022	1.4	1.8	1.5	1.2	1.5	1.6	1.5	1.7	2.5	2.6	2.1	1.8
Media	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	2.1	2.1	1.9	1.7

Anexo 81

Caudales registrados – Estación hidrométrica Salcca (m³/s)

Estación hidrométrica Salcca													
Caudales mensuales (m ³ /s)													
Departamento	Cusco							Fuente	ANA				
Provincia	Canchis							Latitud	14°10´10.67"S		WGS84		
Distrito	San Pablo Urubamba							Longitud	71°13´54.19"W				
AAA	Vilcanota							Este	259118.7		UTM		
ALA	Sicuani							Norte	8432364.4				
U.H.	Cuenca Alto Urubamba							Elevación	3913		msnm		

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2017									17.6	20.1	18.5	27.7
2018	50.9	55.0	51.5	21.3	10.3	6.4	11.6	9.1	7.4	21.2	26.5	24.4
2019	42.0	59.5	49.5	27.5	14.4	9.4	14.4	14.0	15.9	16.0	23.3	36.8
2020	42.2	55.7	45.9	31.8	18.3	11.0	8.5	12.0				

Anexo 82

Caudal de aforo con correntómetro(Desembocadura) - 17/09/2023

(AFORO MES SETIEMBRE 2023)

AFORO RÍO VICANOTA

FUENTE DE AGUA: RÍO VILCANOTA, LUEGO DE LA CONFLUENCIA RÍOS VILCANOTA Y SALCCA

TÉCNICO AFORADOR: WILLIAM CAMERO GUZMAN

EQUIPO DE AFORO : CORRENTOMETRO Z.

30

FECHA: 17/09/2023

CLIMA : PARCIALMENTE NUBLADO

HI: 11:05 am H: 13:50pm

$$V_{125126} = \left(\frac{N^{\circ}_{REV}}{Tiempo} * 0.1335 + 0.02337 \right), V_{125178} = \left(\frac{N^{\circ}_{REV}}{Tiempo} * 0.2590 + 0.0188 \right)$$

											HELICE	125178
DIST (m)	PROF.(m)	Método	altura de hélice	Tiempo (seg)	N.Revoluciones				Area (m²)	velocidad (m/s)	Q (m³/seg)	Q (l/seg)
					1	2	3	PROMEDIO				
0.00	0.16											
1.00	0.22	40%	0.09	30	45	46	46	45.67	0.427	0.413	0.176	176.24
2.00	0.26											
3.00	0.26	40%	0.10	30	53	53	53	53.00	0.818	0.476	0.389	389.43
4.00	0.28											
5.00	0.29	40%	0.12	30	54	53	53	53.33	0.593	0.479	0.284	284.35
6.00	0.32											
7.00	0.33	40%	0.13	30	69	68	70	69.00	1.013	0.615	0.622	622.18
8.00	0.33											
9.00	0.37	40%	0.15	30	77	77	77	77.00	0.700	0.684	0.478	478.50
10.00	0.35											
11.00	0.39	40%	0.16	30	82	81	81	81.33	0.780	0.721	0.562	562.36
12.00	0.43											
13.00	0.43	40%	0.17	30	92	92	92	92.00	0.847	0.813	0.688	688.40
14.00	0.41											
15.00	0.43	40%	0.17	30	70	70	70	70.00	0.820	0.623	0.511	510.97
16.00	0.39											
17.00	0.40	40%	0.16	30	90	91	92	91.00	0.807	0.804	0.649	648.91
18.00	0.42											
19.00	0.43	40%	0.17	30	96	96	96	96.00	0.867	0.848	0.735	734.59
20.00	0.45											
21.00	0.46	40%	0.18	30	99	100	101	100.00	0.933	0.882	0.823	823.32
22.00	0.49											
23.00	0.48	40%	0.19	30	101	101	101	101.00	0.960	0.891	0.855	855.14
24.00	0.47											
25.00	0.48	40%	0.10	30	113	114	114	113.67	0.947	1.000	0.947	946.78
26.00	0.47											
27.00	0.56	20%	0.11	30	98	99	97	98.00	1.545	0.865	1.563	1562.97
		80%	0.45	30	132	133	131	132.00		1.158		
28.00	0.51											
29.00	0.52	20%	0.10	30	69	69	69	69.00	1.523	0.615	1.244	1244.47
		80%	0.42	30	116	116	116	116.00		1.020		
30.00	0.50											
31.00	0.50	20%	0.10	30	77	77	77	77.00	2.317	0.684	2.010	2010.27
		80%	0.40	30	121	119	119	119.67		1.052		
32.00	0.51											
33.00	0.44	40%	0.18	30	85	85	85	85.00	0.920	0.753	0.692	692.42
34.00	0.43											
35.00	0.40	40%	0.16	30	78	78	78	78.00	0.820	0.692	0.568	567.60
36.00	0.40											
37.00	0.35	40%	0.14	30	50	50	50	50.00	0.700	0.450	0.315	315.33
38.00	0.30											
38.50	0.24	40%	0.10	30	31	31	31	31.00	0.260	0.286	0.074	74.47
39.00	0.24											
										ΣQ	14.189	14188.70

Usos de suelo

Anexo 83

Coberturas vegetales por catchment - Año 1990

Subcuenca	Área (km2)				
	Vegetac. arbustiva/herbácea	Áreas sin/con poca vegetación	Turberas y bofedales	Áreas Agrícolas	Bosque
S1	268.3	16.6	8.4	9.5	1.1
S2	333.8	30.7	34.0		
S3	21.9	0.5	0.2		
S4	196.9	35.9	16.7	0.0	
S5	334.4	83.3	43.5		
S6	102.8	57.7	13.0		
S7	39.3	6.0	2.0		
S8	180.5	43.7	21.4		
S9	140.3	73.9	59.0		
V1	0.0			0.3	
V2	110.6	0.0	2.0	31.1	
V3	142.8	1.4	0.8	49.7	1.7
V4	86.3		1.5	12.2	0.6
V5	137.4	0.1	2.1	45.0	2.2
V6	371.3	54.5	22.6	26.3	1.1
V7	206.2	2.0	6.0	33.2	0.3
V8	119.1	4.5	8.7	6.9	
V9	157.5	0.0	5.7	8.3	
Total	2949.8	411.4	247.6	222.7	7.0

Anexo 84

Coberturas vegetales por catchment - Año 1995

Subcuenca	Área (km2)				
	Vegetac. arbustiva/herbácea	Áreas sin/con poca vegetación	Turberas y bofedales	Áreas Agrícolas	Bosque
S1	272.3	15.2	5.8	9.3	1.3
S2	326.3	30.0	42.5		
S3	22.0	0.4	0.2		
S4	196.4	34.6	18.3		0.1
S5	328.1	84.5	48.1		0.1
S6	95.8	61.0	16.7		
S7	39.4	5.8	2.0		
S8	186.2	49.6	23.8		0.2
S9	139.8	76.7	64.6		0.2
V1				0.3	
V2	100.0	0.1	4.6	38.5	0.1
V3	139.6	1.1	1.1	51.4	2.6
V4	82.5	0.2	0.9	16.8	0.4
V5	132.9	1.3	2.3	46.8	3.0
V6	353.0	59.7	30.4	32.0	1.3
V7	194.0	1.9	7.0	42.2	0.4
V8	107.5	7.4	10.0	13.5	
V9	152.7	0.2	8.2	10.3	
Total	2869.0	430.1	286.6	261.1	9.6

