



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Inventario y evaluación del Patrimonio Natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabambas



Con el apoyo de:



PROFONANPE

Inventario y evaluación del Patrimonio Natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas

Autor :

Dirección General de Evaluación, Valoración y
Financiamiento del Patrimonio Natural,
Del Ministerio Del Ambiente

Editado por :

Ministerio del Ambiente
Av. Javier Prado Oeste 1440 - San Isidro
Teléfono: 611-6000 - Anexo: 1332
www.minam.gob.pe
Línea Verde: 0800-00660

Corregido por:

Ricardo Espinosa R.

Diseñado por:

Mary Reymundo A.

Primera edición, 2011

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2010-XXXXX

ISBN: XXXXXXXXXXXX

Tiraje: 1000 ejemplares

Impreso en:

NEGMANN SAC

Av. Manco Cápac 527, La Victoria

Teléfonos: 627-967 / 627-9968

Lima, julio 2011

Equipo Técnico

MINISTERIO DEL AMBIENTE:

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y FINANCIAMIENTO DEL PATRIMONIO NATURAL

Ing. Hubert Portuguéz Yactayo
Blgo. Abel Aucasime Orihuela
Ing. Daniel Matos Delgado

SERNANP – RPNYC

- Jefe de la RPNYC
Blgo. Carlos Felipe Sánchez Rojas
 - Especialistas y guardaparques de la RPNYC
-

OTRAS INSTITUCIONES:

FORESTAL
MAP GEOSOLUTIONS

BOTÁNICA
UNMSM MHN - DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

ICTIOLOGÍA
UNMSM MHN - DEPARTAMENTO DE ICTIOLOGÍA

ORNITOLOGÍA, MASTOZOLOGÍA Y HERPETOLOGÍA
CANDES – CORBIDI

AGROSTOLOGÍA

- Responsable
Ing. Manuel Amílcar Ortiz Ramírez

HIDROLOGÍA

- Responsable
Ing. Máximo Janampa Quispe

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

- Responsable
Ing. José Ccosi Mamani

ENTOMOLOGÍA

- Responsable
Liz Bailón Dávila

EQUIPO DE APOYO:

MINAM

- Especialista SIG
Eduardo Jesús Rojas Báez

Contenido

PRÓLOGO		7
RESUMEN		9
CAPÍTULO I	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	12
1.1	INTRODUCCIÓN	12
1.2	OBJETIVO GENERAL	13
CAPÍTULO II	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	14
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2.2	METODOLOGÍA	14
2.3	RESULTADOS	14
2.3.1	GEOLOGÍA	14
2.3.1.1	Descripción de unidades geológicas	14
2.3.1.2	Características tectónico estructurales	18
2.3.1.3	Geología histórica	20
2.3.1.4	Geología económica	21
2.3.2	GEOMORFOLOGÍA	21
2.3.2.1	Unidades geomorfológicas	21
2.3.2.2	Procesos geodinámicos	25
2.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
CAPÍTULO III	HIDROLOGÍA	30
3.1	OBJETIVOS	30
3.2	METODOLOGÍA	30
3.2.1	Observación sistemática	30
3.2.2	Entrevistas	30
3.2.3	Recolección de información básica	31
3.2.3.1	Información cartográfica	31
3.2.3.2	Información hidrometeorológica	31
3.2.4	Climatología	32
3.2.4.1	Temperatura	34
3.2.4.2	Evaporación	35
3.2.4.3	Humedad relativa	36
3.2.4.4	Velocidad y dirección del viento	38
3.2.4.5	Horas de sol	39
3.2.5	Determinación de caudales	40
3.2.5.1	Ecuación del balance hídrico	40
3.2.5.2	Coefficiente de escurrimiento	41
3.2.5.3	Precipitación efectiva	42
3.2.5.4	Retención de la cuenca	43
3.2.5.5	Relación entre descargas y retención	44
3.2.5.6	Coefficiente de agotamiento	44
3.2.5.7	Almacenamiento hídrico	45
3.2.5.8	Abastecimiento de la retención	46
3.2.6	Determinación del caudal mensual para el año promedio	47
3.2.6.1	Generación de caudales mensuales para periodos extendidos	47
3.3	RESULTADOS	48
3.3.1	ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA E HIDROMÉTRICA	48
3.3.1.1	Análisis de la red de estaciones	48

3.3.1.2	Análisis y tratamiento de la información pluviométrica e hidrométrica	48
3.3.1.3	Análisis de la información pluviométrica e hidrométrica	48
3.3.1.4	Depuración inicial de errores	49
3.3.1.5	Análisis de consistencia de los registros	49
3.3.1.6	Complementación y extensión de la información	51
3.3.1.7	Estaciones propuestas	51
3.3.2	APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SHOLZ PARA CÁLCULO DE CAUDALES	52
3.3.2.1	Datos recopilados	52
3.3.2.2	Calibración del modelo	53
3.3.2.3	Generación de caudales	54
3.3.3	CALIDAD DE AGUA	55
3.3.3.1	Evaluación de la cuenca del río Cochas Pachacayo	55
3.3.3.2	Evaluación de la cuenca del río Cañete	60
3.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
CAPÍTULO IV	VEGETACIÓN	66
4.1	OBJETIVOS	66
4.2	MATERIALES Y METODOLOGÍA	66
4.2.1	MATERIALES Y EQUIPOS	66
4.2.2	METODOLOGÍA	67
4.2.2.1	Recopilación de información	67
4.2.2.2	Adquisición de la cartografía base	67
4.2.2.3	Procesamiento de imágenes satelitales	67
4.2.2.4	Base de datos	68
4.2.2.5	Clasificación de la vegetación	68
4.2.2.6	Elaboración del mapa de vegetación	68
4.2.2.7	Método y diseño de muestreo	68
4.2.2.8	Inventario de la vegetación	72
4.3	RESULTADOS	80
4.3.1	DESCRIPCIÓN DE BOSQUES	80
4.3.1.1	Bosque de queñoa (Bq)	80
4.3.1.2	Lloquedal (Llo)	85
4.3.1.3	Bosque de karkac (BKa)	90
4.3.1.4	Puyal (Pu)	93
4.3.2	DESCRIPCIÓN DE MATORRALES	95
4.3.2.1	Matorral semiárido (Msa)	95
4.3.2.2	Matorral subhúmedo (Msh)	98
4.3.2.3	Matorral húmedo (Mh)	100
4.3.3	HERBAZALES	102
4.3.3.1	Pajonal de puna / césped de puna (Pj/Cp)	102
4.3.3.2	Bofedal (Bo)	104
4.3.3.3	Otras áreas	105
4.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
CAPÍTULO V	AGROSTOLOGÍA	108
5.1	OBJETIVOS	108
5.2	MATERIALES Y METODOLOGÍA	108
5.2.1	MATERIALES Y EQUIPOS	108
5.2.2	METODOLOGÍA	108

5.2.2.1	Revisión bibliográfica	108
5.2.2.2	Método y diseño de muestreo	109
5.2.2.3	Definición de asociación	109
5.2.2.4	Cálculo de índices	109
5.2.2.5	Calificación de la condición de los pastizales	111
5.2.2.6	Soportabilidad	112
5.2.2.7	Inventario	112
5.3	RESULTADOS	113
5.3.1	DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD PECUARIA	113
5.3.1.1	Población ganadera	113
5.3.1.2	Sistemas de pastoreo	114
5.3.1.3	Determinación de las especies forrajeras deseables	115
5.3.1.4	Características de las principales especies evaluadas	116
5.3.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS ASOCIACIONES AGROSTOLÓGICAS	117
5.3.2.1	Pajonal de puna	117
5.3.2.2	Césped de puna	124
5.3.2.3	Bofedal	127
5.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
CAPÍTULO VI	FAUNA SILVESTRE	132
6.1	OBJETIVOS	132
6.2	EVALUACIÓN ORNITOLÓGICA	132
6.2.1	MATERIALES Y METODOLOGÍA	132
6.2.1.1	Materiales y equipos	132
6.2.1.2	Metodología	132
6.2.2	RESULTADOS	139
6.2.2.1	Riqueza específica	139
6.2.2.2	Estructura	142
6.2.2.3	Índices	147
6.2.3	CONCLUSIONES	149
6.3	EVALUACIÓN MASTOZOLÓGICA	150
6.3.1	MATERIALES Y METODOLOGÍA	150
6.3.1.1	Materiales y equipos	150
6.3.1.2	Metodología	150
6.3.2	RESULTADOS	151
6.3.2.1	Riqueza y abundancia	153
6.3.3	CONCLUSIONES	154
6.4	EVALUACIÓN HERPETOLÓGICA	155
6.4.1	MATERIALES Y METODOLOGÍA	155
6.4.1.1	Materiales y equipos	155
6.4.1.2	Metodología	155
6.4.2	RESULTADOS	155
6.4.2.1	Distribución y estado de conservación de anfibios	156
6.4.2.2	Distribución y estado de conservación de reptiles	157
6.4.2.3	Riqueza específica	160
6.4.3	CONCLUSIONES	160
6.5	EVALUACIÓN ENTOMOLÓGICA	161
6.5.1	MATERIALES Y METODOLOGÍA	161
6.5.1.1	Materiales y equipos	161

6.5.1.2	Metodología	161
6.5.2	RESULTADOS	162
6.5.2.1	Entomofauna por tipo de vegetación	162
6.5.3	CONCLUSIONES	165
6.6	EVALUACIÓN HIDROBIOLÓGICA	166
6.6.1	MATERIALES Y METODOLOGÍA	166
6.6.1.1	Materiales y equipos	166
6.6.1.2	Metodología	166
6.6.2	RESULTADOS	168
6.6.2.1	Caracterización de los cuerpos de agua	168
6.6.2.2	Diversidad de peces	172
6.6.3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	177

CAPÍTULO VII OPORTUNIDADES DERIVADAS DEL INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LOS

RECURSOS NATURALES

		178
7.1	PROPUESTA DE PROYECTOS DE DESARROLLO PARA LA RPNYC	178
7.1.1	Generación de condiciones para poner en valor la belleza paisajística	179
7.1.2	Promoción del manejo y comercio sostenible de plantas medicinales	179
7.1.3	Conservación de los bosques relictos	179
7.1.4	Manejo de la regeneración natural de la puya	180
7.1.5	Manejo de pastizales altoandinos	180
7.1.6	Plan de restauración de andenes	180
7.1.7	Senderos de avistamiento de venados	181

CAPÍTULO VIII ANEXOS

		182
ANEXO 8.0:	BIBLIOGRAFÍA	182
ANEXO 8.1:	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	184
ANEXO 8.1.1:	PANEL FOTOGRÁFICO DE GEOLOGÍA	184
ANEXO 8.1.2:	PANEL FOTOGRÁFICO DE GEOMORFOLOGÍA	186
ANEXO 8.2:	HIDROLOGÍA	189
ANEXO 8.2.1:	HIDROGRAMAS	189
ANEXO 8.3:	FLORA SILVESTRE	226
ANEXO 8.3.1	FLORA SILVESTRE DE LA RPNYC POR CATEGORÍA	226
ANEXO 8.3.2	FAMILIAS Y ESPECIES MÁS COMUNES DE LA FLORA SILVESTRE EN LA RPNYC	235
ANEXO 8.4:	AGROSTOLOGÍA	240
ANEXOS 8.4.1	TRANSECTOS EVALUADOS	240
ANEXO 8.4.2	PANEL FOTOGRÁFICO DE UNIDADES AGROSTOLÓGICAS Y ESPECIES	241
ANEXO 8.5:	HIDROBIOLOGÍA Y CUERPOS DE AGUA	246
ANEXO 8.5.1:	RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE PECES	246
ANEXO 8.5.2:	CUERPOS DE AGUA	246
ANEXO 8.6:	MAPAS TEMÁTICOS	248
MAPA 8.6.1:	MAPA GEOLÓGICO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS COCHAS.	248
MAPA 8.6.2:	MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS COCHAS.	249
MAPA 8.6.3:	MAPA DE VEGETACIÓN DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS COCHAS.	250
MAPA 8.6.4:	MAPA AGROSTOLÓGICO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS COCHAS.	251

ÍNDICE DE CUADROS

252

ÍNDICE DE GRÁFICOS

255



Prólogo

Los ecosistemas altoandinos son únicos en el planeta, albergan una alta diversidad de especies de flora y fauna silvestres, que se han adaptado a estas singulares condiciones; esa misma condición los hace vulnerables a presiones antrópicas y a cambios en las condiciones ambientales. En el pasado los antiguos peruanos conocían bien estos ecosistemas y los aprovechaban de manera sostenible usando tecnologías que incluso les permitieron ganar terrenos agrícolas mediante la construcción de amplias redes de andenes, algunos de los cuales se usan en la actualidad.

Los ecosistemas altoandinos de las cuencas del río Cañete y del río Pachacayo son parte de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, en los que conviven las comunidades campesinas con recursos naturales, servicios ambientales, biodiversidad y valores histórico-culturales únicos.

La reserva se constituye, por la riqueza y especialización de sus ecosistemas, en el gran almacén hídrico para toda la población asentada a lo largo de la cuenca del río Cañete, permitiendo el desarrollo de diversas actividades económicas de importancia local, regional y nacional; desde turismo hasta generación de energía hidroeléctrica.

Considerando la importancia económica que tienen los ecosistemas y la diversidad biológica de la Reserva, y debido al poco conocimiento que se tiene sobre ellos, el Ministerio del Ambiente (MINAM), mediante la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, desarrolló durante el año 2009 el estudio titulado *Inventario y Evaluación del Patrimonio Natural de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas*.

El inventario y evaluación de los recursos naturales, los ecosistemas y la diversidad biológica, es una herramienta básica y fundamental para conocer lo que tenemos y el estado de conservación en el que se encuentra, a fin de tomar decisiones informadas y técnicamente sólidas a favor de la conservación y el aprovechamiento sostenible del patrimonio natural.

La tarea de realizar el inventario y evaluación de los recursos naturales a nivel nacional es grande, pero con el liderazgo del MINAM y el concurso de todos los sectores, gobiernos regionales y gobiernos locales, podremos lograrlo.

Antonio Brack

Ministro del Ambiente



Resumen

El presente estudio de inventario y evaluación de los recursos naturales, a escala de reconocimiento, se realizó en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas (RPNYC); área que cuenta con una extensión de 221 268,48 ha, de las cuales el 62,1% se encuentra ubicado en la cuenca del río Cañete, provincia de Yauyos, departamento de Lima, y el 37,9% restante en la cuenca del río Cochas-Pachacayo, en la provincia de Cochas, departamento de Junín.

El inventario y evaluación de los recursos naturales físicos y biológicos ha permitido conocer el potencial con que cuenta la RPNYC en términos de diversidad y producción de bienes. Al ampliar y mejorar la precisión de la información reportada en estudios anteriores, constituye un documento actualizado que permitirá a las autoridades, empresarios y pobladores locales, una mejor toma de decisiones en la gestión y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, según corresponda.

Asimismo, el presente estudio ha permitido afianzar el proceso de elaboración de las guías metodológicas que viene realizando el Ministerio del Ambiente con el objetivo de estandarizar los estudios de inventario y evaluación de los recursos naturales en el ámbito nacional, y en este caso particular, del ecosistema andino.

La geomorfología de la RPNYC está dominada por paisajes de altas montañas cuyas laderas y vertientes presentan una topografía muy accidentada, divididas fuertemente por cauces y fondos de valles profundos, producto de la fuerte disección fluvio-glaciar ocurrida en forma paralela al rápido levantamiento de la cordillera desde fines del Cretácico hasta el Cuaternario. En estas reducidas extensiones se encuentra asentada la población humana dedicada principalmente a las actividades agrícolas.

La geología es variada, incluyendo unidades litológicas que abarcan desde el Triásico Superior (231-208 millones de años) hasta el Cuaternario Reciente (hace 12 000 años). Estas están representadas por rocas volcánicas cenozoicas, stock del batolito costero y formaciones sedimentarias del Cretácico. El comportamiento estructural de esta región es el resultado del movimiento tectónico de la cordillera occidental andina, siendo este especialmente intenso en la zona norte. Las principales estructuras tectónicas presentes son fallas longitudinales, cabalgamientos y alineaciones de pliegues con dirección dominante NO-SE.

El potencial hídrico es otro recurso natural muy importante, destacando el río Cañete por su buen caudal y aguas cristalinas, así como la serie de presas naturales que se forman en su recorrido. El tipo de oferta de agua corresponde a un sistema no regulado, contando con el aporte de las precipitaciones, las lagunas y los nevados. Usando el modelo de Lutz Sholz, se calculó el caudal mensual promedio en 13,6 m³/s, en el punto de entrega de la cuenca alta hacia la cuenca media de dicho río.

La cobertura vegetal es otro componente importante del paisaje, caracterizado por su gran diversidad florística; habiéndose registrado 10 tipos de vegetación, con un total de 330 especies de plantas en diferentes formas de vida vegetal, tales como: arbóreas, arbustivas, herbáceas, suculentas y epífitas. El presente estudio logró el registro de 177 especies más de lo reportado en el Plan Maestro de la RPNYC.

Entre los componentes principales de la flora destacan los bosques relictos de queñoa, representados por la dominancia del género *Polylepis*. Estos bosques se encuentran muy diseminados sobre las laderas montañosas con fuertes pendientes, presentando una densidad poblacional de 385 árboles/ha y un volumen maderable de 19,74 m³/ha. Cabe precisar que el registro del diámetro a la altura del pecho (DAP) se realizó a partir de los 5 cm.

A los bosques de queñoa se suman otras formaciones boscosas relictas como el bosque de karkac, caracterizado por tener una distribución muy densa en el mismo cauce y las riberas del río Cañete; también están presentes el bosque de lloquedales y los rodales de puyas, éstos últimos ubicados en las laderas montañosas poco accesibles.

Otras formaciones vegetales existentes en la RPNYC son los matorrales; entre ellos encontramos el matorral semiárido con 23 especies arbustivas, el matorral subhúmedo con 35 especies y el matorral húmedo con 29 especies; destacando de manera general en los tres tipos de matorrales las familias Asteraceae, Cactaceae, Sapindaceae, entre otras.

Otro componente importante y que ocupa la mayor superficie de la RPNYC, son los herbazales altoandinos distribuidos por encima de los 3 800 msnm, donde representan el 68,6% del área. De ella, el 91,2% es aprovechado como pastura natural, representada por unas 20 especies forrajeras. Estos herbazales están conformados por tres grandes unidades agrostológicas: pajonal de puna, césped de puna y bofedal. La diversidad florística de estas unidades se agrupa en 8 tipos de asociaciones agrostológicas: Calamagrostietum I, Festucetum, Festucetum-Calamagrostietum, Festucetum-Muhlenbergetum, Stipetum, Calamagrostietum, Calamagrostietum-Festucetum y Distictietum.

Una actividad importante desarrollada en los pastizales es la ganadería doméstica basada en la crianza de ovinos, camélidos, bovinos, equinos, etc.; en número variable y generalmente a través del pastoreo continuo y simultáneo. Por las características identificadas se determinó que los pastizales de la RPNYC pueden soportar en promedio un equivalente a 149 063 cabezas de alpaca, lo que representa una capacidad de soporte igual a 1 unidad de alpaca/ha/año.

En cuanto a la fauna silvestre, se realizaron evaluaciones ornitológicas (aves), mastozoológicas (mamíferos), herpetológicas (anfibios y reptiles), ictiológicas (peces) y entomológicas (insectos).

La evaluación ornitológica permitió registrar 75 especies de aves, presentando las localidades de Laraos y Alis los mayores valores de índice de diversidad e Índice de Valor Ornitológico (IVO), probablemente debido a la presencia de paisajes con bosques y una topografía menos escarpada.

La evaluación mastozoológica permitió registrar 15 especies de mamíferos, entre mayores y menores. Se reportaron 8 especies de mamíferos menores, entre roedores, vizcachas y murciélagos, mientras que entre los mamíferos mayores se registró mediante avistamientos la presencia de vicuñas y mediante indicios indirectos la presencia del zorrillo, zorro andino, gato andino, gato del pajonal, puma y venado.

Las evaluación herpetológica reportó 5 especies, correspondiendo 4 para los reptiles y solo 1 especie de anfibio; de las primeras, las especies de lagartija *Liolaemus robustus* y *Liolaemus walkeri*, son endémicas para el Perú.

La evaluación ictiológica en la RPNYC reportó una diversidad íctica baja y común para los ecosistemas altoandinos, habiéndose registrado sólo 3 especies: dos nativas, *Orestias* sp. y *Trichomycterus rivulatus*, y la tercera introducida, la trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Esta última presenta la mayor distribución y dominancia en los cuerpos de agua del área estudiada.

La evaluación entomológica registró un total de 10 órdenes de la Clase Insecta, correspondiendo a los dípteros el orden más representativo del área en estudio.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, se proponen diferentes proyectos de desarrollo para la RPNYC que permitan aprovechar las oportunidades derivadas de los recursos naturales. Entre ellos se hallan el generar condiciones para poner en valor la belleza paisajística y promover el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la gestión de la diversidad biológica y la riqueza cultural, para así contribuir en la mejora de la calidad de vida de la población en la Reserva.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



1.1 INTRODUCCIÓN

La Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas (RPNYC) posee una superficie total de 221 268,48 ha, y se encuentra ubicada en los departamentos de Lima y Junín. Gran parte de su superficie (62,1%) se ubica en el departamento de Lima, provincia de Yauyos, distritos de Alis, San Lorenzo de Quinti, Tanta, Huancaya, Tomas, Vitis, Miraflores, Carania y Laraos; una superficie menor (37,9%) se halla en el departamento de Junín, provincia de Jauja, en los distritos de Suitucancho, Llocllapampa y Canchaylo.

El área de la RPNYC presenta una diversidad de ecosistemas, dominada por paisajes de altas montañas cuyas laderas y vertientes poseen una topografía muy accidentada, divididas fuertemente por cauces y fondos de valles profundos, producto de la fuerte segmentación fluvio-glaciar ocurrida en forma paralela al rápido levantamiento de la cordillera desde fines del Cretácico hasta el Cuaternario. En estas reducidas extensiones se encuentra asentada la población humana dedicada principalmente a las actividades agrícolas.

La geología de la RPNYC es variada, incluyendo unidades litológicas que abarcan desde el Triásico Superior (231-208 millones de años) hasta el Cuaternario Reciente (hace 12 000 años). Estas están representadas por rocas volcánicas cenozoicas, stock del batolito costero y formaciones sedimentarias del Cretácico. El comportamiento estructural de esta región es el resultado del movimiento tectónico de la cordillera occidental andina, siendo este especialmente intenso en la zona norte. Las principales estructuras tectónicas presentes son fallas longitudinales, cabalgamientos y alineaciones de pliegues con dirección dominante NO-SE.

Las cuencas de los ríos Cañete y Cochas-Pachacayo cuentan con diversas fuentes de aguas superficiales (ríos, quebradas, lagunas, glaciares, manantiales y aguas de recuperación), cuyo uso potencial no es el óptimo debido a la falta de una adecuada identificación y evaluación de las mismas, no conociendo sus características básicas como disponibilidad o ubicación espacial. En el caso de la agricultura bajo riego, si se contara con mejor mantenimiento y modernización de la estructura de los sistemas de conducción del agua, se podría incrementar la producción agrícola de la RPNYC.

La flora silvestre es un componente principal de los ecosistemas y es considerada como un recurso natural importante para la vida del hombre y de la fauna silvestre. El conocimiento de su potencial basado en su diversidad florística, producción maderable y de servicio ambiental, permite orientar las políticas nacionales, regionales y locales, para lograr su conservación, recuperación y aprovechamiento sostenible.

Existen registros preliminares de la flora silvestre en la RPNYC –con un área de 222 168,5 ha, comprendida entre la cuenca alta del río Cañete y la del río Pachacayo, como figura en el Plan Maestro 2006-2011 de la Reserva (INRENA, 2006)– en donde se identificaron un total de 153 especies de plantas, con predominio de las familias asteráceas y poáceas.

Según el Mapa de Ecorregiones del Perú, la RPNYC se ubica con una pequeña porción en la Serranía esteparia y con la mayor parte en la Puna. De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú, se ubica en las zonas de vida:

Estepa espinosa – Montano bajo tropical, Estepa – Montano tropical, Bosque húmedo – Montano tropical, Páramo muy húmedo – Subalpino tropical, Tundra pluvial – Alpino tropical, y Nival – Tropical.

Los pastizales altoandinos presentes en la Reserva constituyen un recurso muy importante para la población rural ya que constituyen su principal fuente de ocupación y sustento; sin embargo, es evidente la pérdida de productividad. La incorporación del ganado vacuno y ovino, desde el tiempo de la conquista, prácticamente desplazó a la ganadería nativa constituida por alpacas, llamas y vicuñas, a las zonas más altas e inhóspitas en donde el pasto es más pobre, corto y fibroso. La ganadería introducida se propagó y difundió sin ningún control, produciéndose su degeneración como resultado de los procesos de adaptación a un medio de condiciones ambientales rigurosas, diferentes a su lugar de origen. Este proceso ha determinado que en la actualidad prolifere y predomine el ganado “huaccha”, que se caracteriza por la alta rusticidad adquirida, pero cuyos niveles de producción son bajísimos.

Se considera que el conocimiento y la evaluación del potencial de estas pasturas naturales posibilitará la formulación de planes que permitan regular, normar o legalizar el pastoreo, especialmente de las tierras comunales, que son las que más problemas de productividad presentan; limitar la carga animal; permitir la recuperación natural o dirigida de áreas degradadas por el uso; programar la explotación y manejo del ganado más adecuado a las características predominantes de la vegetación; e incorporar algunas técnicas de mejoramiento acordes con las características bioclimáticas del área.

La fauna silvestre en la RPNYC presenta una gran variedad de aves y en menor medida mamíferos, peces, reptiles y anfibios; los artrópodos, en gran número, constituyen una variedad considerable aún no estudiada. Tales características son motivo para plantear estrategias de protección que garanticen la conservación de la biodiversidad. La fauna silvestre presente constituye un patrimonio insustituible porque cada especie alberga información genética como resultado de procesos de adaptación y evolución de millones de años.

Muchas especies de la flora y fauna silvestres tienen un potencial relativamente desconocido, aún sabiendo que poblaciones y especies enteras están desapareciendo debido a la perturbación ejercida sobre el ambiente por las actividades humanas.

Dadas las características físicas, biológicas y paisajísticas, en general, de la RPNYC, sus aptitudes se orientan básicamente a las actividades turísticas y de conservación, sobresaliendo los importantes cuerpos de agua con recursos hidrobiológicos; las cataratas sobre depósitos calcáreos con gran atractivo visual; y las altiplanicies con notable cantidad de bofedales, bosques relictos y matorrales; así como una interesante fauna silvestre.

Los resultados del presente inventario y evaluación permitirán brindar información importante para ser tomada en cuenta en la elaboración de futuros proyectos de inversión que permitan el mejor uso y conservación de los recursos naturales de la RPNYC.

1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente inventario y evaluación fue conocer el potencial de los recursos naturales de la RPNYC, con el fin de contar con información actualizada y ampliada para la mejor gestión del manejo de sus recursos naturales.

Asimismo, el estudio ha permitido afianzar el proceso de elaboración de la Guía de Inventario y Evaluación del Patrimonio Natural, elaborada por el Ministerio del Ambiente para estandarizar las metodologías de inventario y evaluación de los recursos naturales, en este caso de los ecosistemas andinos.

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar y caracterizar las unidades litológicas relacionadas con el paisaje existente.
2. Identificar las principales geoformas y su relación con las actividades humanas que se desarrollan en la zona.
3. Identificar los principales procesos geodinámicos que pueden afectar las condiciones naturales del entorno.

2.2 METODOLOGÍA

- a) Se utilizó primordialmente el análisis visual de la roca con muestra en mano, para identificar las unidades litológicas determinadas preliminarmente en gabinete y luego en el lugar de procedencia, teniendo en consideración la composición mineralógica, cronológica y la competencia litológica.

La identificación de las unidades litológicas se realizó preliminarmente en el proceso de interpretación de imágenes satelitales con una escala de $\frac{1}{100\ 000}$. Se tuvo como referencia el Mapa Geológico del Perú.

- b) La geomorfología caracterizó los principales elementos del relieve, tomando en cuenta la composición litológica, topografía, pendiente, hidrografía, presencia de afloramientos líticos, materiales inconsolidados, tipo de cobertura y procesos geodinámicos externos dominantes.

Igualmente, para definir las unidades geomorfológicas se utilizó el proceso de interpretación de imágenes de satélite LandSat.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 GEOLOGÍA

2.3.1.1 Descripción de unidades geológicas

En el área de estudio afloran diferentes unidades geológicas basadas en su litología, cuyas edades datan desde el Jurásico hasta el Holoceno Reciente. La composición de estas unidades varía desde sedimentarias

a ígneas y volcánicas, cubiertas parcialmente por sedimentos clásticos no consolidados, depositados en ambientes marinos y lacustres.

Las unidades geológicas que caracterizan el ámbito de la RPNYC tienen diferente composición y resistencia, a partir de las cuales se originan los principales eventos geodinámicos que modelan el paisaje actual. Las formaciones geológicas más importantes se describen a continuación y se muestran en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Columna estratigráfica – Formaciones geológicas

ERA	SISTEMA	SERIE	NOMBRES	SÍMBOLOS	LITOLOGÍA
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Depósitos eluviales	Qh-e	Gravas angulosas y finos inconsolidados
			Depósito aluvial holocénico	Qh-al	Grava, arena, limo, arcilla
			Depósitos coluviales	Qh-col	Clastos angulosos
		Pleistoceno	Depósitos glaciares	Qp-g2	Grava, arena, matriz fina
	Neógeno	Plioceno	Formación Huarochiri	Tm-h	Tobas, aglomerados, andesitas y traquiandesíticos
Oligoceno	Oligoceno	Volcánico Tantará, Rimac, Millotingo y Sacsaquero	Tim-t/r/m/s	Andesitas, dacitas, riolacitas, tobas y piroclásticos	
MESOZOICO	Cretáceo	Superior	Formación Casapalca	Ksp-c	Lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados
			Formación Celendín	Ks-ce	Calizas, yeso y arcillas
			Formación Jumasha	Ks-j	Calizas, dolomitas y arcillas bituminosas
		Inferior	Formación Pariatambo	Ki-pt	Dolomitas claras con calizas
			Formación Chulec, Pariahuanca	Ki-chp	Arcillas calcáreas, lodolitas y areniscas con calizas
			Formación Goyllarisquizga	Ki-g	Limolitas, areniscas y conglomerados
			Formación Santa, Carhuaz	Ki-sa/ca	Dolomías, lutitas y areniscas arcósicas
	Jurásico	Superior	Formación Oyón, Chimú	JsKi-och	Lutitas negras carbonosas, areniscas y conglomerados
ROCAS ÍGNEAS					
MESOZOICO	Cretáceo	Superior	Granito, granodiorita, diorita	KT-gr/qd/di	Intrusivos ácidos

Fuente: Elaboración propia.

a) Formaciones Oyón, Chimú (Jski-och)

Hacia el extremo sur del área de estudio sobresalen paquetes de sedimentos antiguos, compuestos principalmente por areniscas y limolitas correspondientes a las formaciones Oyón y Chimú. La primera se caracteriza por su elevado contenido de lutitas negras carbonosas, en capas delgadas algo laminadas, intercaladas con cuarcitas gris blanquecinas. Esta unidad tiene amplio rango, con un espesor medio de 297 m, medido en Magdalena, Yauyos.

La formación Chimú es de litología monótona con predominancia de areniscas, y se ubica en Tinco Alis, hacia la parte alta del río Alis. Presenta variaciones de areniscas limpias y conglomerados locales ferruginosos, por lo general de color gris a blanco, en bancos de 0,5 a 1 m, con muy delgadas intercalaciones de limolitas negras; su grosor se estima en más de 100 m y la edad correspondiente para las dos unidades es del Jurásico Superior al Cretáceo Inferior.

b) Formación Santa, Carhuaz (Ki-sa, ca)

Estas formaciones afloran en la zona sur de la RPNYC, entre las localidades de Carania y Laraos, en alineamientos de SE a NO, en una longitud de 8 Km; y afloran juntamente con otras formaciones cretáceas de SE a NO, en una longitud de 60 km y 10 km de ancho.

En la formación Santa sobresalen bancos delgados de dolomías; han sido medidos 65 m de dolomías arcosas, lutitas arenosas y areniscas calcáreas. Corresponden al Cretáceo Inferior.

La formación Carhuaz está formada por areniscas arcólicas de color gris blanco amarillento de grano fino; dominan los colores gris y verdoso con algo de rojo.

c) Formación Goyllarisquizga (Ki-g)

Sobre el sector medio y noreste de la RPNYC sobresalen afloramientos con relativa extensión, constituidos por limolitas, areniscas de grano fino a medio conglomerádicas o limo carbonosas, y presenta una discontinuidad basal extensa, por lo general en discordancia paralela y erosiva. La formación Goyllarisquizga se depositó mayormente en planicies de inundación, su máximo grosor es de 500 m, y se le considera del Cretáceo Inferior.

d) Formaciones Chulec, Pariahuanca (Ki-chp)

Afloran en forma regional de sureste a noroeste, conformadas principalmente por rocas calcáreas. La formación Chulec está constituida por grosores de 30 m y está conformada por arcillas calcáreas, lodolitas calcáreas arcillosas grises y limolitas calcáreas. En ambas formaciones hay intercalaciones volcánicas bastante parecidas.

La formación Pariahuanca alcanza grosores de 260 m y está conformada por areniscas de grano grueso, calizas, arcillas calcáreas y lodolitas arcillosas con menor composición de volcánicos. Cronológicamente, se les ubica en el Cretáceo Inferior.

e) Formación Pariatambo (Ki-pt)

Esta formación tiene extensión regional de SE a NO en el ámbito de la RPNYC; con distribución similar a la formación Chulec, es mucho más delgada (100 a 120 m) y se compone principalmente de dolomitas claras con alternancias de calizas; pertenece al Cretáceo Inferior.

f) Formación Jumasha (Ks-j)

Los afloramientos de esta formación se distribuyen en forma regional de SE a NO y en ancho de 8 -10 km, juntamente con formaciones cretáceas.

Está constituida de un paquete calcáreo con 400 m de espesor; en la base se encuentran dolomitas y arcillas bituminosas, y calizas que alternan con margas; son del Cretáceo Superior.

g) Formación Celendín (Ks-ce)

Esta formación está ampliamente expuesta de SE a NO de la Reserva. Es una formación yesífera, contiene rocas carbonatadas en estratos delgados que son margas, calizas arcillosas, calizas y dolomitas; del Cretáceo Superior.

h) Formación Casapalca (Ksp-c)

Son molasas rojas continentales que ocupan grandes sectores hacia el norte del área de la Reserva, describiendo la mayor parte de los sinclinales formados por lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, con coloraciones rojas verdes azuladas y morados rosados; en la parte superior son frecuentes los horizontes tobáceos. Corresponden al Cretáceo Superior-Paleógeno.

i) Volcánicos Tantar, Rímac, Millotingo y Sacsaquero (Tim-t, r, m, s)

En el mapa se ha agrupado a las formaciones de rocas extrusivas volcánicas. Sin embargo, se indica que la formación Millotingo es de una mayor extensión regional en el presente caso, mientras que los volcánicos Rímac y Tantar no son muy representativos.

Estas formaciones constituyen una cobertura de rocas volcánicas post-mesozoicas y cubren extensas superficies de erosión. Se componen de derrames andesíticos a riodacíticos de color gris pardo y violáceo, piroclásticos y areniscas volcanodetríticas (Tantar) y unidades lávicas sedimentarias. Lavas andesíticas y tobas ácidas en la parte superior (Volc. Sacsaquero); andesitas, dacitas y volcánico sedimentarios (Volc. Millotingo).

El espesor de estas formaciones rocosas de carácter volcánico, llega a los 400 m y se le asigna una edad correspondiente al Terciario Inferior Medio.

j) Formación Huarochiri (Tm-h)

Esta formación se ubica en la parte media y hacia el O del área de la RPNYC. Es una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas consistentes en tobas, aglomerados, andesitas y bancos traquiandesíticos; su espesor se estima en 600 m, con coloraciones gris verdoso a rojizo.

La edad considerada o asignada a esta formación es correspondiente al Terciario Medio, Superior y Cuaternario Antiguo (Mioceno).

k) Depósitos glaciares (Qp-g2)

Son depósitos de morrenas que corresponden a glaciaciones del Pleistoceno, entre 24 000 y 12 000 años; estas pueden alcanzar alturas de 150 m y están confinadas a las zonas con altitudes superiores a los 3 500 msnm, principalmente en los valles glaciares que dominan gran parte de la RPNYC. Se han identificado como morrenas laterales, frontales y de fondo, conformadas principalmente de grava brechosa, arena brechosa y matriz fina.

l) Depósitos coluviales (Qh-col)

Estos materiales se ubican hacia el pie del talud y especialmente caracterizan a las zonas encañonadas del río Cañete y sus afluentes, en donde las paredes de los valles son empinadas y tendiendo a la verticalidad; no así a la cuenca del río Cochas, en donde sus cauces tiene flancos de taludes suaves, menores de 45°. Se trata de sedimentos clásticos angulosos localizados generalmente al pie de los taludes empinados a subverticales, con afloramiento de rocas masivas. Los componentes clásticos consisten de fragmentos inconsolidados provenientes de bloques angulosos, heterométricos, rellenos parcialmente por matriz arenosa.

m) Depósitos eluviales (Qh-e)

Se ubican en las lomadas como materiales que no han tenido ningún transporte; son unidades muy pequeñas distribuidas mayormente al sur del área de la Reserva, sobre superficies onduladas de poca altura. Están constituidos por sedimentos finos con gravas y/o arenas; son de espesor delgado, pudiendo llegar de 3 a más de 5 m de espesor.

n) Depósito aluvial holocénico (Qh-al)

Con esta denominación se menciona a sedimentos clásticos sueltos, fluviales y aluviales, ubicados en las quebradas y tributarios de la cuenca de los ríos Cañete y Cochas. Se encuentran conformando terrazas muy conspicuas. Estos depósitos se caracterizan por la presencia de gravas, arenas, fragmentos subredondeados, limos y arcillas; en las zonas bajas y de buen clima son apropiados para la agricultura.

o) Rocas ígneas (Kt-gr/gd/di)

En la zona de estudio se han reconocido intrusiones en diferentes sectores, correspondientes a cuerpos variados que se han emplazado en diferentes épocas; básicamente entre el Cretáceo y el Terciario. En el ámbito de la RPNYC se han reconocido intrusivos sobre la margen derecha del río Cañete, entre los distritos de Vitis y Huancaya (Caja Real). Corresponden a unidades compuestas por granitos, granodioritas y dioritas, principalmente.

2.3.1.2 Características tectónico estructurales

El desarrollo estratigráfico en la zona de la RPNYC está relacionado con los ciclos tectónicos y zonas estructurales del flanco occidental andino, los cuales controlaron a los procesos sedimentarios y ocasionaron

el magmatismo intrusivo y extrusivo, deformando a las unidades estratigráficas expuestas en diferentes formas y estilos, dando como resultado la configuración morfológica actual. A continuación se describen las principales fases tectónicas que dominaron la región:

a) Tectorogénesis neoproterozoica

Las observaciones micro estructurales, a pesar de ser limitadas al afloramiento, tienen un valor bastante general, dada la homogeneidad de las características de la deformación a escala regional. El rasgo estructural más conspicuo en el Neoproterozoico del Perú central es una foliación mimética de la estratificación y de una primera filiación. La foliación está plegada por una o dos fases tardías.

Las estructuras tardías están, por lo tanto, bien desarrolladas en todas las escalas. Su estudio sucinto muestra que determinan por lo menos dos etapas de deformación, quedando por demostrar que las estructuras descritas en diferentes sectores forman grupos contemporáneos independientes. Se sabe muy poco de edad, en algunos casos su dirección andina podría hacer pensar que se debe a esta tectorogénesis; en otros casos no tienen nada que ver con las direcciones de los pliegues eohercínicos o andinos próximos; son por lo tanto, con mayor probabilidad, neoproterozoicos.

b) Tectorogénesis andina

Esta fase consiste de una sucesión de fases compresivas relativamente cortas, separadas por períodos de sedimentación o de emplazamiento de cubiertas volcánicas. La fase peruana se caracteriza por un rápido cambio de sedimentación, de marino a continental; en estos sectores no afloran cubiertas discordantes de edad cenomana, sino que se da la interrupción de la sedimentación carbonatada marina y su reemplazo por las capas rojas salobres y luego continentales.

c) Estructuras de la fase incaica

En la cordillera occidental, las estructuras de la fase incaica se observan en forma privilegiada en la cuenca alta del río Cañete y de sus afluentes, que presentan cortes verticales que a menudo sobrepasan los 1 000 m, así como en los picos y nevados que alcanzan alturas superiores a 5 000 msnm. Se distingue al SO una faja de pliegues apretados, con pocas fallas inversas, y al NE una faja de sobre-escurrimientos que alcanza su mayor desarrollo y complejidad en la parte central del cuadrángulo de Yauyos, cuyo fondo está recorrido por la carretera en la parte comprendida entre el distrito de Alis y el desvío a la mina Yauricocha.

d) Faja de pliegues

Entre el centro poblado de Magdalena y el pueblo de Alis está expuesta una sucesión de anticlinales y sinclinales que se vuelven más apretados hacia el NE. Las series afectadas son esencialmente las del Jurásico Terminal – Cretáceo Inferior. Son frecuentes los pliegues menores hectométricos disarmónicos, que son muy espectaculares en las calizas santa y las lutitas y areniscas carhuaz. Fallas inversas longitudinales, mayormente de convergencia NE, cizallan a menudo las crestas anticlinales. Los planos axiales de los pliegues, al avanzar uno hacia el NE a lo largo del valle del río Cañete, buzan al SO o son subverticales, que cuadra con la convergencia general de la cordillera occidental hacia el NE, al acercarse a la faja de sobre-escurrimientos en un corredor de unos 4 km de ancho.

2.3.1.3 Geología histórica

La variada litología que caracteriza la zona de estudio, ha estado relacionada con las grandes transgresiones y regresiones marinas, acompañada por fuertes fracturamientos. Los principales afloramientos tienen orientación general NO-SE, alineados en base a la última fase compresiva de la Orogenia Brasilida, durante la cual este bloque permaneció emergido, probablemente hasta fines del Cámbrico o inicios del Ordovícico, donde se inicia la primera transgresión marina, ocasionando la sedimentación de depósitos de filitas y cuarcitas del grupo Excelsior, que en nuestra área es poco representativo.

La sedimentación mezozoica se inicia con la invasión de las aguas marinas que cubren ampliamente la superficie molásica que aflora extensamente en esta parte de la cordillera occidental, así como en las altiplanicies. La litología es predominantemente calcárea y los movimientos epirogénicos pretitonianos hacen que se retiren las aguas carbonatadas, quedando cuencas continentales amplias con mayor significación hacia al Oeste (cordillera occidental), facilitando así la sedimentación detrítica. La presencia de la formación Santa en el sector occidental de la cordillera, indicaría movimientos intermitentes de la corteza terrestre, facilitando la transgresión marina por pequeños períodos de tiempo, siendo remplazada por sedimentos limo arcillosos de la formación Carhuaz. Hacia la cordillera oriental, el grupo Goyllarisquiza también tiene amplia distribución a lo largo del flanco oeste, descansando discordantemente sobre sedimentos carbonatados del Jurásico Inferior.

La sedimentación del Cretáceo se caracteriza por el levantamiento en bloque, con su consecuente subsidencia, produciéndose nuevamente la transgresión marina ocupando grandes áreas sobre la cordillera occidental, llegando hasta la costa, expresada por mayores grosores de las formaciones. El flanco occidental de la cordillera oriental y parte de las altiplanicies permanecieron como un alto estructural que limitó la cuenca oriental, que podría ser corroborado por el adelgazamiento de los sedimentos calcáreos. Se caracteriza por ser margoso y calcáreo. En este flanco suceden cambios ligeros de las facies y grosor de los sedimentos, siendo el más representativo la formación Jumasha y menos definidas en la formación Celendín.

Esta sedimentación fue afectada por la tectogénesis andina y la fase compresiva, que determinaron estructuras de dominio NO-SE. La fase peruana dio lugar a la sedimentación marina carbonatada, que fue remplazada por la sedimentación continental de las capas rojas; mientras que en la fase quechua se desarrollaron amplios pliegues abiertos con dirección NO-SE. La actividad magmática es evidenciada en el Cretáceo mediante pulsaciones lávicas de naturaleza basáltica, que se encuentran en las areniscas del grupo Goyllarisquiza, en las margas calcáreas de la formación Chulec, e inter-estratificación de basaltos en la formación Jumasha (cuadrángulo de Yauyos). La dinámica de la corteza terrestre ocasionó una orogenia fuertemente compresiva que ha generado fuertes plegamientos y fallamientos inversos con sobre-escurrimientos.

Una tranquilidad tectónica permite la formación de grandes cuencas lagunares, que luego son colmatadas sobre todo por actividad volcánica del paleógeno y neógeno; ello se manifiesta en la parte sur del cuadrángulo de Yauyos, con presencia de los volcánicos Tantara, Sacsaquero, Castrovirreyna, Millotingo y Huarochirí.

Una etapa explosiva ocurre en el Neógeno – Plioceno, que tiene una paleogeografía accidentada, por lo que los depósitos volcánicos tienen variado grosor; además, el vulcanismo pliocuaternario es casi ausente en toda el área y se notan sedimentos lacustrinos depositados como consecuencia del represamiento durante la evolución del río Cañete.

2.3.1.4 Geología económica

Desde el punto de vista económico, en la RPNYC existen importantes yacimientos mineros metálicos y no metálicos, que podrían desarrollarse como proyectos económicos en el futuro. La mayor parte de los yacimientos integra la provincia polimetálica del Perú central (7°-14° S) y está relacionada en alguna forma con la actividad magnética del Mioceno, emplazada en rocas sedimentarias mesozoicas. Los metales más comunes son plomo, zinc, cobre y plata, con algo de oro.

Menos frecuentes son los yacimientos metálicos tipo estrato ligado, o por lo menos parcialmente, sin sedimentarios formados durante la diagénesis. Se trata de depósitos de zinc y a veces de cobre. En base al archivo técnico del INGEMMET, se ha obtenido información de la existencia de varios yacimientos metálicos y no metálicos.

Otro aspecto de importancia económica en la zona lo constituye la existencia de cavernas de origen cárstico. Se sabe que en la localidad de Laraos se encuentra la caverna más profunda de Sudamérica, que está ubicada a 4 400 msnm. Esta cueva es de desarrollo vertical, con un desnivel de 638 m, 150 m más profunda que la gruta Centenario, en Brasil.

En la RPNYC y en el Perú, la mejor caliza para la formación de cuevas es la formación Jumasha del Cretácico Superior, la cual está compuesta por una secuencia masiva de capas gruesas de calizas estratificadas con algo de dolomitas. En la RPNYC afloran aproximadamente 700 km² de calizas Jumasha.