Anexo 85

Coberturas vegetales por catchment - Año 2004

Subcuenca	Área (km ²)				
	Vegetac. arbustiva/herbácea	Áreas sin/con poca vegetación	Turberas y bofedales	Áreas agrícolas	Bosque
S1	265.3	18.6	3.8	12.8	3.4
S2	329.1	31.6	38.3	0.2	
S3	21.8	0.6	0.2	0.1	
S4	198.6	38.1	12.8		
S5	327.3	91.1	43.8		
S6	98.7	65.5	10.6		
S7	39.5	6.5	1.2		
S8	193.1	52.1	14.4		
S9	152.3	86.2	47.7		
V1				0.3	
V2	91.6		3.6	47.1	0.6
V3	123.9	0.9	0.8	64.1	5.9
V4	78.5		0.4	21.1	0.7
V5	121.2	0.1	1.6	56.7	5.5
V6	352.7	53.2	26.4	43.9	3.1
V7	187.8	1.3	4.2	52.0	1.8
V8	108.3	5.7	8.2	16.9	
V9	151.5	0.2	7.1	12.6	
Total	2841.7	452.0	225.2	327.9	21.1

Anexo 86

Coberturas vegetales por catchment - Año 2011

Subcuenca	Área (km ²)				
	Vegetac. arbustiva/herbácea	Áreas sin/con poca vegetación	Turberas y bofedales	Áreas agrícolas	Bosque
S1	257.5	22.5	8.9	12.5	2.4
S2	329.1	26.3	43.8	0.0	
S3	21.8	0.4	0.5		
S4	193.8	35.9	19.8		0.0
S5	330.7	79.7	52.3		
S6	98.5	62.3	14.8		0.0
S7	41.3	4.7	1.1		
S8	176.2	68.8	15.2		
S9	139.4	99.5	50.9		0.1
V1				0.3	
V2	96.5	0.3	3.5	42.1	0.3
V3	129.7	1.2	0.1	60.2	4.4
V4	81.2	0.0	0.4	18.7	0.5
V5	124.3		0.7	54.7	5.3
V6	341.8	61.4	23.2	50.5	2.6
V7	183.8	2.2	3.2	56.7	1.7
V8	102.8	6.3	8.1	22.1	
V9	146.2	0.7	6.6	18.0	
Total	2795.0	472.7	253.1	335.7	17.3

Anexo 87

Coberturas vegetales por catchment - Año 2016

Subcuenca	Área (km ²)				
	Vegetac. arbustiva/herbácea	Áreas sin/poca vegetación	Turberas y bofedales	Áreas Agrícolas	Bosque
S1	253.4	23.9	7.4	17.2	2.0
S2	316.8	42.8	39.3	0.3	
S3	21.8	0.3	0.4		
S4	184.5	47.3	18.3		
S5	307.4	113.9	43.6		
S6	90.1	73.5	12.9		
S7	37.4	8.4	1.4		
S8	182.5	66.6	13.7		
S9	128.5	108.3	52.4		
V1				0.3	
V2	93.6		2.5	46.5	0.2
V3	129.2	1.3	0.2	61.8	3.3
V4	83.9	0.0	1.2	15.2	0.4
V5	126.1	0.0	0.2	54.0	4.4
V6	339.4	70.5	19.7	50.7	1.2
V7	190.6	2.7	4.6	49.4	1.1
V8	101.1	7.1	6.4	24.9	
V9	148.9	0.1	6.9	15.7	
Total	2735.7	567.3	231.0	336.0	12.5

Anexo 88

Coberturas vegetales por catchment - Año 2022

Subcuenca	Área (km ²)				
	Vegetac. arbustiva/herbácea	Áreas sin/con poca vegetación	Turberas y bofedales	Áreas agrícolas	Bosque
S1	259.2	21.7	2.7	17.2	3.1
S2	321.4	41.9	35.7	0.4	
S3	21.5	0.5	0.5	0.1	
S4	191.8	47.1	11.0		
S5	311.5	112.9	40.6		
S6	96.1	70.2	10.8		
S7	36.4	9.6	1.2		
S8	180.6	72.3	12.5		
S9	146.3	105.8	46.3		
V1				0.3	
V2	94.3		0.9	46.0	0.7
V3	130.3	1.4		56.6	6.9
V4	83.3			17.1	0.3
V5	120.4	0.0	0.0	55.8	6.6
V6	335.8	78.1	15.0	51.2	1.8
V7	193.2	4.2	1.4	47.3	1.8
V8	102.0	8.6	7.0	21.8	
V9	149.7		4.6	17.2	
Total	2774.3	574.8	190.3	330.8	21.3