2.3.2 GEOMORFOLOGÍA

2.3.2.1 Unidades geomorfológicas

a) Fondo de valle glaciar (Fvg)

Geoformas de mayor distribución en el área, se caracterizan por tener formas alargadas que atraviesan los frentes intermontañosos, marcando los principales niveles de erosión y acumulación glaciar que han ocurrido durante el Neógeno- Paleógeno en la región. En el fondo de estas unidades se han acumulado considerables volúmenes de depósitos inconsolidados que durante episodios modernos han sufrido erosión fluvio-glaciar, confundiendo con cauces torrenciales que constituyen los fondos de valle actuales.

Estos procesos recientes han reacomodado los sedimentos gruesos, formando pequeñas terrazas de material cuaternario que no han sido diferenciadas por las limitaciones en la escala de trabajo. Hacia la parte baja de la cuenca los fondos de valle son más encañonados, con sección transversal en "V", con relieves de topografía plano inclinada, con fuertes pendientes de 4 a > 15%; sujetos a la acción de procesos geodinámicos de origen hídrico como erosión fluvial, inundaciones y acumulación de sedimentos. En la parte alta los fondos de valle son más abiertos, tienen sección transversal en "U", con topografía aplanada y pendientes que van de 2 a < 8%, determinando una mayor estabilidad en estas formas. Ver cuadro 2.2 y figuras 2.1 y 2.2.



Figura 2.1: Terrazas escalonadas formadas por erosión regresiva - Localidad de Vilcas.



Figura 2.2: Valle formado por un proceso de erosión lineal en "V". Aguas abajo, el pueblo de Laraos.

Cuadro 2.2: Principales unidades geomorfológicas

ORIGEN	TIPO DE PAISAJE	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMB.	SUPERFICIE	
				ha	%
Glaciar	Glaciar	Fondo de valle glaciar	Fvg	17 580,46	7,95
Lacustre	Lacustre	Superficie plano ondulada de origen lacustre	Spol	3 235,99	1,46
		Superficie plano inclinada de origen glaciar	Spig	2 083,99	0,94
Denudacional	Glaciar	Sistema de laderas de origen glaciar fuertemente erosional	Slgfe	5 444,38	2,46
	Colinoso	Colinas intermontañosas	Coim	1 415,08	0,64
		Ladera de montaña moderadamente empinada	Lmme	11 286,54	5,10
Estructural	Montañoso	Ladera de montaña fuertemente empinada	Lmfe	17 611,44	7,96
		Vertiente montañosa moderadamente empinada	Vmme	53 013,81	23,96
		Vertiente montañosa fuertemente empinada	Vmfe	96 295,14	43,53
Otros		Cima de montaña erosional	Cme	2 839,93	1,28
		Nevados	N	6 670,89	3,01
		Lagos-lagunas		3 787,15	1,71
TOTAL				221 264,00	100,00

Fuente: Elaboración propia.

b) Superficie plano ondulada de origen lacustre (Spol)

En las partes altas de la Reserva y mayormente hacia el sector oriental, circundando cuerpos de agua en ambientes de tipo lacustre, se han mapeado geoformas plano onduladas con pendientes bajas discontinuas (2 a 8%). Fueron originadas por un rápido levantamiento de antiguas altiplanicies deprimidas, resaltando formas lacustres con diferentes dimensiones que tapizan fondos de antiguos valles glaciales y que actualmente constituyen importantes fuentes de agua para las cuencas del río Cañete y del Mantaro. Están constituidas

por sedimentos finos compuestos por arcillas y lodos de origen glaciar, determinando condiciones locales de mal drenaje (“bofedales” u “oconales”). Ver figura 2.3.

Las condiciones físicas locales y la presencia de cuerpos de agua saturando suelos superficiales y formando zonas hidromórficas, eleva el nivel de sensibilidad frente a las acciones de cualquier actividad de origen humano.

c) Superficie plano inclinada de origen glaciar (Spig)

Hacia las partes altas de las cuencas de los ríos Cañete y Cochas-Pachacayo, así como sobre las laderas de antiguos frentes morrénicos, sobresalen superficies plano inclinadas que corresponden principalmente al allanamiento de la perillanura andina y a depósitos morrénicos y periglaciares parcialmente disectados. Se caracterizan por sus fuertes pendientes, que van de 8 a > 25%, y actualmente constituyen superficies de erosión fluvio-glaciar con gran aporte de sedimentos hacia las partes bajas.

Estas geoformas limitan con laderas y vertientes montañosas desde donde provienen sedimentos de origen fluvio-glaciar; son alargadas en el sentido de la pendiente general del terreno y presentan moderada estabilidad física. Ver figura 2.4.



Figura 2.3: Laguna formada por procesos glaciares o glaci-lacustre en sedimentación, en la parte alta de Laraos.



Figura 2.4: Proceso de remoción de masas o desplazamiento por gravedad, en la parte alta de Tanta.

d) Sistema de laderas de origen glaciar fuertemente erosional (Slgfe)

En el sector norte de la RPNYC y sobre la margen izquierda del río Pachacayo se ha identificado una amplia superficie inclinada erosional con fuerte pendiente (8 a > 25%). Esta se encuentra limitada por laderas y vertientes montañosas muy empinadas, cuyos ejes de disección gobiernan el acelerado proceso de erosión en las partes bajas.

Estas geoformas también son alargadas en el sentido de la pendiente dominante, tienen moderada estabilidad física y se han formado por un lento proceso de erosión sobre antiguas rocas volcánicas e intrusivas, donde la erosión hídrica ha modelado superficies homogéneas sobre antiguas formas colinosas.

e) Colinas intermontañas (Coim)

Sobre el sector sur de la RPNYC y distribuidos en forma aislada en las partes altas de la cuenca del río Cañete, se han mapeado geofomas positivas de reducida dimensión, conformando colinas altas onduladas, limitadas por laderas y vertientes montañosas.

Estas geofomas se han originado por denudación de antiguos frentes montañosos durante el último período de levantamiento de los Andes, donde las condiciones de fuerte intemperismo y meteorización han labrado formas con cimas subredondeadas y laderas con pendientes de 25 a 50%, con alturas que alcanzan hasta 250 m sobre la base local. Estas formas son muy reducidas en el área de estudio y constituyen unidades de moderada a buena estabilidad física, con frecuente exposición del substrato rocoso que alternan con extensas cubiertas morrénicas y coluviales de carácter periglacial.

f) Ladera de montaña moderadamente empinada (Lmme)

Hacia las partes altas de la cuenca y formando parte de los frentes glaciares en franco proceso de retroceso, se han identificado laderas montañosas con cimas inclinadas y alturas que sobrepasan los 300 m con relación a la base local. Se distribuyen con cierta amplitud en los flancos de la cuenca y se caracterizan por tener un relieve poco accidentado, con pendientes de 25 a 50%, labrados sobre litología variada, con moderada resistencia a la erosión.

Estas unidades se han formado por orogénesis andina, afectada por un intenso tectonismo local, lo cual se manifiesta en las grandes estructuras y plegamientos que han configurado estos territorios. Los niveles de erosión diferencial han dado lugar a la formación de quebradas de diferente longitud, formando valles poco profundos y laderas cubiertas con depósitos coluvio aluviales.

g) Ladera de montaña fuertemente empinada (Lmfe)

Geofomas similares a las anteriores pero diferenciadas por tener un relieve más accidentado y presencia de procesos erosivos de mayor intensidad. Las elevaciones alcanzan de 300 a 500 m sobre la base local, con pendientes elevadas por encima del 50%. Se distribuyen con mayor amplitud sobre la cuenca media y baja, cubriendo los flancos en forma longitudinal al eje del río Cochabamba-Pachacayo y la cuenca alta del río Cañete.

El clima en estos ambientes es frígido y semihúmedo, con superficies coluvio aluviales que alternan con formaciones rocosas con fuerte intemperismo; presentan escurrimiento difuso en surcos y cárcavas frecuentes, derrumbes y deslizamientos que pueden ser de gran magnitud.

h) Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vmme)

Limitando la divisoria de cuenca y con amplia distribución en el área de estudio, se han mapeado geofomas elevadas por encima de los 500 m entre la cima y la base local. Estas se han originado por el rápido levantamiento orogénico de la Cordillera de los Andes sobre rocas volcánicas e intrusivas sometidas a intensos procesos de erosión fluvio-glacial.

Estas unidades se caracterizan por sus formas alargadas con relieves medianamente accidentados y pendientes comprendidas entre 50 y 75%, que describen grandes ambientes montañosos con suelos superficiales donde se observa frecuente exposición del substrato rocoso.

i) Vertiente montañosa fuertemente empinada (Vmfe)

Geoformas de gran distribución en el área, se encuentran cubriendo grandes sectores de la parte media y alta de la RPNYC, describiendo unidades fuertemente accidentadas. Se caracterizan por presentar formas prominentes con pendientes que van de 50 a > de 75%, con numerosos escarpes verticales. Con frecuencia la magnitud del relieve sobrepasa los 1 000 m entre la cima y base de las elevaciones, donde se aprecia grandes superficies puramente rocosas desprovistas de suelos, con elevado grado de disección.

Estas geoformas tienen origen tectónico y han sido labradas sobre rocas volcánicas e intrusivas con elevado nivel de resistencia a la erosión. Las características del relieve indican baja a moderada estabilidad física, debido a la ocurrencia de procesos erosivos de origen fluvio-glaciar e hídrico gravitacional. Por lo general en las partes altas o cabeceras de las vertientes el drenaje es denso y ocurren con frecuencia movimientos en masa, derrumbes y erosión hídrica superficial, notándose que las principales quebradas son paralelas unas a otras.

j) Cima de montaña erosional (Cme)

Unidades de reducida extensión y caracterizadas mayormente por un elevado nivel de estabilidad, identificadas en las partes bajas y altas de la RPNYC. Constituyen geoformas allanadas en la cima de montañas de baja altura, originadas por denudación de antiguos frentes glaciares, conformando en la actualidad superficies onduladas a plano onduladas, con algunas depresiones ocupadas por pequeñas lagunas, como se aprecia en las partes altas del área de estudio.

k) Nevados (N)

Picos montañosos cubiertos permanentemente por cuerpos de hielo han sido mapeados con la denominación de nevados. Estos se ubican en la parte alta de la RPNYC, por encima de los 5 000 msnm, conformando glaciares tropicales de configuración montañosa; actualmente están afectados por efectos de variación de temperatura, que viene originando un acelerado retroceso del nivel de la masa de hielo.

2.3.2.2 Procesos geodinámicos

Los procesos de geodinámica externa en la RPNYC han jugado y juegan un papel muy importante en el modelado de las formas actuales. La presencia de unidades litológicas con diferente resistencia a la erosión, las condiciones climáticas con visibles cambios de temperatura acompañados de fuertes precipitaciones, y la presencia de grandes masas de hielo conformando nevados que además soportan los cambios derivados del calentamiento global, constituyen agentes externos que lentamente van modificando el paisaje. Dejando en algunos lugares huellas visibles de un acelerado proceso de erosión y acumulación de sedimentos, originan nuevos espacios que son utilizados por los habitantes del lugar, como se puede apreciar en los fondos de valle y laderas de montaña donde se emplazan los principales centros urbanos.

Hacia las partes bajas de la cuenca, sobre quebradas que drenan sus aguas hacia el río Cañete, se han podido identificar procesos temporales de baja magnitud, siendo los más frecuentes aquellos originados por acción hídrica directamente sobre los cauces existentes, manifestándose como inundaciones, erosión de riberas y asentamientos locales, por inestabilidad de taludes. También otros de origen hídrico-gravitacional que ocurren en laderas de montaña con fuerte pendiente, donde las condiciones climáticas con fuerte precipitación

favorecen la presencia de derrumbes y deslizamientos en masa. A continuación se describen algunos de estos procesos:

a) Origen hídrico

Las inundaciones: Han sido identificadas en la parte baja y alta de la RPNYC, sobre pequeñas terrazas que forman parte de áreas agrícolas con uso temporal a lo largo de los ríos Cañete y Cochabamba-Pachacayo. Se manifiestan con mayor intensidad durante las épocas de avenida, invadiendo sectores próximos a los cauces, siendo fácilmente controlables debido a la baja magnitud y poco uso del territorio (ver figura 2.5).

Socavamiento y erosión de riberas: La erosión fluvial en las riberas es muy localizada, donde la acción de las corrientes sobrecargadas de materiales desgasta la base de las orillas facilitando la caída de las partes altas. Este proceso ha sido observado en algunos sectores dentro del área de influencia de obras civiles como la presa Carhuacocha, y puede ser controlado mediante programas de estabilización de taludes (ver figura 2.6).



Figura 2.5: Terrazas aluviales en dinámica por erosión lateral, que requieren defensas ribereñas, cerca a Canchayllo y confluencia con el río Cochabamba.



Figura 2.6: Canal de desagüe de la presa Carhuacocha, destacando procesos de origen hídrico con erosión regresiva en la base de los taludes.

b) Origen gravitacional

Derrumbes y deslizamientos antiguos: Estos procesos han sido identificados sobre laderas de montañas con fuerte pendiente y donde la litología medianamente resistente se encuentra sometida a fuerte acción del intemperismo y meteorización. En algunos sectores son visibles las huellas de antiguos deslizamientos originados por control estructural al levantarse la cordillera occidental, que actualmente caracterizan el paisaje regional; en otros sectores se han podido identificar amplios taludes con depósitos de coluvios que lentamente se reacomodan, constituyendo unidades con baja estabilidad. Cerca a la localidad de Laraos sobresale un proceso de importancia, como se observa en la Figura 2.7.

c) Origen glaciar

En las cimas de las montañas, arriba de 5 000 msnm, se han observado significativas masas de hielo formando nevados que constituyen una importante fuente de recursos hídricos en la cuenca. Los cambios de

temperatura derivados del calentamiento global han originado un rápido retroceso de estos frentes, dando como resultado la acumulación de depósitos morrénicos que se desplazan en favor de la pendiente; asimismo, la pérdida de masas de hielo origina torrentes hídricos que son retenidos en pequeños cuerpos de agua formando lagunas altoandinas, y en otros casos, discurren longitudinalmente hacia las partes bajas, constituyendo los principales tributarios de los ríos Cañete y Cochas-Pachacayo, con arrastre de sedimentos gruesos durante las épocas de avenida. Ver figura 2.8.



Figura 2.7: Proceso de remoción de masas por solifluxión en el flanco derecho del pueblo de Laraos. Actualmente es un depósito con geodinámica activa.



Figura 2.8: Serie de depósitos de morrenas listonadas o determinando especie de surcos, dando lugar a una superficie rugosa en cuyas partes laterales se alzan. Cerca de Tanta.

d) Estabilidad geodinámica

Desde el punto de vista de la estabilidad física, en la RPNYC se pueden establecer tres ambientes bien diferenciados: una zona de altiplanicies con geformas denudadas donde sobresalen superficies plano inclinadas y plano onduladas, rodeadas de frentes montañosos dominantes con topografía muy accidentada, donde los niveles de erosión son intensos pero poco notables por la baja densidad de ocupación del territorio, determinando una moderada estabilidad física del área; una zona bajoandina que comprende la parte media y baja de la cuenca del río Cañete, donde la topografía es más accidentada, con valles profundos encañonados y laderas con fuertes pendientes, donde la erosión es más lenta debido a la alta resistencia física de unidades litológicas dominantes (volcánicas e intrusivas); y finalmente, un reducido fondo de valle con mayor actividad geodinámica, con bajos niveles de estabilidad, donde los agentes hídrico-meteorológicos constituyen los factores de mayor importancia debido a los cambios bruscos en los niveles de escorrentía y procesos locales de erosión hídrica durante los períodos de mayor precipitación.

En general, las condiciones de moderada estabilidad geodinámica en relación al uso del territorio y el alto valor económico que significa la RPNYC como recurso natural, nos lleva a estimar que el área puede ser calificada con sensibilidad ambiental moderada a alta. Condiciones que se deben tener en cuenta durante el planeamiento y ejecución de proyectos de aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la zona. Ver figura 2.9.



Figura 2.9: Atractiva geoforma en terraza erosional regresiva (o probablemente por endicamiento natural). Cauce del río Cañete.

2.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las diferentes unidades litológicas existentes en la RPNYC tienen edades que varían desde el Jurásico al Cuaternario Reciente. Importantes secuencias sedimentarias han sido cubiertas por secuencias volcánicas del Terciario, parte de las cuales se encuentran en proceso de erosión por intemperismo y meteorización.
2. Las rocas intrusivas están integradas por unidades que van del Cretáceo hasta el Paleógeno Eoceno, siendo la litología general afloramientos importantes de granodioritas, dioritas y monzonitas, intercalados con derrames volcánicos de dacitas, riolitas y andesitas.
3. Las características geomorfológicas indican la predominancia de ambientes montañosos con gran desarrollo orogénico, conformando laderas y vertientes montañosas con topografía muy accidentada, disectadas fuertemente por cauces y valles profundos de reducidas extensiones, donde se encuentran asentados los principales centros urbanos de la zona.
4. Los procesos de geodinámica externa juegan un papel importante en el modelado del paisaje de la RPNYC, siendo los más representativos los de origen glaciar, con grandes frentes morrénicos que acumulan material detrítico sobre las laderas, y los de origen hídrico-gravitacional, que arrastran y depositan sedimentos finos y gruesos hacia el fondo de las quebradas.
5. Los valles encañonados, las cataratas sobre depósitos calcáreos y las altiplanicies con bofedales constituyen elementos de gran atractivo turístico.
6. Realizar estudios de mayor detalle de la geomorfología con la finalidad de tomar medidas de protección y conservación del paisaje natural y cultural.

7. Desarrollar programas de protección de taludes y de recuperación de laderas con sistema de andenería que se encuentra en proceso de deterioro.
8. Promover programas de reforestación con especies nativas, con la finalidad de contrarrestar las condiciones de vulnerabilidad física y resaltar el potencial paisajístico natural.
9. Velar por el manejo racional de los proyectos de exploración minera con la finalidad de minimizar los impactos negativos, principalmente en el agua.

CAPÍTULO III

HIDROLOGÍA

3.1 OBJETIVOS

1. Determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca alta del río Cañete y del Cochas-Pachacayo.
2. Elaborar un modelo digital para la generación de descargas.
3. Descripción cualitativa y cuantitativa de las características hidrológicas de la cuenca del río Cañete (parte alta) y de parte de la cuenca del río Cochas-Pachacayo.
4. Contribuir a la mejor gestión de los recursos hídricos en la parte alta de la cuenca del río Cañete y en la cuenca del río Cochas-Pachacayo.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Observación sistemática

La observación sistemática consiste en la percepción de fenómenos que se presentan espontáneamente, y se ha utilizado para:

1. Conocer el comportamiento hidrológico, o de funcionamiento, de la cuenca hidrográfica del río Cañete (parte alta) como un sistema natural de colección de recursos hídricos, y de la cuenca del río Cochas-Pachacayo como un sistema alterado, por el almacenamiento de agua por los reservorios, siendo necesario transformar las descargas alteradas a descargas naturales.
2. Conocer las características de la cuenca según sus parámetros geomorfológicos, que junto a la observación de su cobertura vegetal y suelos en general, ha conllevado a la validación de diferentes medidas, como por ejemplo el coeficiente de escorrentía.
3. Evaluar e inventariar las principales fuentes de agua superficial existentes en las cuencas estudiadas (nevados, lagunas, ríos, manantiales).
4. Identificar y evaluar a los usuarios de agua consuntivos y no consuntivos.

3.2.2 Entrevistas

La entrevista, como método de recolección de datos, consiste en solicitar al entrevistado una serie de datos que luego son ordenados y analizados; esto nos ha permitido conocer:

1. Características de la gestión en cuanto al uso de los recursos hídricos en las cuencas en estudio.
2. Magnitud y cronología de suceso de los eventos hidrológicos.
3. Operación de las estaciones hidrometeorológicas en el ámbito de la cuenca.

3.2.3 Recolección de información básica

Se recopiló información temática de interés y datos básicos como: información cartográfica, información hidrometeorológica, información censal y socioeconómica, y diagnóstico de las cuencas en estudio (contenido en estudios realizados anteriormente):

3.2.3.1 Información cartográfica

1. Carta Nacional del IGN, escala 1:100 000, de los siguientes cuadrantes:

24-K: Suitucancho-Canchayllo;

24-L: Canchayllo;

25-K: San Lorenzo de Quinti, Tanta;

25-L: Tanta, Huancaya, Vitis, Miraflores, Carania, Laraos, Alis, Tomas.

2. Mapa de delimitación administrativa, escala 1:100 000, de la Autoridad Local del Agua (ALA):

Mala-Omas-Cañete;

Mantaro.

3. Mapas temáticos de la cuenca del río Cañete, de la ONERN (1970):

Hidrológico y de transportes (1:200 000);

Grandes grupos de suelos y capacidad de uso (1:300 000);

Ecológico (1:300 000);

Geológico (1:300 000).

3.2.3.2 Información hidrometeorológica

La información básica recopilada inicialmente proviene del SENAMHI, en formato digital.

Las estaciones hidrometeorológicas, sus características básicas de ubicación, así como los períodos de información disponible, se muestran en los cuadros 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y en la figura 3.1, relacionados a las cuencas de los ríos Cañete, parte alta, y Cochas-Pachacayo, respectivamente.

Cuadro 3.1: Estaciones hidrometeorológicas en la cuenca alta del río Cañete

N°	NOMBRE DE ESTACION	CÓDIGO ESTACION	CUENCA	TIPO ESTACION	INICIO FUNC.	FIN FUNC.	AÑOS DE OBSERV.	UBICACIÓN POLÍTICA			UBIC. GEOGRÁFICA			INSTITUC. RESPONS.	OBSERV.
								Depto.	Prov.	Dist.	Lat.	Long.	Alt.		
1	HUAÑEC	156103	Mala	PLU	1989	2008	20	LIMA	YALUYOS	HUAÑEC	12° 17' 39.64"	76° 8' 19.82"	3205	SENAMHI	FUNCIONANDO
2	SUNGA	155164	Cañete	PLU	1948	1968	20	LIMA	YALUYOS	ALIS	12° 16' 0.00"	75° 42' 0.00"	3850	SENAMHI	CERRADO
3	YALURICOCHA	155430	Cañete	PLU	1989	2008	20	LIMA	YALUYOS	ALIS	12° 18' 59.30"	75° 43' 21.50"	4675	SENAMHI	FUNCIONANDO
4	TANTA	156106	Cañete	PLU	1989	2008	20	LIMA	YALUYOS	TANTA	12° 7' 0.00"	76° 1' 0.00"	4323	SENAMHI	FUNCIONANDO
5	VILCA	156111	Cañete	PE	1989	2008	20	LIMA	YALUYOS	HUANCAYA	12° 6' 52.60"	75° 49' 34.30"	3864	SENAMHI	FUNCIONANDO
6	SIRIA	155168	Cañete	PLU	1948	1968	20	LIMA	YALUYOS	TOMAS	12° 14' 0.00"	75° 44' 0.00"	3800	SENAMHI	CERRADO
7	TOMAS	155169	Cañete	PLU	1980	1989	10	LIMA	YALUYOS	TOMAS	12° 14' 0.00"	75° 45' 0.00"	3542	SENAMHI	CERRADO
8	CARANIA	156109	Cañete	PE	1989	2008	20	LIMA	YALUYOS	CARANIA	12° 20' 39.80"	75° 52' 19.70"	3875	SENAMHI	FUNCIONANDO
9	HUANTAN	156112	Cañete	PLU	1971	1990	20	LIMA	YALUYOS	HUANTAN	12° 27' 0.00"	75° 49' 0.00"	3272	SENAMHI	CERRADO
10	YALUYOS	636	Cañete	CO	1984	2008	20	LIMA	YALUYOS	COLONIA	12° 29' 30.40"	75° 54' 30.40"	2327	SENAMHI	FUNCIONANDO
11	HUANGASCAR	156110	Cañete	PE	1964	2004	41	LIMA	YALUYOS	HUANGASCAR	12° 53' 54.80"	75° 50' 1.20"	2533	SENAMHI	FUNCIONANDO
12	SOCSI	6230	Cañete	PE	1964	2004	41	LIMA	CAÑETE	LUNAHUANA	13° 1' 42.00"	76° 11' 40.30"	500	SENAMHI	FUNCIONANDO

Fuente: SENAMHI

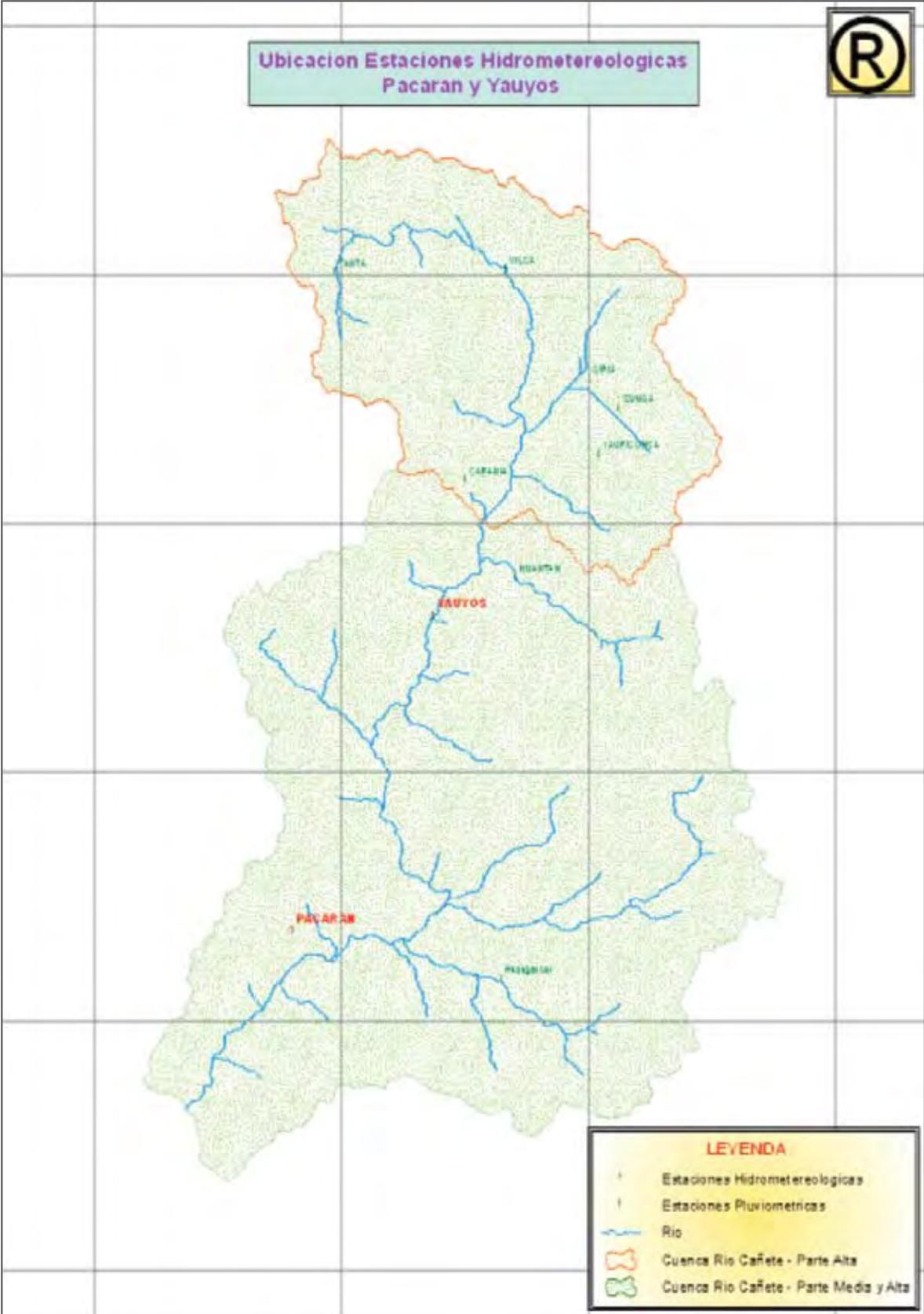


Figura 3.1: Ubicación de estaciones hidrometeorológicas Pacarán y Yauyos.

3.2.4.1 Temperatura

Los datos de temperatura registrados en las estaciones meteorológicas de Pacarán y Yauyos se muestran en los cuadros 3.6 y 3.7, así como en las figuras 3.2 y 3.3. Los valores de temperatura promedio mensuales para las estaciones de Pacarán y Yauyos son de 20,7 y 17,6 °C, respectivamente.

La distribución anual de la temperatura mensual para la estación de Pacarán muestra valores de temperaturas máximas en los meses de enero a abril, mientras que la distribución a una mayor altitud, controlada por la estación de Yauyos, muestra un comportamiento inverso, es decir, mayores valores de la temperatura en los meses de setiembre a noviembre.

Cuadro 3.6: Temperatura (°C) – Estación Pacarán (1995-2000)

T°	AÑO PROMEDIO												PROM. ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	24,2	25,0	25,0	23,8	20,9	19,5	19,2	19,0	20,0	20,5	20,9	22,8	21,7
Mínima	21,8	22,9	23,2	22,2	19,9	16,5	16,0	17,0	18,6	19,5	19,7	21,5	19,9
Media	23,0	24,0	24,1	23,0	20,4	18,0	17,6	18,0	19,3	20,0	20,3	22,2	20,8

Fuente: SENAMHI

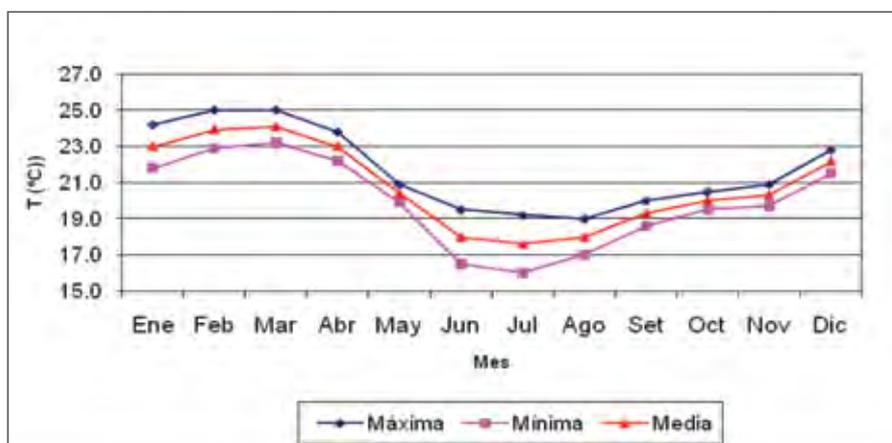


Figura 3.2: Temperatura media mensual – Pacarán.

Cuadro 3.7: Temperatura (°C) – Estación Yauyos (1995-2000)

T°	AÑO PROMEDIO												PROM. ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	18,6	18,9	18,3	18,7	18,6	17,9	18,7	18,3	17,9	18,6	18,8	18,8	18,5
Mínima	15,6	16,5	16,6	16,9	17,1	16,6	16,9	17,5	17,3	17,1	17,1	17,3	16,9
Media	17,1	17,4	17,5	17,5	17,7	17,1	17,5	17,8	17,7	18,1	17,9	17,8	17,6

Fuente: SENAMHI

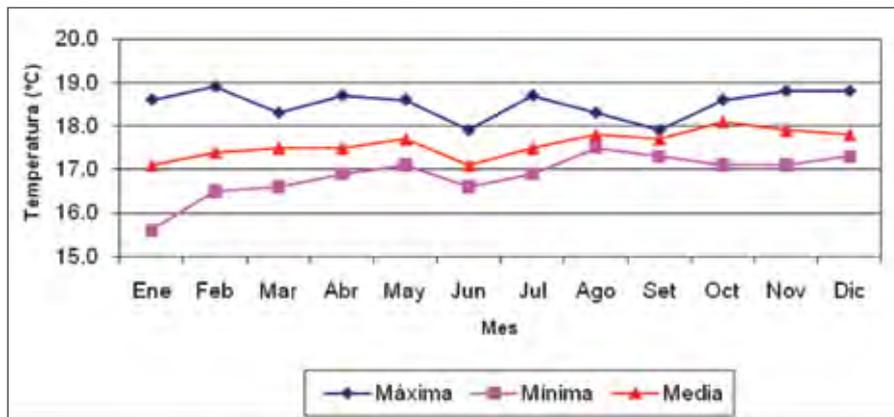


Figura 3.3: Temperatura media mensual – Yauyos.

3.2.4.2 Evaporación

Este parámetro también es registrado en las estaciones meteorológicas de Pacarán y Yauyos, a través de tanques evaporímetros tipo A. Los datos mostrados en los cuadros 3.8 y 3.9, así como su distribución anual en las figuras 3.4 y 3.5, muestran una variabilidad de la evaporación total mensual a lo largo del año (para un año promedio histórico) semejante a la temperatura; es decir, en zonas bajas (Pacarán) mayores valores, del orden de los 125 mm/mes, en los meses de diciembre a abril, mientras que en zonas de mayor altitud (Yauyos) el fenómeno se invierte, con máximas evaporaciones mensuales promedio del orden de los 150 mm en los meses de julio a octubre.

A escala anual, la evaporación total acumulada tiene los siguientes valores promedios históricos: 1 332,8 mm y 1 407,9 mm para las estaciones de Pacarán y Yauyos, respectivamente. La distribución espacial de la evaporación muestra una variación directamente proporcional a la altitud debido a la inversión de la distribución anual de este parámetro.

Cuadro 3.8: Evaporación (mm) – Estación Pacarán (1995-2000)

mm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	177,3	159,9	183,4	159,7	153,4	118,9	112,2	135,9	145,8	189,5	188,4	184,4	1 908,8
Minima	70,9	80,2	87,6	85,2	79,5	60,3	61,2	58,7	82,4	80,7	84,0	74,5	905,2
Media	124,1	120,1	135,5	122,5	116,5	89,6	86,7	97,3	114,1	135,1	136,2	129,5	1 407,0

Fuente: SENAMHI

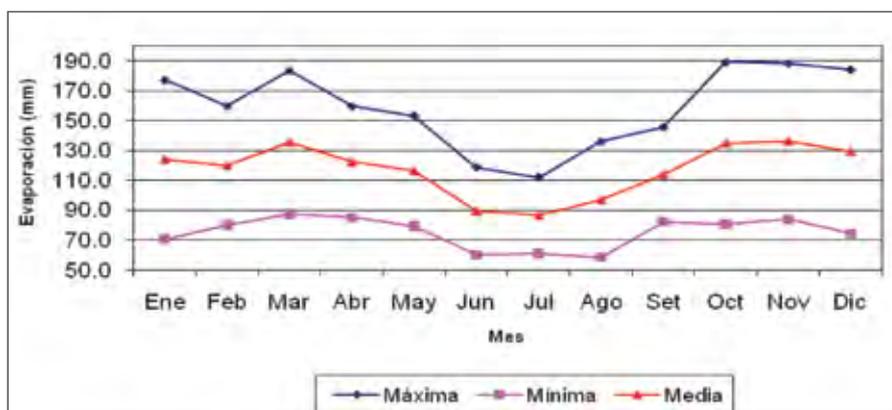


Figura 3.4: Evaporación total mensual – Pacarán.

Cuadro 3.9: Evaporación (mm) – Estación Yauyos (1995-2000)

mm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	150,2	137,0	124,8	148,7	162,2	168,1	193,4	202,1	175,5	167,4	163,4	157,0	1 949,8
Minima	36,1	21,3	23,7	34,1	76,8	74,6	84,2	121,1	118,9	106,7	102,5	54,9	854,9
Media	93,2	79,2	74,3	91,4	119,5	121,4	138,8	161,6	147,2	137,1	133,0	106,0	1 402,4

Fuente: SENAMHI

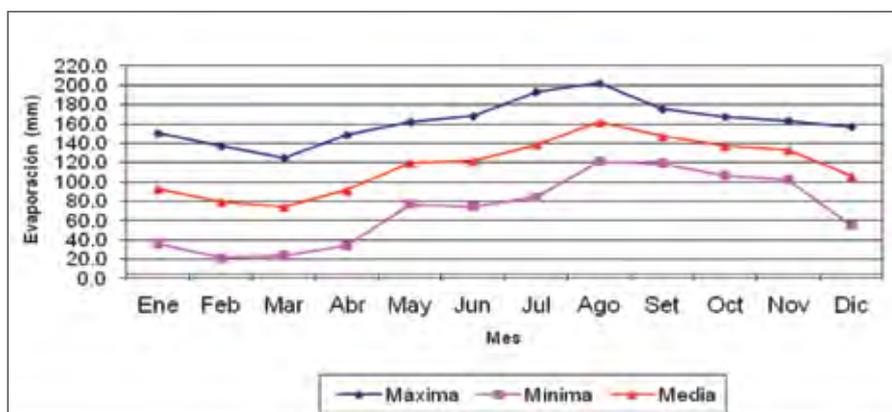


Figura 3.5: Evaporación total mensual – Yauyos.

3.2.4.3 Humedad relativa

La humedad relativa media mensual es controlada por las estaciones de Pacarán y Yauyos. El valor máximo registrado en la estación de Pacarán corresponde al mes de junio, con 85%, y el valor mínimo de 70%, el mes de febrero. Los datos procedentes de la estación de Yauyos, ubicada a una mayor altitud, muestran un comportamiento inverso a esta distribución: registros máximos (87%) en los meses de diciembre a marzo (coincidente con el período anual lluvioso) y menores humedades relativas (84%) en los meses de julio a setiembre. Ver cuadros 3.10 y 3.11, así como las figuras 3.6 y 3.7.

Cuadro 3.10: Humedad relativa (%) – Estación Pacarán (1995 - 2000)

%	AÑO PROMEDIO												PROM. ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	84,0	81,0	78,0	79,0	81,0	85,0	83,0	83,0	80,0	78,0	81,0	81,0	81,2
Mínima	73,0	70,0	71,0	72,0	78,0	80,0	80,0	78,0	76,0	72,0	70,0	72,0	74,3
Media	78,5	75,5	74,5	75,5	79,5	82,5	81,5	80,5	78,0	75,0	75,5	76,5	77,8

Fuente: SENAMHI

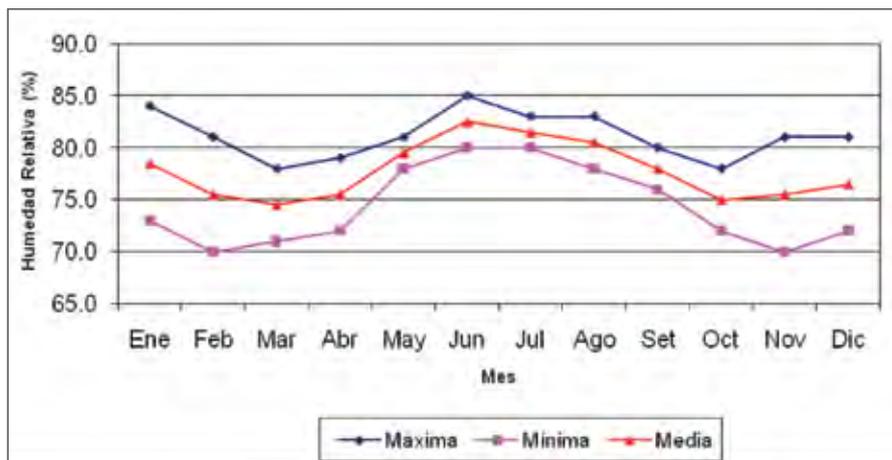


Figura 3.6: Humedad relativa mensual – Pacarán.

Cuadro 3.11: Humedad relativa (%) – Estación Yauyos (1995 - 2000)

%	AÑO PROMEDIO												PROMEDIO ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	92,0	90,0	91,0	89,0	89,0	89,0	86,0	92,0	85,0	87,0	87,0	89,0	88,8
Mínima	86,0	87,0	86,0	87,0	85,0	82,0	81,0	83,0	84,0	83,0	84,0	84,0	84,3
Media	89,0	88,5	88,5	88,0	87,0	85,5	83,5	87,5	84,5	85,0	85,5	86,5	86,6

Fuente: SENAMHI

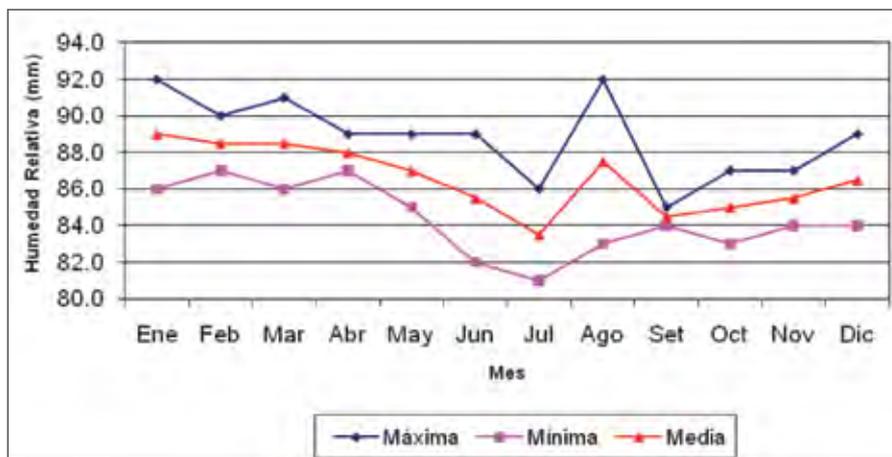


Figura 3.7: Humedad relativa mensual – Yauyos.

3.2.4.4 Velocidad y dirección del viento

En la cuenca del río Cañete la velocidad y dirección del viento son registradas en las estaciones meteorológicas de Cañete, Pacarán y Yauyos. En general, para un año promedio, la distribución de la velocidad media del viento es similar en las estaciones de Cañete y Pacarán, con valores que varían de 2,0 a 3,5 m/s. La velocidad media del viento en la estación de Yauyos varía de 1,2 a 3,0 m/s. En las tres estaciones meteorológicas (Cañete, Pacarán y Yauyos), los registros máximos de viento se dan a las 13:00 horas, con una dirección preferente SO, SO-NE, y SO respectivamente. Ver cuadros 3.12 y 3.13, así como las figuras 3.8 y 3.9.

Cuadro 3.12: Velocidad del viento (m/s) – Estación Pacarán (1995 - 2000)

m/s	AÑO PROMEDIO												PROMEDIO ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	3,0	3,3	3,3	3,0	2,7	2,6	2,6	2,9	3,1	3,0	3,3	4,3	3,1
Mínima	2,0	2,0	2,0	2,3	1,7	1,3	1,3	1,7	2,0	2,2	2,3	2,7	2,0
Media	2,5	2,7	2,7	2,7	2,2	2,0	2,0	2,3	2,6	2,6	2,8	3,5	2,5

Fuente: SENAMHI

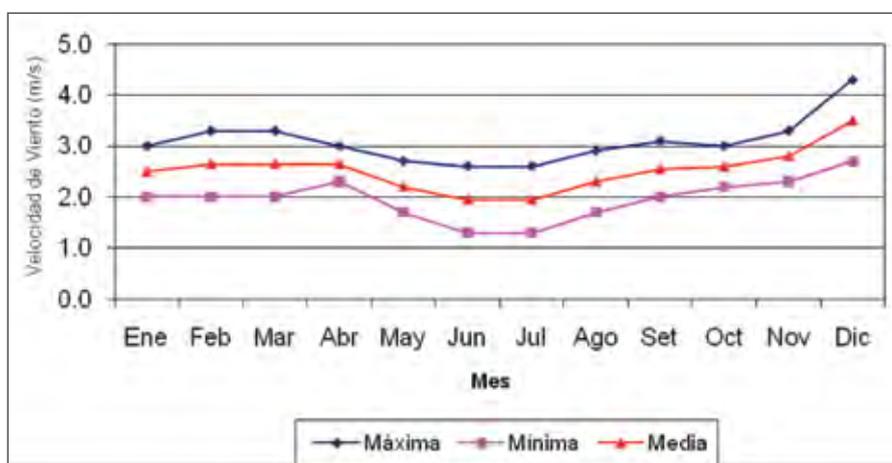


Figura 3.8: Velocidad del viento (m/s) – Estación Pacarán.

Cuadro 3.13: Velocidad del viento (m/s) – Estación Yauyos (1995 - 2000)

m/s	AÑO PROMEDIO												PROMEDIO ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	1,7	2,0	2,0	2,7	2,7	2,7	4,3	3,0	2,3	3,3	2,3	2,7	2,6
Mínima	1,3	0,3	1,0	1,7	2,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,3	2,0	1,3	1,5
Media	1,5	1,2	1,5	2,2	2,4	2,2	3,0	2,4	2,0	2,3	2,2	2,0	2,1

Fuente: SENAMHI

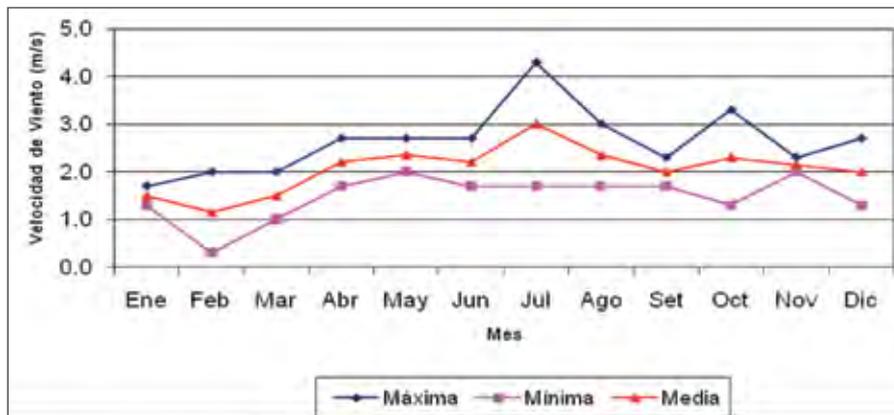


Figura 3.9: Velocidad del viento (m/s) – Estación Yauyos.

3.2.4.5 Horas de sol

Para el presente estudio se ha tomado el registro de las horas de sol de la estación meteorológica de Pacarán, que muestra valores más altos entre los meses de julio a noviembre (250 h/mes) y menores valores (130 – 170 h/mes) en los meses de diciembre a marzo. El total anual de horas acumuladas de la estación de Pacarán es de 2 483,5 h/año. Ver cuadro 3.14 y figura 3.10.