Demandas

Anexo 89

Demandas agrícolas

N°	Sitio de demanda	Resolución	Distrito	Distribución Mensual (m3)													Volumen (m3)
				Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	Conde	010-2013-ANA/ALA-Sicuani	Langui	197.59	0	0	0	115110	123365	75531	71918	128222	197977	175169	144070	0	1031362
2	Cheriputo	0011-2011-ANA/ALA-Sicuani	Langui	7.75	0	0	0	16822	19043	12988	13995	15614	21069	28821	30407	0	158760
3	Hilatunga	011-2013-ANA/ALA-Sicuani	Layo	165	0	0	0	65962	60018	28255	26905	65627	94038	97172	94155	0	532133
4	Agua kanchis	0013-2011-ANA/ALA-Sicuani	Layo	8	0	0	0	14589	16516	11264	12137	13542	18272	24996	26371	0	137687
5	Yanacucho	014-2013-ANA/ALA-Sicuani	Langui	125.96	0	0	0	57910	56902	31083	29594	60203	78343	80955	76410	0	471400
6	Buena Vista	0020-2011-ANA/ALA-Sicuani	Layo	30	0	0	0	26916	30469	20781	22392	24982	33710	46114	48652	0	254016
7	Chosecani	063-2010-ANA/ALA-Sicuani	Pampamarca	2.72	0	0	0	3220	3645	2486	2679	2989	4033	5517	5821	0	30391
8	Mosoqllacta-Tactabamba	069-2010-ANA/ALA-Sicuani	Mosocllacta	123.75	0	0	0	161012	182270	124315	133949	149448	201660	275860	291040	0	1519553
9	Canal A	083-2010-ANA/ALA-Sicuani	Layo	0	0	0	0	90167	102071	69616	75011	83691	112930	154481	162982	0	850950
10	Jabon Mayo	0085-2011-ANA/ALA-Sicuani	Yanaoca	169.01	0	0	0	201867	228519	155858	167936	187369	252828	345855	364888	0	1905120
11	Totorani	0100-2011-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	47	0	0	0	105419	119338	81392	87700	97848	132033	180613	190552	0	994896
12	Ñahuichapi	111-2018-ANA/AAA.UV-ALA.Si	Langui	-	0	0	0	100735	134570	103758	107326	95910	92765	95910	41523	0	772497
13	Pampas Verdes	119-2010-ANA/ALA-Sicuani	Layo	26	0	0	0	38643	43745	29836	32148	35868	48398	66206	69850	0	364693
14	Majura	151-2012-ANA/ALA-Sicuani	Pampamarca	-	0	0	0	5834	5834	5834	5834	5834	5834	5834	5834	5834	52510
15	Hilatunga 2	281-2009-ANA/ALA-Sicuani	Layo	0.35	0	0	0	232	262	179	193	215	290	397	419	0	2188
16	Hancojahuá	294-2009-ANA/ALA-Sicuani	Layo	0	0	0	0	16127	18256	12451	13416	14969	20198	27630	29151	0	152198
17	Kuty Palomani	0010-2023-ANA-AAA.UV	Yanaoca	0.4	0	0	0	349	466	359	371	332	321	332	144	0	2673
18	Chancarani	0024-2023-ANA-ALA.UV	Langui	18	0	0	0	8601	14142	10938	8491	7339	6013	5651	3844	0	65019
19	Chancarani II	0041-2023-ANA-ALA.UV	Langui	27	0	0	0	0	10820	12700	14356	15106	11456	2572	0	0	67010
20	Chancarani III	0061-2023-ANA/ALA-Sicuani	Langui	5	0	0	0	0	7303	5701	4357	3845	3099	2946	0	0	27251
21	Esmeralda	112-2017-ANA/ALA-Sicuani	Layo	50.75	0	0	0	55499	57349	55499	57349	57349	55499	57349	55499	0	451392
22	Candelaria	113-2017-ANA/AAA XII.UV	Yanaoca	7.87	0	0	1634	4951	7178	6169	6616	7580	8191	9857	7258	2411	61843
23	Rinconada	132-2015-ANA/ALA-Sicuani	Yanaoca	105	5223	34667	44756	181803	180283	173042	179131	179667	176567	160704	68481	38033	1422357

24	Tayapampa	014-2019-ANA/ALA-Sicuani	Tupac Amaru	41.67	0	0	0	117904	146204	88139	135045	157188	164758	180002	151167	15098	1155505
25	Mahuaypampa	150-2014-ANA/AAA XII.UV	Mosoc Lacta	2.79	0	0	0	0	701	546	798	1082	2594	752	415	0	6887
26	Miccaya	0158-2019-ANA/AAA.UV	Langui	38.5	0	0	4567	48063	13436	5586	8560	12043	23213	48471	68001	21954	253895
27	Yuraccancha	0185-2019-ANA-AAA.UV	Layo	22.7	0	0	0	46050	53899	47764	52038	53063	54549	54404	53564	1721	417052
28	Santa Cruz	0242-2020ANA-AAA.UV	Yanaoca	69.06	0	0	0	38183	104525	108378	109979	105686	82013	46908	0	0	595672
29	Danila	243-2018-ANA-AAA.UV	Yanaoca	0	0	0	0	4902	5961	5922	5586	6328	6174	5062	5899	0	45835
30	Hanocca	244-2017-ANA/AAA XII.UV.	Layo	130.9	0	47712	56269	158884	173607	145261	107776	120576	102117	240936	177597	40451	1371186
31	Agua Salvador	0259-2019ANA/ALA-Sicuani	Yanoca	28	0	0	0	103446	96925	74303	68801	63329	56398	52010	54790	7870	577872
32	Mallkiyoc	0267-2020-ANA/ALA-Sicuani	Langui	7.5	0	0	0	4190	11470	9487	7366	6401	5210	4928	0	0	49053
33	Hercca	0275-2021ANA-AAA.UV	Sicuani	358.62	0	0	0	174463	396210	554230	583189	524172	441700	344655	183336	0	3201954
34	Chiaraje	283-2018-ANA/AAA.UV	Langui	45	0	0	8978	17390	25938	24049	24339	24619	23767	19352	18013	210	186655
35	Valle Verde	288-2015ANA/AAA XII.UV	Yanaoca	17.3	0	0	0	18455	25418	18585	16981	22579	27553	22793	18040	0	170404
36	Qaqapunku	0312-2019-ANA-ALA.UV	Langui	17.25	0	0	0	52669	63239	55139	47128	43120	37957	37441	55291	5405	397389
37	Fundo Chahuara Bellavista	334-2019-ANA-ALA.UV	Kunturkanki	3	74	400	512	1426	1473	1426	1473	1473	1426	1473	1426	857	13437
38	Kjuchi Pujio	0395-2019ANA-ALA.UV	Langui	31	0	0	0	23594	20898	15730	15093	13468	13483	15093	19100	9123	145581
39	Huañuyo	0409-2018-ANA-AAA.UV	Layo	20	0	0	0	36339	37123	36252	33748	28686	29393	32060	35925	329	269855
40	Canal B	442-2018-ANA/AAA XII.UV	Layo	130.24	0	0	0	203031	220352	231388	258948	283643	281673	294303	258319	0	2031655
41	Wasi Wasi	0456-2018ANA/AAA XII.UV	Yanaoca	74	0	0	0	11586	9578	7531	6884	6286	5909	5986	6952	3249	63961
42	Wayrapata	0457-2022-ANA-AAA.UV	Layo	29	0	0	0	0	12455	16511	18615	19901	17937	7955	0	0	93374
43	Ccolomaayo	0466-2021-ANA-AAA.UV	Sicuani	12.5	0	0	0	13214	36174	37507	38062	36576	31466	16382	0	0	209381
44	Kisicucho	0468-2021-ANA-AAA.UV	Yanaoca	88	0	0	0	471	30400	23509	18240	15803	12934	12160	0	0	113517
45	Coleshuerta	583-2017-ANA/AAA XII.UV	Yanaoca	1	0	0	0	239	247	239	247	247	239	247	239	214	2157
46	Chilli Pujio	0602-2018-ANA/AAA XII.UV	Layo	7	0	0	0	12308	17171	15507	16671	19057	19795	20360	8747	0	129618
47	La Raya	835-2019-ANA-AAA.UV	Layo	45	0	0	0	127605	186157	161363	177816	202973	201634	181959	144401	55807	1439715
48	Llaullini	845-2016ANA/AAA XII.UV	Layo	175.13	0	0	13178	120144	47274	9150	18749	92018	112449	147352	108221	12709	681243
49	Kajaccata Jahuecca	0386-2021-ANA-AAA.UV	Sicuani	4.01	0	0	0	1867	3402	2618	2036	2036	1711	1500	0	0	15168
50	Lahua Lahua	109-2010-ANA/ALA-Sicuani	Tinta	4.392	0	0	0	6440	7291	4973	5358	5978	8066	11034	11642	0	60782
51	Lahua Lahua II	109-2010-ANA/ALA-Sicuani	Tinta	50	0	0	0	64405	72908	49726	53579	59779	80664	110344	116416	0	607821
52	Ocuviri	242-2009-ANA/ALA-Sicuani	Checacupe	-	0	0	0	7419	8399	5728	6172	6887	9292	12712	13411	0	70021

53	Quinsapujyo	0290-2020-ANA-AAA.UV	Sicuani	74	0	0	0	17226	47156	48895	49617	66234	67919	52694	4315	0	354057
54	Occotera	273-2014-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	10.3	0	0	0	963	1341	975	273	2861	2409	986	0	0	9807
55	Pata Pata	0278-2020ANA-AAA.UV	Sicuani	1.44	0	0	0	882	2414	2503	2540	2440	2010	1185	0	0	13973
56	Pampa Phalla	166-2014-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	24.83	0	0	0	0	5800	4548	5047	8311	46478	15495	8251	7231	101162
57	Carretera Pata	0636-2022-ANA-AAA.UV	Sicuani	0.11	67	60	67	65	54	26	27	27	52	80	78	67	669
58	Accobamba	159-2014-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	118.69	0	0	0	698	23545	17377	24828	25005	180743	50784	42206	43581	408767
59	Barrio Salccatera	068-2010-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	5.05	0	0	0	3864	4374	2984	3215	3587	4840	6621	6985	0	36469
60	Uttunco Uyurmiri	0843-2019-ANA-ALA.UV	Sicuani	2.8	0	0	0	1462	1278	1303	1321	1267	1310	1755	0	0	9696
61	Miski Uno	154-2014-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	50.124	0	0	0	0	11760	9212	10223	16843	49665	31628	17041	15082	161455
62	Huayllaloc	717-2017-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	25.2	17337	15462	34952	28010	29258	22517	20950	23840	26269	30250	29585	11981	290409
63	Ccancchua Livincaya	0413-2018-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	18.48	0	0	0	26132	36120	34235	44406	53660	59817	66118	59438	0	379926
64	Qquehwar Lari	0140-2019-ANA-ALA.UV	Sicuani	287.69	0	0	0	407700	293726	198439	98473	138550	267053	557634	725559	1181	2688315
65	Cchochapata Puchuri	0709-2018-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	36.5	0	0	0	33710	50420	25955	39767	55952	98025	130309	122097	6074	562310
66	Sunchu Chumo	134-2014-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	14.37	0	0	0	5845	6040	5845	6040	6040	5845	6040	5845	6040	53579
67	Challhuapujio	322-2014-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	6.75	0	0	0	0	3339	4380	5446	3997	8669	9465	12666	5595	53557
68	Inca Pujo	007-2013-ANA/ALA-Sicuani	San Pedro	235.34	13276	0	0	58178	120452	119768	147003	106409	72199	136998	167271	139540	1081093
69	Pumaorcco Machacmarca	257-2015-ANA/AAA XII.UV	Tinta	-	0	0	0	18386	20032	15377	16519	18883	21370	19093	16222	0	145882
70	Llacta Machacmarca	312-2009-ANA/ALA-Sicuani	Tinta	-	0	0	0	4508	5104	3481	3751	4185	5646	7724	8149	0	42547
71	Challwayri Wakakancha	0030-2023ANA/AAA XII.UV	Tinta	15.5	0	0	0	6709	25402	23406	18159	15749	12882	0	0	0	102307
72	Salcca	0147-2004-MINAG-GRC-DRAC/ATDRS	Combapata	-	0	0	0	644047	729082	497259	535794	597792	806640	1103439	1164160	0	6078212
73	Wajana Jayubamba	0215-2019-ANA-ALA.UV	Combapata	31.01	0	0	0	12529	10832	12669	18512	24305	25283	34477	39212	0	177820
74	Pucamayo Sallocca	101-2015-ANA/AAA XII.UV	Combapata	17.13	0	0	0	21151	23945	16330	17597	19633	26490	36239	38232	0	199616
75	Cullcuire	0104-2015-ANA/AAA XII.UV	Combapata	140	0	0	0	170223	245583	213074	229670	256148	296026	340234	323828	0	2074785
76	Chiara	163-2010-ANA/ALA-Sicuani	Combapata	64.06	0	0	0	90579	102538	69934	75354	84073	113446	155188	163727	0	854840
77	Millkuta	0284-2022ANA-AAA.UV	Combapata	2	0	0	0	0	131	154	174	183	288	604	302	0	1836
78	Urinsaya	034-2010-ANA/ALA-Sicuani	Combapata	15	0	0	0	11593	13123	8951	9644	10760	14520	19862	20955	0	109408
79	Angel	0637-2022-ANA-AAA.UV	Combapata	3.01	0	0	123	927	1264	1188	1117	1117	1093	1105	166	0	8100
80	Jucuire	023-2013-ANA/ALA-Sicuani	Combapata	-	2062	1863	2062	1996	2062	1996	2062	2062	1996	2062	1996	2062	24283
81	Ocuviri II	243-2009ANA/ALA-Sicuani	Checacupe	-	0	0	0	3143	3558	2427	2615	2917	3936	5385	5681	0	29662