Cuadro 3.14: Horas de sol promedio – Estación Pacarán (1995 - 2000)

H	AÑO PROMEDIO												PROMEDIO ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Máxima	6,0	4,8	5,2	7,5	8,0	7,6	8,2	8,4	8,6	8,5	8,6	6,4	7,3
Mínima	2,5	3,3	4,8	6,0	7,4	5,1	7,2	7,6	8,2	7,8	8,1	4,5	6,0
Media	4,2	4,0	5,0	6,7	7,7	6,4	7,7	8,0	8,4	8,1	8,4	5,4	6,7

Fuente: "Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Cañete"

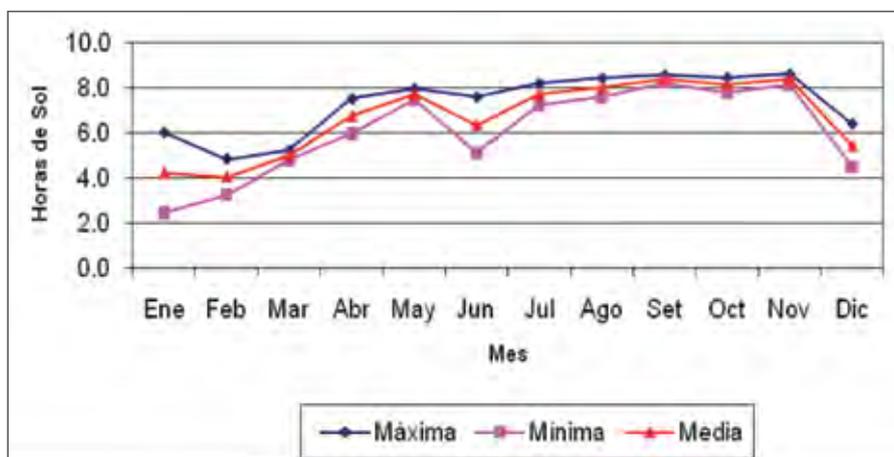


Figura 3.10: Horas de sol promedio - Estación Pacarán.

3.2.5 Determinación de caudales

Para la determinación de caudales se utilizó el modelo matemático desarrollado por el experto Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana, entre los años 1979-1980, en el marco de la Cooperación Técnica de la República de Alemania, a través del Plan Meris II. Este modelo hidrológico es combinado, porque cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance hídrico - Modelo determinístico), y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso markoviano - Modelo estocástico).

Conocida la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración los parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas que pueden ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de: precipitación efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas. Los procedimientos que se han seguido en la implementación del modelo son:

- Cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escurrimiento promedio.
- Establecimiento de un conjunto de modelos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en cuencas sin información hidrométrica. En base a lo anterior se realiza el cálculo de los caudales necesarios.
- Calibración del modelo y generación de caudales extendidos por un proceso markoviano combinado de precipitación efectiva del mes con el caudal del mes anterior.

Este modelo fue implementado para pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y, posteriormente, extendiéndose su uso a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad, etc). Los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

Para la aplicación del modelo se han utilizado las ecuaciones que a continuación se describen:

3.2.5.1 Ecuación del balance hídrico

La ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes es la siguiente [Fischer] :

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i$$

Donde:

- CM_i = Caudal mensual (mm/mes)
- P_i = Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)
- D_i = Déficit de escurrimiento (mm/mes)
- G_i = Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)
- A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Asumiendo que:

- Para períodos largos (en este caso, 1 año), el gasto y abastecimiento de la retención tienen el mismo valor, es decir, $G_i = A_i$.
- Para el año promedio, una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación.

Reemplazando (P-D) por (C*P), y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a m³/s), la ecuación anterior se convierte en:

$$Q = c' * C * P * AR$$

Que es la expresión básica del método racional.

Donde:

- Q = Caudal (m³/s)
- c' = coeficiente de conversión del tiempo (mes/segundo)
- C = Coeficiente de escurrimiento
- P = Precipitación total mensual (mm/mes)
- AR = Área de la cuenca (m²)

3.2.5.2 Coeficiente de escurrimiento:

Se ha considerado el uso de la fórmula propuesta por L. Turc:

$$C = \frac{P - D}{P}$$

Donde:

- C = Coeficiente de escurrimiento (mm/año)
- P = Precipitación total anual (mm/año)
- D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

Para la determinación de D se utiliza la ecuación:

$$L = 300 + 25(T) + 0.05(T)^3$$

Siendo:

- L = Coeficiente de temperatura
- T = Temperatura media anual (°C)

Dado que no se ha podido obtener una ecuación general del coeficiente de escurrimiento para toda la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur:

$$\begin{aligned} \tilde{C} &= 3.16 E12 (P^{-0.571}) (EP^{-3.686}) \quad r = 0.96 \\ \tilde{D} &= -1380 + 0.872(P) + 1.032(EP) \quad r = 0.96 \end{aligned}$$

Donde:

- C = Coeficiente de escurrimiento
- D = Déficit de escurrimiento (mm/año)
- P = Precipitación total anual (mm/año)
- EP = Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)
- r = Coeficiente de correlación

La evapotranspiración potencial se ha determinado por la fórmula de Hargreaves:

$$EP = 0.0075(RSM)(TF)(FA)$$

$$RSM = 0.075(RA) \left(\frac{n}{N} \right)$$

$$FA = 1 + 0.06(AL)$$

Donde:

- RSM = Radiación solar media
- TF = Componente de temperatura
- FA = Coeficiente de corrección por elevación
- TF = Temperatura media anual (°F)
- RA = Radiación extraterrestre (mm H₂O/año)
- (n/N) = Relación entre insolación actual y posible (%)
- 50% (estimación en base a los registros)
- AL = Elevación media de la cuenca (km)

Para determinar la temperatura anual se toma en cuenta el valor de los registros de las estaciones y el gradiente de temperatura de -5,3 °C / 1000 m, determinado para la sierra.

3.2.5.3 Precipitación efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva se supone que los caudales promedio observados en la cuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escurrimiento.

Para fines hidrológicos se toma como precipitación efectiva la parte de la precipitación total mensual que corresponde al déficit según el método del USBR (precipitación efectiva hidrológica es la antítesis de la precipitación efectiva para los cultivos).

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5$$

Donde:

- PE = Precipitación efectiva (mm/mes)
- P = Precipitación total mensual (mm/mes)
- a_i = Coeficiente del polinomio

A continuación se muestran los valores límites de la precipitación efectiva y los tres juegos de coeficientes que permiten alcanzar por interpolación valores de C, comprendidos entre 0,15 y 0,45.

Curva I:

$$PE = P - 120,6 \text{ para } P > 177,8 \text{ mm/mes}$$

Curva II:

$$PE = P - 86,4 \text{ para } P > 152,4 \text{ mm/mes}$$

Curva III:

$$PE = P - 59,7 \text{ para } P > 127,0 \text{ mm/mes}$$

Coefficientes para el cálculo de la precipitación efectiva:

	Curva I	Curva II	Curva III
a0	-0,018	-0,021	-0,028
a1	-0,01850	+0,1358	+0,2756
a2	+0,001105	-0,002296	-0,004103
a3	-1204 E-8	+4349 E-8	+5534 E-8
a4	+144 E-9	- 89,0 E-9	+124 E-9
a5	-285 E-12	-879 E-13	-142 E-11

De esta forma es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y la precipitación total:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P}$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación total anual

$$\sum_{i=1}^{12} PE_i = \text{Suma de la precipitación efectiva mensual}$$

3.2.5.4 Retención de la cuenca

Bajo la suposición de que exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y, además, que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$R_i = CM_i - P_i \quad (10.1)$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

CM_i = Caudal mensual (mm/mes)

PE_i = Precipitación efectiva mensual (mm/mes)

R_i = Retención de la cuenca (mm/mes)

G_i = Gasto de la retención (mm/mes)

A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

R_i = G_i para valores mayores que cero (mm/mes)

R_i = A_i para valores menores que cero (mm/mes)

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio, que para el caso de las cuencas de la sierra varía de 43 a 188 (mm/año).

3.2.5.5 Relación entre descargas y retención

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Q_t = Q_0 e^{-at}$$

Donde:

- Q_t = descarga en el tiempo t
- Q_0 = descarga inicial
- a = Coeficiente de agotamiento
- t = tiempo

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos. Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa continuando de forma progresiva, pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

3.2.5.6 Coeficiente de agotamiento

Mediante la fórmula anterior se puede calcular el coeficiente de agotamiento "a", en base a datos hidrométricos. Este coeficiente no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente.

Para fines prácticos, se puede desprestigiar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca, empleando un valor promedio.

El coeficiente de agotamiento de la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la cuenca.

El análisis de las observaciones disponibles muestra, además, cierta influencia del clima, la geología y la cobertura vegetal. Se ha desarrollado una ecuación empírica para la sierra peruana:

$$a = f(\ln AR)$$

$$a = 3.1249 E 67 (AR)^{-0.1144} (EP)^{-19.336} (T)^{-3.369} (R)^{-1.429}$$

$$r = 0.86$$

En principio, es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; sin embargo, cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para la determinación del coeficiente "a" para cuatro clases de cuencas:

i. Cuencas con agotamiento muy rápido:

Debido a temperaturas elevadas ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) y retención que va de reducida (50 mm/año) a mediana (80 mm/año):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.034$$

ii. Cuencas con agotamiento rápido:

Retención entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.030$$

iii. Cuencas con agotamiento mediano:

Retención mediana (80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.026$$

iv. Cuencas con agotamiento reducido:

Debido a la alta retención ($> 100\text{ mm/año}$) y vegetación mezclada:

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.023$$

Donde:

- a = Coeficiente de agotamiento por día
- AR = Área de la cuenca (km^2)
- EP = Evapotranspiración potencial anual (mm/año)
- T = Duración de la temporada seca (días)
- R = Retención total de la cuenca (mm/año)

3.2.5.7 Almacenamiento hídrico

Tres tipos de almacenes hídricos naturales, que inciden en la retención de la cuenca, son considerados:

- Acuíferos
- Lagunas y pantanos
- Nevados

La determinación de la lámina "L" que alberga cada tipo de estos almacenes está dada por:

i. Acuíferos:

$$L_A = -750(I) + 315 \quad (mm / año)$$

Siendo:

L_A = Lámina específica de acuíferos

I = Pendiente de desagüe: $I \leq 15\%$

ii. Lagunas y pantanos:

$$L_L = 500 \quad (mm / año)$$

Siendo:

L_L = Lámina específica de lagunas y pantanos

iii. Nevados:

$$L_N = 500 \quad (mm / año)$$

Siendo:

L_N = Lámina específica de nevados

Las respectivas extensiones o áreas son determinadas a partir de los mapas o aerofotografías. Los almacenamientos de corto plazo no son considerados para este caso, estando los mismos incluidos en las ecuaciones de la precipitación efectiva.

3.2.5.8 Abastecimiento de la retención

El abastecimiento durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. Este abastecimiento comienza en el mes de noviembre con 5%, alcanzando hasta enero el valor de 80% del volumen final. Las precipitaciones altas del mes de febrero completan el 20% restante, y las precipitaciones efectivas del mes de marzo escurren directamente sin contribuir a la retención.

Los coeficientes mensuales, expresados en porcentaje del almacenamiento hídrico, durante la época de lluvias (%), se muestran a continuación:

Región	Meses						Total
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
Cusco	0	5	35	40	20	0	100
Huancavelica	10	0	35	30	20	5	100
Junin	10	0	25	30	30	5	100
Cajamarca	25	-5	0	20	25	35	100

La lámina de agua, A_i , que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la precipitación efectiva, $PE_{i,j}$. Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i \left(\frac{R}{100} \right)$$

Siendo:

- A_j = Abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)
- a_j = Coeficiente de abastecimiento (%)
- R = Retención de la cuenca (mm/año)

3.2.6 Determinación del caudal mensual para el año promedio

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

- CM_i = Caudal del mes i (mm/mes)
- PE_i = Precipitación efectiva del mes i (mm/mes)
- G_i = Gasto de la retención del mes i (mm/mes)
- A_i = Abastecimiento del mes i (mm/mes)

3.2.6.1 Generación de caudales mensuales para períodos extendidos

A fin de generar una serie sintética de caudales para períodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en la combinación de un proceso markoviano de primer orden, según la ecuación siguiente:

$$Q_t = f(Q_{t-1})$$

Con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación:

$$Q = g(PE_t)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria:

$$Z = z(S) (1 - r^2)$$

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales es:

$$Q_t = B_1 + B_2(Q_{t-1}) + B_3(PE_t) + z(S) (1 - r^2)$$

Donde:

- Q_t = Caudal del mes t
- Q_{t-1} = Caudal del mes anterior
- PE_t = Precipitación efectiva del mes
- B_1 = Factor constante o caudal básico.

Se calculan los parámetros B_1 , B_2 , B_3 , r y S , sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio, por un cálculo de regresión con Q_t como valor dependiente y Q_{t-1} y PE_t como valores independientes. Para el cálculo se recomienda el uso de software comercial (hojas electrónicas) o de uso específico (programas elaborados, como el SIH).

El proceso de generación requiere de un valor inicial, el cual puede ser obtenido en una de las siguientes formas:

1. Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo.
2. Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes.
3. Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor Q_0 , sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA E HIDROMÉTRICA

El presente trabajo está orientado a la elaboración del cálculo de la oferta de agua en las cuencas del río Cañete (parte alta) y del río Cochas-Pachacayo, ámbito de la RPNYC, que está circunscrita políticamente, para la cuenca alta del río Cañete, en la región Lima, provincias de Yauyos y Huarochirí, y comprende los distritos de Alis, San Lorenzo de Quinti, Tanta, Huancaya, Tomas, Vitis, Miraflores, Carania y Laraos; y para la cuenca del río Cochas-Pachacayo en la región Junín, provincia de Jauja, y comprende los distritos de Suitucancho, Llocllapampa y Canchayllo.

3.3.1.1 Análisis de la red de estaciones

Para el presente estudio ha sido necesaria la obtención de series mensuales de calidad y extensión, suficientes para permitir el análisis comparativo de los diferentes escenarios seleccionados para el uso del agua en el planeamiento del sistema. Dada la insuficiente información hidrométrica existente y su dudosa fiabilidad, se ha incidido mucho en la recopilación e interpretación de los datos históricos y en la utilización de la metodología para el análisis de su consistencia y completado, garantizando la calidad de los valores rellenados.

3.3.1.2 Análisis y tratamiento de la información pluviométrica e hidrométrica

Se ha llevado a cabo un análisis global de la red de estaciones. Dicho análisis cubre tres aspectos:

1. Inventario exhaustivo de las estaciones tanto hidrométricas como meteorológicas, no solamente dentro de las cuencas de los ríos Cañete y Mantaro, también aquellas que se encontraban en sus alrededores, y se detallan en el mapa de ubicación.
2. Diagnóstico de la red actual y evaluación de su capacidad para suministrar la calidad y cantidad de información necesaria para la planificación del sistema de recursos hídricos.
3. Propuesta de mejoras y de localización de nuevas instalaciones, así como el establecimiento de un programa de mediciones de las fuentes de agua superficial.

3.3.1.3 Análisis de la información pluviométrica e hidrométrica

Basándose en los registros hidrometeorológicos disponibles, esto es, precipitación total mensual y caudal medio mensual de las estaciones ubicadas en la cuenca del río Cañete, del río Mantaro y alrededores, se plantea el análisis de consistencia de la información.

Para conocer los períodos y longitudes de la disponibilidad temporal de las series históricas, se elaboraron los hidrogramas del Anexo 8.2, para la precipitación media mensual, y se agruparon en tres conjuntos de estaciones. Como resultado, se ha identificado un período común de análisis para el primer grupo, que es el segmento de 1989 a 2008 de la red de pluviómetros, que hacen un total de 20 años; para el segundo grupo se ha identificado un período común de análisis con el segmento de 1971 a 1988, que hace un total de 18 años; finalmente, para el tercer grupo, un período común de análisis con el segmento de 1957 a 1967, que hace un total de 11 años.

Cabe indicar que, luego de la revisión exhaustiva del análisis de los estudios anteriores, se mantendrá la corrección de la precipitación total mensual de 1964 a 2004, planteada en el estudio realizado por PROFO-DUA, del Ministerio de Agricultura, debido a que en dicho estudio se contó con datos de mayor amplitud de las estaciones, lo que ha permitido una mejor identificación de los errores sistemáticos. En el presente informe se presenta la extensión desde el año 2004 al 2009. Ver anexo 8.2.

3.3.1.4 Depuración inicial de errores

Una vez informatizadas las series hidrometeorológicas, se procedió a su representación gráfica, en series de tiempo y doble masa, para la identificación y depuración de errores groseros. Los datos depurados en esta etapa correspondían a errores cometidos en la fase de informatización o en fases previas, es decir, que ya figuraban en los registros originales. Una vez que estos errores fueron eliminados, con esta serie pre-correctada, recién se realizó el análisis de consistencia.

3.3.1.5 Análisis de consistencia de los registros

Para este análisis se han considerado un total de 12 estaciones con pluviómetro, tanto dentro como fuera de la cuenca.

a) Análisis de doble masa

El análisis de doble masa se ha desarrollado siguiendo los siguientes pasos:

1. Cálculo de los valores de precipitación total mensual y caudales medios mensuales acumulados de cada una de las estaciones, y obtención de la estación promedio.
2. Luego se realizaron los gráficos de doble masa, entre los datos de precipitación mensual acumulada y de la estación promedio del grupo, contra los datos de cada estación.
3. Se seleccionó la estación modelo, la cual presenta menores saltos dentro de cada grupo.
4. Se realizaron los gráficos de doble masa de cada una de las estaciones contra los datos de la estación modelo. En caso de mostrar quiebres bruscos, se procedió a contrastar con otras estaciones para identificar correctamente la confiabilidad de la estación modelo en dicho período, pero no ha sido necesario hacer una corrección a la estación modelo.

En el cuadro 3.15 se muestran los grupos de análisis. En el anexo 8.2 se muestra la doble masa para la precipitación para cada grupo.

Cuadro 3.15: Grupos de pluviómetros de las estaciones meteorológicas

Grupo	Pluviómetro de las estaciones
PT01	Carania, Huañec, Tanta, Vilca, Yauricocha-Cañete y Yauyos.
PT02	Yauricocha-Mantaro y Huantan.
PT03	Hda. Cochas, Hda. Pachacayo, Siria y Sunga.

Cada grupo hidrológico que se ha conformado con los pluviómetros, se describe a continuación:

Grupo PT01: Estos pluviómetros dan una cobertura teórica a la cabecera NE de la cuenca del río Cañete, así como a la parte alta de dicha cuenca, la cual está enmarcada por unas divisorias montañosas elevadas que siguen una dirección atípica en el altiplano, por lo que se suponen características microclimáticas.

Grupo PT02: Geográficamente, estos pluviómetros dan cobertura a la parte alta de la cuenca del río Mantaro y a la cuenca media del río Cañete. El régimen de precipitaciones es una continuación del que caracteriza al grupo PT01, presentando buenas correlaciones de las series de ambos grupos. Esta agrupación se realizó solo por tener los años de registro en común.

Grupo PT03: En general, es un grupo que presenta buenas correlaciones entre los distintos pluviómetros, en especial Siria y Sunga por un lado, y la hacienda Pachacayo por otro. A su vez, Siria y Sunga se relacionan muy bien con las estaciones vecinas del grupo PT01. Este hecho se ve favorecido por el suave relieve que caracteriza a la cuenca alta y media del río Cañete.

b) Análisis estadístico

El análisis de doble masa ha permitido la identificación de algunos saltos, lo que se traduce en la separación de los períodos con información confiable, de aquellos que presentan deficiencias.

El análisis estadístico es un proceso de inferencia en relación al comportamiento homogéneo de la media y varianza de los diferentes períodos de información, utilizando para ello las pruebas estadísticas "T" y "F", respectivamente.

Mediante dichas pruebas es posible establecer si existe diferencia estadística a un nivel de significación de 95% entre la media y la desviación estándar de los dos períodos de información considerados.

Para estas pruebas se establecen los parámetros estadísticos T_c y F_c , como descriptores del comportamiento comparativo entre las muestras de longitud N_1 y N_2 , de los períodos en análisis.

Los valores de T_c y F_c son comparados con los valores teóricos límites esperados, obtenidos de las tablas estadísticas con una probabilidad del 95% (o un grado de significancia de $\alpha = 0,05$), con $N_1 + N_2 - 2$ grados de libertad para la prueba T Student, y con $N_1 - 1$, $N_2 - 1$ grados de libertad para la prueba F. Si $|T_c| < T_t$ y $F_c < F_t$, entonces el salto en la media y desviación estándar, respectivamente, no es significativo, aún presentando quiebres en el diagrama doble masa; pero si el resultado es contrario a lo anterior, entonces sí es necesario realizar la corrección respectiva.

En las precipitaciones totales mensuales se ha establecido, en consecuencia del cálculo efectuado, que no existen diferencias significativas que motiven un cambio por análisis de saltos de la información corregida, excepto en las estaciones de Carania, Hacienda Cochas, Huantan, Huañec, Tanta y Vilca.

c) Análisis de tendencia lineal

Para calcular la existencia de tendencias lineales en la serie anual, se evalúa el coeficiente de correlación lineal entre la precipitación total mensual - años, a efecto de verificar si resulta significativa o no la relación. Para esto se compara el estadístico "T" de Student para un nivel de significancia del 95% y N-2 grados de libertad, (siendo N el número de años de registro), contra el estadístico calculado "Tc". Si se cumple que $T_c < T_t$, para $\alpha = 0,05$ de significación y N-2 grados, entonces "r" no es significativamente diferente de cero y por lo tanto no existe tendencia.

Del análisis desarrollado y expresado, podemos señalar la ausencia de una tendencia significativa en ninguna de las dos variables analizadas (precipitación). Excepto la existencia de una tendencia en la estación de Yauyos, la cual fue corregida.

3.3.1.6 Complementación y extensión de la información

Las estaciones hidrometeorológicas presentan períodos incompletos, por lo que se realizó el proceso de uniformización al período base.

Se utilizó un procedimiento de correlación cruzada con grupos de comportamiento hidrológico homogéneo, lo que permitió seleccionar las estaciones de mejor comportamiento.

Para esto se utilizó el modelo hidrológico denominado HEC-4 *Monthly Streamflow Simulation*, desarrollado por el *Hydrologic Engineering Center* de los Estados Unidos de Norteamérica.

Utilizando datos de precipitaciones totales mensuales de un número de estaciones hidrológicamente relacionadas, se ingresaron datos al programa HEC-4 (en grupos de tres, dos y una) de algunas de las estaciones, de tal forma que permitan formular las expresiones de extensión o complementación.

3.3.1.7 Estaciones propuestas

a) Estaciones meteorológicas propuestas

Del análisis de la distribución espacial de la red de pluviómetros en la cuenca, la cual es una variable importante para la utilización de modelos en hidrología, se puede observar una distribución irregular que no cubre por completo a la cuenca del río Cañete.

La estación meteorológica propuesta para la calibración del modelo Lutz Scholz, perteneciente a la cuenca media del río Cañete, es la estación de Huangascar, con una longitud de registro amplio de 1964 a 2004, la cual también fue extendida al año 2009, haciendo uso del programa HEC-4.

b) Estaciones hidrométricas propuestas

Del análisis de la ubicación espacial e información temporal de las estaciones hidrométricas, se considera necesaria la implementación y/o reactivación de una estación de control hidrométrico.

La única estación hidrométrica propuesta y localizada en la zona para la calibración del modelo hidrológico, perteneciente a la cuenca media del río Cañete, es la estación hidrométrica de Socsi, con una longitud de registro amplio de 1964 a 2004, la cual también fue extendida al año 2009, haciendo uso del programa HEC-4.

3.3.2 APLICACIÓN DEL MODELO LUTZ SHOLZ PARA CÁLCULO DE CAUDALES

3.3.2.1 Datos recopilados

En el cuadro 3.16 se muestran las áreas de influencia de las estaciones meteorológicas en la cuenca del río Cañete, determinadas mediante el polígono de Thiesen.

Cuadro 3.16: Áreas de influencia de las estaciones

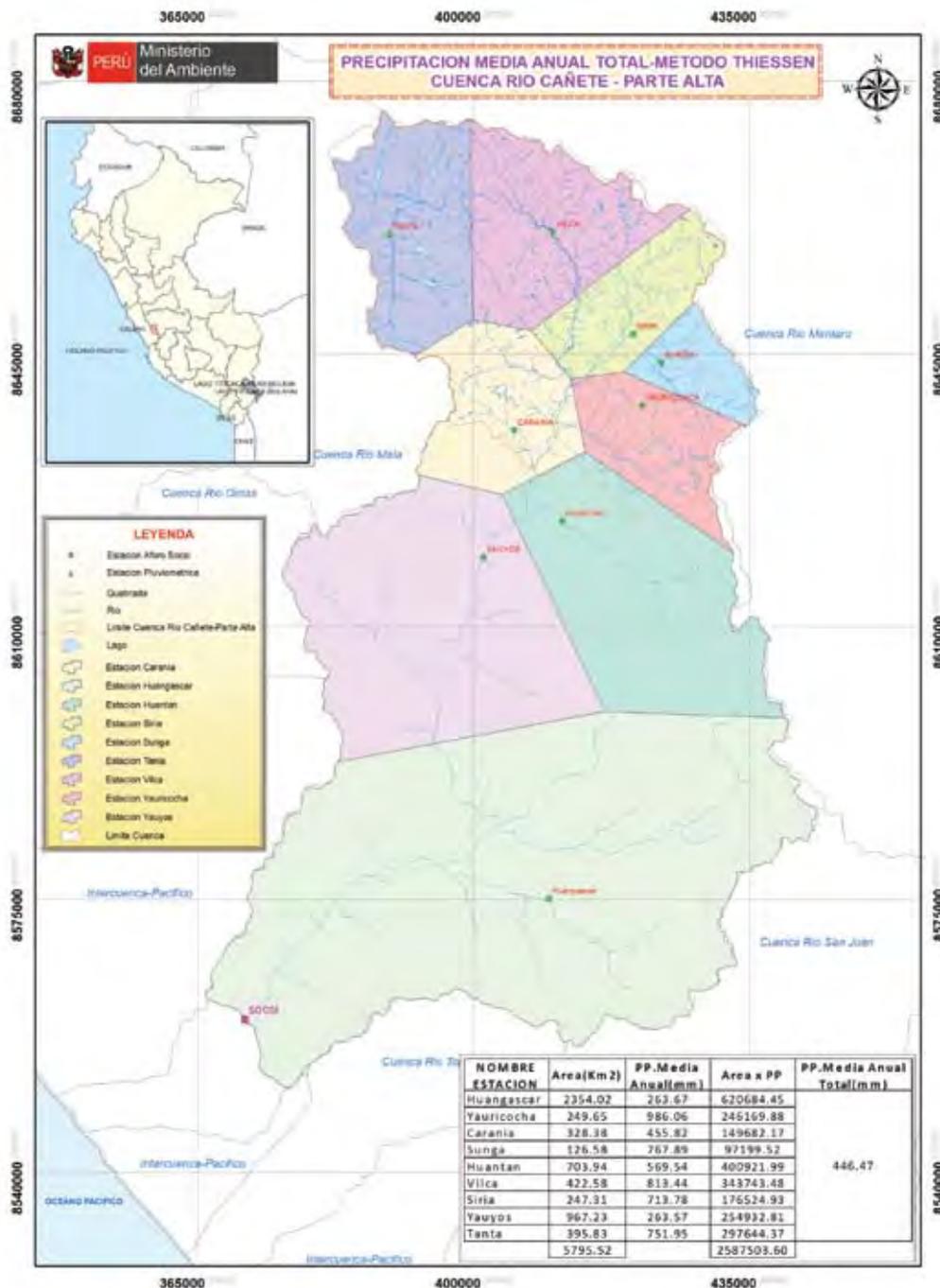
Estación	Área (km ²)
Carania	328,38
Tanta	395,83
Vilca	422,58
Yauricocha	249,65
Yauyos	967,23
Huantan	703,94
Siria	247,31
Sunga	126,58
Huangascar	2 354,02
Total	5 795,52

En el cuadro 3.17 se muestra la precipitación ponderada del área de la cuenca del río Cañete, para lo cual se han utilizado los registros de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la cuenca.

Cuadro 3.17: Precipitación ponderada del área de la cuenca del río Cañete

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	70.48	62.50	93.10	21.24	5.54	3.93	3.03	5.45	8.94	17.44	20.16	19.26	27.59
1990	51.69	59.11	66.32	21.09	7.43	5.90	4.10	4.70	10.82	13.01	23.39	49.58	26.43
1991	41.75	54.23	96.26	36.82	6.74	4.92	3.33	4.30	4.42	16.10	21.45	17.56	25.66
1992	57.89	81.44	67.57	22.89	8.07	4.36	3.67	3.89	5.74	18.97	10.34	19.79	25.38
1993	102.62	108.27	93.03	32.73	7.28	3.14	4.55	6.06	13.11	36.47	54.13	62.51	43.66
1994	132.95	163.33	127.17	46.23	11.63	5.51	3.08	7.06	17.20	16.26	27.06	43.68	50.10
1995	105.24	65.34	71.67	24.89	4.82	2.24	3.56	5.41	8.60	12.84	17.84	55.10	31.46
1996	82.56	77.64	61.85	23.63	2.39	0.75	0.22	4.23	5.41	11.25	15.73	61.75	28.95
1997	104.36	126.57	96.88	14.51	3.33	2.23	2.64	6.48	8.50	15.92	34.06	77.30	41.07
1998	104.44	145.65	90.18	30.79	0.35	1.20	0.21	0.65	5.06	19.48	23.93	65.17	40.59
1999	78.95	156.67	77.46	46.65	16.34	1.17	0.93	0.32	8.49	29.68	17.39	82.01	43.01
2000	107.67	102.86	123.42	25.38	6.73	0.12	1.99	3.13	8.70	19.44	16.57	84.93	41.75
2001	100.88	64.71	149.17	40.74	3.33	0.72	2.22	1.09	10.60	16.24	43.50	19.13	37.69
2002	89.37	90.69	91.37	30.11	4.78	1.70	3.18	1.90	9.40	23.86	47.20	46.43	36.67
2003	69.09	99.09	87.86	59.36	6.54	1.14	1.27	1.59	8.14	19.49	14.27	84.53	37.70
2004	44.14	89.28	84.72	24.78	2.64	1.98	1.12	2.49	18.12	25.03	24.97	64.85	32.01
2005	78.11	81.00	103.12	28.64	0.82	0.15	0.02	2.28	7.69	7.41	5.88	59.39	31.21
2006	78.67	99.30	125.14	32.62	1.58	3.06	1.50	4.71	7.83	17.16	25.76	50.08	37.28
2007	100.50	88.89	100.45	36.57	6.68	1.00	0.19	0.40	3.97	18.71	18.50	44.20	35.00
2008	112.27	99.60	68.06	15.00	1.89	0.23	0.27	1.71	6.85	18.96	50.42	69.94	37.10
2009	87.11	88.14	99.38	20.80	4.54	1.33	0.98	2.39	9.13	15.36	15.16	27.73	31.00
PROMED	85.75	95.44	94.01	30.26	5.40	2.23	2.00	3.35	8.89	18.53	25.13	52.62	35.30

A continuación se presenta el mapa de la precipitación media anual total; empleando el método de Thiessen para la cuenca del río Cañete (parte alta).



3.3.2.2 Calibración del modelo

Para efectuar la calibración del modelo, también se ha requerido de los caudales medios mensuales del período de registros de la estación hidrométrica Sosci (1964 – 2009). En el cuadro 3.18 se muestran los caudales promedios mensuales de la estación Sosci y los registros completos se muestran en los anexos del presente trabajo. Asimismo, en el cuadro 3.19 se muestra la calibración del modelo.

Cuadro 3.18: Caudales promedios mensuales estación Sosci

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964-2009	92,61	135,09	146,34	79,55	34,28	20,03	14,65	12,36	10,79	13,54	23,50	42,43	52,10

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.19: Calibración del modelo

MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL				CONTRIBUCIÓN DE LA RETENCIÓN				ESCORRENTIA GENERADOS mm/mes	CAUDALES MENSUALES		ESCORRENTIA DE AFOROS mm/mes		
	Días	Acum	EFECTIVA			GASTO		ABASTECIMIENTO		GENERADOS m3/seg	AFORADOS m3/seg			
			PE-I mm/mes	PE-II mm/mes	PE mm/mes	bi	GI mm/mes	ai					Ai mm/mes	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
AGO	31	154	3.3	0.0	0.4	1.6	0.006	0.8	-0.03	-1.88	4.21	9.1	12.4	5.7
SET	30	184	8.9	0.0	1.0	3.9	0.002	0.3	0.00	0.00	4.24	9.5	10.8	4.8
OCT	31	215	18.5	0.0	2.0	7.5	0.001	0.1	0.03	1.88	5.77	12.5	13.5	6.3
NOV	30	245	25.1	0.1	2.6	10.0	0.000	0.0	0.00	0.00	10.03	22.4	23.5	10.5
DIC	31		52.6	1.3	6.4	24.2	0.000	0.0	0.08	3.75	20.49	44.3	42.4	19.6
ENE	31		85.7	5.4	16.9	55.0	0.000	0.0	0.25	18.75	38.24	78.4	92.6	42.8
FEB	28		95.4	7.5	21.8	68.3	0.000	0.0	0.28	20.63	47.63	114.1	135.1	56.4
MAR	31		94.0	7.2	21.0	64.3	0.000	0.0	0.10	7.50	56.77	122.8	146.3	67.6
ABR	30	30	30.3	0.2	3.1	11.8	0.370	48.2	0.35	26.25	33.69	75.3	79.5	35.6
MAY	31	61	5.4	0.0	0.7	2.4	0.132	17.2	0.05	3.75	15.93	34.5	34.3	15.8
JUN	31	92	2.2	0.0	0.3	1.0	0.047	6.2	-0.03	-1.88	9.06	19.6	20.0	9.3
JUL	31	123	2.0	0.0	0.2	0.9	0.017	2.2	-0.05	-3.75	6.88	14.9	14.7	6.8
ANO			423.6	21.7	76.4	251.0	0.576	75.0	1.00	75.0	251.0	46.5	52.1	281.2

Columna (1):

Temporada seca y días acumulados

Columna (6):

$$bi=EXP(-a^i)$$

$$a=-0.00252 \cdot \ln(AR)+w = 0.003165$$

$$w= 0.055 \text{ (Para nuestro caso)}$$

AREA=

5796 Km2

C= 0.55 p.e. Relación entre columnas (12) / (2)

C1= -2.86267

C2= 3.862673

R= 75 Retención de cuenca en mm/año

3.3.2.3 Generación de caudales

Una vez calibrado el modelo, se ha procedido a la generación de caudales sintéticos en la sección de interés, para lo cual se ha utilizado los parámetros físicos de la subcuenca del río Cañete, parte alta, tal como se muestra en el cuadro 3.20. En la figura 3.11 se muestran las curvas de comparación entre caudales generados y caudales aforados.

Los parámetros calibrados que se utilizaron fueron de la estación Sosci.

Los caudales medios mensuales generados para la sección de interés del sistema hidráulico tiene los siguientes parámetros físicos, mostrados en el cuadro 3.21.

Cuadro 3.20: Parámetros físicos de la sección de interés

Punto de interés	Área (m ²)	Longitud (ml)	Perímetro (ml)	Altitud		Pendiente (%)
				Máxima (msnm)	Mínima (msnm)	
Salida de cuenca parte alta.	1 693,69	217,841	217,841	5 850	270	0,0028

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se han obtenido los caudales medios mensuales generados en el punto de interés, que es la salida de la cuenca del río Cañete, parte alta.

Cuadro 3.21: Caudales medios mensuales en la sección de interés (m³/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Salida de cuenca parte alta	22,92	33,35	35,90	23,62	9,58	5,21	4,05	2,52	2,70	3,62	6,54	12,96	13,58

Fuente: Elaboración propia

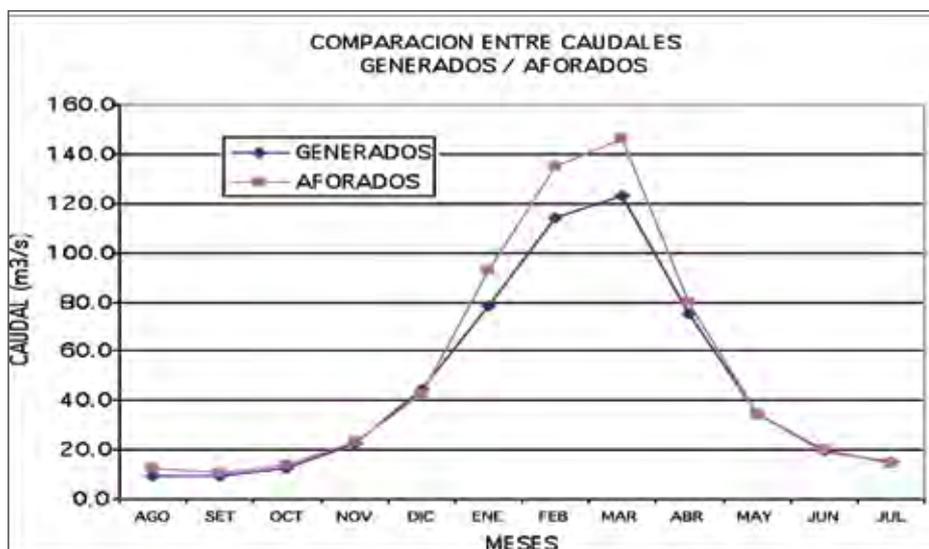


Figura 3.11: Curvas de comparación entre caudales generados y caudales aforados.

3.3.3 CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua es uno de los aspectos más importantes a ser tomado en cuenta en el estudio del recurso hídrico, sobre todo cuando se trata de uso para consumo humano; así como para la gestión ambiental en general, por las implicancias que esta puede tener no solo en la población usuaria sino también sobre los ecosistemas.

3.3.3.1 Evaluación de la cuenca del río Cochas-Pachacayo:

a) Contaminación del agua para consumo humano:

Los impactos en la calidad de las aguas superficiales en la zona de influencia de la RPNYC se deben a los vertimientos de efluentes hacia los cuerpos receptores de agua y a la disposición inadecuada de los residuos sólidos, que eventualmente sufren lixiviación y drenan sus residuos contaminantes.

Para evaluar la posible contaminación del agua de consumo humano por actividad minera para el distrito de Canchayllo, se tomaron dos muestras, tal como se describe a continuación:

Muestra	Coordenadas
P-1	423592-8692648
P-2	385875-8682608

Los puntos de muestreo se pueden apreciar en el mapa adjunto y se detallan a continuación:

El punto P-1 se tomó en el reservorio de agua que alimenta al distrito de Canchayllo. Cabe indicar que esta agua proviene de unos manantiales y que a su alrededor se encuentra el bosque de *Puya raimondii*, un atractivo turístico de la RPNYC. Además, se observó que la población no carece del recurso hídrico.

El punto P-2 se tomó en una laguna al pie del nevado Antachaire, naciente del río Cochas-Pachacayo. Alrededor del nevado se observa que solo existe extracción de minerales en forma artesanal. Esta muestra se tomó con el propósito de identificar las condiciones naturales del río Cochas-Pachacayo, y servirá como una línea base con la cual poder realizar comparaciones. Los resultados de las muestras del laboratorio se aprecian en el cuadro 3.22.

Cuadro 3.22: Resultados del análisis de las muestras de agua para consumo humano del río Cochas – Pachacayo

PARAMETROS	UNIDADES	FINES CONSUMO HUMANO	
		P-1	P-2
Sulfatos	mg/L	113.2	105.6
Carbonatos	mg/L	2.3	1.4
Cloruros	mg/L	129.1	124.9
Nitrato	mg/L N	12.3	11.3
Sodio	mg/L	42.1	40.6
Magnesio	mg/L	21.3	19.5
Alcalinidad	mg/L	45.3	50.8
Boro	mg/L	0.10	0.10
Turbidez	UNT	0.14	0.44
Sólidos Totales	mg/L	353.2	415
Ph	Units	7.388	6.802
Hierro total	mg/L	0.023	0.045
Cobre total	mg/L	0.112	0.097
Zinc total	mg/L	< 0.003	< 0.003
Manganeso total	mg/L	0.009	0.006
Plomo total	mg/L	< 0.2	< 0.02
Cadmio total	mg/L	< 0.003	< 0.003
Dureza total	mg/L	186.3	165.1

Fuente: Laboratorio de Ensayos Organismo de Certificación Z-Vicor

Los valores obtenidos fueron comparados con los "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Clase A1, del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM", tal como se muestra en el Cuadro 3.23.

Cuadro 3.23: Comparación de las condiciones de calidad del agua para consumo humano de la cuenca del río Cochas-Pachacayo

PARAMETRÓS	Estándares de Calidad Ambiental para Agua	Nivel de Calidad en el Punto P-1 Y P-2
Sulfatos	250 mg/L	Se identifica que los valores están por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Cloruros	250 mg/L	Valores entre (129.1 - 124.9) mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Nitrato	10 mg/L N	Valores entre (12.3 - 11.3) mg/L, por encima de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Sólidos Totales	1 000 mg/L	Valores entre (353.2 - 415) mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Dureza total	500 mg/L	Los valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad
Turbidez	5 UNT	Presenta valores más bajos que los Estándares de Calidad
Ph	(6.5 - 8.5) UNT	Los valores se encuentran dentro de los Estándares de Calidad
Análisis de Metales		
Boro	0.5 mg/L	Se identifica que el valor 0.1 mg/L, está por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Hierro total	0.3 mg/L	Se identifica que los valores (0.023 - 0.045) mg/L, están por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Cobre total	2 mg/L	Valores entre (0.112 - 0.097) mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Zinc total	3 mg/L	Los valores de ambas muestras se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Manganeso total	0.1 mg/L	Los valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Plomo total	0.01 mg/L	Se identifica que el valor de muestra P-1 está por encima y la muestra P-2 por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Cadmio total	0.003 mg/L	Ambas muestras presentan valores menores de los Estándares de Calidad para la Clase A1

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la comparación entre ambas muestras, se observó que los niveles de Nitrato están por encima de lo permitido en los "Estándares de Calidad para la Clase A1". Estos resultados podrían estar influenciados por diversos factores asociados a actividades de origen industrial, ganadero, agrícola o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas), o a las prácticas de abono con fertilizantes (orgánicos o inorgánicos).

La concentración de Plomo está ligeramente por encima de los "Estándares de Calidad". Se observó que los niveles de concentración de los demás metales están por debajo de los "Estándares de Calidad para la Clase A1".

b) Evaluación de la contaminación del agua para uso agrícola – Cuenca del río Cochas-Pachacayo

Con el fin de evaluar la posible contaminación de agua para uso agrícola por actividad minera, se tomó la siguiente muestra:

MUESTRA	Coordenadas UTM	
M-1	422071	8698290

El punto muestreado se ubica en el río Cochas-Pachacayo, límite de la RPNYC, distrito de Pachacoto. Se observó que en esta zona solo existen pastos. En el cuadro 3.24 se resumen los resultados obtenidos del laboratorio:

Cuadro 3.24: Resultados del análisis de las muestras de agua para uso agrícola del río Cochas-Pachacayo.

PARAMETROS	UNIDADES	FINES AGRICOLAS
		PUNTOS DE MUESTREO
		M-1
Sulfatos	mg/L	156.2
Bicarbonatos	mg/L	123.4
Carbonatos	mg/L	3.8
Cloruros	mg/L	120.3
Fluoruros	mg/L	0.34
Nitrato	mg/L N	5.2
sodio	mg/L	115.3
Calcio	mg/L	45.1
Magnesio	mg/L	21.3
Potasio	mg/L	12.3
Boro	mg/L	0.56
Conductividad especifica	mS/cm	0.42
Sólidos Totales	mg/L	423.2
Ph	UNT	7.754
Hierro total	mg/L	0.248
Cobre total	mg/L	0.058
Zinc total	mg/L	0.064
Manganeso total	mg/L	0.104
Plomo total	mg/L	< 0.02
Cadmio total	mg/L	< 0.003
Cromo total	mg/L	< 0.003
Dureza total	mg/L	189.12

Fuente: Laboratorio de Ensayos Organismo de Certificación Z-Vicor

Los valores obtenidos fueron comparados con los "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, Parámetros para Riego de Vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto, del D. S. N° 002-2008-MINAM". Ver cuadro 3.25.

Cuadro 3.25: Comparación de las condiciones de calidad del agua para uso agrícola en la cuenca del río Cochas-Pachacayo

PARAMETROS	Estándares de Calidad Ambiental para Agua	Nivel de Calidad en la Muestra M-1
Análisis Físicoquímicos		
Sulfatos	300 mg/L	Se identifica que los valores están por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Bicarbonatos	370 mg/L	Valor 123.4 mg/L, más bajo de lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua de riego
Carbonatos	5 mg/L	Valor por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Cloruros	(100-700) mg/L	El valor se encuentra dentro de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Fluoruros	1 mg/L	Valor 0.34 mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Nitrato	10 mg/L N	Valor 5.2 mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Sodio	200 mg/L	Valor 115.3 mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Calcio	200 mg/L	Valor identificado por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Ph	(5.5 - 8.5) UNT	El valor 7.754 UNT; se encuentra dentro de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Análisis de Metales		
Boro	(0.5-6) mg/L	El valor 0.56 mg/L; se encuentra dentro de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Magnesio	150 mg/L	Valor 21.3 mg/L; se encuentra por debajo de lo permitido por la Ley de Aguas
Hierro total	1 mg/L	Valor 0.248 mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Cobre total	0.2 mg/L	Valor 0.058 mg/L; se encuentra por debajo de lo permitido por la Ley de Aguas
Zinc total	2 mg/L	Por debajo de los Estándares de Calidad
Manganeso total	0.2 mg/L	Por debajo de los Estándares de Calidad
Plomo total	0.05 mg/L	Valor < 0.02 mg/L; se encuentra por debajo de lo permitido por la Ley de Aguas
Cadmio total	0.005 mg/L	Valor < 0.003 mg/L; se encuentra por debajo de lo permitido por la Ley de Aguas
Cromo total	1.1 mg/L	Valor por debajo de los Estándares de Calidad

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la muestra, se observa que todos los parámetros analizados, incluyendo los metales, se encuentran por debajo o dentro de los “Estándares de Calidad Ambiental para Agua: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, Parámetros para Riego de Vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto”.

Luego de comparar los reportes de calidad de agua para consumo humano y uso agrícola en la cuenca del río Cochas-Pachacayo, no se observa evidencia para afirmar que las actividades mineras en esta zona de estudio constituyan un serio riesgo para la calidad del medio ambiente.

Los resultados obtenidos podrían estar influenciados por factores como la no existencia de centros mineros operativos, aunque sí de minas artesanales que extraen el mineral pero no realizan la transformación.

3.3.3.2 Evaluación de la cuenca del río Cañete:

a) Contaminación del agua para consumo humano - Cuenca alta

Los muestreos se realizaron dentro de la cuenca del río Cañete, parte alta, pero que tiene influencia sobre la RPNYC; con el motivo de evaluar la posible contaminación de agua de consumo humano por actividad minera. Se realizaron para los distritos de Tanta, Alis, Laraos y el anexo de Chaucha, tal como se resume a continuación:

MUESTRA	Coordenadas	
	UTM	
P-3	390357	8658339
P-4	414531	8634984
P-5	414459	8642226
PM-5	430567	8649486

Los puntos de muestreo se pueden apreciar en el mapa adjunto y se detallan a continuación:

La muestra P-3 se tomó en el curso de un riachuelo ubicado en un lugar denominado Chuspicocha, a 1 km de la Cordillera Hatunpauca; estas aguas provienen de un manantial del cual se alimenta el distrito de Tanta. Cabe resaltar que el distrito de Tanta no requiere del recurso hídrico por ser netamente ganadero, por lo tanto la agricultura está enfocada a la siembra de pastos e ichu, y el riego lo realizan solo con el agua de las lluvias (riego a secano).