82	Tomapata	153-2014ANA/AAA XII.UV	Sicuani	69.5	0	0	0	0	8478	8889	9863	16062	158391	7438	36998	36998	283116
83	Huarapuño	0100-2015-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	38.52	0	0	0	39769	52937	42836	46174	51497	57940	63709	59320	0	414180
84	Capillani Suyu	317-2014ANA/AAA XII.UV	Sicuani	160.64	0	0	0	104198	130411	99507	105529	138741	174649	192256	187998	83914	1217203
85	Yanacuy Huancocochapi	157-2008-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	73.59	0	0	0	58763	79298	64940	70001	78071	90710	104685	100714	0	647184
86	Chacapampa	371-2016-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	10.6	0	0	0	9639	6835	5401	3125	3624	5962	3608	3165	0	41359
87	Chilcoma	157-2014-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	29.45	0	0	0	6283	6492	6283	6492	6492	6283	6492	6283	6492	57590
88	Chara	008-2013-ANA/ALA-Sicuani	San Pablo	303.07	0	0	0	144602	103251	18284	19709	21981	104104	240551	299918	0	952399
89	Pampa Ccalasaya	320-2014ANA/AAA XII.UV	Sicuani	146.19	0	0	0	95260	110820	119360	177380	198490	162810	121520	78230	57920	1121790
90	Toma Soltera	0105-2015ANA/AAA XII.UV	San Pablo	175.69	0	0	0	253407	399495	368546	397268	443067	420370	336614	243110	0	2861877
91	Verinuyoc	363-2016-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	194.351	0	0	0	191762	159151	115390	124010	137750	196707	212236	205831	0	1342837
92	Queramarca	0464-2020-ANA-AAA.UV	Tinta	124	0	0	0	0	0	0	109570	126474	116277	113832	53518	0	519672
93	Fundo Huayllabamba	0057-2022-ANA-AAA.UV	Tinta	-	0	1236	1685	10993	13973	12690	12985	14747	14585	14782	13808	2981	114465
94	Tarquipita	293-2021-ANA-AAA.UV	Tinta	1.3	0	340	461	1540	1591	1540	1591	1591	1540	1591	1540	827	14151
95	Utopia Tinta	554-2017ANA/AAA XII.UV	Tinta	7.6	0	0	2289	5853	4928	4336	3584	3808	3902	4256	4769	168	37895
96	Ninakara Pachachi	0014-2011ANA/ALA-Sicuani	Tinta	7.52	0	0	0	6729	7617	5195	5598	6246	8428	11529	12163	0	63504
97	Kacuorcco Tinta	324-2018-ANA/AAA XII.UV	Tinta	13.4	0	0	321	6328	6310	5369	5045	5492	5747	6385	7475	441	48913
98	Killihuara	847-2017ANA/AAA XII.UV	Tinta	18.92	0	0	0	6503	6634	5917	5749	6444	6846	6909	7476	0	52479
99	Sullo Pujio	0036-2019-ANA-AAA.UV	Marangani	3.4	0	0	0	5886	7088	4552	7387	11259	11730	9285	5831	1454	64472
100	Gil Hilda	380-2016-ANA/AAA XII.UV	Marangani	18.5	0	0	0	18144	26784	33696	34819	42854	41835	42854	41472	40176	322635
101	Marcani	0086-2011-ANA/ALA-Sicuani	Langui	20	0	0	0	1493	1690	1153	1242	1386	1870	2558	2698	0	14088
102	MD Marangani	329-2014-ANA/AAA XII.UV	Marangani	123.22	0	0	13928	107957	107913	74028	81772	99797	246655	245770	176852	93771	1248441
103	Huayllapunca	008-2016-ANA/AAA XII.UV	Marangani	36	0	0	0	43885	51396	22571	21149	54619	50170	57347	40761	10103	352001
104	Quchu Wasi	0509-2020-ANA-AAA.UV	Sicuani	2.14	0	0	0	933	777	648	616	589	518	482	0	0	4564
105	Pumaorcco	716-2017ANA/AAA XII.UV	Sicuani	68.18	321	604	2010	70384	61897	45457	49180	59013	72594	99102	87295	391	548248
106	Sencca Chectuyoc	103-2015ANA/AAA XII.UV	Sicuani	279	0	0	0	142586	63746	18507	16258	18856	36444	40283	0	0	336679
107	Chauchapata	219-2018-ANA/AAA XII.UV	Sicuani	25.17	0	0	14656	18608	18803	18936	20737	26489	27440	31072	26043	0	202785
108	Antonio	782-2019-ANA/AAA.UV	Sicuani	-	0	17	23	132	160	145	148	168	167	167	161	183	1471
109	Uscupata	070-2010ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	15	0	0	0	25762	29163	19890	21432	23912	32266	44138	46566	0	243128
110	Trapiche	211-2018ANA-AAA.UV-ALA-SI	Sicuani	60	0	0	0	38880	66960	64800	80352	107136	103680	93744	77760	66960	700272
111	Olerria	393-2017ANA/AAA XII.UV	Sicuani	8.15	0	0	0	10958	11403	9533	9754	12262	14022	15041	15569	46	98588

112	Huitaca Sencca	165-2014ANA/AAA XII.UV	Sicuani	9.73	0	0	0	698	1451	630	700	877	7465	5808	517	1483	19628
113	Crisologo	003-2010-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	-	0	0	0	6440	7291	4973	5358	5978	8066	11034	11642	0	60782
114	MI Hercca	0037-2019-ANA-AAA.UV	Sicani	10.9	0	0	0	33425	45922	42754	48489	49212	53190	58820	51439	3377	386627
115	MI Hercca	0037-2019-ANA-AAA.UV	Sicani	10.9	0	0	0	33425	45922	42754	48489	49212	53190	58820	51439	3377	386627
Total				38360	102361	202470	5758205	6717521	5441294	5854779	6565571	7951068	8867748	8170590	870769	56540736	

Anexo 90

Demandas poblacionales

N°	Sitio de demanda	Resolución	Distrito	Familias	Distribución Mensual (m3)												Volumen (m3)
					Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	Alto Vigil	002-2012-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	58	804	726	804	778	804	778	804	804	778	803	778	804	9461
2	Chancarani Kcana	0006-2011-ANA/ALA-Sicuani	Langui	81	1125	1016	1125	1089	1125	1089	1125	1125	1089	1125	1089	1125	13245
3	Pampa Hercca	008-2009-MINAG-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	-	2170	1960	2170	2100	2170	2100	2170	2170	2100	2169	2100	2170	25544
4	Chectuyoc	029-2000MINAG-CTAR-DRAC-ATDRS	Marangani	-	2678	2419	2678	2592	2678	2592	2678	2678	2592	2678	2592	2678	31536
5	Calvario Collachapi	042-2009-ANA/ALA-Sicuani	Layo	-	7955	7185	7955	7698	7955	7698	7955	7955	7698	7955	7698	7955	93662
6	Jucuire	065-2013-ANA/ALA-Sicuani	Combapata	53	1286	1161	1286	1244	1286	1244	1286	1286	1244	1286	1244	1286	15137
7	Alto Fiscalía	0065-2022ANA-AAA.UV-ALA.SI	Sicuani	-	181	159	170	162	166	156	155	151	158	170	167	175	1971
8	Urinsaya Collana	073-2002ANA/ALA-Sicuani	Layo	-	5357	4838	5357	5184	5357	5184	5357	5357	5184	5357	5184	5357	63072
9	Queramarca	082-2010-ANA/ALA-Sicuani	Tinta	-	4553	4113	4553	4406	4553	4406	4553	4553	4406	4553	4406	4553	53611
10	Uyucani	088-2018-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Marangani	-	2229	2013	2229	2157	2229	2157	2229	2229	2157	2229	2157	2229	26242
11	Taypitunga	0093-2011-ANA/ALA-Sicuani	Layo	198	4473	4040	4473	4329	4473	4329	4473	4473	4329	4473	4329	4473	52665
12	Lizani Totorani	098-2012ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	30	536	484	536	518	536	518	536	536	518	536	518	536	6307
13	Layo	099-2002-MINAG-CTAR-DRA-C/ATDRS	Layo	-	3750	3387	3750	3629	3750	3629	3750	3750	3629	3750	3629	3750	44150
14	Accosaya Llalapara	0099-2004MINAG-CTAR-DRA-C/ATDRS	Yanaoca	-	6509	5879	6509	6299	6509	6299	6509	6509	6299	6508	6299	6509	76632
15	Kisicucho	107-2018-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Yanaoca	-	3750	3750	4152	3344	3107	1814	750	643	1089	3375	3629	4152	33553