La muestra P-4 se tomó dentro de un comedor popular ubicado en el distrito de Laraos, por estar su captación en una zona inaccesible. Laraos capta sus aguas de un manantial.

La tercera muestra, P-5, también se tomó dentro de una vivienda del distrito de Alis, el cual capta sus aguas de un manantial en una zona muy alejada.

Por último, la muestra PM-5 se tomó del rebose de una caja de agua, el cual se alimenta del manantial Chaucha; estas aguas son conducidas a las comunidades de Chaucha y Tomas. La comunidad campesina de Tomas se encuentra dentro de la RPNYC. Cabe resaltar que la zona de muestreo no se encuentra dentro del ámbito de la RPNYC, pero sí está en el límite de la cuenca del río Cañete.

Los resultados de las muestras del laboratorio se aprecian en el cuadro 3.26.

Cuadro 3.26: Resultados de las muestras de agua para consumo humano – Cuenca alta del río Cañete

PARAMETROS	UNIDADES	FINES CONSUMO HUMANO			
		PUNTOS DE MUESTREO			
		P-3	P-4	P-5	PM-5
Sulfatos	mg/L	125.1	120.4	129.6	142.4
Carbonatos	mg/L	3.1	2.9	3.0	1.9
Cloruros	mg/L	130.4	135.1	128.6	117.8
Nitrato	mg/L N	19.4	16.7	20.3	16.1
Sodio	mg/L	39.7	37.2	39.2	36.4
Magnesio	mg/L	20.8	22.6	22.9	21.4
Alcalinidad	mg/L	51.2	50.6	49.5	43.7
Boro	mg/L	0.09	0.14	0.18	0.14
Turbidez	UNT	0.65	0.19	0.18	0.24
Sólidos Totales	mg/L	385.4	365.1	420.6	418.7
Ph	Units	6.562	6.536	6.524	7.530
Hierro total	mg/L	0.038	0.05	0.041	0.037
Cobre total	mg/L	0.115	0.121	0.097	0.108
Zinc total	mg/L	0.003	0.005	< 0.003	< 0.003
Manganeso total	mg/L	0.008	0.005	0.007	0.010
Plomo total	mg/L	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cadmio total	mg/L	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Dureza total	mg/L	173.3	164.3	181.6	146.2

Fuente: Laboratorio de Ensayos Organismo de Certificación Z-Vicor

Los datos obtenidos fueron comparados con los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Clase A1, del Decreto Supremo N° 002-2008-MI-NAM”, tal como se observa en el cuadro 3.27.

Cuadro 3.27: Comparación de las condiciones de calidad del agua para consumo humano de la cuenca alta del río Cañete

PARAMETROS	Estándares de Calidad	Nivel de Calidad en el Punto
	Ambiental para Agua	P-3 ; P-4 ; P-5 y PM-5
Sulfatos	250 mg/L	Se identifica que los valores están por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Cloruros	250 mg/L	Valores entre (117.8 - 135.1) mg/L, por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Nitrato	10 mg/L N	Valores entre (16.1 - 20.3) mg/L; por encima de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Sólidos Totales	1 000 mg/L	Valores entre (365.1 - 420.6) mg/L; por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Dureza total	500 mg/L	Los valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad
Turbidez	5 UNT	Presenta valores más bajos que los Estándares de Calidad
Ph	(6.5 - 8.5) UNT	Los valores se encuentran dentro de los Estándares de Calidad
Análisis de Metales		
Boro	(0.5-6) mg/L	Todos los valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Hierro total	0.3 mg/L	Se identifica que los valores (0.037 - 0.05) mg/L; están por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Cobre total	2 mg/L	Valores entre (0.097 - 0.121) mg/L; por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Zinc total	3 mg/L	Todos los valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Manganeso total	0.1 mg/L	Se identifica que todos los valores están por debajo de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Plomo total	0.01 mg/L	Se identifica que todos los valores son (< 0.02) mg/L; por lo tanto están por encima de los Estándares de Calidad para la Clase A1
Cadmio total	0.003 mg/L	Los valores se encuentran dentro de los Estándares de Calidad

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la comparación de todas las muestras, se observó que los niveles de nitrato se encuentran por encima de los “Estándares de Calidad”, igual que los valores que arrojan las muestras P-1 y P-2 en la cuenca del río Cochabamba-Pachacayo. La concentración de plomo está ligeramente por encima de los “Estándares de Calidad para la Clase A1”. Los niveles de concentración de los demás metales están por debajo o dentro de los “Estándares de Calidad para la Clase A1”.

b) Evaluación de la contaminación del agua para uso agrícola – Cuenca del río Cañete

Con el propósito de evaluar la posible contaminación del agua para uso agrícola, por actividad minera, se tomaron las siguientes muestras en el curso del río Cañete, dentro del área influencia de la RPNYC, tal como se muestra a continuación:

MUESTRA	Coordenadas	
	UTM	
M-2	407550	8628851
M-4	412114	8641055

El punto muestreado M-2 se ubicó en el curso del río Cañete, parte alta, límite con la RPNYC en el distrito de Laraos. Se observó que en esta zona de muestreo no existe agricultura, por presentar accidentes geográficos tales como tramos encañonados.

La muestra M-4 también se tomó en el curso del río Cañete, parte alta, en la jurisdicción del anexo Tinco Alis, distrito de Alis, unos metros río arriba de la carretera que sube a dicho distrito. Cabe resaltar que 1 km río arriba existe una mina de carbón que actualmente se encuentra operando. Los resultados de las muestras del laboratorio se aprecian en el cuadro 3.28.

Cuadro 3.28: Resultados de las muestras de agua para uso agrícola – Cuenca alta del río Cañete

PARAMETROS	UNIDADES	FINES AGRICOLAS	
		PUNTOS DE MUESTREO	
		M-2	M-4
Sulfatos	mg/L	138.9	183.6
Bicarbonatos	mg/L	198.2	164.7
Carbonatos	mg/L	3.1	2.9
Cloruros	mg/L	139.2	162
Fluoruros	mg/L	0.29	0.18
Nitrato	mg/L N	8.6	6.1
sodio	mg/L	98.1	124.3
Calcio	mg/L	38.3	40.8
Magnesio	mg/L	18.9	19.6
Potasio	mg/L	12.7	13.2
Boro	mg/L	0.46	0.61
Conductividad específica	mS/cm	0.56	0.49
Sólidos Totales	mg/L	397.5	413.5
Ph	UNT	7.864	8.118
Hierro total	mg/L	0.992	1.003
Cobre total	mg/L	0.084	0.064
Zinc total	mg/L	0.11	0.091
Manganeso total	mg/L	0.133	0.098
Plomo total	mg/L	< 0.02	< 0.04
Cadmio total	mg/L	< 0.003	< 0.003
Cromo total	mg/L	< 0.003	< 0.003
Dureza total	mg/L	150.2	175.42

Fuente: Laboratorio de Ensayos - Organismo de Certificación Z-Vicor

Cabe indicar que los ríos Cochas-Pachacayo y Cañete, desde sus nacientes y durante su recorrido hasta la salida de la RPNYC, son los receptores de diversos contaminantes líquidos, residuos sólidos y también de metales pesados.

Los valores obtenidos fueron comparados con los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Clase A1 del D. S. N° 002-2008-MINAM”, tal como se observa en el cuadro 3.29.

Cuadro 3.29: Comparación de las condiciones de calidad del agua para uso agrícola de la cuenca alta del río Cañete.

PARAMETROS	Estándares de Calidad Ambiental para Agua	Nivel de Calidad en las Muestras M-2 Y M-4
Análisis Físicoquímicos		
Sulfatos	300 mg/L	Se identifica que los valores están por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Bicarbonatos	370 mg/L	Valores entre (198.2 - 164.7) mg/L; más bajo de lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua de riego
Carbonatos	5 mg/L	Valores por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Cloruros	(100-700) mg/L	Los valores se encuentra dentro de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Fluoruros	1 mg/L	Valores entre (0.29 - 0.18) mg/L; por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Nitrato	10 mg/L N	Valores entre (8.6 - 6.1) mg/L; por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Sodio	200 mg/l	Valores entre (98.1 - 124.3) mg/L; por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Calcio	200 mg/L	Valores identificados muy por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Ph	(6.5 - 8.5) UNT	Los valores de pH; se encuentra dentro de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Análisis de Metales		
Boro	(0.5-6) mg/L	El valor de la muestra M-2; se encuentra por debajo y el valor de la muestra M-4 dentro de los Estándares Calidad
Magnesio	150 mg/L	Valores entre (18.9 - 19.6) mg/L; se encuentran muy por debajo de lo permitido por la Ley de Aguas
Hierro total	1 mg/L	Las muestras M-2 y M-4 presentan valores ligeramente por debajo y por encima de los Estándares Calidad
Cobre total	0.2 mg/L	Los valores de ambas muestras se encuentra por debajo de los permitido por la Ley de Aguas
Zinc total	2 mg/L	Presenta valores por debajo de los Estándares de Calidad
Manganeso total	0.2 mg/L	Presenta valores por debajo de los Estándares de Calidad
Plomo total	0.05 mg/L	Se identifica que los valores están por debajo de los Estándares de Calidad para el riego de vegetales de tallo alto y bajo
Cadmio total	0.005 mg/L	Ambas muestra presentan valores < 0.003 mg/L; por lo tanto estan por debajo de lo permitido por la Ley de Aguas
Cromo total	1.1 mg/L	Valores por debajo de los Estándares de Calidad

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados luego de comparar las muestras, se observa que todos los parámetros analizados, incluyendo los metales, se encuentran por debajo o dentro de los “Estándares de Calidad Ambiental para Agua: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, Parámetros para Riego de Vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto”.

Estos valores bajos pueden deberse a que los puntos de muestreo se ubicaron muy lejos de los centros mineros y empresas agroindustriales.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El tipo de oferta de agua en la parte alta de la cuenca del río Cañete corresponde a un sistema no regulado, con aporte de precipitaciones, lagunas y nevados.
2. La utilización del modelo matemático Lutz Sholz de precipitación-escorrentía ha permitido generar caudales mensuales en el punto de entrega de la cuenca del río Cañete, parte alta, hacia la cabecera de la cuenca media.
3. Para la calibración del modelo hidrológico empleado para la cuenca del río Cañete, parte alta, se tomó en cuenta la información generada por el PROFODUA (Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua), en cuanto a la información del aforo Socsi (1964-2004), la cual fue extendida hasta 2009, para nuestro estudio.
4. No se pudo contar con información de registro hidrométrico para la cuenca del río Cañete, parte alta, habiendo comprobado en el campo la existencia y funcionamiento de los instrumentos, siendo la institución encargada CELEPSA (Cementos Lima).
5. Para la cuenca del río Cochabamba-Pachacayo, por carecer de información de registro hidrométrico y registro de las represas existentes en su ámbito, solo se hizo la simulación con la información de registros de precipitación que brindó el MINAM.
6. Se comprobó en el campo la existencia de instrumentos en buen estado y funcionando, para la cuenca del río Cochabamba-Pachacayo, y que la institución que los maneja es Electro Perú.
7. Se hizo la simulación (extensión y complementación de datos), sólo para la cuenca del río Cochabamba-Pachacayo, no siendo posible la aplicación de un modelo hidrológico por no contar con información de aforo de una estación hidrométrica.
8. No se contó con una guía que pudiera proporcionar información veraz y concisa pues no conocían partes del ámbito de estudio.
9. Se aprecia que los resultados obtenidos de las muestras analizadas para consumo humano en ambas cuencas presentan niveles de nitrato por encima de los "Estándares de Calidad", lo cual puede tener un efecto perjudicial para la salud de la población, porque la ingestión de nitratos incrementa la meta-hemoglobina en la sangre, que es una hemoglobina modificada (oxidada), incapaz de fijar el oxígeno y que provoca limitaciones de su transporte a los tejidos.
10. La contaminación también puede ejercer un gran impacto sobre las aguas superficiales y subterráneas.
11. Los resultados obtenidos podrían estar influenciados por diversos factores, entre ellos el nivel de extracción, la no existencia de transformación y la lejanía de los puntos de muestreo con respecto a las minas, tales como los puntos de muestreo que presentan menos concentraciones de metales.
12. De acuerdo a las comparaciones realizadas con los resultados obtenidos en ambas cuencas, se puede concluir que en la RPNYC no se observa evidencia para afirmar que las actividades mineras constituyan un serio riesgo para la calidad del medio ambiente.

13. Se recomienda hacer mediciones de descargas en puntos estratégicos de la cuenca del río Cañete, parte alta, a fin de calibrar adecuadamente el modelo hidrológico desarrollado.
14. Impulsar la coordinación entre instituciones como el MINAM, CELEPSA (Cementos Lima) y Electro Perú, a fin de contar con información de registros hidrometeorológicos para proyectos futuros.
15. La RPNYC debería manejar estaciones hidrométricas propias para así poder contar con información actualizada de las descargas de sus ríos principales, con mayor énfasis en la cuenca del río Cochas-Pachacayo; específicamente uno a la salida de la laguna Huaylacancha y otro a la altura de la entrada del centro poblado de Canchayllo.
16. Se recomienda desarrollar charlas y reuniones permanentes, de carácter técnico e informativo, entre los usuarios de agua de riego, sobre el aprovechamiento racional de los recursos hídricos para ambas cuencas.
17. Se recomienda optimizar el uso agrícola del recurso hídrico en el ámbito de estudio, a través de programas de capacitación a los usuarios y mejoramiento de la infraestructura de riego.
18. Implementar una “nueva” red de estaciones hidrométricas y meteorológicas en la cuenca del río Cañete, parte alta, considerando las existentes, rehabilitando varias de las desactivadas e instalando nuevas estaciones, lo cual permitirá efectuar mejores evaluaciones hidrológicas de la cuenca; actividad que deberá realizarse en el marco de una participación interinstitucional.
19. La RPNYC debe establecer un programa de monitoreo de calidad del agua que incluya el establecimiento de estaciones de muestreo con la finalidad de evaluar y determinar la calidad del agua, principalmente en las zonas donde existen las concesiones mineras operativas y empresas agroindustriales, para tener así valores más reales y con ello tomar medidas que aseguren la sostenibilidad de la Reserva.

CAPÍTULO IV

VEGETACIÓN

4.1 OBJETIVOS

1. Conocer el potencial de la flora silvestre en términos de biodiversidad y producción de madera y material leñoso.
2. Afianzar el documento de trabajo "Guía de Evaluación de la Flora Silvestre".

4.2 MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Para realizar el inventario de la flora se utilizaron materiales y equipos, tanto en gabinete como en el campo, los cuales se mencionan a continuación:

1. Bastones extensibles o jalones.
2. Brújula electrónica y cables de conexión.
3. Cable de conexión de GPS a RECOM Trimble.
4. Distanciómetro láser.
5. Filtro de distanciómetro laser: TRUPULSE 200 o IMPULSE 200.
6. GPS con cable serial para el computador de campo y convencional.
7. Lápiz para computador RECOM.
8. Cámara fotográfica.
9. Reflectores.
10. Sujetador metálico para computador RECOM.
11. Sujetador para el TRUPULSE 200.
12. Monopod o soporte del equipo.
13. Tijeras de podar.
14. Cuchillas.
15. Bolsas de polietileno de 20 x 30 cm y bolsas pequeñas.
16. Costales.
17. Libreta de campo.
18. Etiquetas de papel rotuladas.
19. Papel periódico.
20. Papel toalla blanco.
21. Alcohol al 50%.
22. Computadora portátil.
23. PDA marca NOMAD.
24. Trimble.

4.2.2 METODOLOGÍA

4.2.2.1 Recopilación de información

En esta fase se procedió a la recopilación de la información bibliográfica, relacionada al inventario y evaluación de la flora silvestre en la zona de estudio o en áreas adyacentes.

4.2.2.2 Adquisición de la cartografía base

La cartografía base se refiere a las cartas fotogramétricas adquiridas del Instituto Geográfico Nacional, con escala 1/100 000, las cuales contienen información hidrográfica (ríos, quebradas y lagunas), curvas de nivel cada 50 m, cotas, red vial, centros poblados, etc.

La cartografía la conformaron 4 cartas nacionales acondicionadas con el programa SIG ArcView, bajo el sistema de coordenadas planas, con la Proyección Universal Transversal Mercator (UTM), referida a la zona 18 y utilizando el datum WGS 84. El número de hojas y la ubicación de las cartas nacionales se aprecian en la figura 4.1.

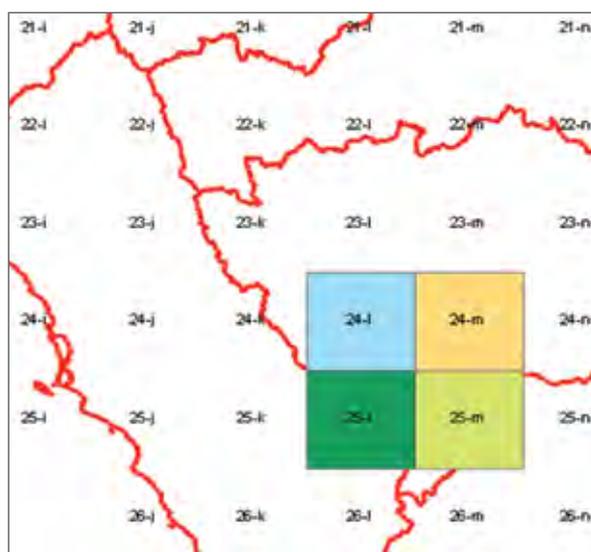


Figura 4.1: Cartas nacionales que abarcan el área de estudio.

4.2.2.3 Procesamiento de imágenes satelitales

Se adquirieron imágenes de satélite *LandSat Etm*, con resolución espacial de 30 y 15 m, año 2000. Estas imágenes fueron georeferenciadas y ortorectificadas, con el objeto de eliminar las distorsiones geométricas indeseables debido a la curvatura de la tierra y al sensor utilizado, así como por las distorsiones del terreno por efecto de altitud y pendiente.

Las imágenes también pasaron por un proceso de realce con el objetivo de distribuir uniformemente los niveles de gris, en busca de un mejoramiento en el contraste de la imagen, es decir, aumentar la diferencia entre los rasgos del terreno y mejorar la interpretación visual.

Para el procesamiento de imágenes de satélite se utilizó el software *ENVI* y *PCI Geomatics*.

4.2.2.4 Base de datos

El diseño de la base de datos y la generación de la información vectorial (puntos, líneas y polígonos) se realizaron utilizando el software *Field Map Project Manager* y *Field Map Data Collector*. Finalmente, la integración de información, análisis de datos, digitalización, edición vectorial y la cartografía, se realizaron en el ARCGIS 9.3.

4.2.2.5 Clasificación de la vegetación

El proceso de clasificación o estratificación de la cobertura vegetal consistió en dividir o agrupar el área de evaluación en unidades relativamente homogéneas, con el objeto de capturar la mayor variabilidad de la población y en consecuencia una mayor precisión del muestreo; es decir, una mayor aproximación de los datos levantados respecto a sus verdaderos promedios.

El proceso de clasificación, estratificación u homogenización de la vegetación, implicó el uso de los siguientes criterios o conceptos: fisonómico, climático y florístico. Con ellos se elaboró una "Leyenda Preliminar de Vegetación", identificándose 10 unidades de vegetación (Ver cuadro 4.1).

4.2.2.6 Elaboración del mapa de vegetación

En base a la "Leyenda Preliminar de Vegetación", se procedió a realizar el mapeo o delimitación geográfica de dichas unidades, mediante el proceso de interpretación visual de las imágenes de satélite, habiéndose realizado directamente en la pantalla del computador, teniendo como referencia o fondo la cartografía base en formato digital.

El proceso de interpretación se basó en elementos tales como: forma, tono, color, textura, entorno espacial y demás elementos complementarios.

Para la interpretación de las imágenes se utilizó el software *ArcView* 3.3 y su extensión *Image Analyst* 1.1

Producto de la interpretación de imágenes se obtuvo el "Mapa Preliminar de Vegetación" con su respectiva leyenda. Posteriormente se procedió a verificar en campo y a su vez permitió ubicar los puntos de muestreo.

4.2.2.7 Método y diseño de muestreo

a) Método de muestreo

Para el inventario de la vegetación en general, se utilizó el método de "Muestreo Sistemático Estratificado", que consistió en distribuir las muestras de manera proporcional al tamaño de cada tipo de vegetación y, al interior de cada una de ellas, las muestras se ubicaron de manera equidistante.

b) Número de muestras

Para el cálculo del número de muestras o unidades muestrales se dividió el área de estudio en tres subpoblaciones: la primera corresponde a los bosques relictos, que ocupan una pequeña superficie; la segunda

corresponde a la población de matorrales, con mayor superficie; y la tercera población corresponde a los herbazales altoandinos, con la mayor superficie, siendo esta última tratada en el siguiente capítulo V (Agrostología). Para el inventario de los bosques y matorrales se utilizaron las siguientes ecuaciones por separado, tal como se muestra a continuación:

- Para bosques: $n_1 = 10 + 0.0010 (S_1)$
- Para matorrales: $n = 10 + 0.0010 (S)$

Donde:

- n_1 = Número de muestras para los bosques relictos
- S_1 = Superficie neta de los bosques relictos
- n = Número de muestras para los matorrales
- S = Superficie neta de los herbazales

Al aplicar la fórmula para los bosques relictos se obtuvo un $n = 11$ muestras; sin embargo, para obtener una mayor confiabilidad en los resultados se incrementó el número de muestras a 19; para matorrales se obtuvo $n=19$ considerando tres tipos de matorrales: húmedo, subhúmedo y semiárido, de las cuales se levantaron 8 parcelas en campo. Estas muestras fueron distribuidas proporcionalmente al tamaño de sus superficies, tal como se observa en el cuadro 4.1.

Las muestras fueron levantadas en cada unidad de muestreo de manera sistemática, es decir, guardando cierta equidistancia, algunas veces siguiendo las curvas de nivel y otras en el sentido de la pendiente.

Cuadro 4.1: Unidades de vegetación y número de muestras levantadas en la RPNYC

Unidad de vegetación	Superficie		Muestras levantadas	Tamaño unidad muestral (m ²)
	(ha)	(%)		
Bosque de queñoa	861	0,39	11	400
Puyal	357	0,16	3	7854
Bosque de karkac	13	0,01	2	400
Lloquedal	120	0,05	3	400
Matorral húmedo	5 671	2,63	3	100
Matorral subhúmedo	3 731	1,69	2	100 - 200
Matorral semiárido	333	0,15	3	100 - 200
Pajonal de puna /Césped de puna (*)	142 409	64,28		
Bofedal (*)	9 586	4,34		

(*): El cálculo del número de muestras se presenta en el Capítulo V (Agrostología).
Fuente: elaboración propia

c) Tamaño y forma de las muestras

La distribución y orientación de las parcelas de muestreo fueron replanteadas en campo debido a la topografía muy accidentada. Se definió el tamaño y forma de las parcelas a utilizar; así, por ejemplo, para los bosques fueron parcelas de 20 x 20 m, para los matorrales de 10 x 10 m, o para el puyal, una parcela circular de 100 m de diámetro.

Para el muestreo de bosques se crearon los polígonos en el Field Map Project Manager (figuras 4.2 y 4.3); los datos numéricos de los puntos de referencia (alineados cada 5 m dentro de la parcela) y los vértices de los polígonos, fueron ingresados desde un archivo excel. Luego este fue exportado al Field Map LT para proceder a registrar los datos en campo. En los casos en que el dato registrado se encontraba fuera de la parcela, el sistema dio un mensaje de alerta.

En la figura 4.2 se muestra el tamaño y forma de las parcelas de muestreo utilizadas según la clase de unidad de vegetación. En la figura 4.3 se presenta la distribución sistemática de las muestras.

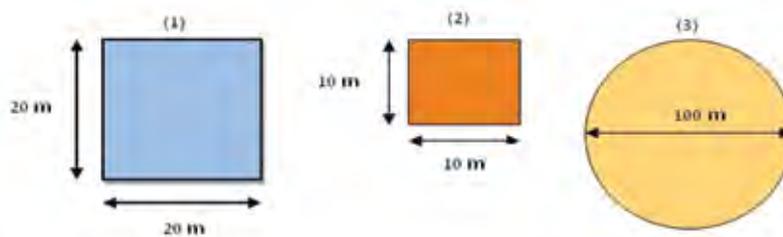


Figura 4.2: Tamaño y forma de las parcelas de muestreo.

(Izq.) Parcela utilizada para inventariar bosques de queñoa, lloque y karkac.

(Cen.) Parcela para inventariar la vegetación arbustiva y herbácea que se encuentra en el bosque de queñoa y para el inventario de matorrales propiamente dichos.

(Der.) Parcela para inventariar el puyal.

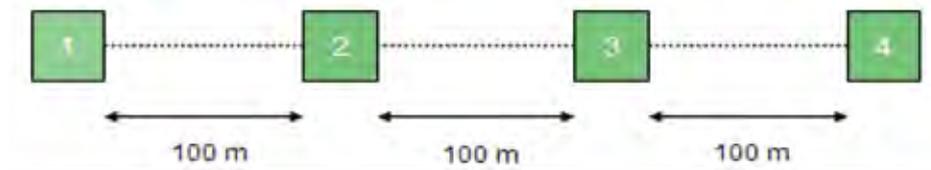


Figura 4.3: Distribución sistemática de las parcelas para árboles.

- **Diseño de puntos de la faja base**

Se diseñó la faja base para la ubicación en campo de cada punto central de las parcelas virtuales: las parcelas estuvieron distanciadas cada 100 m. Estos puntos se generaron desde el programa Field Map y luego fueron exportados a formato shp de ARCGIS.

- **Diseño de la base de datos**

En el Field Map se realizó el diseño de la base de datos mediante el esquema de jerarquías y capas. Cada jerarquía contiene datos específicos. La jerarquía "parcela" posee los datos generales del área evaluada: nombre del evaluador, fecha, hora, etc. La capa "árbol" muestra las variables que se evaluaron en cada árbol. Los datos para la queñua, lloque, chachacomo y karkac que se tomaron en campo, son:

1. Localización del árbol: X, Y, Z
2. Diámetro del tronco (superior e inferior)
3. Altura total
4. Diámetro de copas
5. Especie
6. Longitud de ramas
7. Diámetro de ramas

Para el puyal se creó otra base porque las variables a evaluar fueron diferentes, considerándose las siguientes:

1. Altura total
2. Altura de tallo
3. Altura de tálamo floral
4. Diámetro de hojas
5. Estado de vegetación
6. Vegetación ramoneada

En el *Project Manager del Field Map* se creó la base de datos. Como se explicó, para los árboles y las puyas se crearon proyectos diferentes. En la figura 4.4 se muestra la base de datos desplegable creada en gabinete para luego ser utilizada en campo, en la toma de datos con el *Field Map LT*.



Figura 4.4: Base de datos desplegable del Field Map en el computador de campo.

d) Compilación de datos

La compilación de las informaciones de la base de datos e información vectorial se realizó cumpliendo los siguientes pasos:

1. Selección de las parcelas a evaluar.
2. Integración de los datos vectoriales a la parcela virtual de evaluación (puntos referenciales y polígonos).
3. Importación de una imagen de satélite para la navegación y localización de las parcelas.
4. Exportación al computador de campo en formato *xml*.

La compilación se realizó por separado para los árboles y las puyas, luego se exportó en formato xml a cada computador de campo RECOM trimble (PDA). Mediante esta transferencia se finalizó la creación del proyecto para iniciar el trabajo de campo.

e) Diseño de brigadas

Para la evaluación de árboles se formaron dos brigadas: una responsable de evaluar el “volumen”, integrada por 4 personas incluyendo al Jefe de Brigada, y la otra responsable de evaluar la “ubicación de árboles - topografía”, conformada por tres personas (figura 4.5). Para la evaluación de las puyas se trabajó con dos brigadas conformadas por dos personas cada una (figura 4.6).

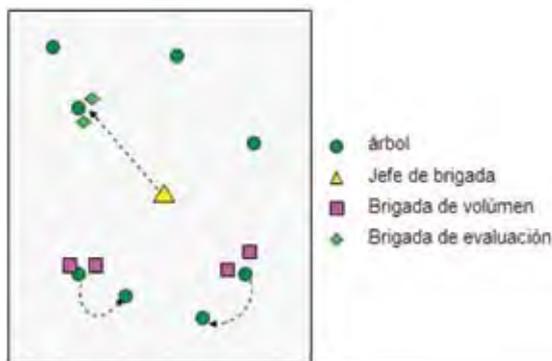


Figura 4.5: Diseño de brigadas en la parcela de árboles.

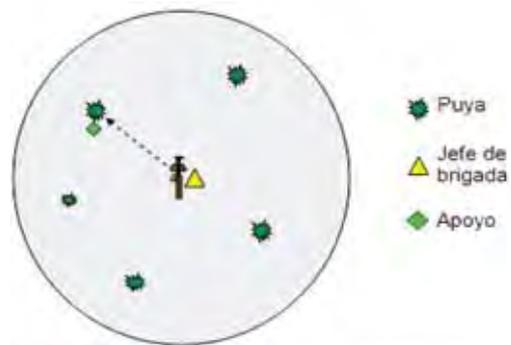


Figura 4.6: Diseño de brigadas en la parcela de puya.

4.2.2.8 Inventario de la vegetación

Luego del reconocimiento previo del área de estudio, se efectuó la incursión definitiva para realizar el inventario respectivo, conformándose grupos o brigadas de trabajo para cada actividad específica, tal como se describe a continuación:

a) Inventario de bosques

Para el inventario forestal se requirió de una brigada de trabajo conformada por:

Un Jefe de brigada, encargado de la ubicación y orientación de los puntos GPS en el terreno (*reference point del Field Map*) y 2 asistentes encargados de la localización y medición de los árboles en cada parcela.

En primer lugar, se localizó un punto cercano a la parcela mediante un navegador GPS; una vez determinado este punto, se procedió a localizar el centro de la parcela utilizando el equipo láser, para proceder luego a evaluar al interior de ella (figura 4.7).

Ubicados los árboles dentro de cada parcela de 20 x 20 m, mediante el equipo electrónico, se procedió a medir manualmente los siguientes datos:

1. Diámetro del fuste y de las ramas
2. Diámetro de la copa
3. Altura total

En total se evaluaron: 11 parcelas de 400 m² cada una para los bosques de queñoa (*Polylepis*); 03 parcelas de 400 m² cada una para el bosque de lloque (*Kageneckia*); 02 parcelas de 400 m² cada una para el bosque de karkac (*Escallonia*), y una parcela circular de 50 m de radio para los rodales de puyas.

Paralelamente al inventario de los árboles, una segunda brigada realizó el inventario de la flora menor del bosque, es decir: los arbustos, herbáceas y suculentas, en 6 parcelas de muestreo, cuadrantes de 10 x 10 y 20 x 20 m.

El inventario incluyó a un equipo de botánica, el cual se encargó de las respectivas colecciones botánicas de flora mayor y menor del bosque. Las muestras colectadas fueron fotografiadas, codificadas y depositadas en bolsas plásticas.

Al término de la colección diaria, las muestras fueron extraídas de las bolsas de plástico y colocadas en papel periódico, tratadas con preservante (alcohol + agua) y finalmente empaquetadas en sacos de polietileno.

La realización del inventario y evaluación de los bosques cumplió los siguientes pasos:

1. Verificación e integración de instrumentos:

Antes del ingreso al área de evaluación, el Jefe de Campo verificó la cantidad de baterías, ajuste de instrumentos y repuestos para cada equipo de medición. También se constató que tengan los datos correctos y que se pueda abrir el proyecto y todas sus variables con rapidez.

Cada Jefe de Brigada organizó su propio equipo en campo, supervisado por el Jefe de Campo, verificando que cada equipo cuente con baterías nuevas y en buen estado. Luego se comenzó a armar el equipo de *Field Map*, verificando que exista una buena conexión entre la brújula electrónica, el distanciómetro láser y el computador. Para comprobar la correcta conexión se disparó a un punto cualquiera con el distanciómetro láser.



Figura 4.7: Configuraciones de los equipos de Field Map.

2. Preparación del área a evaluar:

Con el diseño de las parcelas, la base de datos y los equipos revisados, se procedió a ingresar al campo para acondicionar el área donde se realizaría el inventario.

Utilizando la tecnología Field Map se consideró el ángulo (azimut) y la distancia proyectada. En cada parcela se colocaron los jalones al centro y al límite, como indica el diseño de la parcela virtual. Esta herramienta tiene especial aplicación cuando el bosque es muy cerrado y facilita la navegación dentro de él.

3. Navegación a las parcelas:

Las parcelas del inventario se ubican por medio de la navegación con el equipo *Field Map*, y dentro de estas se inicia la navegación con ayuda de los GPS conectados al PDA. Para captar la señal del GPS, se capturó inicialmente la señal de los satélites en espacios abiertos como las carreteras, caminos, o trochas.

Luego el GPS es desconectado y se navega sólo con el distanciómetro láser, utilizando la distancia y el azimut para llegar al punto deseado. Esta navegación es realizada por el Jefe de la Brigada y dos personas de apoyo que llevan los jalones extensibles con reflectores señalando la dirección, según lo que indica el Jefe de Brigada (figura 4. 8).

El método topográfico usado para la navegación es la nivelación trigonométrica –no el geométrico que se utiliza con cinta– donde los desniveles se determinan por procedimientos trigonométricos mediante la medida de ángulos verticales y distancias.



Figura 4.8: Navegación con láser y localización con GPS.

Para localizar la segunda parcela se abrió en el PDA la línea base que ha sido creada en gabinete y se marcó el punto medio de la segunda parcela (GPS *reference point* número 2), luego se disparó el láser al reflec-

tor desde el punto final donde se evaluó la primera parcela, desde donde se inició la navegación de la misma forma que se describió en el párrafo anterior.

Para efectos de ubicación de las parcelas en campo, la imagen satelital CBERS de 2,5 m, pancromática, nos sirvió de apoyo en la definición de los sitios; para tal fin previamente se grabaron las imágenes en el PDA (figura 4.9).

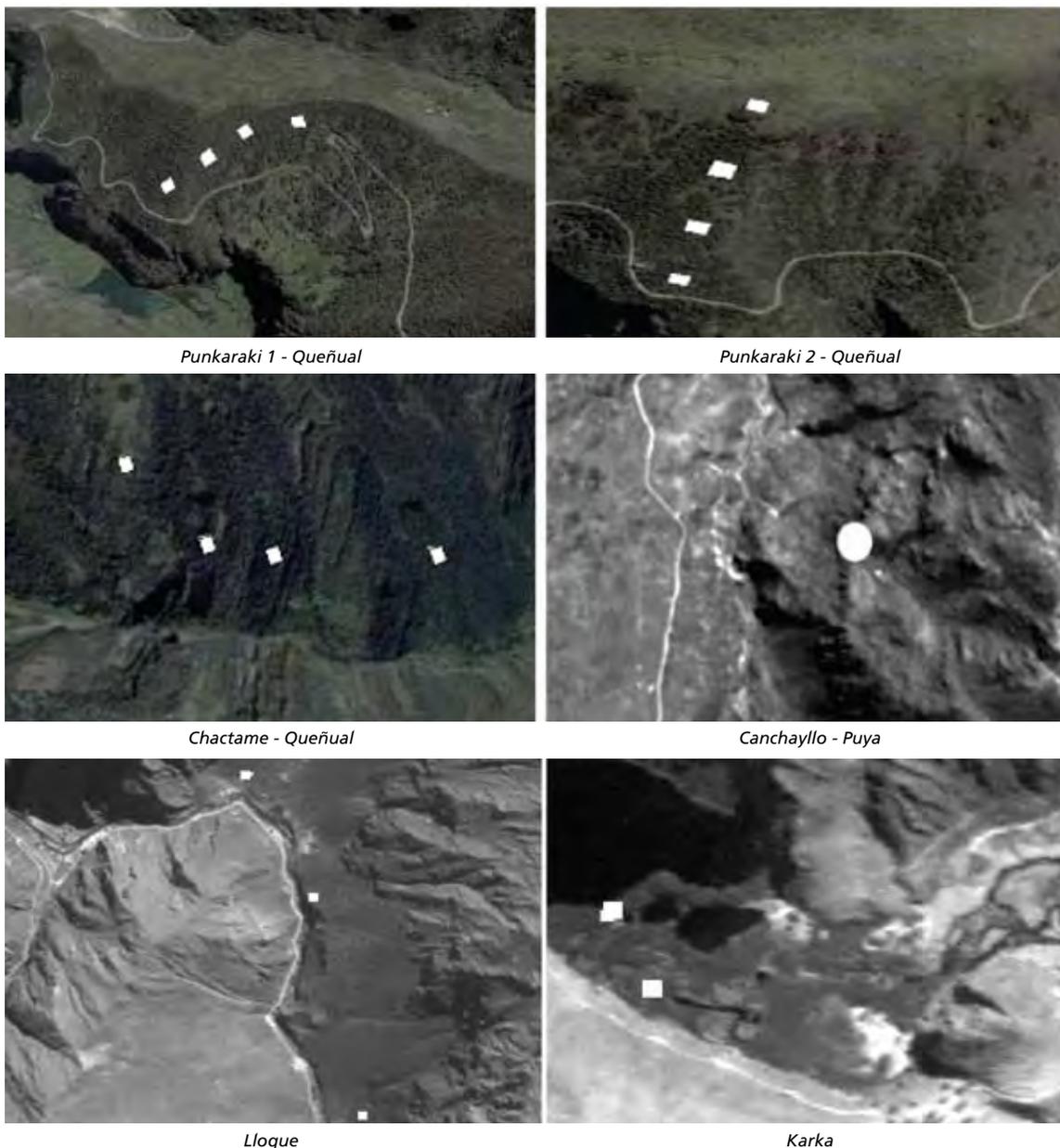


Figura 4.9: Ubicación de las parcelas de muestreo para el inventario de bosques.

4. Ubicación de los árboles:

La ubicación de los árboles estuvo a cargo del Jefe de Brigada, utilizando el equipo Field Map; para ello el personal de apoyo localizó el árbol y colocó el reflector delante de este. Cada uno de los árboles, luego de ser disparado con el láser, automáticamente apareció en la pantalla del computador de campo que indicó si el árbol se encontraba fuera o dentro de la parcela. Este dato se obtuvo con el uso del distanciómetro láser y la brújula electrónica.

La ubicación de los árboles se realiza en sentido horario desde el centro de la parcela, que es de donde se pueden observar mejor la mayor cantidad de árboles a evaluar; solo si es necesario se cambia de posición (mediante un reference point) debido a la pendiente o la presencia de rocas. Desde el centro se registran los datos sin problema en tomar árboles ubicados fuera de la parcela o correr el riesgo de repeticiones (ver figura 4.10). La misma metodología es utilizada para todas las especies arbóreas, incluyendo las puyas.

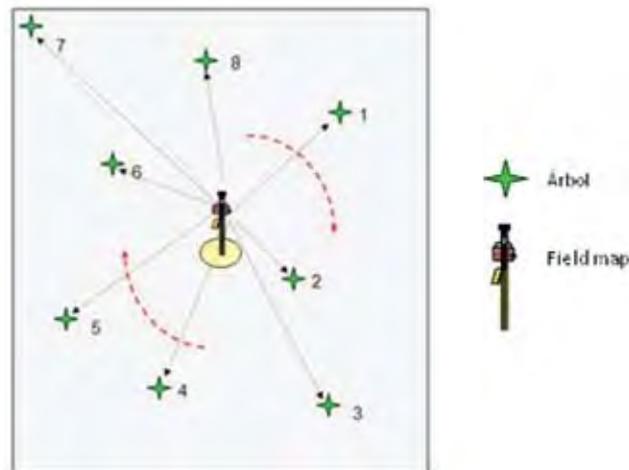


Figura 4.10: Método de localización de árboles dentro de la parcela.

A cada árbol localizado se le colocó una tarjeta (ver figura 4.11) con el número que le corresponde en el "id" (identificador) del *Field Map*, para que así la brigada ingrese en su PDA los datos de volumen del árbol con el mismo "id". Al finalizar la medición de volumen se quitaron las tarjetas para dejar el bosque en el mismo estado en el que se encontró.

Para el caso de la evaluación de los rodales de puyas, no hubo necesidad de colocar estas tarjetas porque la visibilidad en estos ecosistemas es buena, facilitando la evaluación de las variables; esta característica se debe a la dominancia de las puyas y a la predominancia del ichu a ras del suelo.



Figura 4.11: Ubicación y marcado con tarjeta de árboles.

Paralelamente, al realizar el inventario se tomaron puntos dentro de la parcela para generar información sobre la topografía, almacenándola en una base de datos.

5. Medición de variables:

a) Diámetro del fuste y de las ramas

Luego de haber ubicado los árboles con el equipo *Field Map*, se desplegó en el PDA la base de datos creados y se ingresaron los datos medidos de cada árbol (diámetros, alturas, entre otros). Al mismo tiempo, se colectaron las muestras botánicas para su identificación posterior en gabinete.

En cada individuo se midió el diámetro a una altura de 30 cm sobre el suelo, utilizando para ello cinta diamétrica. Los árboles ubicados en una pendiente se miden desde la parte más alta de la pendiente. Otros casos especiales, como las bifurcaciones que no permitieron la medición del diámetro a esa altura, se explican en el anexo de mediciones de alturas. Al medir cada árbol hay que revisar que no se esté tomando en cuenta parásitos u otros vegetales que alteren la exactitud de la medida.

Asimismo, se midieron todas las ramas cuyo diámetro en la base era ≥ 5 cm, procediendo a realizar tres mediciones: una del diámetro de la base, otra del diámetro final y otra de la longitud de la rama.

b) Diámetro de copa

La medición del diámetro de la copa se realizó con el distanciómetro láser; esta medición estuvo a cargo de dos personas que se colocaron en los extremos de la copa, procediendo a realizar dos mediciones perpendiculares. Los diámetros medidos sirvieron para graficar la proyección de la copa del árbol sobre el terreno y así obtener el porcentaje de cobertura.

c) Altura total

La altura total del árbol se midió desde el suelo hasta donde termina la copa. En este trabajo no se ha considerado la altura comercial porque para determinar el volumen no es necesario. Para la medición de la altura se usa el distanciómetro láser que está integrado al *Field Map*. Esta medición nos sirve para saber cómo es la estructura vertical de las especies.

6. Exportación de la base de datos de árboles

La información recolectada en campo se exportó a diferentes formatos: *Excel*, *Access*, *dBase* o *xml*, para ser ordenada y procesada. El recurso forestal fue procesado por medio del *Project Manager*. Desde esta plataforma se importó el archivo xml que se encontraba en el computador de campo. El software permitió exportar las variables evaluadas en *excel*, *Access* y en formato vectorial shp. La integración al SIG se realizó utilizando el software *Arc Gis* 9.3, mediante el *ArcMap*, para analizar los datos que fueron procesados en formato shape, ingresando los datos de cada árbol con su respectiva base de datos, parcela y datos topográficos.

El "Modelo de Elevación Digital" es el grupo de valores que representa puntos sobre la superficie del terreno, cuya ubicación geográfica está definida por coordenadas "x" e "y", a las que se le agrega un valor de "z", que corresponde a la elevación. Se registró la ubicación de los árboles, puntos topográficos u otros puntos de referencia que fueron registrados en campo.

Para la construcción de las coberturas topográficas se utilizó el modelo TIN, debido a la irregularidad de la información; primero se construyó una cobertura de puntos con los datos de la altimetría, así como

de la cobertura de polígonos que permitan delimitar la información; en el caso del inventario era cada parcela evaluada. Posteriormente, esta cobertura se transformó en cobertura GRID, para hacer más eficiente los análisis y visualizaciones que se han creado. Ver figura 4.12.

Tabla	IDAct	X_m	Y_m	Z_m	XMeasureP	YMeasureP	ZMeasureP	DBH_mm	Heght_m	Tree
Arbol	1	-7.514	13.617	-3.995	0	15	0	220	2.8	
Arbol_DEHbuffer	1	-4.04	19.312	-3.697	0.983	12.56	0	370	3.1	
Arboles	1	-4.013	17.931	-3.407	0.983	12.56	0	610	4.1	
Arboles	1	-2.249	7.961	-3.983	0	15	0	120	0.96	
DEM	1	-1.772	8.901	-0.46	0	10	0	310	2.1	
GPSPreferencePoints	1	0.327	11.968	-1.228	0.65	16.16	0.389	150	115	
MeasurementLog	1	0.69	11.406	-1.148	0.983	16.788	0.826	320	1.2	
OldChangeLog	1	1.21	20.507	-0.322	0.983	12.56	0	440	3.4	
Perdida_parcial_o_total	1	1.482	6.333	0.36	0	10	0	250	2.21	
Ramoneada	1	1.531	7.461	0.344	0	10	0	270	1.59	
Ramoneada	1	2.08	12.228	0.229	0.983	16.788	0.826	320	1.84	
ReferencePoints	1	2.224	7.685	1.746	0	10	0	160	2.1	
Topografía	1	4.043	5.13	2.41	0.623	6.061	0.493	430	3.5	
Topografía	1	5.58	13.487	4.151	0.983	12.56	0	520	1.77	
TreeSpecies	1	5.607	3.359	2.578	0.623	6.061	0.493	480	2.9	

Figura 4.12: Importación de los datos desde el software project manager.

7. Cálculo del área basal y área de copa

Para el cálculo del área basal del tronco y ramas de los árboles se utilizó la fórmula del círculo, así como para el cálculo del área de copa:

$$AB = \frac{\pi D^2}{4} \quad ; \quad AC = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donde:

- AB = Área basal del tronco o ramas en m²
- D = Diámetro del tronco a 0,30 m del suelo o diámetro de la base de las ramas
- AC = Área de la copa en m²
- D = Diámetro de la copa en m

8. Cálculo del volumen maderable

Es la cubicación detallada de cada árbol medido; en la RPNYC generalmente son de de baja altura, tortuosos y muy ramificados. El cálculo del volumen es diferente a otros tipos de árboles, por esta razón no se utiliza el factor de forma que corrige la figura del cilindro. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \left(\frac{\pi D_1^2}{4} + \frac{\pi D_2^2}{4} \right) \frac{L}{2}$$

$$V_1 = \frac{\pi}{8} D_1^2 + D_2^2 \bar{L}$$

Reemplazando:

$$V_1 = \frac{1}{8\pi} (C_1^2 + C_2^2) L_1$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \dots V_n$$

Donde:

- V_T = Volumen total en m^3
- C_1 = Circunferencia mayor
- C_2 = Circunferencia menor
- L_1 = Longitud del fuste o de las ramas

Luego de la verificación de los límites geográficos de las unidades de vegetación, se procedió a revisar y ajustar el mapa, para obtener el mapa final o definitivo.

Las muestras botánicas colectadas y prensadas en el campo fueron trasladadas cuidadosamente a un lugar adecuado para completar el secado.

Una vez secadas las muestras, la identificación final se realizó en el herbario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, utilizando claves dicotómicas concernientes a cada familia, bibliografía especializada y revisión por personal especializado.

Con las especies ya identificadas taxonómicamente se realizó un listado sistemático, según Cronquist 1981, así como también se revisó el sistema de clasificación filogenético APG 2003. La información obtenida se registró en una base de datos Excel, la cual fue llenada ingresando los siguientes datos por cada especie colectada:

- Datos del colector: Código de colecta, nombre de colectores, fecha de colecta.
- Datos de la especie: Nombre científico, nombre vulgar, familia botánica.
- Datos de georeferenciación: Altitud, coordenadas S y W, lugar de la colecta.
- Tipo de vegetación: Matorral húmedo, matorral subhúmedo, bosque de Karkac, etc.
- Datos de uso: Se le asigna una categoría de uso como: medicinal, alimenticia, combustible, etc. En caso no posea aparecerá como no registrado.

b) Inventario de matorrales y puyal

Para el inventario de matorrales se requirió de un equipo conformado por un Jefe de Brigada, encargado de la ubicación de las parcelas, y dos asistentes de campo. Se contó con el apoyo de un equipo de botánica para la colección respectiva de muestras.

Se levantaron un total de 8 parcelas de muestreo de 100 y 200 m^2 , las cuales fueron distribuidas de manera sistemática en cada tipo de matorral.

En cada parcela de muestreo se registraron todos los individuos, considerando especies a partir de los 15 cm de altura. Se midió la altura total y el diámetro de la copa de cada uno de los individuos.

Para el caso de los rodales de puyas se levantaron dos muestras: una parcela grande de forma circular de 50 m de radio (7 854 m^2), para el inventario de la población adulta, y otra parcela pequeña de 20 x 20 m

(400 m²) para el inventario de la regeneración natural. En la parcela mayor se registraron todos los individuos a partir de 1 m de altura; se midió su altura total y el diámetro de la expansión foliar en el perfil horizontal a 1 m del suelo. En la parcela menor se registraron todos los individuos menores a 1 m de alto.

4.3 RESULTADOS

A continuación se hace la caracterización de todas las unidades o tipos de vegetación, evaluados en el presente estudio (ver mapa 8.6.3).

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE BOSQUES

4.3.1.1 Bosque de queñoa (Bq)

El bosque de queñoa está representado por el género *Polylepis*, oriundo de Sudamérica. Es un árbol achaparrado y generalmente presenta una densidad alta, con tronco retorcido y abundancia de ritidomas exfoliables de consistencia papirácea, de color pardo rojizo; mediana resistencia a la compresión y alta resistencia al cizallamiento; para los andes peruanos se han reportado más de diez especies; mayormente utilizado para barreras vivas de las propiedades en localidades ubicadas por encima de los 3 500 msnm. La copa es generalmente difusa, presenta una madera dura, pesada, resistente a la humedad y laborable. Frecuentemente es utilizado para leña y es una de las principales fuentes de energía para los pobladores altoandinos. Otro uso que se da a las hojas y ramas trituradas y hervidas es el de colorante marrón claro (según comenta Gil Mora *et al*, 2007).

a) Ubicación geográfica

Los bosques de queñoa se extienden en una superficie aproximada de 860,54 ha (0,39% del área total estudiada), arriba de los 4 000 msnm y en las laderas montañosas con fuertes pendientes de difícil acceso.

Se identificaron en total 7 sectores donde existen bosques de queñoa, localizados en: Carania (Qda. Herhuata), Shalqui (Qda. Río Seco), Laraos (Qda. Chulco y Qda. Pampamarca), Punkaraki y Chaqtame (ver figura 4.13); y el sector Jalcacha (ver figura 4.14). Estos bosques relictos altoandinos colindan con los pastizales naturales altoandinos.



Figura 4.13: Vista satelital de 2 sectores con bosques de queñoa.



Figura 4.14: Bosque de queñoa en Jalcacha.

b) Abundancia y distribución diamétrica

La población promedio estimada de *Polylepis* para los tres sectores inventariados fue de 385 árboles/ha, con DAP \geq a 5 cm.

La distribución poblacional del bosque de queñoa corresponde a la típica curva en forma de "J" invertida, es decir, la mayor población se concentra en las clases de menores diámetros; así por ejemplo, la primera clase diamétrica de 5-10 cm concentra un promedio de 157 árboles/ha; le siguen con menores valores las clases diamétricas superiores (cuadro 4.2 y figura 4.16).

La existencia de una mayor población en las clases diamétricas menores indica que la población futura del bosque está prácticamente asegurada, siempre y cuando no haya perturbación humana negativa que pueda alterar drásticamente su estructura. En la figura 4.15 se muestra un ejemplar de *Polylepis* que está siendo medido por el equipo evaluador.

La longitud máxima de circunferencia del árbol más grueso a la altura del pecho fue de 1 100 mm y la altura máxima fue de 4,86 m.



Figura 4.15: Medición de diámetro y longitud de ramas en árbol de *Polylepis*.

Cuadro 4.2: Distribución diamétrica del número de árboles/ha del bosque de queñoa

SECTORES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)								TOTAL	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	>40	árboles /ha	%
Punkaraki 1	125,00	162,50	75,00	25,00	25,00	6,25	6,25	0,00	425,00	36,8
Punkaraki 2	133,33	116,67	41,67	41,67	0,00	8,33	0,00	0,00	341,67	29,60
Chaqtame	212,50	131,25	43,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	387,50	33,6
Promedio	156,94	136,81	53,47	22,22	8,33	4,86	2,08	0,00	384,72	100,0

Fuente: elaboración propia

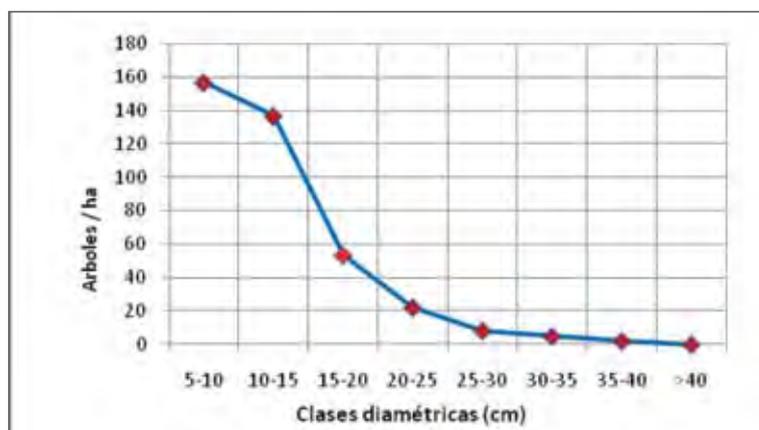


Figura 4.16: Distribución del número de árboles/ha en clases diamétricas del bosque de queñoa.

c) Área basal

El área basal estimada para el bosque de queñoa de los tres sectores evaluados fue de 5,44 m²/ha, en promedio.

Respecto a la distribución del área basal en clases diamétricas (ver cuadro 4.3 y figura 4.17), se observó que los mayores valores recaen en las clases diamétricas de 10-15 cm y 15-20 cm. Los mayores valores por sectores corresponden a Punkaraki 1.

Cuadro 4.3: Distribución diamétrica del área basal del bosque de queñoa

SECTORES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)								TOTAL	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	>40	m ² /ha	%
Punkaraki 1	0,59	1,83	1,54	0,92	1,37	0,50	0,60	0,00	7,36	45,1
Punkaraki 2	0,67	1,46	0,87	1,61	0,00	0,76	0,00	0,00	5,37	32,9
Chaqtame	1,01	1,54	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,59	22,0
Promedio	0,76	1,61	1,15	0,84	0,46	0,42	0,20	0,00	5,44	100,0

Fuente: elaboración propia

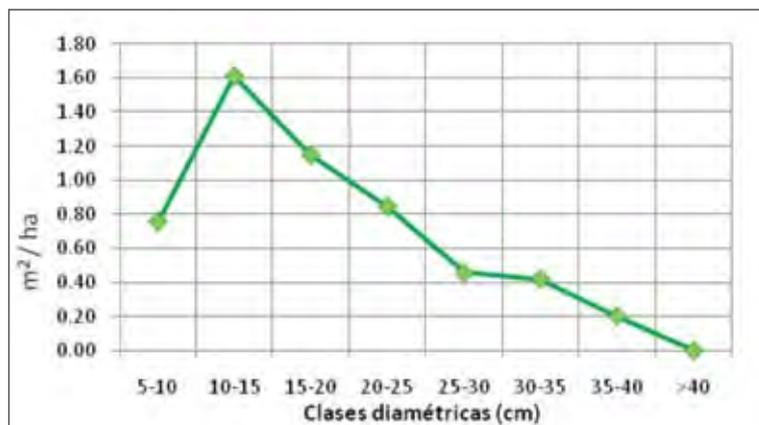


Figura 4.17: Distribución del área basal en clases diamétricas del bosque de queñoa.

d) Cobertura

En promedio, se estimó para el bosque de queñoa una cobertura de copa de 2 858 m²/ha, equivalente al 28,6% de la superficie evaluada de la RPNYC.

Las clases diamétricas que presentaron los mayores valores de cobertura fueron las de 10-15 y 5-10 cm.

El sector con mayor cobertura de copa resultó ser Punkaraki 1, con el 32,7% (cuadro 4.4).

Cuadro 4.4: Distribución diamétrica de la cobertura del bosque de queñoa

SECTORES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)								TOTAL	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	>40	m ² /ha	%
Punkaraki 1	380,63	969,46	658,93	439,87	400,05	78,54	342,24	0,00	3269,73	32,70
Punkaraki 2	432,84	889,64	716,31	607,47	0,00	205,25	0,00	0,00	2851,52	28,52
Chaqtame	1102,32	939,82	409,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2451,60	24,52
Promedio	638,60	932,97	594,90	349,12	133,35	94,59	114,08	0,00	2857,61	28,58

Fuente: elaboración propia

e) Volumen maderable

Se ha estimado para el bosque de queñoa un volumen promedio de 19,7 m³/ha, concentrándose el mayor volumen en las clases diamétricas de 10-15 y 20-25 cm.

El sector Punkaraki 2 presentó el mayor volumen maderable, representando el 46,8 % del volumen total. En este sector la clase diamétrica 15-20 cm presentó el más alto valor en volumen (10,5 m³/ha). Ver cuadro 4.5 y figura 4.18.

Se realizó un análisis comparativo del volumen de cada parcela y por sector evaluado. En el bosque de queñoa de la localidad de Chaqtame se evaluaron cuatro parcelas: Las parcelas primera y segunda presentaron mayor volumen, con 0,62 y 0,57 m³ respectivamente. Ambas se ubican a mayor altitud que las dos parcelas con menor volumen. Los árboles más altos se encuentran en la primera parcela. Las parcelas primera y cuarta presentaron más cantidad de ramas y con diámetros mayores. En Punkaraki 1 la primera parcela presenta mayor volumen, 2,41 m³, debido a que se han tomado como muestra 6 árboles donde se tomó los datos hasta las ramitas más pequeñas (menos de 5 cm de diámetro), y representa el 50% de los individuos medidos en las cuatro parcelas, es decir, mayor densidad. Punkaraki 2 presenta dos parcelas (1 y 3) como las de mayor volumen, 1,46 y 1,29 m³; la primera parcela se ubica en la parte baja (cerca de la carretera) y la tercera parcela cerca de la cima. En ambas parcelas los árboles presentan ramas más grandes y con mayores diámetros. La cuarta parcela se ubicó en la cima, donde no había árboles.

Los volúmenes de madera hallados son poco uniformes, con alto grado de variabilidad, debido mayormente a que en algunos casos a los árboles más representativos se les midieron todas las ramas, incluso las más pequeñas, y en otros, por la dificultad de acceso, solo se midieron las ramas principales; y las relaciones se realizaron con los promedios de volumen hallados.

Cuadro 4.5: Distribución diamétrica del volumen maderable del bosque de queñoa

SECTORES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)								TOTAL	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	>40	m ³ /ha	%
Punkaraki 1	3,48	6,76	3,02	1,04	2,93	1,42	1,84	0,00	20,50	34,6
Punkaraki 2	2,93	10,10	2,15	10,50	0,00	2,05	0,00	0,00	27,73	46,8
Chaqtame	2,33	5,43	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	18,6
Promedio	2,92	7,43	2,81	3,85	0,98	1,16	0,61	0,00	19,74	100,0

Fuente: elaboración propia

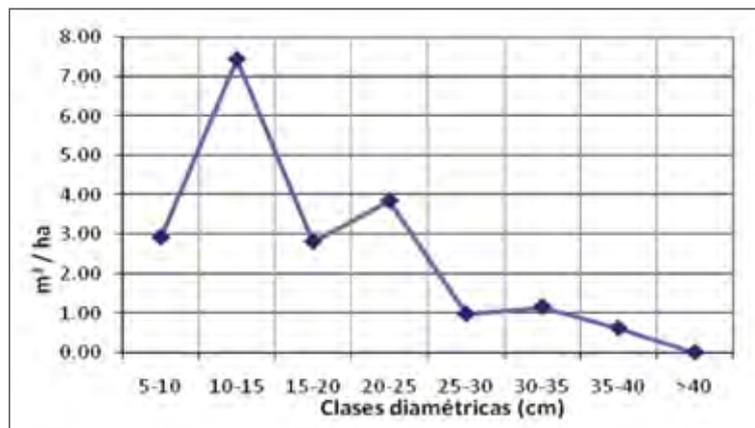


Figura 4.18: Distribución diamétrica del volumen maderable del bosque de queñoa.

f) Flora menor del bosque

La flora menor del bosque se refiere a las comunidades arbustivas y herbáceas ubicadas en el nivel inferior del bosque, destacando con mayor abundancia relativa las siguientes especies: *Bidens andicola* (25%), *Lupinus balianus* (12,55%), *Diplostegium* sp. (11,4%) y *Baccharis tricuneata* (10,4%), entre las más abundantes. Presenta una cobertura de copa o corona del 11,7% y una altura promedio de 1,3 m. Asimismo, existe una vegetación de piso dominada por herbáceas de porte rastroso como, por ejemplo, *Alchemilla pinnata* (Rosaceae), *Hypochaeris* sp. (Asteraceae), *Geranium sessiliflorum* (Geraniaceae), *Gentiana* sp., poáceas muy jóvenes. Fuera de las parcelas de muestreo se encontraron otras especies arbustivas como, por ejemplo, *Ribes* sp. (Grossulariaceae).

En el cuadro 4.6 se muestran los valores de abundancia absoluta y relativa, así como de cobertura de las especies de la flora menor del bosque de queñoa.

Cuadro 4.6: Abundancia y cobertura de la flora menor del bosque de queñoa

ESPECIE	ABUNDANCIA		COBERTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)
	ABSOLUTA (Individuos/ha)	RELATIVA (%)	m ² /ha	%	
<i>Ageratina sternbergiana</i>	20	1,07	19,94	0,20	110
<i>Aristeguietia sp.</i>	153	8,21	116,73	1,17	124
<i>Baccharis genistilloides</i>	13	0,71	0,79	0,01	45
<i>Baccharis tricuneata</i>	193	10,35	82,13	0,82	83
<i>Berberis sp.</i>	160	8,57	188,96	1,89	91
<i>Bidens andicola</i>	467	24,99	241,47	2,41	87
<i>Calceolaria sp.</i>	13	0,71	6,89	0,07	120
<i>Chuquiraga spinosa</i>	153	8,21	39,21	0,39	56
<i>Diplostephium sp.</i>	213	11,43	230,30	2,30	101
<i>Lupinus balianus</i>	233	12,50	55,95	0,56	55
<i>Monnina salicifolia</i>	7	0,36	0,49	0,00	147
<i>Nasa nasa</i>	13	0,71	2,85	0,03	100
<i>Ophryosporus heptanthus</i>	120	6,43	117,16	1,17	105
<i>Polylepis sp.*</i>	100	5,36	35,20	0,35	63
<i>Senecio collinus</i>	7	0,36	29,23	0,29	640
Total	1866	100,00	1167,30	11,67	128

(*) Regeneración natural
Fuente: elaboración propia

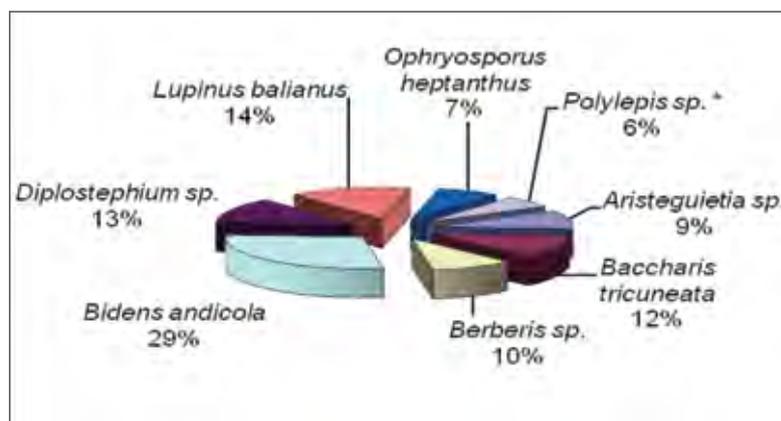


Figura 4.19: Principales especies arbustivas del bosque de queñoa.

4.3.1.2 Lloquedal (Llo)

Esta unidad de vegetación está dominada por comunidades arbóreas de *Kageneckia lanceolata*, "lloque", de la familia Rosaceae. En menor proporción y en sitios específicos se encuentran comunidades arbóreas dispersas de *Escallonia resinosa*, "chachacoma". Este bosque se extiende en una superficie aproximada de 120 ha, la cual representa el 0,05% del área total de la RPNYC.

La altura máxima fue alcanzada por los árboles de lloque con 9,20 m, le siguen los árboles de chachacoma con 5,25 m. El lloque presenta fuste recto y ramificación laxa desde el segundo tercio, corteza lenticilada de color marrón claro, de hojas simples enteras y agrupadas en los extremos de las ramitas, con el borde del limbo aserrado. La madera es de buena calidad, semidura, de color blanquecino y textura media. Tiene aceptable durabilidad y maleabilidad, se la emplea en carpintería liviana; usualmente las ramas son las principales fuentes de leña para el poblador local.

La chachacoma también presenta fuste recto, de color marrón claro, hojas simples y de consistencia coriácea. La madera es buena para construcciones rurales y para leña.

a) Ubicación geográfica

El lloquedal se encuentra localizado en la zona de vida Estepa - Montano tropical, en el sector Huataria, entre 3 150 y 3 600 msnm, en las laderas montañosas con fuertes pendientes de la margen izquierda del río Cañete. En la figura 4.20 se muestra la ubicación del lloquedal y en la figura 4.21 un área puntual donde el bosque es mixto, es decir, las comunidades de *Kageneckia lanceolata*, "lloque" y *Escallonia resinosa*, "chachas", se encuentran asociadas. En la figura 4.22 se muestra un ejemplar de lloque en el camino que atraviesa la unidad vegetacional, el cual se encuentra cubierto de una planta epífita, a manera de largas barbas, identificada como *Tillandsia usneoides*, "salvajina" (Bromeliaceae).



Figura 4.20: Ubicación del lloquedal, próximo a la localidad de Tinco Alis.

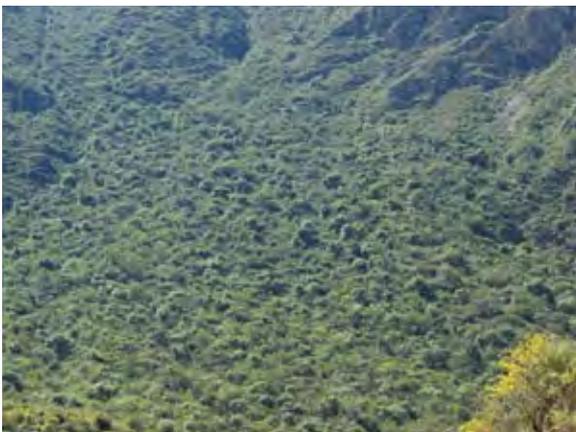


Figura 4.21: Árboles de lloque asociados a la chachacoma.



Figura 4.22: Ejemplar de lloque cubierto de salvajina.

b) Abundancia y distribución diamétrica

Se ha estimado una densidad poblacional para esta unidad vegetacional de 183 árboles/ha. De este total 116,7 individuos/ha corresponden a la especie *Kageneckia lanceolata*, "lloque", y 66,7 árboles/ha a *Escallonia resinosa*, "chachacoma".

La distribución poblacional del lloquedal corresponde a la típica curva en forma de "J" invertida, es decir, la mayor población se concentra en las clases de menores diámetros, así, por ejemplo, la primera clase de 5-10 cm, posee un promedio de 66,7 árboles/ha, luego le siguen las clases 15-20 y 10-15 cm con 50 árboles/ha y 41,7 árboles/ha, respectivamente. Ver cuadro 4.7 y figura 4.23.

Cuadro 4.7: Distribución diamétrica del número de árboles/ha del lloquedal

ESPECIES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)						TOTAL
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	Árboles/ha
Lloque	41,67	25,00	33,33	8,33	8,33	0,00	116,67
Chachacoma	25,00	16,67	16,67	0,00	0,00	8,33	66,67
Total	66,67	41,67	50,00	8,33	8,33	8,33	183,33

Fuente: elaboración propia

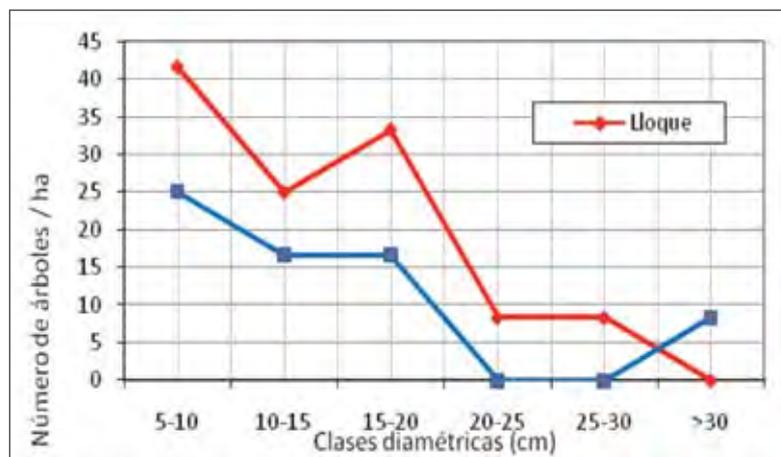


Figura 4.23: Distribución del número de árboles/ha en clases diamétricas del lloquedal.

c) Área basal

El área basal total del lloquedal se estimó en 2,6 m²/ha, correspondiendo los mayores valores a la clase diamétrica de 15-20 cm, con 0,71 m²/ha. Ver cuadro 4.8 y figura 4.24.

La longitud máxima de circunferencia alcanzada por los individuos más gruesos de lloque fue de 810 mm, y de 540 mm para la chachacoma.

Cuadro 4.8: Distribución diamétrica del área basal del lloquedal

ESPECIES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)						TOTAL
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	m ² /ha
Lloque	0,09	0,20	0,33	0,32	0,44	0,00	1,37
Chachacoma	0,04	0,10	0,39	0,00	0,00	0,66	1,19
TOTAL	0,13	0,30	0,71	0,32	0,44	0,66	2,56

Fuente: elaboración propia

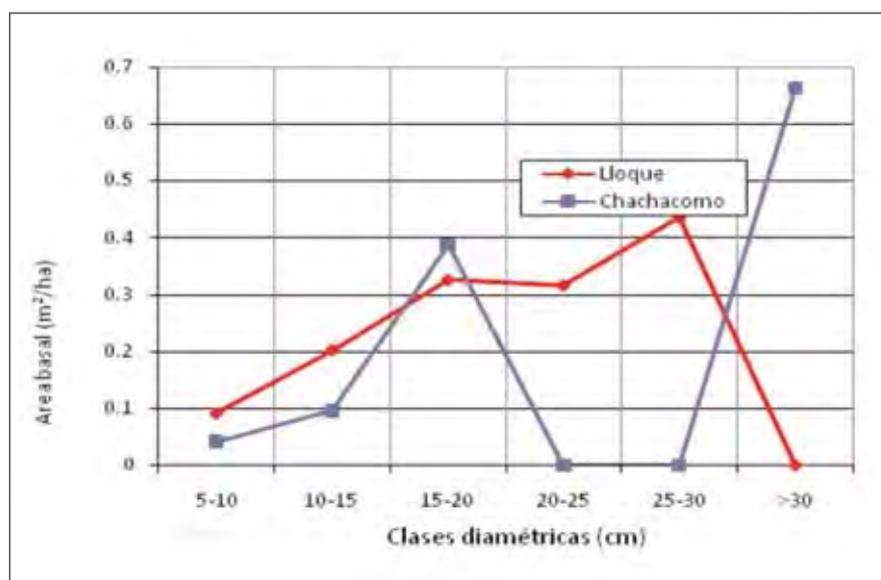


Figura 4.24: Distribución del área basal por clases diamétricas del lloquedal.

d) Cobertura

El lloquedal presenta una cobertura de copa del 20,6%, contribuyendo con mayores valores la especie *Kageneckia lanceolata*, "lloque". El lloque contribuye con mayor valor de cobertura (12,7%) frente a la chachacoma (7,8%). La clase con mayor valor de cobertura fue 15-20 cm, con 600 m²/ha. Ver cuadro 4.9.

Cuadro 4.9: Distribución diamétrica de la cobertura del lloquedal

ESPECIES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)						TOTAL	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	(m ² /ha)	%
Lloque	195,81	452,02	200,32	153,95	272,28	0,00	1 274,37	12,74
Chachacoma	0,00	35,32	399,46	70,49	0,00	276,52	781,79	7,82
TOTAL	195,81	487,34	599,78	224,44	272,28	276,52	2 056,16	20,56

Fuente: elaboración propia

e) Volumen

El lloquedal muestra un volumen maderable de 18,71m³/ha, contribuyendo con el mayor volumen la especie *Kagneckia lanceolata* (11,2 m³/ha), frente a la especie Escallonia resinosa (7,5 m³/ha). Las clases diamétricas que más contribuyen en el volumen son las de 10-15 y 15-20 cm, tal como se observa en el cuadro 4.10 y figura 4.25.

Cuadro 4.10: Distribución diamétrica del volumen maderable del lloquedal

ESPECIES	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)						TOTAL (m ³ /ha)
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
Lloque	0,872	5,133	2,759	0,478	1,932	0,000	11,17
Chachacoma	0,929	1,011	1,248	0,000	0,000	4,353	7,54
TOTAL	1,80	6,14	4,01	0,48	1,93	4,35	18,71

Fuente: elaboración propia

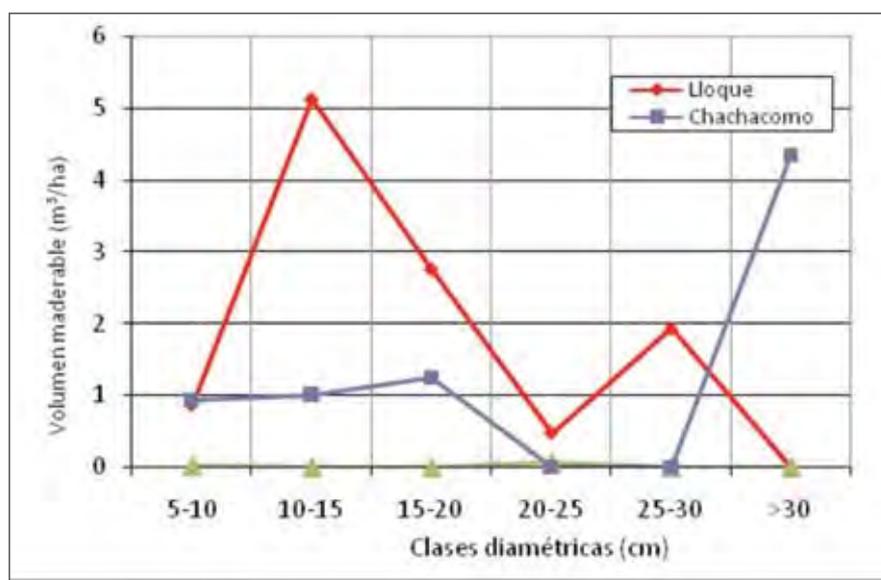


Figura 4.25: Distribución del volumen de madera por clases diamétricas del lloquedal.

f) Flora menor

En el lloquedal existen comunidades arbustivas que viven asociadas a las especies arbóreas antes mencionadas, alcanzando una altura promedio de 1,68 m y una cobertura del 74,5%. Sobresalen por su abundancia las especies *Dodonaea viscosa* (34%), *Aristeguetia* sp. (12%), *Ophryosporus heptanthus* (9%), y otras, cuya relación se muestra en el cuadro 4.11 y en la figura 4.26.

Cuadro 4.11: Abundancia y cobertura de la flora menor del Iloquedal

ESPECIE	ABUNDANCIA		COBERTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)
	ABSOLUTA (individuos/ha)	RELATIVA (%)	m ² /ha	%	
<i>Aristeguietia</i> sp.	640	11,76	1 339,61	13,40	209,0
<i>Berberis</i> sp.	160	2,94	845,91	8,46	180,0
<i>Bidens andicola</i>	80	1,47	8,84	0,09	60,0
<i>Colletia</i> sp.	240	4,41	235,50	2,36	260,0
<i>Dodonaea viscosa</i>	1 840	33,82	2 878,76	28,79	178,0
<i>Dunalia</i> sp.	240	4,41	561,40	5,61	313,0
<i>Escallonia resinosa</i> *	160	2,94	284,31	2,84	225,0
<i>Hesperomeles</i> sp.	320	5,88	286,98	2,87	210,0
<i>Jungia</i> sp.	400	7,35	500,46	5,00	124,0
<i>Monnina</i> sp.	160	2,94	88,75	0,89	215,0
<i>Ophryosporus heptanthus</i>	480	8,82	213,31	2,13	30,0
<i>Opuntia</i> sp.	80	1,47	0,00	0,00	35,0
<i>Viguiera</i> sp.	320	5,88	62,83	0,63	140,0
Euphorbiaceae Sp1	320	5,88	142,00	1,42	175,0
Promedio	5 440	100,00	7 448,68	74,49	168,1

* Regeneración natural con < 5cm de DAP
Fuente: elaboración propia

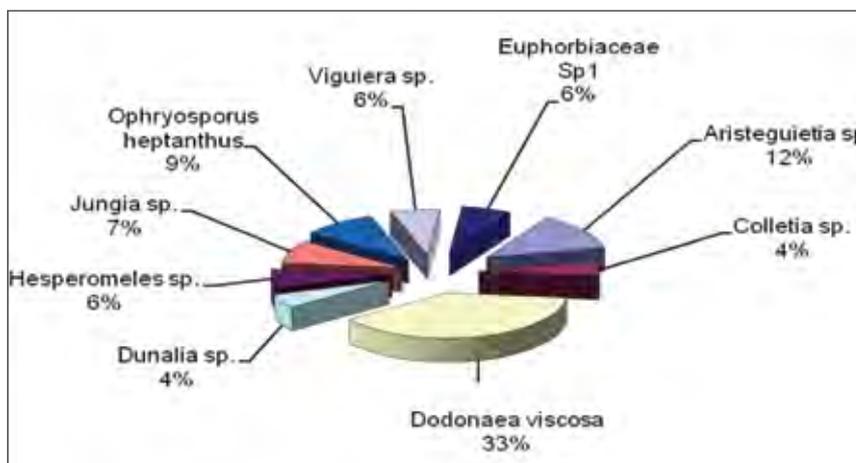


Figura 4.26: Especies más abundantes de la flora menor del Iloquedal.

4.3.1.3 Bosque de karkac (BKa)

El bosque de karkac se encuentra representado por la especie *Escallonia myrtilloides*, conocida vulgarmente como karkac (familia Scrophulariaceae). Está conformado por comunidades densas de árboles de porte bajo, irregular o retorcido, con abundante ramificación terminal; la corteza es áspera y posee hojas menudas, de consistencia coriácea. La madera es dura, utilizada principalmente para leña y construcciones rurales (cercos, corrales). Los árboles más desarrollados apenas superan los 8 m de altura. En el sotobosque más iluminado y en pequeñas áreas libres, se encuentra una especie conocida como *Senecio soukupii*, "putaca".

a) Ubicación geográfica

El bosque ocupa una superficie aproximada de 13 ha, que representa el 0,01% del área total estudiada. Se encuentra ubicado en una pequeña porción del cauce mismo del río Cañete, en la localidad de Vilca, completamente inundado hasta más de 30 cm de altura, lo que dificultó el inventario y las mediciones respectivas. Se encuentra conectado por uno de sus lados a la represa natural de la laguna Papacocha (figuras 4.27 y 4.28).

Este bosque relicto se encuentra ubicado a 3 950 msnm y en la zona de vida Páramo muy húmedo–Subalpino tropical.



Figura 4.27: Bosque de karkac ubicado en el fondo de valle del río Cañete. Figura 4.28: Bosque de karkac completamente inundado.

b) Abundancia y distribución diamétrica

Se ha estimado una abundancia de *Escallonia myrtilloides*, “karkac”, de 450 árboles/ha, considerados a partir de 5 cm de DAP. Las clases diamétricas que registran un mayor número de árboles/ha fueron las clases superiores a 25 cm, como por ejemplo, la de 30-35 cm, que registró 112,5 árboles/ha (cuadro 4.12).

Con el análisis de la estructura poblacional de este bosque, visible en la figura 4.29, se observó la ausencia de la típica curva de la “J” invertida, es decir, no se ha registrado población juvenil, más bien adulta, y ello resulta peligroso para la población futura del bosque. Si se procede a una extracción de árboles maduros no existe regeneración natural que los reemplace y prácticamente se estaría procediendo a un exterminio del bosque.

Cuadro 4.12: Distribución diamétrica del número de árboles/ha del bosque de karkac

Especie	Clases diamétricas (cm)											Total	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	> 55		
Karkac													Árbol./ha
Total	0,00	12,50	0,00	25,00	100,00	112,50	75,00	75,00	25,00	12,50	12,50	450,00	

Fuente: elaboración propia

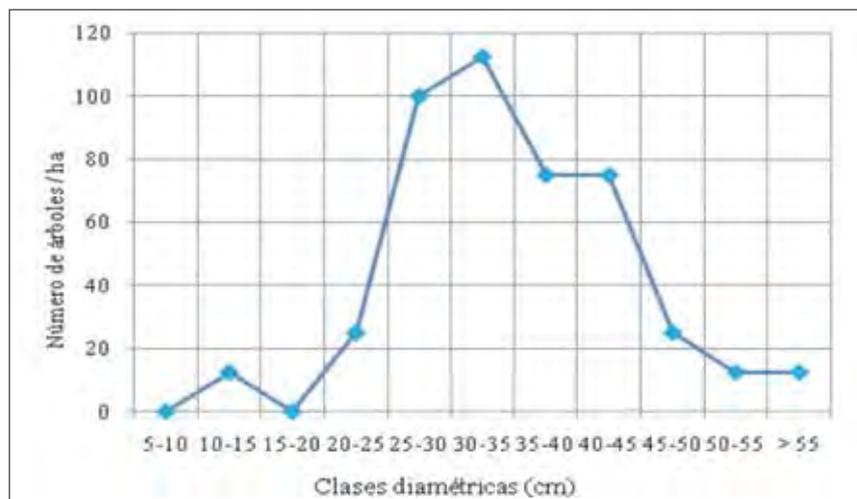


Figura 4.29: Distribución del número de árboles/ha en clases diamétricas del bosque de karkac.

c) Área basal y cobertura

Se estima un área basal de 49,65 m²/ha, registrando los mayores valores las clases superiores a 25 cm de DAP, obteniendo el mayor valor la clase 40-45cm con 10,47 m²/ha. Lógicamente los menores valores recaeron sobre las clases diamétricas inferiores (ver cuadro 4.13 y figura 4.30).

Respecto a la cobertura de copa, el mayor valor lo obtuvo la clase diamétrica 30-35 cm (ver cuadro 4.14).

Cuadro 4.13: Distribución diamétrica del área basal/ha del bosque de karkac

ESPECIE	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)											TOTAL
Karkac	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	> 55	m ² /ha
TOTAL	0,00	0,17	0,00	0,94	6,45	9,11	8,31	10,47	4,27	2,68	7,25	49,65

Fuente: elaboración propia

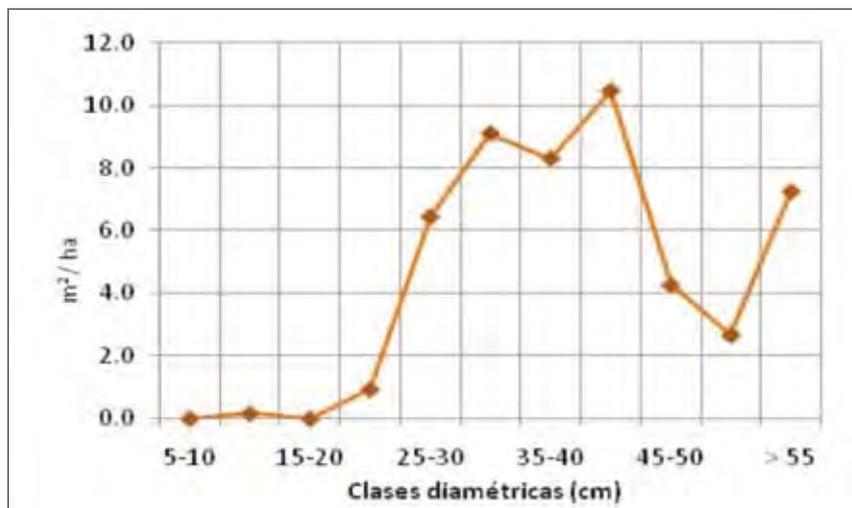


Figura 4.30: Distribución del área basal/ha en clases diamétricas del bosque de karkac.

Cuadro 4.14: Distribución diamétrica de la cobertura del bosque de karkac

ESPECIE	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)											TOTAL	
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	> 55	m ² /ha	%
Karkac	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	> 55	m ² /ha	%
TOTAL	0,0	341,7	0,0	632,6	2 324,2	3 366,8	2 055,6	783,1	690,5	668,2	6,4	10 869,3	108,7

Fuente: elaboración propia

d) Volumen maderable

Respecto al volumen maderable del bosque se ha estimado en promedio la existencia de 176,6 m³/ha, contribuyendo con los mayores valores las clases diamétricas superiores a 25 cm de DAP; así, por ejemplo, la clase diamétrica 30-35 contribuyó con 46,88 m³/ha. Los menores valores se registraron en las clases diamétricas menores (ver cuadro 15 y figura 4.31).

Cuadro 4.15: Distribución diamétrica del volumen/ha del bosque de karkac

ESPECIE	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)											TOTAL
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	> 55	m ³ /ha
Karkac	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	> 55	m ³ /ha
TOTAL	0,00	1,35	0,00	1,87	37,64	46,88	41,75	26,51	12,51	1,68	6,41	176,61

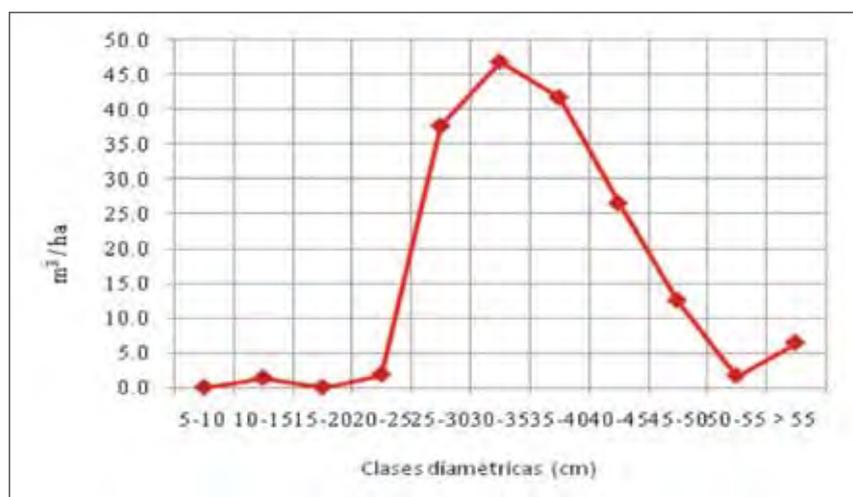


Figura 4.31: Distribución del volumen/ha en clases diamétricas del bosque de karkac

4.3.1.4 Puyal (Pu)

Esta unidad de vegetación está representada por la especie *Puya raimondii*, "puya", considerada como la más grande bromeliácea que puede alcanzar alturas máximas de 12 m, incluyendo la inflorescencia más grande del mundo (8-10 m), conformada de hasta 8 mil flores y 6 millones de semillas por planta. Puede vivir más de 100 años y una vez terminada su floración, muere. Florece en los meses de octubre a diciembre.

a) Ubicación geográfica

El rodal se encuentra ubicado cerca al poblado de Canchayllo, en la margen derecha del río Yanatuto, afluente directo del río Pachacayo; en un cerro situado desde 3 800 hasta 4 350 msnm, con un área aproximada de 357 ha, que representa el 0,16% del área estudiada. Se encuentra circunscrito en la zona de vida Páramo muy húmedo – Sub alpino tropical y circundado por pajonales altoandinos (ver figuras 4.32 y 4.33).



Figura 4.32: Ubicación de los rodales de puyas cerca a la localidad de Canchayllo.



Figura 4.33: Equipo de inventario realizando la evaluación de los rodales de puyas.

b) Abundancia y distribución diamétrica

Según el cuadro 4.16 y figura 4.34, se observó una abundancia de 74,4 individuos/ha, considerados a partir de 1 m de altura. Esta población fue registrada en una muestra de 0,78 ha, donde se notó el predominio de plantas mayores y poca población juvenil; por ejemplo, la mayor población fue registrada en la clase diamétrica de expansión foliar de 3-3,5 cm, con 20,5 individuos/ha.

La mayor población de puyas inventariadas alcanza alturas inferiores a los 2 m, aún sin florecer, y en menor proporción existen ejemplares > 2m, siendo la altura máxima encontrada en la muestra de 11,91 m. En otro sector del puyal se encontró solo población joven o regeneración natural sin adultos. En una muestra de 400 m², se registró un total de 108 puyas con alturas inferiores a 1 m y superiores a 10 cm.

Cuadro 4.16: Distribución diamétrica del número de puyas/ha

ESPECIE	CLASES DIAMÉTRICAS DE EXPANSIÓN FOLIAR (cm)								TOTAL
<i>Puya raimondii</i>	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	Indiv./ha
TOTAL	6,4	11,5	17,9	14,1	20,5	2,6	1,3	0,0	74,4

Fuente: elaboración propia

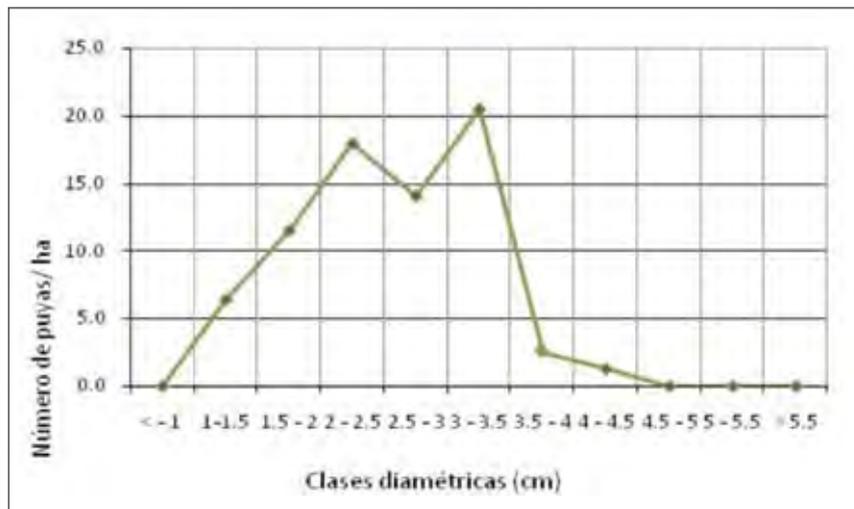


Figura 4.34: Distribución del número de puyas/ha, en clases diamétricas.

c) Vegetación asociada

En los rodales de puyas se evaluó la vegetación asociada, conformada por arbustos y herbáceas. Según el cuadro 4.17 se registró como la más abundante, la herbácea graminoide *Jarava ichu* (Poaceae) con el 92,2%. Con menores valores se encuentran los arbustos *Ageratina sternbergiana* (Asteraceae), con 4,7% y *Achyrocline* sp. (Asteraceae) con el 2,3%.

Cuadro 4.17: Abundancia y cobertura de la vegetación asociada a la puya

ESPECIE	ABUNDANCIA		COBERTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)
	ABSOLUTA (individuos/ha)	RELATIVA (%)	m ² /ha	%	
<i>Ageratina sternbergiana</i>	600	4,651	657,573	6,576	103
<i>Escallonia myrtilloides</i>	100	0,775	165,130	1,651	95
<i>Jarava ichu</i>	11 900	92,248	123,307	1,233	5
<i>Achyrocline</i> sp.	300	2,326	143,716	1,437	77
TOTAL	12 900	100	1 089,726	10,897	70

Fuente: elaboración propia

4.3.2 DESCRIPCIÓN DE MATORRALES

4.3.2.1 Matorral semiárido (Msa)

El matorral semiárido se extiende en un superficie de 333 ha, que representa el 0,15% del área estudiada, comprendida desde los 2 750 hasta los 3 000 msnm, en la porción inferior de la cuenca alta del río Cañete. Se encuentra en la zona de vida Estepa espinosa – Montano bajo tropical, caracterizada por su clima seco, con deficiencia hídrica, es decir, precipitaciones anuales por debajo de 500 mm y presencia de fuertes pendientes, propias de las laderas montañosas; volviéndose plano-ondulado en el fondo de valle dominado por angostas terrazas aluviales.

Este matorral está conformado por comunidades arbustivas que alcanzan una altura promedio < 2 m y una cobertura promedio del 64%, correspondiendo el resto a áreas rocosas o áreas desnudas. Algunas especies son de carácter caducifolio, esto es, pierden sus hojas en el período seco del año. Ver figura 4.35.