16	Livincaya	0114-2011-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	69	937	847	937	907	937	907	937	937	907	937	907	937	11038
17	Chaucapata	0120-2011-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	73	1634	1476	1634	1581	1634	1581	1634	1634	1581	1634	1581	1634	19237
18	San Roque	121-2010-ANA/ALA-Sicuani	Langui	-	482	435	482	467	482	467	482	482	467	482	467	482	5676
19	Pamparqui Chosecani	122-2010-ANA/ALA-Sicuani	Pampamarca	51	482	435	482	467	482	467	482	482	467	482	467	482	5676
20	Misque Uno	123-2010-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	40	482	435	482	467	482	467	482	482	467	482	467	482	5676
21	Básico Choque	124-2010-ANA/ALA-Sicuani	San Pedro	185	2759	2492	2759	2670	2759	2670	2759	2759	2670	2759	2670	2759	32482
22	Barrio Antaccacca	125-2018-ANA/ALA-Sicuani	Marangani	-	8276	8177	8678	6869	6321	5340	4741	3937	4380	5116	5702	7473	75010
23	Arenal Pampa	126-2018-ANA/ALA-Sicuani	Yanaoca	-	741	669	741	717	741	717	741	741	717	741	717	741	8725
24	Ihuaylullo	0130-2003MINAG-GRC-DEAC/ATDRS	San Pablo	-	1259	1137	1259	1218	1259	1218	1259	1259	1218	1259	1218	1259	14822
25	Chihuaco	133-2017-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Sicuani	-	589	532	589	570	589	570	589	589	570	589	570	589	6938
26	Chihuaco II	134-2017-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Sicuani	-	1259	1137	1259	1218	1259	1218	1259	1259	1218	1259	1218	1259	14822
27	Trapiche	0146-2002-MINAG-CTAR-DRA-C/ATDRS	Sicuani	-	1848	1669	1848	1788	1848	1788	1848	1848	1788	1848	1788	1848	21760
28	Llallapara	152-2018-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Yanoca	-	1189	1074	1189	1150	1189	1150	1189	1189	1150	1189	1150	1189	13997
29	Llallahui	157-2018-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Marangani	-	3355	3030	3355	3246	3355	3246	3355	3355	3246	3355	3246	3355	39499
30	Huancocochapi	165-2008-MINAG-CTAR-DRA-C/ATDRS	San Pablo	-	911	823	911	881	911	881	911	911	881	911	881	911	10722
31	Totorani	195-2010-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	43	1057	954	1057	1023	1057	1023	1057	1057	1023	1057	1023	1057	12442
32	Lari	208-2010-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	93	937	847	937	907	937	907	937	937	907	937	907	937	11038
33	Huantura Jucuiri	212-2009-MINAG-CTAR-DRA-C/ATDRS	Combapata	-	1232	1113	1232	1192	1232	1192	1232	1232	1192	1232	1192	1232	14507
34	Jayo Jayo	226-2018-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Yanaoca	-	1469	1327	1469	1422	1469	1422	1469	1469	1422	1469	1422	1469	17301
35	Illachuyo	228-2009-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	-	1045	943	1045	1011	1045	1011	1045	1045	1011	1045	1011	1045	12299
36	Pata Pata	230-2010-ANA/ALA-Sicuani	Sicuani	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Sacuyo	0231-2004-MINAG-CTAR-DRA-C/ATDRS	Sicuani	-	937	847	937	907	937	907	937	937	907	937	907	937	11038
38	Langui	231-2009-ANA/ALA-Sicuani	Langui	-	3107	2806	3107	3007	3107	3007	3107	3107	3007	3107	3007	3107	36582
39	Chosecani	234-2009-ANA/ALA-Sicuani	Pampamarca	-	4660	4209	4660	4510	4660	4510	4660	4660	4510	4660	4510	4660	54873
40	Ocuviri	240-2009-ANA/ALA-Sicuani	Checacupe	-	911	823	911	881	911	881	911	911	881	911	881	911	10722
41	Pampacasi	0247-2004MINAG-GRC-DRAC/ATDRS	Sicuani	-	937	847	937	907	937	907	937	937	907	937	907	937	11038
42	San Jose	0248-2004-MINAG-GRC-DRAC/ATDRS	Tinta	-	1607	1452	1607	1555	1607	1555	1607	1607	1555	1607	1555	1607	18922
43	Enriquez	0268-2004-MINAG-GRC-DRAC/ATDRS	Marangani	-	402	363	402	389	402	389	402	402	389	402	389	402	4730
44	Ñahuichapi	288-2008-ANA/ALA-Sicuani	Langui	-	1768	1597	1768	1711	1768	1711	1768	1768	1711	1768	1711	1768	20814

74	Villa María	0230-2022-ANA-AAA.UV	Langui	-	348	314	348	337	348	337	348	348	337	348	337	348	4098
75	Ñahuichapi	0232-2022-ANA-AAA.UV	Langui	-	285	257	285	275	285	275	285	285	275	285	275	285	3352
76	Villamaría	0233-2022ANA-AAA.UV	Langui	-	348	314	348	337	348	337	348	348	337	348	337	348	4098
77	Challapampa	254-2017-ANA/AAA XII.UV.	Yanaoca	-	643	601	643	629	643	629	643	643	629	643	629	643	7617
78	Huayllani Alta	257-2017-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	-	71	64	71	69	71	69	71	71	69	71	69	71	836
79	Santa Bárbara	258-2017-ANA/ALA-Sicuari	San Pablo	-	2405	2172	2405	2327	2405	2327	2405	2405	2327	2405	2327	2405	28312
80	Moroccoyo	0258-2022-ANA/ALA-Sicuari	Langui	-	750	677	750	726	750	726	750	750	726	750	726	750	8831
81	Urinsaya	259-2017-ANA/AAA XII.UV.	Combapata	53	979	884	979	948	979	948	979	979	948	979	948	979	11528
82	Barrio Ccarita	260-2017-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	-	790	714	790	765	790	765	790	790	765	790	765	790	9303
83	Barrio Chico	0269-2020-ANA-AAA.UV	Yanoca	-	696	629	696	674	696	674	696	696	674	696	674	696	8199
84	Suruhuaylla	280-2015-ANA/AAA XII.UV	San Pablo	-	937	847	937	907	937	907	937	937	907	937	907	937	11038
85	Llaulline	0282-2022-ANA-AAA.UV	Layo	-	1488	1344	1488	1440	1488	1440	1488	1488	1440	1488	1440	1488	17520
86	Huayllani Pacpaca	283-2017ANA/AAA XII.UV	San Pablo	-	333	301	333	323	333	323	333	333	323	333	323	333	3924
87	Lahualahua Patatinta	280-2018-ANA/AAA XII.UV	Tinta	-	1153	1042	1153	1116	1153	1116	1153	1153	1116	1153	1116	1153	13578
88	Hancohocca	290-2015-ANA/AAA XII.UV	Marangani	-	1476	1333	1476	1428	1476	1428	1476	1476	1428	1476	1428	1476	17374
89	Licsapampa	291-2017-ANA/AAA XII.UV.	Marangani	32	562	508	562	544	562	544	562	562	544	562	544	562	6623
90	Chamayo	293-2014ANA/AAA XII.UV.	Mosoc Llacta	20	457	412	457	442	457	442	457	457	442	457	442	457	5375
91	Cuchuma	299-2015-ANA/AAA XII.UV.	San Pedro	-	2396	2164	2396	2318	2396	2318	2396	2396	2318	2396	2318	2396	28207
92	Uchu	302-2020-ANA-AAA.UV	Tinta	-	1398	1263	1398	1353	1398	1353	1398	1398	1353	1398	1353	1398	16465
93	Irubamba	314-2014-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	54	988	892	988	956	988	956	988	956	988	956	988	956	11597
94	Thumi	315-2014-ANA/AAA XII.UV.	Mosoc Llacta	58	976	882	976	944	976	944	976	976	944	976	944	976	11491
95	Rocconi	323-2014-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	-	567	512	567	549	567	549	567	549	567	549	567	549	6658
96	Hatun Ttaya	0325-2021-ANA-AAA.UV	Tupac Amaru	-	348	314	348	337	348	337	348	348	337	348	337	348	4100
97	Huaroccani	330-2014-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	-	660	596	660	638	660	638	660	660	638	660	638	660	7767
98	San Pablo	334-2014-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	111	12622	11400	12622	12215	12622	12215	12622	12622	12215	12622	12215	12622	148613
99	Gonzales	344-2015-ANA/AAA XII.UV.	Sicuari	-	1286	1161	1286	1244	1286	1244	1286	1286	1244	1286	1244	1286	15137
100	Chili Chili	347-2016-ANA/AAA XII.UV.	Sicuari	-	1009	912	1009	977	1009	977	1009	1009	977	1009	977	1009	11884
101	Utapia	0383-2018-ANA-AAA.UV	Tinta	-	315	285	315	305	315	305	315	315	305	315	305	315	3714
102	Chosecani	0384-2018-ANA-AAA.UV	Marangani	-	1295	1169	1295	1253	1295	1253	1295	1295	1253	1295	1253	1295	15242