En el inventario se ha registrado un total de 23 especies arbustivas, 2 especies de suculentas (Cactaceae) y 5 especies arbóreas. Según el cuadro 4.18 y figura 4.36, resultaron con mayor valor de abundancia relativa las siguientes: Boraginaceae sp.1 con 12,7%, *Jungia paniculata* (Asteraceae) con 12,2%, Euphorbiaceae sp1 con 7,3%, *Viguiera* sp. (Asteraceae) con 7,3%, *Opuntia subulata* (Cactaceae) con 7,3%, *Dodonea viscosa* (Sapindaceae) con 5,5%, *Chinopappus benthamin* (Asteraceae) con 5,5%, y *Mutisia acuminata* (Asteraceae) con 4,9%. Como especies arbóreas se mencionan las siguientes: *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Delostoma dentatum* (Bignoniaceae), *Carica candicans* (Caricaceae), *Tecoma sambucifolia* (Bignoniaceae) y *Kageneckia lanceolata* (Rosaceae). En las ramas de algunos arbolitos y en las matas arbustivas de mayor tamaño se observó la presencia de una epífita identificada como *Tillandsia usneoides*, "salvajina" (Bromeliaceae). En el estrato inferior del matorral se desarrolla un tapiz herbáceo ralo de carácter estacional, dominado mayormente por gramíneas.

Fuera de las muestras evaluadas se observaron en esta unidad de vegetación las siguientes especies: *Argemone* sp1, *Argemones* sp2. (Papaveraceae), *Dasyphyllum ferox* (Asteraceae), *Puya* sp. (Bromeliaceae), *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae), *Fourcroya andina* (Agavaceae), *Lycopersycum peruvianum* (Solanaceae), *Tagetes minuta* (Asteraceae), *Salvia oppositiflora* (Lamiaceae), entre otras.

En esta unidad vegetacional, además de las comunidades arbustivas y herbáceas que crecen ubicadas en las laderas de fuertes pendientes, se incluye una vegetación ribereña que se extiende como una angosta franja a lo largo del cauce del río Cañete, conformada por comunidades dispersas de árboles, arbustos y cañas, de manera discontinua o interrumpida. Entre las especies más comunes y que se presentan de manera dispersa, se mencionan a las siguientes: *Schinus molle*, "molle", *Spartium junceum*, "retama", *Caesalpinia spinosa*, "tara", *Phragmites australis*, "carrizo", *Eucalyptus globulus*, "eucalipto", *Cortaderia jubata*, "cortadera", *Ricinus communis*, "higerilla", *Fourcroya andina*, "magüey", *Cestrum auriculatum*, "hierba santa", y otros.

A esta porción de vegetación o monte ribereño no fue posible delimitarla para formar parte del Mapa de Vegetación, debido a su reducida dimensión y a la escala pequeña utilizada en el mapeo.

Muchas de las especies de este matorral son utilizadas como leña, forraje estacional o medicina.



Figura 4.35: Matorral semiárido en el área de amortiguamiento.

Cuadro 4.18: Abundancia y cobertura del matorral semiárido

ESPECIE	ABUNDANCIA		COBERTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)
	ABSOLUTA (individuos/ha)	RELATIVA (%)	m ² /ha	%	
<i>Agave americana</i>	20	0,61	42,76	0,43	120
<i>Ageratina sternbergiana</i>	20	0,61	14,93	0,15	110
<i>Berberis lutea</i>	20	0,61	12,87	0,13	70
<i>Berberis sp.</i>	40	1,21	207,38	2,07	205
<i>Carica candicans</i>	20	0,61	40,21	0,40	150
<i>Chinopappus benthamin</i>	180	5,45	194,46	1,94	128
<i>Citharexylum sp.</i>	80	2,42	99,18	0,99	325
<i>Delostoma dentatum</i>	20	0,61	106,19	1,06	200
<i>Dodonea viscosa</i>	180	5,45	421,81	4,22	225
<i>Dunalia spinosa</i>	40	1,21	189,02	1,89	105
<i>Echinopsis pachanoi</i>	100	3,03	41,86	0,42	194
<i>Jatropha macrantha</i>	20	0,61	19,01	0,19	120
<i>Jungia paniculata</i>	400	12,12	280,28	2,80	107
<i>Kageneckia lanceolata</i>	120	3,64	1 689,23	16,89	375
<i>Lycopericum sp.</i>	20	0,61	50,89	0,51	190
<i>Mutisia acuminata</i>	160	4,85	247,27	2,47	134
<i>Ophryosporus sp.</i>	60	1,82	84,56	0,85	286
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	40	1,21	29,78	0,30	120
<i>Opuntia subulata</i>	240	7,27	129,93	1,30	107
<i>Salvia sp.</i>	80	2,42	72,89	0,73	183
<i>Schinus molle</i>	20	0,61	69,27	0,69	324
<i>Tecoma sambucifolia</i>	80	2,42	103,72	1,04	131
<i>Viguiera sp.</i>	240	7,27	282,74	2,83	139
Sp,1	80	2,42	131,14	1,31	151
Sp.2	20	0,61	14,18	0,14	125
Sp.3	40	1,21	125,07	1,25	100
Sp.4	280	8,48	22,62	0,23	134
Boraginaceae sp1.	420	12,73	741,49	7,41	178
Euphorbiaceae sp1.	240	7,27	920,62	9,21	41
Scrophulariaceae sp1.	20	0,61	2,64	0,03	109
TOTAL	3 300	100,00	6 388,02	63,88	164

Fuente: elaboración propia

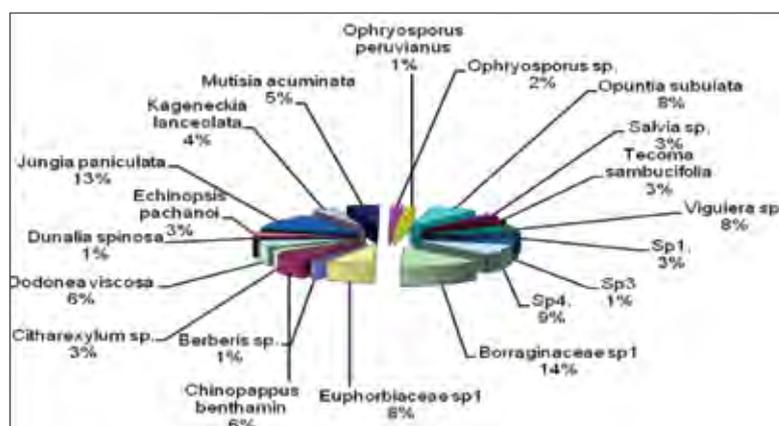


Figura 4.36: Principales especies del matorral semiárido.

4.3.2.2 Matorral subhúmedo (Msh)

El matorral subhúmedo se extiende en una superficie de 3 731 ha, que representa el 1,69% del área estudiada, comprendida desde los 3 000 hasta los 3 600 msnm, encima del matorral semiárido, en la porción inferior de la cuenca alta del río Cañete. Se encuentra en la zona de vida Estepa – Montano bajo tropical, caracterizada por su clima templado, con deficiencia hídrica aún, es decir, con precipitaciones anuales por debajo de 750 mm y presencia de fuertes pendientes, propias de las laderas montañosas.

Este matorral está conformado por comunidades arbustivas que alcanzan una altura promedio < 2 m y una cobertura promedio del 70%, correspondiendo el resto a áreas rocosas o áreas desnudas. Algunas especies son de carácter caducifolio, es decir, pierden sus hojas en el período seco del año. Ver figura 4.37.

En el inventario se ha registrado un total de 24 especies arbustivas y 2 especies suculentas (Cactaceae). Resultaron con mayor valor de abundancia relativa las siguientes: *Chinopappus benthamin* (Asteraceae) con 28,8%, *Dodonea viscosa* (Sapindaceae) con 11%, Euphorbiaceae sp1., con 10%, *Colletia spinosissima* (Rhamnaceae) con 5%, *Mutisia acuminata* (Asteraceae) con 4%, y *Senecio* sp. (Asteraceae) con 4%. Ver cuadro 4.19 y figura 4.38.

Algunas de las especies registradas en este matorral son de porte arbóreo, como por ejemplo, *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Kageneckia lanceolata* (Rosaceae), *Escallonia resinosa* (Grossulariaceae) y *Ribes* sp. (Rosaceae). Se incluyen en las proximidades de las áreas de cultivo especies arbóreas introducidas como, por ejemplo, el *Eucalyptus globulus*.

También se registraron especies arbustivas fuera de las muestras que no aparecen en los cuadros respectivos, tales como: *Ambrosia arborescens*, "marco", *Hesperomeles cuneata*, "manzanita", *Barnadesia dombeyana*, "yauli", *Spartium junceum*, "retama", *Baccharis lanceolata*, "chilca", *Peperomia galioides* (Piperaceae), *Florenzia* sp. (Asteraceae), *Dasyphyllum ferox* (Asteraceae), *Puya* sp. (Bromeliaceae), *Tagetes minuta* (Asteraceae), etc.

En el estrato inferior de este matorral se desarrolla un tapiz herbáceo ralo de carácter estacional, dominado mayormente por gramíneas, el cual suele ser pastoreado en el período húmedo del año.

En este matorral se incluye una vegetación ribereña que se extiende de manera interrumpida como fracciones angostas a lo largo de los ríos y quebradas. Por ejemplo, las pequeñas agrupaciones de árboles siempre verdes y con gran desarrollo de DAP, altura (8 m) y expansión de copa, representadas por las especies *Weinmannia pinnata*, "culantrillo" (Cunoniaceae) y *Myrica pubescens*, "laurel" (Myricaceae); ubicadas en la zona de confluencia del río Alis con el río Cañete, localidad de Tinco Alis, a 2 950 msnm. Otro caso se observó en la quebrada Miraflores, donde existen de manera dispersa pequeñas agrupaciones de la especie arbórea *Buddleja incana*, "quisuar" (Buddlejaceae) de unos 7-8 m de alto, y de *Myrcianthes* sp., "arrayán" (Myrtaceae).



Figura 4.37: Matorral subhúmedo atravesado por el camino Llapay-Shalqui.

Cuadro 4.19: Abundancia y cobertura del matorral subhúmedo

Especie	Abundancia		Cobertura		Altura promedio (cm)
	Absoluta (individuos/ha)	Relativa (%)	m ² /ha	%	
<i>Ageratina</i> sp.	33,33	0,85	75,65	0,76	150
<i>Aristeguietia</i> sp.	33,33	0,85	55,04	0,55	180
<i>Chinopappus benthamin</i>	1 133,22	28,84	1 297,26	12,97	161
<i>Colletia spinosissima</i>	199,98	5,09	368,31	3,68	238
<i>Dodonaea viscosa</i>	433,29	11,03	769,37	7,69	200
<i>Echinopsis pachanoi</i>	33,33	0,85	14,33	0,14	380
<i>Escallonia resinosa</i>	99,99	2,54	1 371,17	13,71	377
<i>Flourenacia</i> sp.	66,66	1,70	407,12	4,07	250
<i>Hesperomeles</i> sp.	133,32	3,39	254,05	2,54	205
<i>Jungia paniculata</i>	133,32	3,39	79,84	0,80	123
<i>Kageneckia lanceolata</i>	66,66	1,70	463,67	4,64	400
<i>Minthostachys setosa</i>	66,66	1,70	87,38	0,87	165
<i>Monnina salicifolia</i>	133,32	3,39	103,22	1,03	165
<i>Mutisia acuminata</i>	166,65	4,24	180,43	1,80	170
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	333,30	8,48	227,76	2,28	141
<i>Opuntia subulata</i>	33,33	0,85	3,21	0,03	80
<i>Othobium pubescens</i>	66,66	1,70	18,73	0,19	180
<i>Ribes</i> sp.	33,33	0,85	67,01	0,67	250
<i>Salvia</i> sp.	33,33	0,85	178,32	1,78	180
<i>Senecio</i> sp.	166,65	4,24	139,65	1,40	181
<i>Viguiera</i> sp.	33,33	0,85	50,58	0,51	140
Cactaceae sp1.	66,66	1,70	44,24	0,44	210
Euphorbiaceae sp1.	399,96	10,18	763,94	7,64	178
Fabaceae sp1.	33,33	0,85	14,72	0,15	80
Total	3 899,61	100,00	7 020,29	70,20	199

Fuente: elaboración propia



Figura 4.38: Principales especies del matorral subhúmedo.

4.3.2.3 Matorral húmedo (Mh)

El matorral húmedo se extiende en una superficie de 5 671 ha, que representa el 2,63% del área estudiada, comprendida desde los 3 600 hasta los 3 800 msnm, encima del matorral subhúmedo, en la porción superior de la cuenca alta del río Cañete. Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo – Montano tropical, caracterizada por su clima frío, con demasía hídrica, es decir, con precipitaciones anuales arriba de 750 mm y presencia de fuertes pendientes, propias de las laderas montañosas.

Este matorral está conformado por comunidades arbustivas que alcanzan una altura promedio < 1m. En las muestras evaluadas se registró una cobertura > 100%, sin embargo, en otras áreas no muestreadas la cobertura estimada visualmente fue alrededor del 80%. Todas las especies son de carácter perennifolio, es decir, mantienen su follaje siempre verde durante todo el año. Ver figura 4.39.

En el inventario se ha registrado un total de 18 especies arbustivas, habiendo resultado, según el cuadro 4.20, con mayor abundancia relativa las siguientes: *Chuquiraga spinosa*, “huamanpinta” (Asteraceae) con 81,5%, *Bidens andicola* (Asteraceae) con 59,1%, *Baccharis tricuneata*, “tola” (Asteraceae) con 27,1%, *Astragalus garbancillo* con 27,1%, *Lupinus* sp., “tarwi” con 25,6%, *Calceolaria* sp., “botita del diablo” con 17,6% y *Senecio collinus* (Asteraceae) con 8%. Ver figura 4.40.

También se registraron especies arbustivas fuera de las muestras que no aparecen en el cuadro 4.20, tales como:

Especie	Familia
<i>Gynoxys nitida</i>	Asteraceae
<i>Cronquistianthus</i> sp.	Asteraceae
<i>Cantua buxifolia</i>	Polemoniaceae
<i>Senna</i> sp.	Fabaceae
<i>Nasa cymbopetalla</i>	Loasaceae
<i>Caiphora cirsiifolia</i>	Loasaceae
<i>Baccharis genistelloides</i>	Asteraceae
No identif.	Baselaceae
<i>Solanum saponacerum</i>	Solanaceae
<i>Solanum nitidum</i>	Solanaceae
<i>Salpichroa ramosisissum</i>	Solanaceae
<i>Bomarea</i> sp.	Liliaceae



Figura 4.39: Matorral húmedo.

Cuadro 4.20: Abundancia y cobertura del matorral húmedo

ESPECIE	ABUNDANCIA		COBERTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)
	ABSOLUTA (individuos/ha)	RELATIVA (%)	m ² /ha	%	
<i>Astragalus garbancillo</i>	1 700	27,15	255,29	2,55	40
<i>Baccharis gene</i>	300	4,79	9,82	0,10	47
<i>Baccharis tricuneata</i>	1 700	27,15	994,46	9,94	111
<i>Berberis</i> sp.	200	3,19	911,06	9,11	130
<i>Bidens andicola</i>	3 700	59,10	2 956,97	29,57	89
<i>Calceolaria</i> sp.	1 100	17,57	471,07	4,71	85
<i>Calceolaria</i> sp1.	400	6,39	194,49	1,94	77
<i>Chuquiraga spinosa</i>	5 100	81,46	4 190,81	41,91	83
<i>Diplostephium</i> sp.	400	6,39	72,56	0,73	69
<i>Hesperomeles</i> sp.1	200	3,19	76,51	0,77	43
<i>Lupinus balianus</i>	700	11,18	165,59	1,66	66
<i>Lupinus</i> sp.	1 600	25,56	572,77	5,73	64
<i>Monnina salicifolia</i>	400	6,39	147,70	1,48	85
<i>Ophryosporus heptantus</i>	400	6,39	72,16	0,72	66
<i>Senecio collinus</i>	500	7,99	663,01	6,63	119
Sp.5	200	3,19	85,54	0,86	64
Sp.6	700	11,18	392,94	3,93	105
Asteraceae sp1.	200	3,19	63,62	0,64	30
TOTAL	19 300	100,00	12 232,75	122,33	77

Fuente: elaboración propia

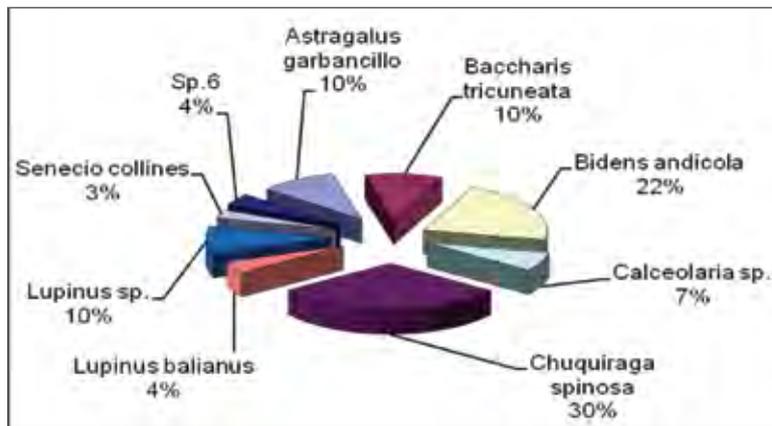


Figura 4.40: Principales especies del matorral húmedo.

4.3.3 HERBAZALES

4.3.3.1 Pajonal de puna / césped de puna (Pj/Cp)

Esta gran unidad de vegetación conformada por comunidades de hierbas se encuentra ampliamente distribuida, extendiéndose en 142 409 ha, que representa el 64,28% del área estudiada. Se encuentra ubicada en la porción superior de la cuenca del río Cañete, aproximadamente desde 3 900 a 4 900 msnm, ocupando las laderas y cimas de paisajes colinosos y montañosos. Comprende las zonas de vida Páramo muy húmedo – Subalpino tropical y Tundra pluvial – Alpino tropical.

En esta gran unidad de vegetación existen dos subtipos de vegetación: Uno es denominado pajonal de puna, el cual está constituido principalmente por gramíneas, tanto en el estrato superior como en el inferior. El estrato superior está formado por matas o manojos amacollados de gramíneas de hasta 90 cm de alto, aislados unos de otros, con tallos y hojas duras y rígidas; hasta punzo-cortantes cuando maduran tipo "paja", conocidos vulgarmente como ichu (familia Poaceae). En este estrato es común encontrar algunas especies arbustivas que conviven con las herbáceas. Ver figura 4.41.

En el estrato inferior de este subtipo se desarrolla una vegetación muy baja, conformada por especies de porte bajo, casi a ras del suelo, erguidas como rastreras, de hojas suaves; correspondiendo a gramíneas o poáceas, fabáceas, asteráceas, malváceas y geraniáceas.

El estrato superior es consumido cuando son tiernas, es decir, cuando rebrotan anualmente, más no cuando maduran, debido a su dureza. Sin embargo, muchas especies del estrato inferior son consumidas por el ganado debido a su follaje suave y palatable.

Las especies dominantes de esta subunidad son las siguientes: *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis intermedia* y *Stipa ichu*. Entre las especies menos abundantes figuran las siguientes: *Calamagrostis vicunarum*, *Muhlenbergia ligularis*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Alchemilla pinnata*, *Geranium sessiliflorum*, *Scirpus rigidus*, *Agrostis breviculmis*, *Astragalus garbancillo*, *Carex ecuadorica*, *Dissanthelium minimun*, *Werneria nubigena*, *Luzula racemosa*, *Stipa plumosa*, *Agrostis tolucensis*, *Stipa inconspicua*, *Gnaphallium sp.*, *Perezia multiflora*, "escorzonera", *Senecio evacoides*, *Senecio*

repens, *Draba cf. Matthiolooides* (Brassicaceae), *Nototriche* sp. (Malvaceae), *Gentianella* sp., *Ligaria* sp., *Baccharis genistelloides*, *Senecio spinosus* (Asteraceae), *Rumex tolimensis* (Polygonaceae), etc.

En las áreas de mayor altitud (> 4 500 msnm) es frecuente encontrar a las especies *Azorella compacta*, "yareta", *Azorella crenata* (Apiaceae), *Ephedra rupestris* (Ephedraceae), *Parastrephia lepidophylla*, "tola", *Senecio canescens*, "wuirea wuirea" (Asteraceae), *Saxifraga magellanica* (Saxifragaceae) y *Senecio culcitoides*, "humanripa" (Asteraceae).



Figura 4.41: Evaluación del pajonal de puna en un sector del río Cochabambas.

El otro subtipo es denominado césped de puna, conformado por comunidades de hierbas de porte bajo, arrosetado, pegadas casi a ras del suelo tipo césped o grass; también se incluyen plantas de porte almohadillado (pulviniforme) y plantas cespitosas (con renuevos amacollados), con altura promedio < 15 cm, mayormente dominado por gramíneas. Ocupan terrenos ondulados y colinas de suave pendiente. La no existencia de un estrato superior en este subtipo se explica probablemente por dos razones: una es que pudo ser intensamente sobre-pastoreada e intensamente quemada, año tras año; y la otra razón es que siempre ha mantenido su actual estructura y no por causas humanas.

Muchas especies del césped de puna son consumidas por el ganado debido a que sus hojas y tallos son suaves.

Las especie dominante del césped de puna es *Calamagrostis vicunarium*, "crespillo"; luego con menor abundancia figuran las siguientes: *Calamagrostis minima*, *Scirpus rigidus*, *Geranium sessiliflorum*, *Alchemilla pinnata*, *Astragalus garbancillo*, *Aciachne pulvinata*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Werneria caespitosa*, *Carex* sp., etc.

En esta gran unidad de vegetación dominada por herbazales altoandinos, existen pequeñas y solitarias agrupaciones de árboles relictos como, por ejemplo, el pequeño rodal de *Buddleja coriacea*, "colle" (Buddlejaceae), con árboles que presentan alturas máximas de 8-9 m y longitud máxima de circunferencia de 3,6 m, ubicado en las laderas de los cerros que encierran a la laguna Pampamarca (figura 4.42). También se observó en los cauces de algunas quebradas y ríos la presencia de arbolitos solitarios de las especies *Gynoxys cf. nitida*, "cotoquisuar" (Asteraceae), *Polylepis incana*, "queñoa" (Rosaceae), *Escallonia myrtilloides* (Grossulariaceae) y nuevamente *Buddleja coriacea*, "colle".



Figura 4.42: Rodal relictos de *Buddleja coriacea*, "colle", circundado por césped de puna, cerca a la laguna Pampamarca.

4.3.3.2 Bofedal (Bo)

Esta unidad de vegetación ocupa una superficie aproximada de 9 586 ha, que representa el 4,34% del área total estudiada. Se encuentra ubicada en áreas deprimidas con mal drenaje, tanto en planicies como en superficies inclinadas. Se encuentra a menudo en los alrededores de las lagunas y cochas. Está conformada por comunidades de hierbas de porte almohadillado o en cojín, conocidas como "turbera", las cuales permanecen siempre verdes durante el año gracias a la humedad permanente.

El bofedal está dominado por una especie de juncácea identificada como *Distichia muscoides*. Le siguen con menor abundancia las siguientes especies: *Calamagrostis rigescens*, *Calamagrostis vicunarum*, *Plantago tubulosa*, *Scirpus rigidus*, *Hypochaeris meyeniana*, *Gentiana prostrata*, *Muhlenbergia ligularis*, *Eleocharis albibracteata*, *Poa subspicata*, entre las más comunes. Ver figura 4.43.

Los bofedales tienen gran importancia para la actividad ganadera altoandina como lugares de refugio para el ganado durante el período seco del año, pues permanecen siempre verdes.



Figura 4.43: Bofedal próximo a la localidad de Tanta.

4.3.3.3 Otras áreas

Comprende las áreas con escasa o sin vegetación (E/Sv), ubicadas mayormente arriba de los 4 700 msnm, las áreas ocupadas por la agricultura (A), las áreas con nevados (N), los cuerpos de agua (lagunas) y áreas con diversa infraestructura (centro poblado, piscigranjas, etc.).

Las áreas con escasa o sin vegetación comprenden aquellas ubicadas arriba de los 4 700 msnm, donde crecen de manera muy restringida herbáceas pegadas casi a ras del piso sobre roquedales y pedregales. Incluyen con frecuencia áreas antiguas de expansión de los nevados. Se extienden en una superficie de 39 797 ha, que representa el 18% del área total estudiada.

Las áreas con agricultura se encuentran distribuidas mayormente en las terrazas aluviales del fondo de los valles, y en menor proporción en laderas moldeadas por el hombre (andenes, terrazas). Se extienden en una superficie de 2 524 ha, que representa el 1,14% del área total estudiada. Los principales cultivos desarrollados son: maíz, papa, haba, oca, olluco, trigo, cebada, quinua, mashua, alfalfa, plantas medicinales y aromáticas. También, de manera restringida en la parte baja y abrigada, algunos frutales como manzana, palta, durazno y cítricos.

4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En el área estudiada se identificaron un total de 10 tipos de vegetación, con predominio de los herbazales altoandinos que representan aproximadamente el 68% del área estudiada.
2. Las formaciones vegetales con mayor diversidad florística fueron los matorrales, en sus diversos pisos altitudinales, luego le siguen con menores valores los herbazales altoandinos y finalmente los bosques.
3. Los bosques relictos altoandinos son de reducida superficie y diversidad florística, ubicados en laderas de cerros con fuertes pendientes, constituyen una fuente importante de leña para el poblador rural.
4. Los herbazales altoandinos constituyen una importante fuente forrajera para la actividad pecuaria.
5. El inventario florístico identificó un total de 330 especies vegetales en sus diferentes formas de vida vegetal.
6. Del total de familias de plantas (68), las que presentaron mayor diversidad de especies fueron las siguientes: Asteraceae con 78 especies, Poaceae con 60 especies, Fabaceae con 17 especies, Scrophulariaceae con 15 especies y Solanaceae con 13 especies.
7. Entre los bosques relictos, el más denso y con mayor potencial maderable resultó ser el bosque de karkac, el cual presentó una cobertura superior al 100%, una densidad de 450 árboles/ha y un volumen maderable de 176 m³/ha.
8. El análisis estructural de los bosques de queñoa y los bosques de lloquedal, muestra una mayor población juvenil, lo cual asegura la población futura de los mismos; sin embargo, en el bosque de karkac la mayor población es adulta, lo que resulta peligroso si se realiza una extracción de árboles maduros.
9. Los matorrales presentan la mayor diversidad de plantas, entre arbustivas y herbáceas, y algunas arbóreas; siendo el matorral húmedo el más diverso, le sigue el matorral subhúmedo y finalmente el matorral semiárido.
10. Los matorrales constituyen importantes fuentes de leña, plantas medicinales y forraje de carácter estacional.
11. Las áreas con cultivos agropecuarios ocupan mayormente los fondos de valle, con una superficie de 2 524 ha, que representa el 1,14% del área total estudiada.
12. Los resultados de la evaluación corresponden a la fase final del período húmedo, por lo que se recomienda hacer otra evaluación en el período seco en su fase final, para comparar la diversidad registrada en ambos períodos.
13. Se recomienda evitar la extracción de árboles maduros en el bosque de karkac.
14. No talar y aprovechar solo las ramas y árboles muy viejos del bosque de queñoa y del lloquedal.
15. Promover la reforestación de las especies arbóreas nativas bajo los sistemas agroforestales y silvopastoriles, como una forma de controlar los procesos de erosión de los suelos, conservación del agua y aumento de la productividad de la tierra.
16. Promover la recuperación, conservación y manejo de los pastizales altoandinos.

17. Estudiar las propiedades químicas de especies con cualidades medicinales, principalmente herbáceas y arbustivas.
18. Los resultados del inventario florístico permitirán realizar la valoración económica de los recursos de la flora silvestre.

CAPÍTULO V

AGROSTOLOGÍA

5.1 OBJETIVOS

1. Identificar y caracterizar los principales tipos de pastizales altoandinos por asociaciones en la RPNYC.
2. Determinar la condición de los pastizales.
3. Conocer las limitaciones de tipo agrostológico que están afectando el desarrollo pecuario del área.
4. Proponer las alternativas de rehabilitación, uso y conservación de los pastizales.

5.2 MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.2.1 Materiales y equipos

1. Cartas nacionales de la zona de estudio al 1:100 000
2. Mapa de vegetación
3. Mapa de zonas de vida
4. Hojas de censo de vegetación nativa
5. Anillo censador
6. Tablero
7. Libreta de campo
8. Cinta métrica
9. GPS
10. Cámara fotográfica

5.2.2 Metodología

La evaluación agrostológica se basó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

5.2.2.1 Revisión bibliográfica

En esta etapa se realizaron todas las labores de recopilación, análisis y evaluación de la información existente, referidas al aspecto agrostológico, para determinar preliminarmente los tipos y especies de pastos dominantes en el área de estudio.

Igualmente, en el mapa de vegetación se examinaron los tipos de herbazales delimitados, confrontándolos con las imágenes satelitales, analizando y determinando a priori posibles asociaciones agrostológicas.

5.2.2.2 Método y diseño de muestreo

Para el inventario se utilizó el método denominado "Transección al paso", debido a sus ventajas frente al método de parcelas con dimensiones fijas, principalmente porque es rápido y permite capturar mayor variabilidad en el terreno, ya que soporta un gran desplazamiento dentro de la unidad de vegetación a evaluar; además, facilita la toma de datos complementarios como el grado de erosión del suelo, la topografía, etc.

En total se levantaron 10 transectos, con 100 registros en cada uno.

5.2.2.3 Definición de asociación

Una asociación agrostológica está conformada por comunidades de especies dominantes distribuidas en ámbitos geográficos con condiciones ecológicas uniformes, que determinan el predominio de una fisonomía homogénea y una determinada composición florística; fue definida así en el congreso de botánica de Bruselas de 1910. Se asume que la capacidad receptiva de cada asociación deberá ser uniforme en toda su extensión, aunque en la práctica existen variaciones en una misma asociación en rangos de abundancia. Esto es debido principalmente a la forma de uso del recurso que genera alteraciones en la fisonomía de la cubierta vegetal, de manera que aun existiendo las especies características de la asociación, su cobertura puede ser muy variable de un lugar a otro.

Para nominar la asociación se usó la nomenclatura aprobada en el "VII Congreso de Botánica", realizado en París en 1954, que toma el nombre latino del género dominante, terminado en "etum".

Una vez determinadas las asociaciones, se calculó la "condición" de estas, teniendo en cuenta que para cada asociación la valoración estará en razón directa a la composición florística que posea y la especie animal de pastoreo.

A las especies escogidas en diversos lugares de la asociación, a medida que se realizaban los transectos, se les midió la altura de planta en cm (unas 20 lecturas). Se promedió las lecturas y el dato final se comparó con la altura de la especie en condiciones en que no hubo pastoreo o cuando la especie está en áreas protegidas del pastoreo. Por una simple regla de tres, se calculó el porcentaje en que la especie forrajera se encuentra, en comparación con las especies forrajeras en condiciones ideales.

5.2.2.4 Cálculo de índices

Para el cálculo de la condición de los pastizales se requirió calcular previamente los valores de los siguientes índices:

a) Índice de especies deseables

Es el porcentaje promedio de todos los censos efectuados en la asociación, para la especie animal de pastoreo escogida. Este índice y el de vigor (d) son los que variaron en función a la especie animal.

Especies deseables: Llamadas también decrecientes, son aquellas especies de carácter temporal o permanente, generalmente con bajo contenido de fibra, lo que les da una consistencia suave y las hace muy

apetecidas por el ganado; el grado de abundancia de estas especies dentro de la asociación es un indicador de la calidad de la vegetación: son las primeras en desaparecer en un sobrepastoreo prolongado debido a que son consumidas repetidas veces. En el cuadro 5.1 se muestra la calificación de los índices de especies decrecientes, expresados en porcentaje.

Cuadro 5.1: Calificación del índice de especies decrecientes

Porcentaje (%)	Calificación
70–100	Excelente
40–69	Bueno
25–39	Regular
10–24	Pobre
00–09	Muy pobre

Fuente: elaboración propia

Especies poco deseables: llamadas también acrecentantes, son aquellas especies de carácter principalmente permanente que, sin ser apetecibles para el herbívoro, son consumidas en segunda prioridad cuando las especies de mejor calidad ya fueron consumidas o simplemente no existen.

Especies indeseables: Conformadas mayormente por aquellas especies de carácter invasor pero que cumplen función de control de la erosión del suelo. El grado de ocurrencia de estas especies es generalmente indicador de la intensidad de uso del recurso forrajero.

b) Índice forrajero

Se suman todos los puntos obtenidos en todas las especies forrajeras. No se deben considerar las especies tóxicas ni espinosas; es decir, las que no son consumidas por los animales. Este índice es igual para todas las especies animales de pastoreo. En el cuadro 5.2 se muestra la calificación de los índices forrajeros, expresados en porcentaje.

Cuadro 5.2: Calificación del índice de densidad forrajera

Porcentaje (%)	Calificación
90–100	Excelente
70–89	Bueno
50–69	Regular
40–49	Pobre
39 o menos	Muy pobre

Fuente: elaboración propia

c) Índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión

Se obtiene sumando el porcentaje de área de suelo desnudo, más roca y pavimento de erosión. Para su cálculo, el valor obtenido se restó de 100, pues es un índice indirecto de la cobertura del suelo.

En el cuadro 5.3 se muestra la calificación de los índices de condición de suelo, expresados en porcentaje.

Cuadro 5.3: Calificación del índice de condición de suelo

Porcentaje (%)	Calificación
0–10	Excelente
11–30	Bueno
31–50	Regular
51–60	Pobre
61 o más	Muy pobre

Fuente: elaboración propia

d) Índice de vigor

Antes de iniciar el censo de la vegetación se escogió la especie forrajera deseable, designándosele como representativa del consumo de la especie animal escogida. Los lugareños saben muy bien cuáles son las especies que gustan más a los vacunos, ovinos o alpacas. En el cuadro 5.4 se muestra la calificación de los índices de vigor, expresados en porcentaje.

Cuadro 5.4: Calificación del índice de vigor

Porcentaje (%)	Calificación
79–100	Excelente
54–78	Bueno
37–53	Regular
23–36	Pobre
0–22	Muy pobre

Fuente: elaboración propia

5.2.2.5 Calificación de la condición de los pastizales

Para calificar la condición de las asociaciones se consideraron los valores de los cuatro índices antes descritos:

El número de puntos que va a determinar la condición de una asociación es 100. Estos se reparten así: 50% para el índice de especies decrecientes, 20% para el índice forrajero, 20% para el índice de condición de suelo (suelo desnudo, roca y pavimento de erosión) y 10% para el índice de vigor.

De esta forma, basada en el puntaje de los índices, se establecen igualmente 5 niveles de calidad de la asociación: excelente, bueno, regular, pobre y muy pobre (cuadro 5.5). La calificación es para cada asociación y para una determinada especie animal en pastoreo. Se ha considerado a la alpaca como unidad de referencia, "unidad alpaca", valiéndose de ella para considerar la posibilidad de utilización del forraje por otros herbívoros tales como ovinos o vacunos.

Cuadro 5.5: Condición del pastizal

Porcentaje (%)	Calificación
70–100	Excelente
54–78	Bueno
37–53	Regular
23–36	Pobre
00–22	Muy pobre

Fuente: elaboración propia

5.2.2.6 Soportabilidad

Posteriormente, conociendo la extensión de las asociaciones, se determinó la soportabilidad o capacidad de carga (número de cabezas/ha/año) de cada una de ellas, tomándose como base referencial la clasificación expuesta en el cuadro 5.6, referente a la carga animal recomendable para las condiciones de pastizales nativos.

Cuadro 5.6: Capacidad de carga recomendable para diferentes condiciones de pastizales

Condición	Ovinos	Alpacas	Vacunos	Vicuñas
Excelente	4,00	2,70	1,00	4,44
Buena	3,00	2,00	0,75	3,33
Regular	1,50	1,00	0,38	1,65
Pobre	0,50	0,33	0,13	0,55
Muy Pobre	0,25	0,17	0,07	0,28

Fuente: Programa de Forrajes – UNALM, 1984

5.2.2.7 Inventario

Comprende el inventario de la vegetación nativa mediante los censos, haciendo uso del anillo censador según el procedimiento descrito por Flores Martínez (2005) para el método de “transección al paso”.

Cada transecto consiste en el registro de 100 observaciones efectuadas con un anillo censador, que es una varilla de bronce de 50 a 60 cm de largo, que en uno de sus extremos tiene soldado un anillo de 2,5 cm de diámetro.

Las cien lecturas se hacen en línea recta, al paso, sobre el mismo pie. Para efectuar cada lectura, hay que dar dos pasos. Para la lectura se colocó el anillo censador en la punta del zapato y se registró lo que contiene, considerando:

- Vegetación herbácea perenne: cuando la corona de la raíz o parte de ella se encontró dentro del anillo. Se registró la especie con una clave de cuatro a cinco letras, por ejemplo: *Festuca dolichophylla* = FEDO.

- Mantillo (M): Cuando más de la mitad del anillo es cubierto por materia orgánica o estiércol.
- Musgo (L): Cuando ocurre en más de la mitad del anillo.
- Suelo desnudo (S): Suelo sin vegetación.
- Roca (R): Cuando más de la mitad del anillo es cubierto por roca
- Pavimento de erosión (P): Cuando más de la mitad del anillo es cubierto por pequeñas partículas de suelo o piedras pequeñas dentro del anillo.

Las especies anuales deben ser registradas como mantillo.

Todas las lecturas se anotaron en un formato especial denominado "hoja de censo de vegetación". Para cada sitio de vegetación se llegó a tener tantas hojas como número de transectos efectuados.

Todos los transectos pertenecientes a un sitio se llevaron a la hoja resumen, donde se determinó el promedio de especies decrecientes, índice forrajero, suelo, roca, pavimento de erosión y vigor, de las especies escogidas representativas para cada especie animal de pastoreo.

La abundancia de cada especie dentro de cada unidad se cuantificó mediante la siguiente escala: abundante, común, frecuente, ocasional y raro. "Abundante", cuando la presencia de la especie dentro de la asociación representa más del 20% de cobertura; "común", cuando su presencia fluctúa entre el 10 y el 20% de la cobertura; "frecuente", si representa entre 1 y 10% de la cobertura; "ocasional", si su presencia varía de 0,1 a 1; y "raro", si la especie no se presenta durante el muestreo, por lo tanto no se cuantifica, pero está dentro de la asociación (ver cuadro 5.7).

Cuadro 5.7: Categorías de abundancia basadas en la presencia

Cobertura (%)	Calificación
> 20	Abundante
10-20	Común
1-10	Frecuente
0,1-1	Ocasional
0	Raro

Fuente: elaboración propia

5.3 RESULTADOS

5.3.1 DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD PECUARIA

La actividad ganadera en la RPNYC se fundamenta en la explotación de sus pastos naturales, los cuales soportan a una ganadería conformada principalmente por ovinos, camélidos y vacunos.

5.3.1.1 Población ganadera

Como se ha indicado, la población ganadera está conformada básicamente por ovinos, camélidos y vacunos. A continuación se describe cada una de las especies existentes:

a) Ovinos

La explotación de ovinos es la actividad más importante en la zona de estudio. El tipo de ganado está constituido mayormente por “criollos” o “huacchas”, que se caracterizan por no tener una conformación fenotípica ni genotípica uniforme; sin embargo, son de alta rusticidad.

En la zona de estudio opera la empresa SAIS “Túpac Amaru”, altamente tecnificada en la crianza de ovinos, que mantiene animales mejorados de la raza “Corriedale”.

b) Alpacas

Su crianza es una actividad importante y se lleva a cabo mayormente sin ninguna tecnificación en su explotación, a excepción de la empresa SAIS “Túpac Amaru”.

Las posibilidades de su mejoramiento e incremento de la producción en la zona de estudio son grandes, siendo la más recomendable debido a la adaptabilidad de la especie a áreas frías de poco forraje, dejando en desventaja a los ovinos.

c) Llamas

Su explotación está concentrada encima de los 3 800 msnm. Son utilizadas como animales de carga y productores de carne (fresca y seca).

En la zona de estudio se ha hecho muy poco para mejorar esta especie pues no existen entidades especializadas que fomenten su explotación.

d) Vacunos

Su explotación se localiza debajo de los 4 000 msnm. Los ingresos principales que genera esta actividad provienen de la saca, que es comercializada en pie y sacrificada en camales de Cañete, Lurín y Lima. Igualmente, genera ingresos por la venta de leche y quesos.

5.3.1.2 Sistemas de pastoreo

En la zona de estudio, la pastura natural es utilizada por ganado ovino, camélido y vacuno; el pastoreo que se emplea en casi toda la zona es de tipo continuo, donde el ganado pasta libremente, seguido por el dueño o cuidador, buscando los pastos más tiernos y palatales. Ello hace que las especies vegetales consideradas como deseables sean consumidas repetidas veces. Este sistema limita severamente la capacidad de almacenar pastos que, como se sabe, es necesaria para el rebrote y en última instancia para la supervivencia de los mismos. El corte continuo que se da a las especies consideradas decrecientes, finalmente termina con la muerte de las plantas, mientras que otras (acrecentantes o invasoras), por su dureza o gusto amargo, aumentan de vigor, debido a que son poco consumidas, con lo cual disminuye progresivamente la soportabilidad de la pastura. Es urgente el cambio en el sistema de pastoreo para garantizar una explotación racional del recurso forrajero.

El pastoreo rotativo (que es utilizado en la empresa SAIS “Túpac Amaru”), se hace fundamentalmente en base a pastores o usando cercos para el control del mismo. El tiempo que deben pastar los animales se de-

terminó en forma práctica en la SAIS “Túpac Amaru”: lo hacen cada 25 días en invierno y cada 18 o 20 días en verano. Las ventajas de este sistema de pastoreo son múltiples si se utiliza adecuadamente. Entre ellas se tiene la minimización del sobrepastoreo, de la propagación de especies invasoras y de la erosión.

5.3.1.3 Determinación de las especies forrajeras deseables

En los cuadros 5.8, 5.9 y 5.10, se han determinado las principales especies deseables, poco deseables e indeseables para alpacas, respectivamente.

Cuadro 5.8: Principales especies deseables para alpacas

FAMILIA	ESPECIES	
Asteraceae (Compositae):	<i>Hypochaeris meyeniana</i>	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>
Cyperaceae:	<i>Eleocharis albibracteata</i> <i>Carex sp.</i>	<i>Carex ecuadorica</i> <i>Scirpus rigidus</i>
Geraniaceae:	<i>Geranium sessiliflorum</i>	
Gramineae:	<i>Agrostis breviculmis</i> <i>Calamagrostis heterophylla</i> <i>Dissanthelium peruviana</i> <i>Hordeum muticum</i> <i>Muhlenbergia ligularis</i> <i>Poa gilgiana</i>	<i>Poa gymnantha</i> <i>Poa ovatum</i> <i>Poa subspicata</i> <i>Stipa depauperata</i> <i>Stipa brachyphylla</i> <i>Trisetum spicatum</i>
Juncaceae:	<i>Distichia muscoides</i> <i>Luzula peruviana</i>	<i>Luzula racemosa</i>
Leguminosae:	<i>Medicago hispida</i> <i>Medicago lupulina</i>	<i>Trifolium amabile</i> <i>Trifolium repens</i>
Rosaceae:	<i>Alchemilla pinnata</i>	

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.9: Principales especies poco deseables para alpacas

FAMILIA	ESPECIES	
Asteraceae (Compositae):	<i>Gnaphalium sp.</i> <i>Hieracium sp.</i> <i>Liabum ovatum</i>	<i>Werneria caespitosa</i> <i>Werneria sp.</i>
Cruciferae:	<i>Rorippa nasturtium</i>	<i>Lepidium chichicara</i>
Ephedraceae:	<i>Ephedra americana</i>	
Geraniaceae:	<i>Geranium sessiliflorum</i>	
Poaceae:	<i>Aciachne pulvinata</i> <i>Agrostis toluensis</i> <i>Bromus lanatus</i> <i>Calamagrostis densiflora</i> <i>Calamagrostis intermedia</i> <i>Calamagrostis minima</i> <i>Calamagrostis recta</i> <i>Calamagrostis preslii</i> <i>Calamagrostis rigescens</i> <i>Calamagrostis vicunarum</i> <i>Festuca andicola</i>	<i>Festuca compresifolia</i> <i>Festuca dolichophylla</i> <i>Festuca rigidifolia</i> <i>Poa aequigluma</i> <i>Poa lilloi</i> <i>Stipa andicola</i> <i>Stipa depauperata</i> <i>Stipa ichu</i> <i>Stipa inconspicua</i> <i>Stipa mucronata</i> <i>Stipa plumosa</i>
Oxalidaceae:	<i>Oxalis sp.</i>	
Plantaginaceae:	<i>Plantago lamprophylla</i>	<i>Plantago tubulosa</i>
Verbenaceae:	<i>Verbena sp.</i>	

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.10: Principales especies indeseables para alpacas

FAMILIA	ESPECIES
Cactaceae:	<i>Opuntia floccosa</i>
Asteraceae:	<i>Chuquiraga spinosa</i>
Fabaceae:	<i>Astragalus garbancillo</i> <i>Lupinus sp.</i>
Rosaceae:	<i>Margyricarpus strictus</i>
Umbelliferae:	<i>Azorella crenata</i>

Fuente: elaboración propia

5.3.1.4 Características de las principales especies evaluadas

a) *Calamagrostis vicunarum*

Gramínea perenne, cespitosa, conocida vulgarmente como “crespillo”; sus cañas floríferas miden de 5 a 10 cm. de alto, delgadas, erguidas, glabras; hojas mayormente basales; limbo de 2 a 4,5 cm de largo, más o menos filiforme, arqueado, ligeramente escabroso; panículas apretadas en forma de espiga, de 3 a 6 cm de largo; espiguillas de 6 a 7,3 mm de largo, pediculadas, 1 - floradas; las glumas aproximadamente iguales, de 6 a 7 mm de largo, acuminadas, aquilladas, 1 - nervadas, glabras; lemna aristada de 3,8 a 4 mm de largo, terete; el ápice con 4 dientes delgados, la arista dorsal que nace por debajo de mitad, de 6 a 7 mm de largo; pálea envuelta completamente por la lemna, membranácea, transparente, de 2 mm de largo; rachilla de 0,7 mm de largo, hispido-pubescente (Tovar, 1957).

b) *Festuca dolichophylla*

Es una gramínea perenne, en manojos; sus cañas floríferas miden de 40 a 90 cm de alto, glabras, brillantes hacia abajo y ligeramente pubescentes en la parte superior; limbo de 6 a 18 cm de largo por 2 o 3 cm de ancho; involuto o enrollado, semirrígido, el apia agudo, punzante, escabroso, pubescente; panículas de 8 a 15 cm de largo, contraídas, angostas; espiguillas de 10 a 12 cm de largo, 4 a 6 flores; las glumas desiguales de 10 a 12 cm de largo, lanceoladas; la gluma externa de 3 a 4 mm de largo, uninervada, gluma interna de 4,3 a 5,3 mm de largo, 1 - 3 nerviada; lemna de 6 a 7,5 mm de largo, incluyendo la arista de 1 a 1.5 mm, 5 - nerviada, ligeramente escabrosa hacia el ápice; pálea de 5 a 6 mm de largo, biaquillada, finamente pestañeada por las quillas (Tovar, 1957).

c) *Stipa ichu*

Es una gramínea perenne, conocida vulgarmente como “ichu”; sus cañas floríferas miden de 50 a 100 cm de alto, erguidas, glabras; densamente hojosas; el limbo angosto, enrollado o plegado, rígido punzante; panículas de 18 a 35 cm de largo, angostas, apretadas, blanquecinas o plateadas, a veces pardo purpúreas; espiguillas pediceladas. Las glumas membranáceas, transparentes, blanquecinas, lineal lanceoladas; gluma externa de 6 a 7 mm, lemna de 3 mm, terete, endurecida, densamente veloso en el ápice; arista de 12 a 15 mm, pálea de 1 a 5 mm, oblongo lanceolada, membranácea (Tovar, 1957).

d) *Distichia muscoides*

Es una juncácea conocida como “champa”; se caracteriza por presentarse formando densos cojines; el rizoma es erguido, ramificado; tallos de 5 a 10 cm, bastante foliados; las hojas son uniformes, dispuestas disti-

camente imbricadas; vainas grandes, amplias, de 6 a 8 cm de largo, comprimidas lateralmente, engrasadas en el dorso y membranosas hacia el borde, de margen angosto, hialino, terminadas en la parte superior en dos aurículas mediocres (Tapia, 1971).

Se encuentra ampliamente difundida en los lugares con drenaje imperfecto, es muy apetecida por los camélidos, acrecentante para ovinos y no deseable para vacunos.

5.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS ASOCIACIONES AGROSTOLÓGICAS

En la fase inicial de gabinete, mediante el proceso de interpretación de imágenes satelitales, se determinaron 3 grandes unidades agrostológicas en base al criterio fisonómico, las cuales se describen a continuación:

5.3.2.1 Pajonal de puna

Esta gran unidad agrostológica se caracteriza por estar conformada de comunidades de hierbas conocidas como gramíneas. En el estrato superior del pastizal dominan las matas o manojos dispersos de hasta de 90 cm de alto, con hojas duras y rígidas tipo “paja”, y con menor dominancia se encuentran en el estrato inferior hierbas de porte bajo, pegadas al piso.

En esta gran unidad se han distinguido 5 tipos de asociaciones agrostológicas:

- a) Asociación Calamagrostietum I
- b) Asociación Festucetum
- c) Asociación Festucetum - Calamagrostietum
- d) Asociación Festucetum - Muhlebergergetum
- e) Asociación Stipetum

A continuación se describe cada una de ellas:

a) Asociación Calamagrostietum I (cala I)

1. Distribución

Esta asociación tipo “pajonal” se encuentra principalmente en las laderas con pendientes, que varían de moderadamente inclinada a muy empinada, de los distritos de Tanta, Huancaya, Tomas, Miraflores y Carania, ocupando una extensión total de 49 703,38 ha. Las zonas de vida en que se ubica son Páramo muy húmedo – Subalpino tropical y Tundra pluvial - Alpina tropical.

Los principales lugares donde se la puede ubicar son: Carhuamachay, en el distrito de Huancaya; Sinhua, en el distrito de Tomas; Quiche, en el distrito de Miraflores.

2. Especies dominantes

La especie dominante de la asociación es Calamagrostis intermedia. Las especies componentes de la asociación han sido clasificadas de acuerdo a su abundancia y se muestran en el cuadro 5.11.

Es muy frecuente encontrar dentro de esta asociación pequeñas y medianas zonas hidromórficas, donde se presentan especies como la juncácea, *Distichia muscoides* "champa", la rosácea *Alchemilla pinnata* o la plantaginácea *Plantago tubulosa*.

3. Calificación

Esta asociación muestra los siguientes valores: índice de especies decrecientes, regular; índice de densidad forrajera, bueno; índice de vigor, regular; índice de condición de suelo, bueno; lo que lleva a calificarla como regular.

4. Uso actual

Actualmente esta asociación es usada para pastoreo de alpacas, llamas y ovinos, generalmente en pastoreos continuos y muchas veces de más de una especie simultáneamente, como ovino-vacuno o alpaca-llama-ovino. Esta modalidad de pastoreo hace que la especie que caracteriza a la asociación pase de regular a pobre debido al continuo corte al que es sometida.

5. Uso recomendado

Las características de la asociación, el tipo de vegetación y la condición del pastizal hacen recomendable que a estas especies se les dé uso en base a camélidos y con un pastoreo rotativo adecuado a su real capacidad; también por ovinos, aunque la especie dominante es para ello poco deseable.

Esta asociación presenta una capacidad de soporte equivalente a 49 703 unidades alpaca en pastoreo simple por una sola especie.

Cuadro 5.11: Asociación Calamagrostietum I

Composición florística											
Especies dominantes o codominantes <i>Calamagrostis intermedia</i>											
Caracterización de la abundancia											
Abundante:	<i>Calamagrostis intermedia</i>										
Común:	<i>Calamagrostis vicunarum</i>										
Frecuente:	<table border="0"> <tr> <td><i>Festuca dolichophylla</i></td> <td><i>Luzula rascemosa</i></td> </tr> <tr> <td><i>Carex ecuadorica</i></td> <td><i>Geranium sessiliflorum</i></td> </tr> <tr> <td><i>Hypochaeris taraxacoides</i></td> <td><i>Astragalus garbancillo</i></td> </tr> <tr> <td><i>Dissanthelium peruvianum</i></td> <td><i>Alchemilla pinnata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Muhlenbergia ligularis</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Luzula rascemosa</i>	<i>Carex ecuadorica</i>	<i>Geranium sessiliflorum</i>	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	<i>Astragalus garbancillo</i>	<i>Dissanthelium peruvianum</i>	<i>Alchemilla pinnata</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	
<i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Luzula rascemosa</i>										
<i>Carex ecuadorica</i>	<i>Geranium sessiliflorum</i>										
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	<i>Astragalus garbancillo</i>										
<i>Dissanthelium peruvianum</i>	<i>Alchemilla pinnata</i>										
<i>Muhlenbergia ligularis</i>											
Ocasional:	<table border="0"> <tr> <td><i>Liabum ovatum</i></td> <td><i>Bromus lanatus</i></td> </tr> <tr> <td><i>Aciachne pulvinata</i></td> <td><i>Plantago lamprophylla</i></td> </tr> <tr> <td><i>Scirpus rigidus</i></td> <td><i>Azorella crennata</i></td> </tr> </table>	<i>Liabum ovatum</i>	<i>Bromus lanatus</i>	<i>Aciachne pulvinata</i>	<i>Plantago lamprophylla</i>	<i>Scirpus rigidus</i>	<i>Azorella crennata</i>				
<i>Liabum ovatum</i>	<i>Bromus lanatus</i>										
<i>Aciachne pulvinata</i>	<i>Plantago lamprophylla</i>										
<i>Scirpus rigidus</i>	<i>Azorella crennata</i>										
Raro:	<table border="0"> <tr> <td><i>Luzula peruviana</i></td> <td><i>Trifolium repens</i></td> </tr> <tr> <td><i>Calamagrostis minima</i></td> <td><i>Stipa depauperata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Oxalis</i> sp.</td> <td><i>Werneria</i> sp.</td> </tr> <tr> <td><i>Poa gilgiana</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Luzula peruviana</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Calamagrostis minima</i>	<i>Stipa depauperata</i>	<i>Oxalis</i> sp.	<i>Werneria</i> sp.	<i>Poa gilgiana</i>			
<i>Luzula peruviana</i>	<i>Trifolium repens</i>										
<i>Calamagrostis minima</i>	<i>Stipa depauperata</i>										
<i>Oxalis</i> sp.	<i>Werneria</i> sp.										
<i>Poa gilgiana</i>											

Fuente: elaboración propia

b) Asociación Festucetum

1. Distribución

La asociación tipo “pajonal” se encuentra distribuida en áreas planas y en laderas con pendientes que varían de ligeramente inclinadas a moderadamente empinadas, ubicadas en los distritos de Huancaya, Alis, Laraos y Miraflores, ocupando una extensión total de 7 539,86 ha. Se ubica en las zonas de vida de Páramo muy húmedo - Subalpino tropical y Tundra pluvial - Alpina tropical.

Los lugares donde es factible ubicarla son: Ashincuy, en el distrito de Huancaya y Jatunpampa, en el distrito de Alis.

2. Especies dominantes

La especie dominante de esta asociación es la poácea *Festuca dolichophylla*, siguiéndole en orden de abundancia la asterácea *Hipchoereis taraxacoides* y la otra poácea *Calamagrostis vicunarum*. La abundancia de las especies restantes es variable, dependiendo de los lugares en que se encuentran. Una relación de ellas, ordenadas en forma decreciente con respecto a su incidencia, se aprecia en el cuadro 5.12.

3. Calificación

Esta asociación muestra los siguientes valores: índice de especies decrecientes, bueno; índice de densidad forrajera, regular; índice de vigor, regular; índice de condición de suelo, regular; lo que lleva a calificarla como regular.

4. Uso actual

La asociación es utilizada para pastoreo de ovinos, alpacas, llamas y vacunos, siendo el de mayor incidencia el de ovinos; en pastoreos generalmente continuos y muchas veces simultáneamente de más de una especie, como ovino-vacuno o alpaca-llama-ovino

5. Uso recomendado

Esta asociación presenta una condición regular para ovinos, alpacas y vacunos, siendo la *Festuca dolichophylla* decreciente para estos, permitiría ensayar un tipo de pastoreo complementario ovino-vacuno, obteniendo los beneficios de esta forma de utilización del forraje. Para realizarlo es necesario elaborar un plan de manejo, donde se ubique cartográficamente cada lugar de acuerdo al número de cabezas de ganado, de lo contrario se correría el riesgo de pastorear un mismo lugar más de una vez con la misma especie animal, con el perjuicio que esto ocasionaría en la fisiología de la planta. La capacidad receptiva de esta asociación es equivalente a 7 540 unidades alpaca.

Cuadro 5.12: Asociación Festucetum

Composición florística	
Especies dominantes o codominantes	
<i>Festuca dolichophylla</i>	
Caracterización de la abundancia	
Abundante:	<i>Festuca dolichophylla</i>
Común:	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> <i>Calamagrostis vicunarum</i>
Frecuente:	<i>Alchemilla pinnata</i> <i>Azorella crenata</i> <i>Calamagrostis preslii</i> <i>Oxalis</i> sp. <i>Scirpus rigidus</i> <i>Astragalus garbancillo</i> <i>Agrostis toluensis</i> <i>Stipa brachyphylla</i> <i>Agrostis breviculmis</i> <i>Trisetum spicatum</i> <i>Cardionema ramossissima</i>
Ocasional:	<i>Werneria</i> sp. <i>Luzula peruviana</i> <i>Efedra americana</i> <i>Gnaphalium</i> sp.
Raro:	<i>Poa subspicata</i> <i>Agrostis toluensis</i> <i>Hieracium</i> sp. <i>Trisetum</i> sp. <i>Azorella crenata</i> <i>Lupinus</i> sp.

Fuente: elaboración propia

c) Asociación Festucetum – Calamagrostietum (fes-cala)

1. Distribución

La asociación tipo “pajonal” se encuentra distribuida fundamentalmente en el distrito de Canchayllo, ocupando una extensión de 34 128 ha. Se ubica en las zonas de vida de Páramo muy húmedo - Subalpino tropical y Tundra pluvial - Alpina tropical.

Los principales lugares donde es factible ubicarla son: Piñascochas, Cochabamba, Canchayllo y Pachacayo, en el distrito de Canchayllo.

2. Especies dominantes

Las especies dominantes de esta asociación son: *Festuca rigidifolia* y *Calamagrostis intermedia*. La relación de especies encontradas, de acuerdo a su grado de abundancia, se presenta en el cuadro 5.13. Dentro de la asociación existen también pequeñas zonas hidromórficas que poseen una vegetación característica.

3. Calificación

La asociación es un “pajonal” cuya cobertura en general es regular, la cubierta herbácea de las especies dominantes es considerable. El índice de especies deseables es regular, el de densidad forrajera es bueno, el de vigor es regular y el índice de condición de suelo es regular; valores que conducen a la calificación de la asociación como regular.

4. Uso actual

La vegetación existente dentro de la presente asociación es usada principalmente por ovinos, siendo menor la densidad de alpacas y vacunos; los ovinos, por su carácter selectivo, comen los pastos suaves y cortos y dejan los pastos altos, permitiendo el libre desarrollo y multiplicación de los pajonales, en detrimento de la vegetación de piso.

5. Uso recomendado

Esta asociación presenta una condición regular para ovinos y camélidos, pero las especies vegetales que predominan limitan la posibilidad de llevar adelante una ganadería basada exclusivamente en ovinos; las especies de *Festuca* son adecuadas para el ganado vacuno y el *Calamagrostis*, por su dureza, para el equino.

Esta asociación puede soportar en promedio, sin deteriorar la vegetación, un equivalente a 34 128 unidades alpaca.

Cuadro 5.13: Asociación Festucetum – Calamagrostietum

Composición florística		
Especies dominantes o codominantes		
<i>Festuca rigidifolia</i>		
<i>Calamagrostis intermedia</i>		
Caracterización de la abundancia		
Abundante:	<i>Festuca rigidifolia</i>	<i>Calamagrostis intermedia</i>
Común:	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	
Frecuente:	<i>Calamagrostis densiflora</i>	<i>Aciachne pulvinata</i>
	<i>Luzula racemosa</i>	<i>Dissanthelium minimum</i>
	<i>Carex ecuadorica</i>	<i>Werneria nubigena</i>
	<i>Muhlenbergia angustata</i>	<i>Lucilia tunaerensis</i>
	<i>Bromus lanatus</i>	<i>Alchemilla pinnata</i>
Ocasional:	<i>Hordeum muticum</i>	<i>Plantago lamprophylla</i>
	<i>Poa lilloi</i>	<i>Liabum ovatum</i>
	<i>Stipa plumosa</i>	
Raro:	<i>Poa subspicata</i>	<i>Agrostis tolucensis</i>
	<i>Hieracium</i> sp.	<i>Trisetum</i> sp.
	<i>Azorella crenata</i>	<i>Margyricarpus strictus</i>

Fuente: elaboración propia

d) Asociación Festucetum – Muhlebergetum (fes-muh)

1. Distribución

La asociación tipo “pajonal” cuya cobertura en general es regular, se encuentra ubicada en las laderas adyacentes al río Pachacayo-Cochas, fundamentalmente en el distrito de Canchayllo, ocupando una extensión de 2 786,56 ha. Se ubica en las zonas de vida de Páramo muy húmedo - Subalpino tropical y Bosque húmedo - Montano tropical.

Los principales lugares donde es factible ubicarla son: Piñascochas, Cochabamba y Pachacayo, en el distrito de Canchayllo.

2. Especies dominantes

Las especies dominantes de esta asociación son: *Festuca dolycophylla* y *Muhlenbergia ligularis*. La relación de especies encontradas, de acuerdo a su grado de abundancia, se presenta en el cuadro 5.14. Dentro de la asociación existen zonas hidromórficas que poseen una vegetación característica.

3. Calificación

El índice de especies deseables es regular, el de densidad forrajera bueno, el de vigor, regular y el índice de condición de suelo, regular; valores que conducen a una calificación de la asociación como regular.

4. Uso actual

La vegetación existente dentro de la presente asociación es usada principalmente por ovinos, siendo menor la densidad con alpacas y vacunos; el pastoreo es rotativo en esta asociación, por estar en terrenos de la empresa SAIS "Túpac Amaru".

5. Uso recomendado

Esta asociación presenta una condición regular para ovinos y camélidos, pero las especies vegetales que predominan, *Festuca dolycophylla* y *Muhlenbergia ligularis*, son apetecidas, la primera por el ganado vacuno y la segunda por el ganado ovino.

Esta asociación puede soportar en promedio, sin deteriorar la vegetación, un equivalente a 2 787 unidades de alpaca.

Cuadro 5.14: Asociación Festucetum – Muhlenbergetum

Composición florística		
Especies dominantes o codominantes		
<i>Festuca dolycophylla</i>		
<i>Muhlenbergia ligularis</i>		
Caracterización de la abundancia		
Abundante:	<i>Festuca dolycophylla</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i>
Común:	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	
Frecuente:	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> <i>Carex</i> sp. <i>Calamagrostis heterophylla</i> <i>Festuca compressifolia</i> <i>Stipa plumosa</i>	<i>Agrostis toluensis</i> <i>Taraxacum</i> sp. <i>Stipa mucronata</i> <i>Trifolium amabile</i> <i>Stipa inconspicua</i>
Ocasional:	<i>Hordeum muticum</i> <i>Poa lilloi</i>	<i>Medicago lupulina</i> <i>Muhlenbergia angustata</i>
Raro:	<i>Opuntia floccosa</i> <i>Verberis lutea</i>	<i>Salvia</i> sp. <i>Chuquiraga spinosa</i>

Fuente: elaboración propia

e) Asociación *Stipetum* (st)

1. Distribución

Esta asociación es un típico “pajonal de puna”, encontrándose mayormente en laderas con pendientes variables entre moderada a extremadamente empinadas, ocupando en el distrito de Laraos un área de 1 516,76 ha. Las zonas de vida que ocupa son el Páramo muy húmedo - Subalpino tropical, Tundra pluvial - Alpina tropical y Bosque húmedo - Montano tropical.

La apariencia externa es homogénea, aunque generalmente ocultan una vegetación de piso, muy usada para el techado de casas y chozas; los animales consumen solamente las partes tiernas de la planta. Esta asociación se encuentra en Batiayoc, en el distrito de Laraos.

2. Especies dominantes

Las especies de esta asociación son de estrato alto, siendo dominantes la *Stipa ichu* y la *Stipa obtusa*. Las especies subordinadas están clasificadas en el cuadro 5.15, según su grado de incidencia dentro de la asociación.

3. Calificación

El índice de especies decrecientes es pobre, el índice de densidad forrajera, regular, el índice de vigor, regular, y el índice de condición de suelo, regular; lo que lleva a calificarla como pobre.

4. Uso actual

Actualmente la pastura es utilizada para pastoreo de alpacas, llamas, ovinos y vacunos, en pastoreos generalmente continuos. Las especies más difundidas son la alpaca y el ovino.

5. Uso recomendado

Esta asociación debería ser aprovechada para pastoreo exclusivamente de alpacas y llamas, en forma rotacional. No es recomendable el pastoreo de ovinos ni de vacunos, a pesar de ser pajonal, por las siguientes razones:

- La pendiente en que se encuentra la asociación hace que el ganado vacuno perjudique la cobertura del suelo por la remoción de pequeñas porciones del mismo, debido a la forma de la pezuña y el peso de estos animales, que generan continuos desplazamientos conocidos con el nombre de “pie de vaca”.
- La cobertura que presenta esta asociación indica que el suelo está expuesto a procesos erosivos y que se hace urgente regenerar la vegetación de piso para protegerlo.
- Si bien es cierto que la asociación está caracterizada por la vegetación alta, esta no es deseable para vacunos, alimentándose sólo del rebrote tierno, al igual que los camélidos.
- En esta asociación podrían pastorearse hasta 501 unidades de alpacas, sin temor a deteriorar la pastura.

Cuadro 5.15: Asociación Stipetum

Composición florística		
Especies dominantes o codominantes		
<i>Stipa ichu</i>		
Caracterización de la abundancia		
Abundante:	<i>Stipa ichu</i>	
Común:	<i>Stipa obtusa</i>	
Frecuente:	<i>Astragalus garbancillo</i> <i>Calamagrostis vicunarum</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Alchemilla pinnata</i> <i>Geranium sessiliflorum</i> <i>Gnaphallium sp.</i>
Ocasional:	<i>Muhlenbergia ligularis</i> <i>Stipa brachyphylla</i> <i>Plantago lamprophylla</i>	<i>Azorella crenata</i> <i>Carex ecuadorica</i>
Raro:	<i>Luzula peruviana</i> <i>Calamagrostis rigescens</i> <i>Oxalis sp.</i> <i>Dissanthelium peruvianum</i>	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> <i>Calamagrostis minima</i> <i>Werneria sp.</i>

Fuente: elaboración propia

5.3.2.2 Césped de puna

Esta gran unidad agrostológica está conformada por comunidades de hierbas de porte bajo, casi a ras del suelo (tipo césped o *grass*), con altura < 15 cm, mayormente dominada por gramíneas del género *Calamagrostis*. Incluye pequeñas áreas hidromórficas con vegetación almohadillada, tipo "turbera". La ausencia de un estrato superior en esta unidad agrostológica se da por dos razones: una, que ha sido intensamente sobre pastoreada e intensamente quemada año tras año; la otra, que siempre ha tenido su actual estructura y no por actividad humana.

En esta unidad, luego del inventario, se distinguieron 2 tipos de asociaciones agrostológicas: asociación Calamagrostietum (cala) y asociación Calamagrostietum-Festucetum (cala-fe), las cuales se describen a continuación.

a) Asociación Calamagrostietum (cala)

1. Distribución

Esta asociación se encuentra formando el "césped de puna"; se desarrolla en áreas con pendientes ligera o moderadamente inclinadas, distribuidas principalmente en los distritos de Canchayllo, Tanta, Huancaya, Tomas, y Laraos, ocupando una extensión de 18 405,44 ha, principalmente en las zonas de vida de Páramo muy húmedo - Subalpino tropical y Tundra pluvial - Alpina tropical.

Las principales localidades donde ha sido detectada son: Piñascochas, en el distrito de Canchayllo; Urcucancha y Pusucancha, en el distrito de Tomas; Chimpahuay, en el distrito de Huancaya, y Congona, en el distrito de Laraos.

2. Especies dominantes

La especie dominante de esta asociación es la gramínea *Calamagrostis vicunarum*, cuya abundancia

llega al 35%; las especies subordinadas han sido clasificadas de acuerdo a su grado de abundancia, y se presentan en el cuadro 5.16.

Dentro de la asociación pueden observarse zonas hidromórficas, bastante dispersas, donde se encuentran normalmente las gramíneas *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla* y *Calamagrostis rigescens*, y algunas especies como la rosácea *Alchemilla pinnata* o la plantaginácea *Plantago tubulosa*.

3. Calificación

En general, esta asociación muestra los siguientes valores: índice de especies decrecientes, regular; índice de densidad forrajera, bueno; índice de vigor, regular, e índice de condición de suelo, bueno. Estas características permiten calificarla como regular.

4. Uso actual

Actualmente esta formación vegetal es usada para el pastoreo de ovinos, camélidos y vacunos, estos últimos con menor incidencia, porque su hábito de consumo está orientado a vegetación alta.

5. Uso recomendado

Las características de la asociación, el tipo de vegetación y la condición del pastizal hacen que a estas especies se les dé uso básicamente por camélidos y con un pastoreo rotativo adecuado a su real capacidad; también por ovinos, aunque la especie dominante es para ello poco deseable. En general, esta asociación puede soportar un equivalente a 18 406 unidades alpaca en pastoreo simple y principalmente en forma rotativa.

Cuadro 5.16: Asociación Calamagrostietum

Composición florística		
Especies dominantes o codominantes		
<i>Calamagrostis vicunarum</i>		
Caracterización de la abundancia		
Abundante:	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	
Común:	<i>Alchemilla pinnata</i>	
Frecuente:	<i>Calamagrostis minima</i> <i>Carex</i> sp. <i>Stipa brachyphylla</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Werneria</i> sp. <i>Plantago lamprophylla</i> <i>Geraium sessiliflorum</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i> <i>Festuca dolichophylla</i> <i>Azorella crenata</i> <i>Alchemilla pinnata</i> <i>Scirpus rigidus</i> <i>Astragalus garbancillo</i>
Ocasional:	<i>Oxalis</i> sp. <i>Alternaria lupulina</i> <i>Hieracium</i> sp. <i>Stipa depauperata</i> <i>Poa aequigluma</i>	<i>Werneria caespitosa</i> <i>Lepidium chichicara</i> <i>Hypochaeris cespitosa</i> <i>Efedra americana</i> <i>Arenaria tetragyna</i>
Raro:	<i>Luzula peruviana</i> <i>Calamagrostis recta</i> <i>Liabum ovatum</i> <i>Poa ovatum</i>	<i>Medicago hispida</i> <i>Festuca andicola</i> <i>Stipa andicola</i> <i>Calamagrostis rigescens</i>

Fuente: elaboración propia

b) Asociación *Calamagrostietum – Festucetum (cala-fe)*

1. Distribución

La asociación tipo “césped de puna” se encuentra distribuida fundamentalmente en los distritos de Huancaya, Vitis, Miraflores, Carania, Alis y Tomas; ocupando una extensión de 14 971 ha. Se ubica en las zonas de vida de Páramo muy húmedo - Subalpino tropical y Tundra pluvial - Alpina tropical.

Los principales lugares donde es factible ubicarla son: Rauca, en el distrito de Vitis, Piscococha, en el distrito de Tanta, Pampa Tapatapa, en el distrito de Huancaya, Patacoccha, en el distrito de Laraos y Oquesh Pampa, en el distrito de Miraflores.

2. Especies dominantes

Las especies dominantes de esta asociación son: *Calamagrostis vicunarium* y *Festuca dolichophylla*. La relación de especies encontradas, de acuerdo a su grado de abundancia, se presenta en el cuadro 5.17. Dentro de la asociación existen pequeñas zonas hidromórficas que poseen una vegetación característica.

3. Calificación

La asociación es un “césped de puna” cuya cobertura en general es regular, correspondiendo la mitad de la cubierta herbácea a las especies dominantes. El índice de especies deseables es regular, el de densidad forrajera, bueno, el de vigor, regular y el índice de condición de suelo, regular; valores que conducen a una calificación de la asociación como regular.

4. Uso actual

La vegetación existente dentro de la presente asociación es usada en forma continua para pastoreo, principalmente de ovinos, siendo menor la densidad de alpacas y llamas; el ganado vacuno se encuentra en este lugar ocasionalmente debido a que el medio no favorece a su desarrollo, viéndose limitados, además de la situación altitudinal, por la cubierta herbácea que caracteriza a la presente formación vegetal.

5. Uso recomendado

Esta asociación presenta una condición regular para ovinos y camélidos, pero las especies vegetales que predominan limitan la posibilidad de llevar adelante una ganadería basada exclusivamente en ovinos. El pastoreo de ovinos se hace notorio solo en épocas de lluvias, tiempo en que se puede aprovechar los rebrotes tiernos y las especies anuales que aparecen.

A partir de junio la población ovina empieza a decrecer porque no encuentra el sustento suficiente en este medio debido a que sólo queda la vegetación menos deseable para esta especie, la misma que sin ser deseable para camélidos es bien consumida por las alpacas, llamas y vicuñas. Lo que justifica el uso de la asociación por especies nativas domésticas (alpaca y llama) o silvestres (vicuña), es que están adaptadas al piso ecológico y al tipo de vegetación presente en esta zona de vida. Además de ser propios de este medio, los camélidos presentan la ventaja de no deteriorar la cubierta protectora del suelo pues, tanto en el hábito de consumo como en su desplazamiento dentro del terreno, usan más equilibrada y

eficientemente los escasos recursos forrajeros, garantizando la conservación de la fisonomía que presentan actualmente estas pasturas.

Esta asociación puede soportar en promedio, sin deteriorar la vegetación, un equivalente a 14 971 unidades alpaca.

Cuadro 5.17: Asociación Calamagrostietum – Festucetum

Composición florística		
Especies dominantes o codominantes		
<i>Calamagrostis vicunarum</i>		
<i>Festuca dolichophylla</i>		
Caracterización de la abundancia		
Abundante:	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	
Común:	<i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Stipa brachyphylla</i>
Frecuente:	<i>Aciachne pulvinata</i> <i>Carex</i> sp. <i>Hypochaeris taraxacoides</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Alchemilla pinnata</i> <i>Agrostis breviculmis</i> <i>Calamagrostis minima</i> <i>Muhlenbergia ligularis</i>	<i>Scirpus rigidus</i> <i>Luzula peruviana</i> <i>Werneria</i> sp. <i>Plantago lamprophylla</i> <i>Azorella crenata</i> <i>Oxalis</i> sp. <i>Geranium sessiliflorum</i> <i>Astragalus garbancillo</i>
Ocasional:	<i>Trisetum spicatum</i> <i>Lepidium chichicara</i> <i>Calamagrostis preslii</i> <i>Efedra americana</i> <i>Agrostis toluensis</i> <i>Alternaria lupulina</i> <i>Cardionema ramosissima</i>	<i>Stipa depauperata</i> <i>Hieracium</i> sp. <i>Werneria caespitosa</i> <i>Gnaphalium</i> sp. <i>Arenaria tetragyna</i> <i>Poa aequigluma</i>
Raro:	<i>Plantago lamprophylla</i> <i>Nassella asplundii</i> <i>Medicago hispida</i>	<i>Ranunculus praemorsus</i> <i>Festuca andicola</i> <i>Oenothera multicaulis</i>

Fuente: elaboración propia

5.3.2.3 Bofedal

Esta gran unidad agrostológica se encuentra ubicada en áreas deprimidas con mal drenaje, tanto en planicies como en superficies inclinadas. Está conformada por comunidades de hierbas de porte almohadillado o en cojín, las cuales permanecen siempre verdes durante el año gracias a la humedad permanente.

En esta gran unidad se han distinguido una sola asociación agrostológica la cual se describe a continuación.

Asociación Distichietum (dist)

1. Distribución

Esta asociación se encuentra en núcleos definidos de las áreas húmedas perennes, medianas o grandes, que por efecto de un mal drenaje acumulan una excesiva cantidad de agua; distribuida en torno al

área de estudio, en una extensión de 10 513,95 ha. Se ubica en las zonas de vida de Páramo muy húmedo - Subalpino tropical y Tundra pluvial - Alpina tropical, siendo los principales lugares donde se ha ubicado en: Piñascochas, en el distrito de Canchaylo, Quebrada Yupanca, en el distrito de Miraflores y Quebrada Viscuyo, en el distrito de Laraos.

2. Especies dominantes

Las especies dominantes y subdominantes se encuentran alternando su primacía según los lugares dentro de la asociación. La especie característica de esta asociación es la *Distichia muscooides*, siguiéndole en importancia la *Alchemilla pinnata* y el *Calamagrostis vicunarum*. La abundancia de las especies restantes es variable, dependiendo de los lugares en que se encuentran. Una relación de ellas, ordenadas en forma decreciente con respecto a su incidencia, se aprecia en el cuadro 5.18.

3. Calificación

La asociación ocupa áreas ligeramente deprimidas o casi planas en la que por efecto del mal drenaje se acumula una cantidad excesiva de humedad. Este factor incide en que la cobertura de la asociación esté por encima del 90%, y el vigor varíe de regular a bueno. Esta asociación es el soporte obligatorio de prácticamente toda la ganadería camélida y ovina de la zona de estudio en época seca, ya que permanece verde durante todo el año. La asociación muestra los siguientes valores: índice de especies decrecientes, bueno, índice de densidad forrajera, excelente, índice de vigor, regular, índice de condición de suelo, excelente; valores que confieren al pastizal el calificativo de bueno.

4. Uso actual

Esta asociación es el sustento obligado de casi toda la población ovina y camélida, ya que son las únicas zonas donde se encuentran pastos tiernos o verdes durante todo el año. Sin embargo, el continuo uso de estos "oconales" hace que la vegetación disminuya de vigor, llegando en partes a niveles críticos de productividad, por lo que es frecuente encontrar algunos focos sin vegetación.

5. Uso recomendado

La condición buena que presenta esta asociación es prometedora si se trata de camélidos, primordialmente para alpacas entre los domésticos y para la vicuña entre los silvestres. Si se trata de ovinos la calificación debe bajar, por las características de menor palatabilidad de la *Distichia*.

Evitar el pastoreo descontrolado que soporta a lo largo del año permitiría a esta especie recuperarse (que posee un potencial muy grande) y se lograría rotando a los animales domésticos; esto es, aprovechar en época de lluvias la vegetación de otras zonas y guardar las zonas hidromórficas para época seca. Esta asociación podría soportar, sin deteriorar la vegetación existente, un promedio de 21 028 unidades de alpaca.

Cuadro 5.18 : Asociación Distichietum

Composición florística																	
Especies dominantes o codominantes																	
<i>Distichia muscoides</i>																	
Caracterización de la abundancia																	
Abundante:	<i>Distichia muscoides</i>																
Común:	<i>Alchemilla pinnata</i>																
Frecuente:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Calamagrostis vicunarum</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Muhlenbergia ligularis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Plantago tubulosa</i></td> <td><i>Festuca andicola</i></td> </tr> <tr> <td><i>Baccharis alpina</i></td> <td><i>Genciana prostrata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Agrostis breviculmis</i></td> <td><i>Poa aequigluma</i></td> </tr> <tr> <td><i>Hypochaeris meyeniana</i></td> <td><i>Hordeum muticum</i></td> </tr> <tr> <td><i>Poa ovatum</i></td> <td><i>Rorippa nasturtium</i></td> </tr> <tr> <td><i>Eleocharis albibracteata</i></td> <td><i>Poa subspicata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Cardionema ramossisima</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	<i>Plantago tubulosa</i>	<i>Festuca andicola</i>	<i>Baccharis alpina</i>	<i>Genciana prostrata</i>	<i>Agrostis breviculmis</i>	<i>Poa aequigluma</i>	<i>Hypochaeris meyeniana</i>	<i>Hordeum muticum</i>	<i>Poa ovatum</i>	<i>Rorippa nasturtium</i>	<i>Eleocharis albibracteata</i>	<i>Poa subspicata</i>	<i>Cardionema ramossisima</i>	
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i>																
<i>Plantago tubulosa</i>	<i>Festuca andicola</i>																
<i>Baccharis alpina</i>	<i>Genciana prostrata</i>																
<i>Agrostis breviculmis</i>	<i>Poa aequigluma</i>																
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	<i>Hordeum muticum</i>																
<i>Poa ovatum</i>	<i>Rorippa nasturtium</i>																
<i>Eleocharis albibracteata</i>	<i>Poa subspicata</i>																
<i>Cardionema ramossisima</i>																	
Ocasional:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Scirpus rigidus</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Eleocharis albibracteata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Poa subspicata</i></td> <td><i>Poa aequigluma</i></td> </tr> <tr> <td><i>Plantago lamprophylla</i></td> <td><i>Gentiana prostrata</i></td> </tr> <tr> <td><i>Poa ovatum</i></td> <td><i>Baccharis alpina</i></td> </tr> <tr> <td><i>Altenstenia weberbaueri</i></td> <td><i>Agrostis breviculmis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Trifolium amabile</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Poa gymnantha</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Cardionema ramissisima</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Scirpus rigidus</i>	<i>Eleocharis albibracteata</i>	<i>Poa subspicata</i>	<i>Poa aequigluma</i>	<i>Plantago lamprophylla</i>	<i>Gentiana prostrata</i>	<i>Poa ovatum</i>	<i>Baccharis alpina</i>	<i>Altenstenia weberbaueri</i>	<i>Agrostis breviculmis</i>	<i>Trifolium amabile</i>		<i>Poa gymnantha</i>		<i>Cardionema ramissisima</i>	
<i>Scirpus rigidus</i>	<i>Eleocharis albibracteata</i>																
<i>Poa subspicata</i>	<i>Poa aequigluma</i>																
<i>Plantago lamprophylla</i>	<i>Gentiana prostrata</i>																
<i>Poa ovatum</i>	<i>Baccharis alpina</i>																
<i>Altenstenia weberbaueri</i>	<i>Agrostis breviculmis</i>																
<i>Trifolium amabile</i>																	
<i>Poa gymnantha</i>																	
<i>Cardionema ramissisima</i>																	
Raro:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Azorella crenata</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Dissanthelim peruvianum</i></td> </tr> <tr> <td><i>Oreomyrrhis andicola</i></td> <td><i>Descurainia sp.</i></td> </tr> <tr> <td><i>Cerastium sp.</i></td> <td><i>Poa lilloi</i></td> </tr> <tr> <td><i>Lepidium chichicara</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Azorella crenata</i>	<i>Dissanthelim peruvianum</i>	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	<i>Descurainia sp.</i>	<i>Cerastium sp.</i>	<i>Poa lilloi</i>	<i>Lepidium chichicara</i>									
<i>Azorella crenata</i>	<i>Dissanthelim peruvianum</i>																
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	<i>Descurainia sp.</i>																
<i>Cerastium sp.</i>	<i>Poa lilloi</i>																
<i>Lepidium chichicara</i>																	

Fuente: elaboración propia

El cuadro 5.19 muestra la relación de todas las asociaciones inventariadas en la zona de estudio, observándose que la mayor extensión corresponde a la asociación Calamagrostietum I, con 49 703,38 ha, que representa el 35,61 % del área pastoreable, seguida de la asociación Festucetum - Calamagrostietum, que ocupa una superficie de 34 127,88 ha, equivalente al 24,45 % del área utilizable para pastoreo.

El tipo de vegetación que predomina en esta zona es el denominado pajonal de puna, conformado por cinco asociaciones que sumadas hacen un total de 95 674,44 ha, equivalente al 68,55 % del área para pastoreo. Luego viene el césped de puna, con dos asociaciones con una extensión conjunta de 33 376,29 ha, que representa el 23,91 % del área pastoreable. Finalmente, el pastizal hidromórfico conocido como bofedal ocupa una extensión total de 10 513,95 ha, que representa el 7,53 % del área aprovechable con pastos naturales.

Referente a la condición que presenta cada asociación, en el mismo cuadro puede observarse la calificación de ellas, encontrándose solo una asociación de condición buena que alcanza 10 513,95 ha (7,53 %). En orden de importancia sigue la condición calificada como regular, conformada por seis asociaciones que suman un total de 127 533,97 ha (91,38 %); y por último, la asociación de condición pobre, en una sola asociación que alcanza una superficie de 1 516,76 ha (1,09 %).

En las 139 564,68 ha que corresponden a la superficie pastoreable de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, pueden pastar en forma independiente 149 063 alpacas, que representan una carga de 0,99 unidades alpaca/ha/año. Esto significa que en la RPNYC se necesita actualmente de una hectárea de pasto natural por cada unidad alpaca en pastoreo.

Cuadro 5.19: : Soportabilidad de la pastura para alpacas

ASOCIACIÓN AGROSTOLÓGICA	SUPERFICIE (ha)	CAPACIDAD SOPORTE (u.a.)	CONDICIÓN ASOCIACIÓN	UNIDAD	PORCENTAJE (%)
Calamagrostietum	18 405.44	18 405.44	Regular	Césped de puna	13.19
Calamagrostietum I	49 703.38	49 703.38	Regular	Pajonal	35.61
Festucetum	7 539.86	7 539.86	Regular	Pajonal	5.40
Festucetum-Calamagrostietum	34 127.88	34 127.88	Regular	Pajonal	24.45
Festucetum-Muhlenbergetum	2 786.56	2 786.56	Regular	Pajonal	2.00
Calamagrostietum-Festucetum	14 970.85	14 970.85	Regular	Césped de puna	10.73
Distichietum	10 513.95	21 027.90	Buena	Bofedal	7.53
Stipetum	1 516.76	500.53	Pobre	Pajonal	1.09
TOTAL PASTOREABLE	139 564.68	149 062.40	VARIOS	VARIOS	100

Fuente: elaboración propia

5.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Del total del área estudiada, aproximadamente el 63 % corresponde a la superficie aprovechable como pastura natural.
2. Se lograron identificar tres grandes unidades agrostológicas y dentro de ellas ocho asociaciones agrostológicas.
3. Las asociaciones agrostológicas identificadas son las siguientes: Calamagrostietum I, Festucetum, Festucetum-Calamagrostietum, Festucetum-Muhlenbergetum, Stipetum, Calamagrostietum, Calamagrostietum-Festucetum y Distichietum.
4. La vegetación natural es utilizada principalmente por ganadería doméstica, entre la que se tiene: ovinos, camélidos, bovinos, equinos y otros, en número variable y generalmente en pastoreo continuo y simultáneo.
5. El problema del sobrepastoreo es generalizado en la zona de estudio, siendo este mayor en las áreas que corresponden a las comunidades campesinas, necesiéndose urgentemente un cambio en el sistema de utilización del recurso, de forma tal que se pueda invertir la tendencia.
6. Las asociaciones basadas en la soportabilidad de las pasturas en la RPNYC corresponden en su mayor extensión a la condición regular, con una superficie de 127 533,97 ha, es decir, el 91,38 % del área pastoreable.

7. La pastura de condición pobre presenta una sola asociación que suma 1 516,76 ha, que corresponden al 1.09 % del área utilizada para pastoreo.
8. La mejor asociación identificada en el área de estudio es la *Distichietum*, que tiene una extensión de 10 513,91 ha, equivalente al 7,53 % del área pastoreable.
9. La soportabilidad de las asociaciones agrostológicas varía según la especie animal en pastoreo. En el presente estudio se ha considerado a la alpaca porque esta especie representa una de las mejores alternativas para el desarrollo social y económico de las zonas altoandinas.
10. Los pastos naturales inventariados pueden soportar en promedio un equivalente a 149 062,40 unidades alpaca en pastoreo simple, lo que representa una capacidad de soporte de 0,99 unidades alpaca/ha/año; esto significa que en esta zona se deberá disponer de por lo menos una hectárea de pastos naturales para mantener cada unidad alpaca durante un año.
11. Se recomienda propiciar e incentivar una sustitución gradual del ganado exótico por el camélido, para que a través de una mejor utilización del recurso pasto, se incremente la rentabilidad de la tierra.
12. Cambiar el sistema de pastoreo actual por el rotativo, como lo hace la empresa SAIS “Túpac Amaru”, fijando un programa de utilización del pasto con la finalidad de rehabilitar e incrementar la cubierta herbácea.
13. Es necesario regular la población herbívora en relación a la real condición de la pastura, esto permitirá equilibrar el uso de la vegetación natural y a la vez mantener una producción sostenida y significativamente económica.
14. Se debe propiciar en las agrupaciones campesinas (como las de la SAIS “Túpac Amaru”) que tengan acceso a un sistema de explotación más adecuado y racional de este importante recurso natural renovable, y se pueda garantizar de este modo una producción en base a programas específicos, sostenida a través de los años.
15. Prohibir la quema indiscriminada utilizada para “renovar” los pastizales, por los problemas de erosión que esta ocasiona al disminuir la cobertura vegetal y por la pérdida de la capacidad receptiva al desaparecer las especies deseables.
16. Realizar ensayos de propagación de especies nativas de calidad en los sectores aptos al pastoreo, para fines de rehabilitación de pasturas a través de siembras programadas.
17. Continuar con el inventario y la evaluación de la pastura natural a mayor detalle para conocer con mayor exactitud el verdadero potencial de este recurso, así como elaborar a corto plazo programas específicos de desarrollo de acuerdo a la potencialidad de cada zona.

CAPÍTULO VI

FAUNA SILVESTRE

6.1 OBJETIVOS

1. Conocer la riqueza específica de la fauna silvestre, a escala de grandes grupos, de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas.
2. Afianzar el documento de trabajo "Guía de Evaluación de la Fauna Silvestre".

6.2 EVALUACIÓN ORNITOLÓGICA

6.2.1 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.2.1.1 Materiales y equipos

1. Libretas de campo
2. Redes neblineras
3. Mapa de vegetación
4. Alcohol
5. Formol
6. Frascos contenedores
7. Pinzas de diversos tamaños
8. Lupas de diferentes aumentos
9. Fuentes plásticas
10. Cajas de plástico
11. Cintas de señalización
12. Cinta métrica
13. Guías de identificación
14. Binoculares
15. GPS
16. Estereoscopio
17. Equipo de campamento

6.2.1.2 Metodología

a) Ubicación de las estaciones de muestreo

Se establecieron cuatro zonas de evaluación basadas en el Mapa de Vegetación de la RPNYC, cuyos ámbitos y ubicación geográfica se muestran en el cuadro 6.1

Cuadro 6.1: Ubicación de puntos de muestreo ornitológico – Agosto 2009

Localidad	Coordenadas		Altitud (msnm)	Tipo de hábitat
	S	O		
Alis	12°16'8,9"	75°48'19,2"	3 164	Matorral subhúmedo
Laraos	12°21'54,8"	75°45'11,8"	3 908	Bosque de queñoa (<i>Polylepis</i>).
Tanta	12°09'33,4"	76°01'20,0"	4 550	Pajonales y bofedales
Canchayllo	11°49'31,2"	75°41'45,3"	3 926	Roquedal con puyas y pajonal.

Fuente: elaboración propia

b) Registro de datos

En cada estación de muestreo se procedió a censar las especies del lugar; para cada censo de forma general se tomaron los siguientes datos: día, hora de inicio, hora final, observador.

En el desarrollo del censo mismo, se registraron todas las especies de aves encontradas en forma visual o auditiva, anotando los siguientes datos: especie, número de individuos observados y hábitat en el que se realizó el reporte.

Los datos se registraron con la técnica de Unidades de Listas Fijas; en esta técnica las unidades de muestra son listas de cinco especies, en las cuales se registran las cinco primeras encontradas, sin repetición de especies. Después de completar el registro de cinco especies se inicia una nueva lista, independientemente de las especies observadas en la lista anterior, y así consecutivamente. Se evita en todo momento repetir el registro de individuos, salvo durante la repetición de recorridos.

Esta técnica tiene la ventaja de tener unidades de muestra que son más independientes de la variabilidad causada por diversos factores no controlables, que afectan métodos tradicionales. Típicamente, estos utilizan el tiempo o la distancia recorrida como unidades muestrales. En estos casos, los factores como variabilidad climática, variabilidad de esfuerzo por área, diferencias de hábitat entre áreas y variabilidad causada por efectos del observador, causan graves problemas analíticos cuando se quiere comparar sitios en evaluaciones cortas. Con la técnica de las listas fijas, en cambio, cualquier factor que dificulte la detección de especies, automáticamente disminuirá la rapidez con la que se completa una lista, frenando la adición de unidades muestrales. Es decir, tiene una suerte de regulador intrínseco para comparar dos sitios.

c) Movimientos en los censos

Se intentó cubrir el máximo de área posible, viéndose limitado el recorrido solo por condiciones logísticas como la falta de acceso. Cada localidad evaluada se recorrió muy temprano, a partir del alba, y otra vez al atardecer, hasta que la visibilidad del día lo permitió. En la medida de lo posible, se trataron de homogenizar las siguientes fuentes de variabilidad:

Tiempo de evaluación:	Un día entero por localidad como mínimo.
Hora de inicio:	6 am.
Experiencia del observador:	Los evaluadores fueron especialistas en avistamiento e identificación ornitológica.
Recorridos:	Se incluyeron, en lo posible, todos los tipos de hábitat presentes en cada localidad evaluada.

d) Parámetros a evaluar

- 1) Acumulación de especies.
- 2) Abundancia relativa.
- 3) Índice de Valor Ornitológico.
- 4) Similitud entre las localidades evaluadas.