103	Marangani	0384-2019-ANA-AAA.UV	Marangani	-	20051	18110	20051	19404	19131	16457	14880	11691	12343	15943	18514	20051	206625
104	Barrio Mamuera	385-2017-ANA-AAA.UV	Marangani	-	1734	1566	1734	1678	1734	1678	1734	1734	1678	1734	1678	1734	20411
105	Huitaca Sencca	389-2014-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	103	1885	1702	1885	1824	1885	1824	1885	1885	1824	1885	1824	1885	22192
106	Chillacruz	0394-2018-ANA-AAA.UV	Sicuani	-	908	820	908	878	908	878	908	908	878	908	878	908	10687
107	Phaqchakuchu	398-2015-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	236	213	236	228	236	228	236	236	228	236	228	236	2775
108	Illacuyo Totorani	0408-2018-ANA-AAA.UV	Sicuani	-	455	411	455	441	455	441	455	455	441	455	441	455	5361
109	Quinsa Pujio	0414-2018-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	896	809	896	867	896	867	896	896	867	896	867	896	10547
110	Chacamayo	0415-2018-ANA/AAA XII.UV.	Pampamarca	-	351	317	351	340	351	340	351	351	340	351	340	351	4135
111	Occobamba	0441-2018-ANA/AAA XII.UV.	Marangani	-	6882	6216	6882	6660	6882	6660	6882	6882	6660	6882	6660	6882	81035
112	Pumaorcco	0453-2021-ANA-AAA.UV	Tinta	-	1446	1306	1446	1400	1446	1400	1446	1446	1400	1446	1400	1446	17029
113	Sunchu Chumo	0465-2018-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	1626	1468	1626	1573	1626	1573	1626	1626	1573	1626	1573	1626	19141
114	Patahansa	0481-2018-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	851	769	851	783	534	366	457	518	638	807	815	851	8239
115	Sencca Chectuyoc	0531-2018-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	2342	2115	2342	2267	2342	2267	2342	2342	2267	2342	2267	2342	27576
116	Paromani	558-2018-ANA/AAA XII.UV.	Yanaoca	-	1054	952	1054	1020	1054	1020	1054	1054	1020	1054	1020	1054	12404
117	Layme	560-2018-ANA/AAA XII.UV.	Yanaoca	-	545	492	545	527	545	527	545	545	527	545	527	545	6412
118	Qquehuar	574-2014-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	716	13094	11827	13094	12672	13094	12672	13094	13094	12672	13094	12672	13094	154176
119	Pampa Huasi	0598-2018-ANA/AAA XII.UV.	Layo	-	1008	910	1008	975	1008	503	771	1008	975	1008	975	1008	11156
120	Chiaraje	0599-2018-ANA/AAA XII.UV.	Layo	-	1387	1253	1387	1342	1387	646	989	1387	1342	1387	1342	1387	15235
121	Parcco	0600-2018-ANA/AAA XII.UV.	Layo	-	1245	1125	1245	1205	1245	902	1245	1245	1205	1245	1205	1245	14361
122	Rural Qquehuar	0601-2018-ANA/AAA XII.UV.	Tupac Amaru	-	789	712	789	763	789	738	789	789	763	789	763	789	9260
123	Totorjani	618-2017-ANA/AAA XII.UV.	Layo	35	616	556	616	596	616	596	616	616	596	616	596	616	7253
124	Quillihuara Kakuorco	619-2018-ANA/AAA XII.UV.	Tinta	-	610	551	610	590	610	590	610	610	590	610	590	610	7183
125	Nueva Esperanza	620-2017-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	86	1385	1251	1385	1340	1385	1340	1385	1385	1340	1385	1340	1385	16304
126	Urinsaya Ccollana	0634-2018-ANA/AAA XII.UVANA/AAA XII.UV.	Layo	-	2965	2678	2965	2869	2965	2869	2965	2965	2869	2965	2869	2965	34909
127	Jayubamba	650-2017-ANA/AAA XII.UV.	Combapata	-	884	798	884	855	884	855	884	884	855	884	855	884	10407
128	Jahuessa	0710-2018-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	264	239	264	256	264	256	264	264	256	264	256	264	3110
129	Huallatayre	721-2016-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	-	423	382	423	409	423	409	423	423	409	423	409	423	4976
130	Huallatayre	742-2016-ANA/AAA XII.UV.	San Pablo	-	598	540	598	579	598	579	598	598	579	598	579	598	7043
131	Barrio Ollería	802-2017-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	66	986	890	986	954	986	954	986	986	954	986	954	986	11607

132	Barrio Lurucachi	828-2017-ANA/AAA XII.UV.	Marangani	61	1071	968	1071	1037	1071	1037	1071	1071	1037	1071	1037	1071	12614
133	Ccuyo	833-2017-ANA/AAA XII.UV.	Marangani	202	3554	3210	3554	3440	3554	3440	3554	3554	3440	3554	3440	3554	41848
134	Pujyo Pujyo	0838-2019-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	-	1495	1351	1495	1447	1495	1335	1365	1495	1447	1495	1447	1495	17365
135	Tinta	842-2017-ANA/AAA XII.UV.	Tinta	386	12133	10959	12133	11742	12133	11742	12133	12133	11742	12133	11742	12133	142858
136	Fundo Tintamarca	066-2013-ANA/ALA-Sicuani	Pampamarca	15	402	363	402	389	402	389	402	402	389	402	389	402	4730
137	Los Incas	338-2018-ANA/AAA XII.UV.	Sicuani	2	36	32	36	35	36	35	36	36	35	36	35	36	420
138	La Raya	795-2019-ANA-AAA.UV	Marangani	-	141	128	141	137	141	137	141	141	137	141	137	141	1664
Total				567361	513593	568263	547651	562905	538692	553561	550339	535368	559552	545864	566872	6610021	

Anexo 91

Demandas pecuarias

N°	Sitio de demanda	Resolución	Distrito	Distribución Mensual												Volumen (m3)	
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
1	Sellerico	03-98-MINAG-DRAC-ATDRS	Layo	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	26280	315360
2	Nueva Esperanza	069-98MINAG-DRAC-ATDRS	San Pablo	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	27475	329702
3	Apaza	097-2017-ANA-AAA.UV-ALA.SI	Langui	2357	2129	2357	2281	2357	2281	2357	2357	2281	2357	2281	2357	27752	
4	Langui Layo	255-2018-ANA/AAA XII.UV.	Langui	1512	1512	1512	1512	1512	1512	1512	1512	1512	1512	1512	1512	18144	
5	Ccama	543-2018-ANA/AAA XII.UV.	Layo	2309	2309	2309	2309	2309	2309	2309	2309	2309	2309	2309	2309	27706	
6	Florez	554-2018-ANA/AAA XII.UV.	Langui	1674	1674	1674	1674	1674	1674	1674	1674	1674	1674	1674	1674	20088	
7	Quispe	561-2018-ANA/AAA XII.UV.	Langui	2268	2268	2268	2268	2268	2268	2268	2268	2268	2268	2268	2268	27216	
				63875	63646.857	63875	63799	63875	63799	63875	63875	63799	63875	63799	63875	765967	

Fotografias

Anexo 90

Visitando la confluencia de los ríos Salcca y Vilcanota



Anexo 91

Visita a las zonas altoandinas de la cuenca



Anexo 92

Visita a las zonas altoandinas de la cuenca



Anexo 93

Visita a las zonas agrícolas



Anexo 92

Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Medición del ancho del río



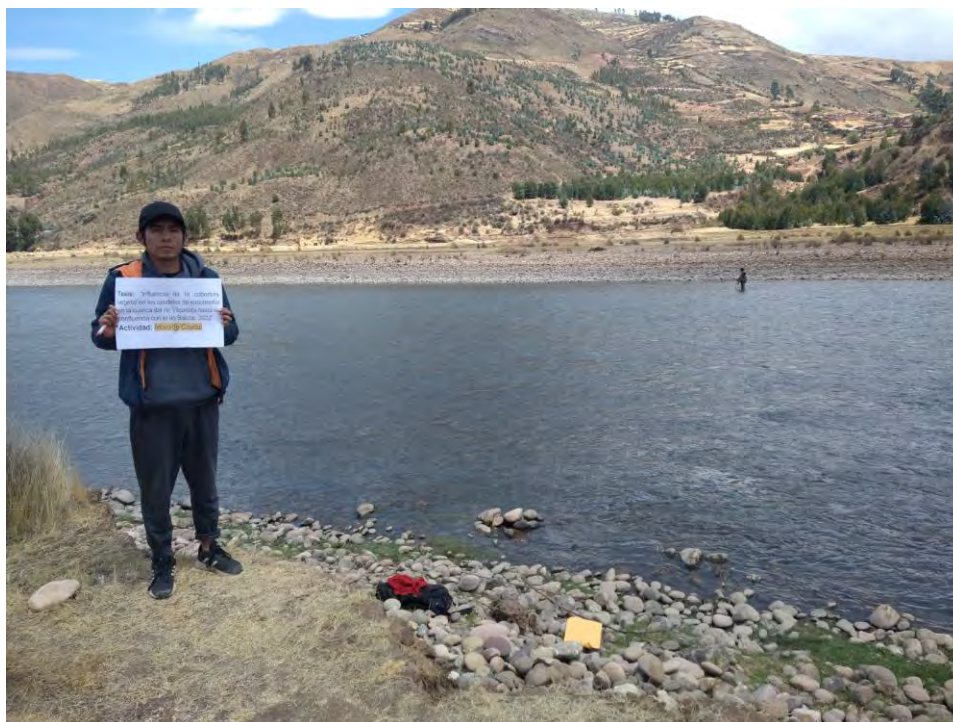
Anexo 93

Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Medición del número de revoluciones



Anexo 94

Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Medición del número de revoluciones



Anexo 95

Aforo en la desembocadura 17/09/2023 – Finalización del trabajo de aforo



Anexo 96

Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Marcado de soga



Anexo 97

Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Soga extendida



Anexo 98

Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Técnico aforando



Anexo 99

Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Anotando los datos



Anexo 100

Aforo en la desembocadura 24/09/2023 – Técnico aforando



Anexo 101

Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Wincha extendida



Anexo 102

Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Fin del aforo



Anexo 103

Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Detalle del molinete



Anexo 104

Aforo en punto antes de Sicuani 24/09/2023 – Vista río arriba



Anexo 105

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método de investigación
P.G. ¿Cuál es el grado de influencia de la cobertura vegetal en la determinación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?	O.G: Determinar el grado de influencia de la variación de la cobertura vegetal en la determinación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022.	H.G: El grado de influencia de la cobertura vegetal en la determinación de caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca es significativo.	Variable independiente: Cobertura vegetal Variable dependiente: Caudales de escorrentía	Enfoque: Cuantitativo Alcance: Descriptivo-correlacional Diseño: No experimental - longitudinal
P.E.01: ¿Cuál es la variación de las superficies de cobertura vegetal en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?	O.E.01: Determinar la variación de las superficies de cobertura vegetal en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022.	H.E.01: Las coberturas vegetales en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca presentan notable variación espacio - temporal en su superficie, 1990 - 2022.		
P.E.02: ¿Cómo varían los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?	O.E.02: Determinar la variación de los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022.	H.E.02: Los caudales de escorrentía anuales de la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca presentan una tendencia de crecimiento, 1990 - 2022.		
P.E.03: ¿Cuál es el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990 - 2022?	O.E.03: Determinar el grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía en la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca, 1990-2022.	H.E.03: El grado de correlación entre la cobertura vegetal y los caudales de escorrentía de la cuenca del río Vilcanota hasta su confluencia con el río Salcca es significativo, 1990 - 2022.		