Se tomó en cuenta que las agregaciones de especies encontradas se basan principalmente en la estructura paisajística de cada zona, es decir, en la composición de los hábitats y su extensión o proporción dentro de cada localidad.

e) Base de datos

En la evaluación ornitológica los registros de campo se organizaron diariamente en hojas de cálculo en el programa Excel. Estas hojas de cálculo posteriormente fueron transformadas en una base de datos para el programa estadístico R, con el cual se realizaron los análisis que se detallan.

f) Aplicación de índices y modelos matemáticos

La aplicación de índices para el estudio de la diversidad se basa en la información biológica previamente colectada en una serie de localidades. Para el estudio de la biodiversidad se recopiló información biológica, pero esta vez sobre escalas espaciales mucho mayores y sobre una mayor variedad de grupos taxonómicos. No pueden aplicarse estimadores cuando se carece de información.

De este modo, tal y como viene realizándose en algunos países, el primer paso necesario debe ser el almacenamiento de la información taxonómica y biogeográfica de una serie de grupos elegidos, en una base de datos (Moreno, 2001).

Los modelos matemáticos utilizados para el análisis de datos fueron los siguientes:

f.1 Curva de acumulación de especies y número de especies

La acumulación de especies por cada unidad de área o de tiempo es establecida por una curva especie-área o especie-tiempo, cuyos ejes son: el esfuerzo como tiempo de evaluación o como área evaluada en el eje X, y el número de especies acumuladas en el eje Y. En este caso, la unidad de esfuerzo en el eje X es el número de listas de cinco especies, y el número total de especies de la localidad se ubica en el eje Y.

f.1.a Esfuerzo de muestreo

La curva de acumulación se utilizó inicialmente para definir la intensidad de muestreo. Conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, nos acercamos al número de especies que realmente ocurren en la localidad. Esta aproximación inicialmente es rápida y va disminuyendo cuanto más cerca estemos al número real de especies, es decir se aproximan a una asíntota.

f.1.b Correcciones a las curvas de acumulación

Las curvas de acumulación, sobre todo cuando tienen unidades muestrales pequeñas, experimentan cambios abruptos en su trazado. A veces los cambios se deben al azar o a condiciones climáticas cambiantes a lo largo de la evaluación. En la evaluación ornitológica, debido a que cada lista de cinco especies debe ser considerada independiente de las otras, no hay razón para mantener un orden cronológico. Podemos mezclar al azar el orden en que aparece cada lista y formar nuevas curvas de acumulación. Para disipar los cambios abruptos de las curvas individuales se creó una curva de acumulación promediada con once curvas de acumulación (1 cronológica observada y 10 que son mezclas de las listas al azar). Para cada orden de listas (1°, 2°, etc.) se tienen 11 valores de especies acumuladas, de las cuales se sacó un promedio y se trazó una curva de acumulación promediada.

f.1.c Estimación por la ecuación de Clench

La función que describe con éxito la trayectoria de curvas de acumulación de especies en evaluaciones de comunidades de vertebrados, es la de Clench (Soberón y Llorente 1993). La función es bastante simple y tiene una asíntota, que se puede interpretar como el número de especies esperado para la comunidad evaluada. La función se describe como:

$$Y = \frac{bX}{1+aX}$$

Donde

Y	:	Número de especies acumulado,
X	:	Esfuerzo, en nuestro caso el número de listas,
b y a	:	Parámetros de la ecuación.
$\frac{b}{a}$:	Asintota de la función.

Para efectos de estimar una función de acumulación, un número de especies totales o número de especies para cierto número de listas, se realizó una regresión para estimar los valores de b y a para cada sitio.

f.2 Frecuencia relativa en listas de censos

La frecuencia de una especie en las listas se calculó dividiendo el número de listas en las que aparece dicha especie, entre el número total de listas del área indicada, multiplicado por cien.

La abundancia relativa es expresada como porcentaje y define hasta cierto punto la dispersión de la especie dentro de cada localidad evaluada. Esta medida de frecuencia relativa tiene la ventaja de que no

es dominada por la presencia de grandes cantidades de individuos, o sea, es más estable. Por ejemplo, la presencia de una bandada de 100 individuos de una especie puede alterar fuertemente la frecuencia relativa obtenida de los censos. Si la bandada estuvo un tiempo corto en el área, el hecho fortuito de encontrarla o no, tendría una fuerte influencia en los resultados, considerando números totales, haciendo poco válida su comparación en el tiempo. En cambio, la frecuencia relativa en lista de censos cambiaría de forma mínima.

Entonces, la frecuencia relativa de censos está definida por:

$$FRC_x = \frac{L_x}{N_L} * 100,$$

Donde L_x es el número de listas de la localidad evaluada en las cuales la especie x está presente, y N_L es el número total de listas registradas para la localidad evaluada.

f.3 Índice de Valor Ornitológico (IVO)

Las especies comunes y generalistas por definición se adaptan bien a los cambios ambientales. Su plasticidad alimenticia y de comportamiento general las hace exitosas en variados ambientes y por lo tanto son comunes. Por otro lado, las especies raras y especialistas generalmente explotan recursos limitados y requieren de una adaptación especial, que las hace superiores, en ese recurso específico, a sus competidoras comunes. Estas especies son más convenientes como indicadores por su mayor sensibilidad a los cambios en su hábitat. El uso del IVO como indicador permite detectar cambios de estructura en la avifauna de un lugar, que determinen una disminución de valores por la ausencia de especies raras y especialistas de hábitat. Lo esperado es que si hay deterioro del hábitat los IVOs de las localidades comiencen a disminuir, al desaparecer las especies que son especialistas en el hábitat.

La metodología de valor ornitológico fue creada por Fjeldsã (1987), y posteriormente fue utilizada por Frimer y Moller-Nielsen (1989), Fjeldsã (1993), Barrio (2002). Esta metodología determina un valor o índice para un lugar basándose en la agregación de especies que son globalmente raras. Este índice también puede ser usado para determinar el estado de todo el ecosistema y los cambios que este pueda sufrir.

En esta metodología se le da una puntuación de exclusividad a cada especie detectada, donde se le otorga un 0 a las especies comunes y de amplia distribución, y de 1 hasta 3 a las especies menos comunes, dependiendo si: posee un rango restringido, una abundancia limitada, una distribución fraccionada, o por combinaciones de distribución y abundancia limitada. Posteriormente, las puntuaciones de las especies que ocurren en una localidad son sumadas, dando una puntuación total o índice de valor ornitológico para cada localidad evaluada. Es un ranking subjetivo (Fjeldsã 1987); sin embargo, es más eficiente utilizar las agregaciones de especies endémicas o de rango restringido, que la cantidad total de especies o los índices de diversidad, para definir el estado de conservación de ciertas áreas, dado que estas especies están más especializadas en hábitats y son más sensibles a los cambios ambientales.

Una explicación clara para preferir utilizar esta metodología y no los índices de diversidad o totalidad de especies, es la presencia de especies de aves que se excluyen mutuamente en un área. Cuando la especie A se encuentra, no se encuentra la especie B. Un índice de diversidad no puede captar la diferencia de importancia entre las especies. Por ejemplo, si la especie A es más rara y más afectada por los cambios ambientales, esta evaluación valora más a la especie A, la cual es posiblemente reemplazada por la especie B al deteriorarse el hábitat.

f.4 Índice de diversidad

Se ha utilizado el índice de diversidad de Simpson, que mide la probabilidad de que dos individuos sacados al azar entre todos los individuos de una comunidad no sean de la misma especie. Es decir, es una medida de la igualdad de distribución, o de heterogeneidad de especies y homogeneidad poblacional entre ellas.

$$\text{Índice de diversidad de Simpson} = 1 - \left(\left(\frac{1}{N} * (N-1) \right) * \sum (n_i * (n_i - 1)) \right)$$

Donde:

- N : Número total de individuos de la localidad
- n_i : Número de individuos de la especie
- \sum : Suma de la operación para todas las especies

f.5 Índice de similitud

Sabemos que ninguna zona de evaluación es exactamente igual a otra. Es de interés saber, entonces, qué tanto se distinguen y cuáles se parecen más. Lo esperado en evaluaciones periódicas es que si hay deterioro del hábitat los sitios comiencen a parecerse más entre ellos, al desaparecer las especies que son especialistas en hábitat. El impacto se notaría en el cambio de la estructura de los dendrogramas.

f.5.a Índice de Jaccard

El índice de Jaccard compara dos listas de aves midiendo la proporción de especies coincidentes con respecto a la lista total de ambas localidades. Se calcula de la siguiente manera para las localidades a y b :

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

- a : Número de especies presentes en el sitio A
- b : Número de especies presentes en el sitio B
- c : Número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

f.5.b Índice de Morisita

El índice de Morisita utiliza la estructura poblacional (frecuencias relativas) para determinar la similitud entre localidades. Se define como la relación entre la probabilidad de que dos individuos extraídos de cada una de las poblaciones sean los mismos, y la probabilidad de que dos individuos sacados dentro de cada una de las poblaciones sean de la misma especie. El índice de coincidencia de Morisita entre las localidades A y B se calcula de la siguiente manera:

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_n_i * b_n_j)}{(da + db) aN * bN}$$

Donde:

- a_n_i : Número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A
- b_n_j : Número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B
- $da = \sum a_n_i^2 / aN_2$: Índice de diversidad de Simpson de la localidad A.
- $db = \sum b_n_j^2 / bN_2$: Índice de diversidad de Simpson de la localidad B.

Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la profusión de la especie más abundante (Magurran, 1988; Bae y Penev, 1995).

g) Definiciones

La riqueza específica (S):

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S), obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio.

6.2.2 RESULTADOS

En total se tomaron 870 registros, repartidos por sitio, como se muestra en el cuadro 6.2. Se puede ver que los diferentes lugares tienen esfuerzos diferentes. El número de listas refleja el esfuerzo utilizado en cada sitio. El sitio que tuvo menos esfuerzo fue el punto de muestreo en Tanta, con solo 24 listas de 5 especies y un total de 26 especies. El sitio con más especies es Laraos, sin mostrar el índice de mayor esfuerzo.

6.2.2.1 Riqueza específica

En el cuadro 6.2 y en la figura 6.1 se muestran los índices de diversidad en relación con la riqueza específica.

Cuadro 6.2: Índices de riqueza específica de las especies de aves – Agosto 2009

LOCALIDAD	RIQUEZA ESPECÍFICA	ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MARGALEF	ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MENHINICK
Alis	34	6,12	2,29
Laraos	36	6,57	2,51
Tanta	29	4,84	1,6
Canchayllo	26	5,22	2,37

Fuente: elaboración propia

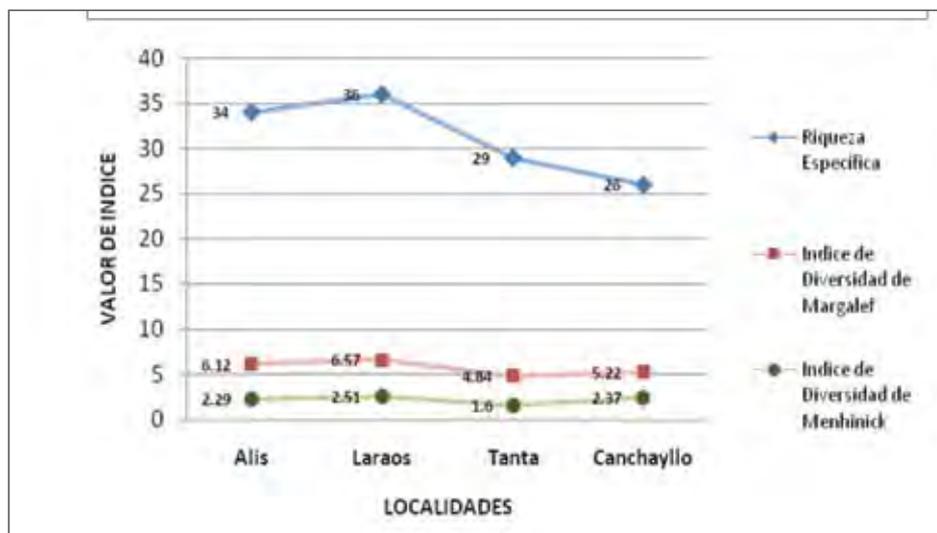


Figura 6.1: Índices de riqueza de especies de aves en la RPNYC – Agosto 2009.

Curvas de acumulación por localidad

En los gráficos mostrados a continuación, la curva roja es la curva observada de acumulación de especies. La curva azul, que presenta un incremento más sutil, representa a la curva de acumulación de especies esperada para cada localidad evaluada, elaborada con las listas observadas mezcladas al azar. La línea morada en la parte superior del gráfico representa la asíntota y la curva verde representa la curva de acumulación de especies esperadas, según la fórmula de Clench, hasta 200 listas.

Como se puede apreciar en las curvas de acumulación de cada sitio, además de existir un esfuerzo diferente para cada uno de ellos, se puede intuir que se trata de hábitats diferentes con una diversidad total proyectada distinta.

En la figura 6.2 se nota que la curva de Clench se ajusta bastante bien a los datos reales y se estaba aproximando un esfuerzo aceptable donde la curva tanto real como de Clench empiezan a perder pendiente. El número de especies que se espera de esta localidad en el tiempo de evaluación y bajo la metodología, es de 41 especies, o sea, 6 más de las que se encontraron. Esta estimación, como se menciona en la metodología, se deriva de la asíntota de la curva de Clench (b/a).

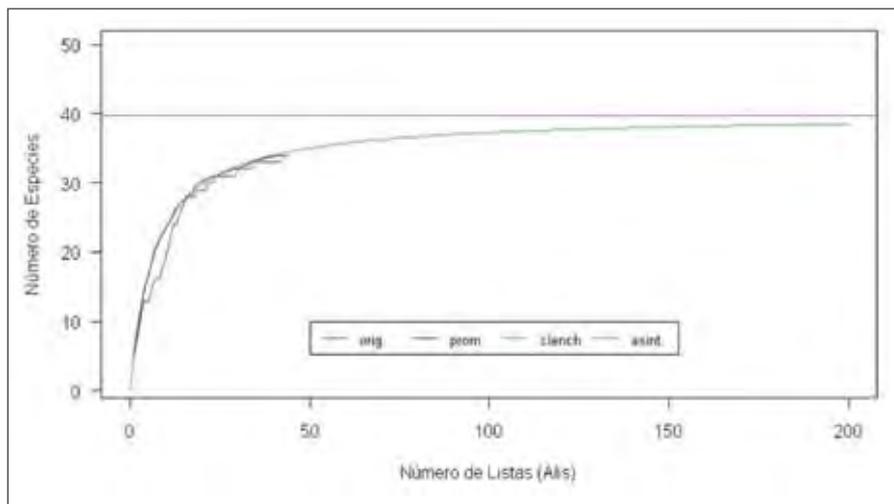


Figura 6.2: Lista de acumulación de especies de la localidad de Alis.

*Curvas: orig.: acumulación de listas en orden cronológico, prom.: promedio de 10 listas con el orden cronológico generado al azar, Clench.: ajuste a la curva de Clench de la curva promedio, y asint.: asíntota de la curva de Clench.

Para la localidad de Canchayllo, se puede ver en la figura 6.3 que el esfuerzo fue insuficiente, la curva real aún tiene pendiente alta. Se nota también que la curva de Clench no se ajusta bien a la curva real, por lo que el estimado de especies dado por la asíntota hay que interpretarlo con cuidado y debe esperarse que sea una subestimación. Se registraron 26 especies y se estimó 29.

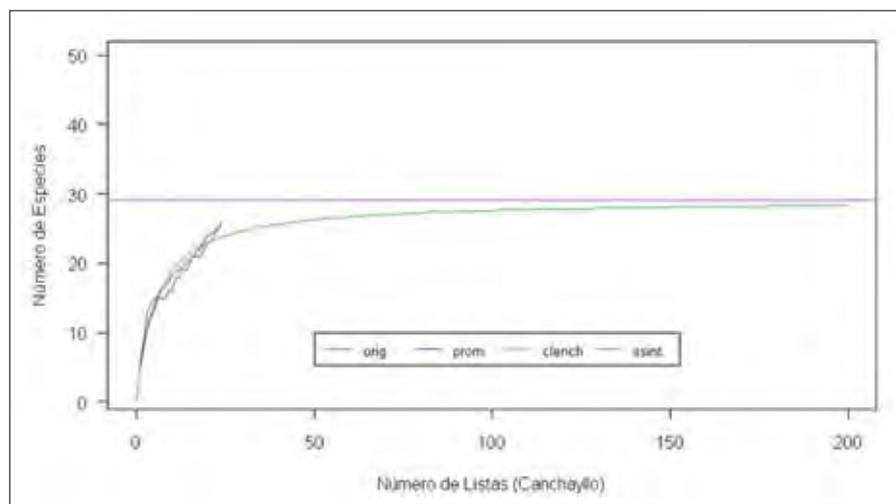


Figura 6.3: Lista de acumulación de especies de la localidad de Canchayllo.

* Curvas: orig.: acumulación de listas en orden cronológico, prom.: promedio de 10 listas con el orden cronológico generado al azar, Clench.: ajuste a la curva de Clench de la curva promedio, y asint.: asíntota de la curva de Clench.

Para la localidad de Laraos, en la figura 6.4, se nota que la curva de Clench se ajusta bastante bien a los datos reales y se estaba aproximando un esfuerzo aceptable donde la curva tanto real como de Clench, empiezan a perder pendiente. Sin embargo, el ajuste en la parte final se desvía ligeramente hacia una sobre estimación. El número de especies que se espera de esta localidad en el tiempo de evaluación y bajo la metodología, es de 43 especies, o sea 7 más de las que se encontraron.

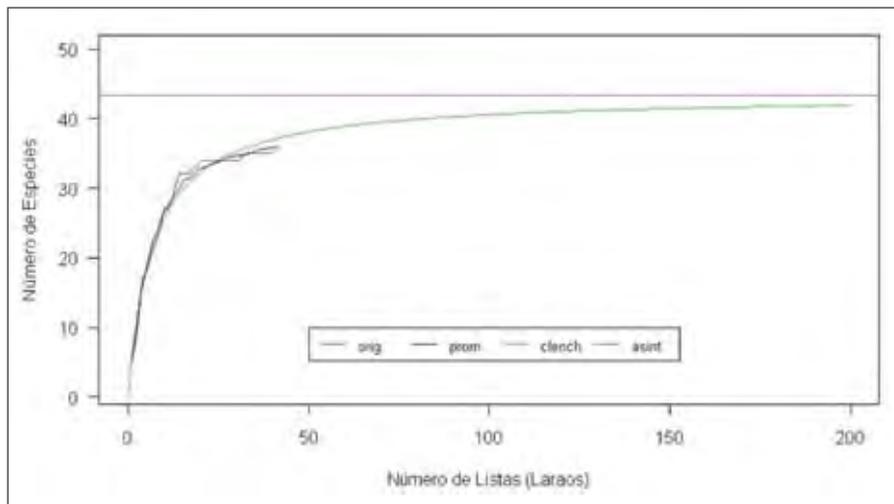


Figura 6.4: Lista de acumulación de especies de la localidad de Laraos.

*Curvas: orig.: acumulación de listas en orden cronológico, prom.: promedio de 10 listas con el orden cronológico generado al azar, Clench.: ajuste a la curva de Clench de la curva promedio, y asint.: asíntota de la curva de Clench.

En la figura 6.5 se nota que la curva de Clench no se ajusta bien a los datos reales, pero se estaba aproximando un esfuerzo aceptable donde la curva real empieza a perder pendiente. El número de especies que se espera para la localidad de Tanta en el tiempo de evaluación y bajo la metodología, es de 36 especies, o sea 7 más de las que se encontraron.

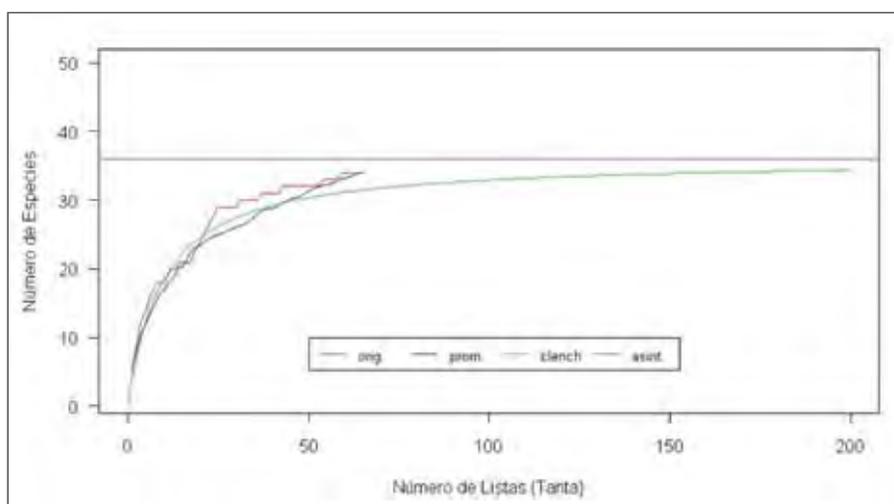


Figura 6.5: Lista de acumulación de especies de la localidad de Tanta.

*Curvas: orig.: acumulación de listas en orden cronológico, prom.: promedio de 10 listas con el orden cronológico generado al azar, Clench.: ajuste a la curva de Clench de la curva promedio, y asint.: asíntota de la curva de Clench.

Si bien hay que observar con cuidado, porque en el caso de Canchayllo y Tanta el esfuerzo fue insuficiente y el ajuste de la curva de Clench insatisfactoria, como se muestra en la figura 6.6, la proyección de las curvas de acumulación indica que los 4 sitios tienen comunidades de aves con diferente diversidad, siendo la del bosque de queñoa de Laraos la más diversa (ver cuadro 6.3).

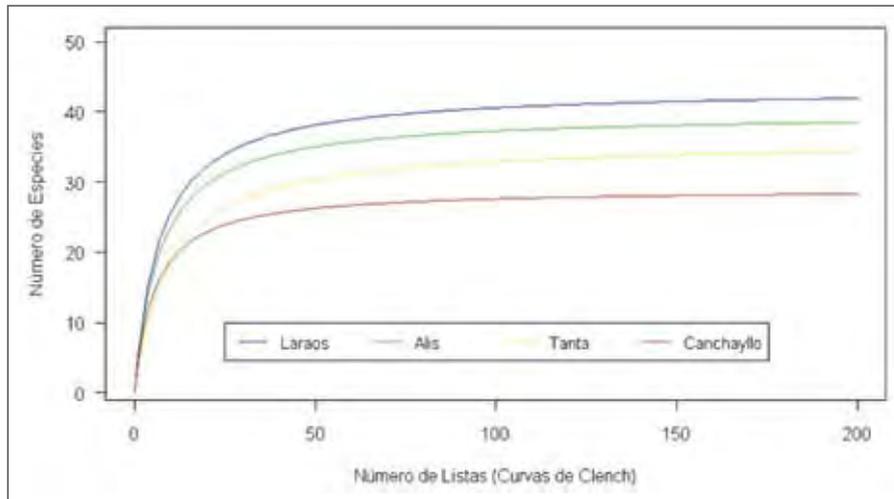


Figura 6.6: Curvas de acumulación ajustadas de Clench de los 4 sitios

Nota: * El ajuste de las curvas es sobre los promedios de las listas mezcladas al azar.

Cuadro 6.3: Resultado de las curvas de acumulación para las especies de aves – Agosto 2009

LOCALIDAD	Nº DE REGISTROS	Nº DE LISTAS	Nº DE ESPECIES	ASÍNTOTA	Nº DE ESPECIES EN LA LISTA 41	Nº DE ESPECIES EN LA LISTA 29	1 - ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON
Alis (AL)	220	44	34	40	33	30	0.95
Laraos (LA)	205	41	36	43	36	34	0.97
Tanta (TA)	325	65	30	36	27	25	0.92
Canchayllo (CA)	120	24	26	29	26	25	0.92
TOTAL	870	174	126				

Fuente: Elaboración propia

6.2.2.2 Estructura

Frecuencia relativa

Basándose en la frecuencia relativa en las listas se pueden determinar las especies más comunes para cada una de las localidades. La frecuencia relativa es el porcentaje de listas en las cuales se observó y por lo tanto se incluyó a la especie; o el número de listas en las que la especie está presente dividido entre el número total de listas. Ver cuadro 6.4.

Cuadro 6.4: Frecuencias relativas de todas las especies de aves – Agosto 2009

N	NOMBRE CIENTÍFICO	ALIS	LARAOS	TANTA	CANCHAYLLO
1	<i>Nothoprocta ornata</i>		4,9		4,2
2	<i>Plegadis ridgwayi</i>			7,7	4,2
3	<i>Chloephaga melanoptera</i>			35,4	
4	<i>Anas flavirostris</i>			6,2	4,2
5	<i>Lophonetta specularioides</i>			26,2	
6	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>		2,4		
7	<i>Buteo polyosoma</i>				4,2
8	<i>Vanellus resplendens</i>			18,5	
9	<i>Phegornis mitchellii</i>			1,5	
10	<i>Gallinago andina</i>			10,8	
11	<i>Thinocorus orbignyianus</i>			20	
12	<i>Chroicocephalus serranus</i>			7,7	
13	<i>Patagioenas maculosa</i>	15,9	19,5		4,2
14	<i>Metriopelia melanoptera</i>		22	1,5	
15	<i>Leptotila verreauxi</i>	4,5			
16	<i>Caprimulgus longirostris</i>	4,5			
17	<i>Streptoprocne zonaris</i>	2,3			
18	<i>Aeronautes andecolus</i>	9,1			
19	<i>Colibri coruscans</i>	4,5			4,2
20	<i>Amazilia amazilia</i>				8,3
21	<i>Oreotrochilus melanogaster</i>				25
22	<i>Patagona gigas</i>	34,1	9,8		25
23	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	15,9	4,9		
24	<i>Polyonyx caroli</i>	6,8	2,4		
25	<i>Metallura phoebe</i>	34,1	24,4		4,2
26	<i>Colaptes atricollis</i>	11,4			
27	<i>Colaptes rupicola</i>	13,6	14,6	3,1	8,3
28	<i>Geositta cunicularia</i>			15,4	
29	<i>Geositta saxicolina</i>			3,1	
30	<i>Upucerthia jelskii</i>			1,5	
31	<i>Upucerthia serrana</i>	6,8	14,6		33,3
32	<i>Cinclodes atacamensis</i>			1,5	
33	<i>Cinclodes fuscus</i>		14,6	92,3	29,2
34	<i>Leptasthenura pileata</i>	22,7	31,7		4,2
35	<i>Asthenes modesta</i>			3,1	
36	<i>Asthenes pudibunda</i>	20,5	34,1		
37	<i>Asthenes wyatti</i>				20,8
38	<i>Grallaria andicolus</i>	22,7	19,5		
39	<i>Anairetes alpinus</i>	6,8	17,1		
40	<i>Anairetes flavirostris</i>	25	9,8		
41	<i>Anairetes parulus</i>	4,5			
42	<i>Anairetes reguloides</i>		12,2		
43	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	11,4	17,1		
44	<i>Ochthoeca oenanthoides</i>				16,7
45	<i>Agriornis montanus</i>			3,1	8,3
46	<i>Muscisaxicola griseus</i>			13,8	4,2
47	<i>Muscisaxicola cinereus</i>		9,8	35,4	25
48	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>			66,2	
49	<i>Muscisaxicola frontalis</i>			1,5	

Cuadro 6.4 (Cont.): Frecuencias relativas de todas las especies de aves – Agosto 2009

N	NOMBRE CIENTÍFICO	ALIS	LARAOS	TANTA	CANCHAYLLO
50	<i>Muscisaxicola juninensis</i>			9,2	
51	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>			6,2	
52	<i>Lessonia oreas</i>			13,8	
53	<i>Myiodynastes bairdii</i>	18,2			
54	<i>Zaratornis stresemanni</i>	6,8	14,6		
55	<i>Orochelidon murina</i>	4,5			
56	<i>Orochelidon andecola</i>			1,5	29,2
57	<i>Troglodytes aedon</i>	52,3	24,4		16,7
58	<i>Turdus chiguanco</i>	11,4			4,2
59	<i>Zonotrichia capensis</i>	20,5	26,8		50
60	<i>Phrygilus alaudinus</i>		2,4		
61	<i>Phrygilus fruticeti</i>		31,7		
62	<i>Phrygilus plebejus</i>		12,2	23,1	91,7
63	<i>Phrygilus punensis</i>	9,1	19,5		62,5
64	<i>Phrygilus unicolor</i>		4,9	1,5	
65	<i>Diuca speculigera</i>			13,8	
66	<i>Sicalis uropygialis</i>			55,4	
67	<i>Catamenia analis</i>	2,3			8,3
68	<i>Catamenia inornata</i>	2,3	2,4		
69	<i>Atlapetes nationi</i>	31,8	7,3		
70	<i>Saltator aurantirostris</i>	4,5	2,4		
71	<i>Thraupis bonariensis</i>		7,3		
72	<i>Oreomanes fraseri</i>		14,6		
73	<i>Diglossa brunneiventris</i>	45,5	7,3		
74	<i>Conirostrum cinereum</i>	4,5	14,6		
75	<i>Carduelis atrata</i>		9,8		
76	<i>Carduelis magellanica</i>	9,1	12,2		

A continuación se muestran imágenes de algunas especies de aves registradas en la RPNYC.



Figura 6.7: *Diglossa (carbonaria) brunneiventris*, "picaflor vientre canela" (juvenil).



Figura 6.8: *Diglossa (carbonaria) brunneiventris*, "picaflor vientre canela".



Figura 6.9: *Catamenia analis*, "corbatita pico de oro".



Figura 6.10: *Notiochelidon murina*, "golondrina plumiza".



Figura 6.11: *Metriopelia melanoptera*, "urpicha alanegra".



Figura 6.12: *Oreomanes fraseri*, "mielerito del queñual".



Figura 6.13: *Phrygilus fruticeti*, "plomito cantor".



Figura 6.14: *Carduelis magellanica*, "jilguero común".

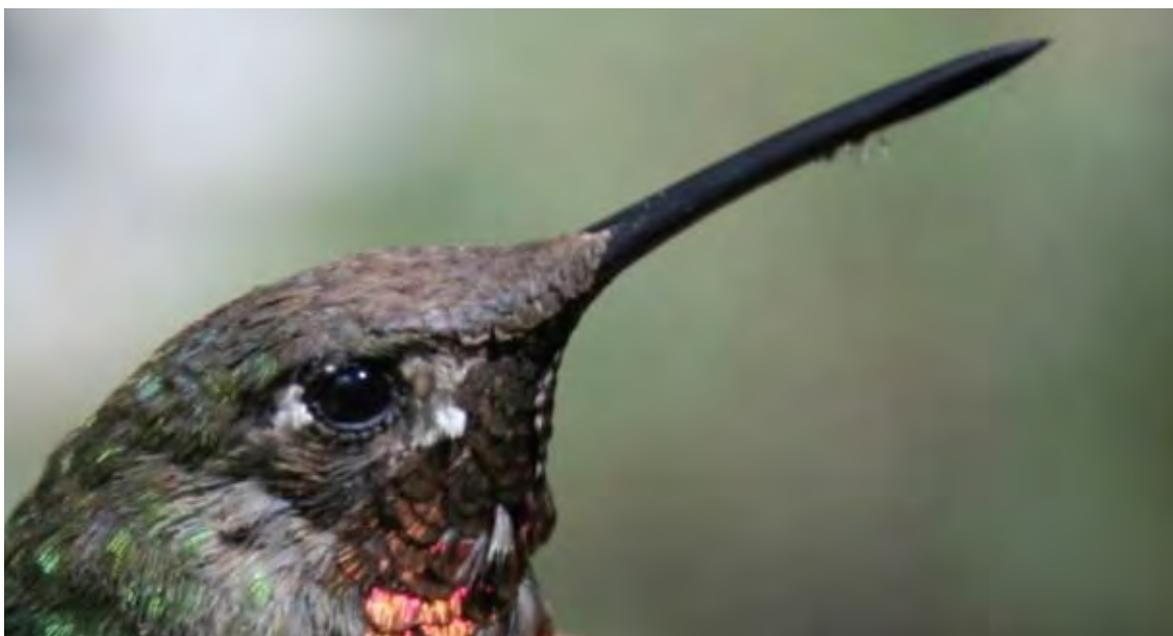


Figura 6.15: *Polyonymus caroli*, "picaflor de carlos".

En el cuadro 6.5 se listan las especies más comunes, las que fueron encontradas con una frecuencia relativa mayor a 20% en alguna de las localidades evaluadas.

Cuadro 6.5: Frecuencias relativas de aves superiores al 20% – Agosto 2009

Nº	LOCALIDAD	FRECUENCIA RELATIVA (%)				
		≥75%	50-74,9%	40-49,9%	30-39,9%	20-29,9%
1	Alis		<i>Troglodytes aedon</i>	<i>Diglossa brunneiventris</i>	<i>Patagona gigas</i> <i>Metallura phoebe</i> <i>Atlapetes nationi</i>	<i>Anairetes flavirostris</i> <i>Leptasthenura pileata</i> <i>Grallaria andicolus</i> <i>Asthenes pudibunda</i> <i>Zonotrichia capensis</i>
2	Laraos			<i>Asthenes pudibunda</i> <i>Leptasthenura pileata</i> <i>Phrygilus fruticeti</i>	<i>Zonotrichia capensis</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Metallura phoebe</i> <i>Metriopelia melanoptera</i>	
3	Tanta	<i>Cinclodes fuscus</i>	<i>Muscisaxicola flavinucha</i> <i>Sicalis uropygialis</i>		<i>Muscisaxicola cinereus</i> <i>Chloephaga melanoptera</i>	<i>Lophonetta specularioides</i> <i>Phrygilus plebejus</i> <i>Thinocorus orbignyianus</i>
4	Canchayllo	<i>Phrygilus plebejus</i>	<i>Zonotrichia capensis</i> <i>Phrygilus punensis</i>		<i>Upucerthia serrana</i>	<i>Cinclodes fuscus</i> <i>Orochelidon andecola</i> <i>Muscisaxicola cinereus</i> <i>Patagona gigas</i> <i>Oreotrochilus melanogaster</i> <i>Asthenes wvatti</i>

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.3 Índices

a) Índice de Valor Ornitológico (IVO)

Ninguna de las localidades evaluadas mostró un IVO mayor a 1. Los IVO e IVI mostrados en los distritos de Laraos y Alis se deben al bosque arbustivo que cubre la mayor parte de dichas localidades, y por ende, a la presencia de aves especialistas de estos bosques. Los bajos índices de Canchayllo y Tanta se deben a que la mayoría de especies presentes en dichas áreas son de amplia distribución en los Andes o son muy comunes.

Debemos tener en cuenta que estamos asumiendo que la mayoría de especies de amplia distribución, y/o de amplio nicho ecológico, están mejor adaptadas para sobrevivir el deterioro de su hábitat. Adicionalmente, la mayoría de aves amenazadas o casi amenazadas son especies de hábitat y/o distribución restringida (IUCN 2006), por lo tanto, el IVO es un buen índice para determinar la importancia y el estado de conservación del ecosistema evaluado.

Los resultados obtenidos para las cuatro localidades en las que se desarrollaron las evaluaciones ornitológicas muestran comunidades de aves con estructuras diferentes, lo que indica condiciones de hábitat diferentes.

Las localidades que presentaron mayor número de especies fueron Laraos y Alis, que son las localidades con ambientes boscosos y de menor elevación.

Los sitios con mayor número de especies no tuvieron especies con alta dominancia (75%); incluso en Laraos ninguna superó el 50%, lo que nos indica que la homogeneidad de especies también es mayor.

Cuadro 6.6: Índices de valor ornitológico y especies de aves por localidad – Agosto 2009

Nº	Localidad	Nº de especies encontradas (# Sp.)	Índice de Valor Ornitológico (IVO)	Índice de Valor de Importancia (IVI=IVO/#Sp.)	Especies encontradas solo en la localidad evaluada
1	Alis (AL)	34	29	0,85	<i>Anairetes parulus</i> <i>Leptotila verreauxi</i> <i>Caprimulgus longirostris</i> <i>Streptoprocne zonaris</i> <i>Aeronautes andecolus</i> <i>Colaptes atricollis</i> <i>Myiodynastes bairdii</i> <i>Orochelidon murina</i>
2	Laraos (LA)	36	31	0,86	<i>Geranoaetus melanoleucus</i> <i>Anairetes reguloides</i> <i>Phrygilus alaudinus</i> <i>Phrygilus fruticeti</i> <i>Thraupis bonariensis</i> <i>Oreomanes fraseri</i> <i>Carduelis atrata</i>
3	Tanta (TA)	30	15	0,52	<i>Chloephaga melanoptera</i> <i>Lophonetta specularioides</i> <i>Vanellus resplendens</i> <i>Phegornis mitchellii</i> <i>Gallinago andina</i> <i>Thinocorus orbignyianus</i> <i>Chroicocephalus serranus</i> <i>Geositta cunicularia</i> <i>Geositta saxicolina</i> <i>Upucerthia jelskii</i> <i>Cinclodes atacamensis</i> <i>Asthenes modesta</i> <i>Muscisaxicola flavinucha</i> <i>Muscisaxicola frontalis</i> <i>Muscisaxicola juninensis</i> <i>Muscisaxicola rufivertex</i> <i>Lessonia oreas</i> <i>Diuca speculigera</i> <i>Sicalis uropygialis</i>
4	Canchayllo (CA)	26	15	0,58	<i>Amazilia amazilia</i> <i>Oreotrochilus melanogaster</i> <i>Buteo polyosoma</i> <i>Asthenes wyatti</i> <i>Ochthoeca oenanthoides</i>

Fuente: Elaboración propia.

b) Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos de una muestra, tomados al azar, sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes, para la ornitofauna estudiada. En el cuadro 6.7 se muestran los valores del índice de Simpson.

Cuadro 6.7: Índice de diversidad de Simpson para aves por localidad – Agosto 2009

LOCALIDAD	Alis	Laraos	Tanta	Canchayllo
INDICE SIMPSON	0,95	0,97	0,92	0,92

Fuente: Elaboración propia.

c) Coeficiente de similitud de Jaccard

Por su ubicación geográfica, la RPNYC es parte de dos cuencas hidrográficas: Yauyos, en la cuenca del río Cañete en la vertiente del Pacífico, y Cochas, en la cuenca del río Mantaro en la vertiente del Atlántico; las que presentan como barrera geográfica los puntos más altos de la cordillera de los Andes, con climas más extremos. Esta característica permite aplicar el índice de similitud de Jacard entre la localidad de Laraos, de la cuenca del río Cañete y la localidad Canchayllo, de la cuenca del río Canchayllo - Cochas, ambas ubicadas en la RPNYC.

El cálculo del coeficiente de similitud de Jacard entre estas localidades arroja un valor de $I_J = 0,2653$; valor que refleja la poca similitud existente entre las especies de aves de las cuencas de los ríos Cañete y Cochas.

6.2.3 CONCLUSIONES

1. Se reportaron aproximadamente 76 especies de aves para la RPNYC, cifra que podría ser incrementada con futuros inventarios de por lo menos 3 repeticiones de muestreo por cada formación vegetal, para obtener resultados estadísticamente más significativos.
2. Los resultados obtenidos para las cuatro localidades en las que se desarrollaron las evaluaciones ornitológicas muestran comunidades de aves con estructuras diferentes, lo que refleja las condiciones de hábitat diferentes.
3. Las localidades que presentaron mayor número de especies fueron Laraos y Alis (campamentos 2 y 1 respectivamente), que son las localidades con ambientes boscosos y de menor elevación.
4. El ajuste de las curvas de Clench no siempre resulta de manera satisfactoria. En los próximos estudios es necesario hacer una regresión de cuadrados mínimos con la curva, sin llegar a transformarla (linealizarla).
5. Los sitios con mayor número de especies no tuvieron especies con alta dominancia (75%), incluso en la localidad de Laraos ninguna superó el 50%, lo que nos indica que la homogeneidad de especies también era mayor.

6.3 EVALUACIÓN MASTOZOOLÓGICA

6.3.1 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.3.1.1 Materiales y equipos

1. Libretas de campo
2. Redes neblineras
3. Trampas de diverso tipo
4. Mapas satelitales
5. Alcohol, formol
6. Frascos contenedores
7. Pinzas de diversos tamaños
8. Lupas de diferentes aumentos
9. Cajas de plástico
10. Cintas de señalización
11. Cinta métrica
12. Cinta adhesiva
13. Guías de identificación
14. Binoculares
15. GPS
16. Estereoscopio
17. Equipo de campamento
18. Cámara fotográfica

6.3.1.2 Metodología

Para la evaluación de la mastofauna se utilizaron métodos directos (colecta y observación) e indirectos (registro de evidencias y entrevistas), los cuales permiten obtener mayor información en un corto período. En cada una de las zonas evaluadas, todos los registros encontrados fueron georeferenciados y fotografiados.

a) Mamíferos menores

Para la evaluación de mamíferos menores terrestres se utilizaron trampas "Víctor" (trampas de golpe), Sherman (captura en vivo) y algunas trampas Thomahawk (rejilla y captura en vivo). Se dispusieron en transectos simples o dobles, dependiendo del tamaño del área. Las trampas fueron dispuestas en número de dos (estaciones dobles) cada 15 m, en líneas de 20 a 30 estaciones. Fueron instaladas utilizando un cebo estándar, el cual consistió en una mezcla de mantequilla de maní, avena y vainilla (Voss y Emmons, 1996; Voss et al. 2001) y permanecieron activas por dos noches.

Para la evaluación de mamíferos menores voladores se utilizaron redes de neblina, las cuales fueron dispuestas en vías de paso, zonas de quebradas, refugios, zonas de forrajeo o en vías de paso potenciales de estas especies; permaneciendo abiertas durante toda la noche, desde las 6:00 p.m. hasta las 12 p.m. En este caso, el esfuerzo de muestreo fue medido en redes-noche (RN). El método sugiere manejar un esfuerzo de muestreo no menor a 10 RN por punto de evaluación, con el fin de obtener una mejor comparación entre los datos obtenidos; es importante mantener el mismo esfuerzo de muestreo en todas las zonas evaluadas.

b) Mamíferos mayores

Para la evaluación de mamíferos mayores se realizaron recorridos en busca de indicios (Wilson et al. 1996), consistentes en observaciones de individuos o de cualquier tipo de indicio indirecto de su presencia en el área (huellas, heces, refugios, etc.). Además, se realizaron entrevistas a los pobladores locales con el fin de conocer de manera indirecta la mastofauna de la zona.

Los especímenes capturados fueron identificados y procesados de manera preliminar en campo (preservación en formol al 10%) y posteriormente fueron mantenidos en alcohol al 70%. En algunos casos se prepararon vouchers de los especímenes colectados (preservación de la muestra como piel). La nomenclatura adoptada para la identificación de las especies se basa en la lista de especies publicada por Pacheco et al. (2009), además, considera literatura especializada adicional.

El análisis de los datos de la evaluación mastozoológica se realiza con los datos obtenidos acerca del número de especies e individuos; se estimó la riqueza y abundancia relativa de especies en cada zona evaluada. Para esto, solo se consideraron los datos obtenidos en los transectos de trampas, para poder obtener datos cuantitativos. Para determinar la abundancia relativa de los pequeños mamíferos se dividió el número de individuos registrados entre el esfuerzo de muestreo (Wilson et al. 1996). Para el caso de mamíferos mayores no se consideró el cálculo de índices de diversidad ni abundancia relativa, debido a que no se utilizó una metodología cuantitativa ni uniforme. Esta metodología fue de tipo cualitativo y también contó con información basada en entrevistas a pobladores de la zona.

Para la consideración de las especies que se encuentran en alguna categoría de conservación se consideraron las listas de especies en extinción o amenazadas de la IUCN (2009), CITES (2009) y legislación nacional (D. S. N° 034-2004-AG), así como la lista de especies endémicas para el Perú (Pacheco et al., 2009). Estos criterios permiten considerar la sensibilidad de una especie frente a impactos en el ambiente.

6.3.2 RESULTADOS

Los datos obtenidos para las 5 zonas de muestreo demuestran un área con alto potencial de especies de puna. Se han identificado 8 especies de mamíferos menores: los roedores *Akodon* sp., *Auliscomys pictus*, *Calomys sorellus*, *Neotomys ebriosus*, *Phyllotis andium*; la "vizcacha", *Lagidium peruanum*, y los murciélagos *Histiotus montanus* y *Desmodus rotundus*. Estas dos últimas especies fueron registradas únicamente en el bosque ubicado en la localidad de Miraflores.

Para el caso de mamíferos mayores se registró, mediante avistamientos, la presencia de vicuñas, y mediante indicios indirectos, la presencia del "zorrito" o "añaz", *Conepatus chinga* y el "zorro andino", *Lycalopex culpaeus*. Asimismo, los pobladores locales hacen mención de la presencia de los gatos silvestres *Leopardus jacobita*, "gato andino" y *Leopardus colocolo*, "gato del pajonal"; además del "puma", *Puma concolor* y los cérvidos *Hippocamelus antisensis* y *Odocoileus peruvianus*.

A continuación se muestran imágenes de las principales especies registradas en la RPNYC.



Figura 6.16: *Lagidium peruanum*, "vizcacheta".



Figura 6.17: *Histiotus montanus*.



Figura 6.18: *Odocoileus peruvianus*, “venado cola blanca”.

6.3.2.1 Riqueza y abundancia

A continuación se presenta la riqueza de especies según el tipo de hábitat evaluado. Las 3 primeras zonas de evaluación (Alis, Miraflores y Laraos) están representadas por una sola formación vegetal, el bosque de queñoa, mientras que Tanta está representada por matorrales y pajonales, y Canchayllo por el puyal.

Según los datos obtenidos, los hábitats de matorral y pajonal fueron los que presentaron la mayor riqueza de especies: 6 especies de mamíferos menores y 5 mayores. En el cuadro 6.8 se muestra el esfuerzo de muestreo por localidad evaluada.

Cuadro 6.8: Esfuerzo de muestreo (TN y RN) para mamíferos por localidad – Agosto 2009

Zona de evaluación	Hábitat	TN	RN
Alis	Bosque de queñoa	20	3
Miraflores	Bosque de queñoa	20	1
Laraos	Bosque de queñoa	20	
Tanta	Roqedal	60	---
	Matorral	30	---
Canchayllo	Puyal	120	10
Total		270	10

TN = Trampas / noche; RN = Registros / noche
Fuente: elaboración propia

Se registró un total de 8 especies de mamíferos menores, 6 de ellos pertenecientes al orden Rodentia: *Akodon* sp., *Auliscomys pictus*, *Calomys sorellus*, *Neotomys ebriosus*, *Phyllotis andium*; la “vizcacha” *Lagidium peruanum* y los dos restantes al orden Chiroptera: *Histiotus montanus* y *Desmodus rotundus*.

En el cuadro 6.9 se muestra la clasificación de mamíferos por zonas de vegetación evaluada en la RPNYC.

Cuadro 6.9: Clasificación de mamíferos registrados por zonas de vegetación evaluada – Agosto 2009

Orden	Familia	Especie	Zonas de Evaluación*		
			Bosque de queñoa	Matorral Pajonal	Puyal
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon</i> sp.	C	C	C
	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>		C	
	Cricetidae	<i>Calomys sorellus</i>		C	C
	Cricetidae	<i>Neotomys ebriosus</i>		C	
	Cricetidae	<i>Phyllotis andium</i>		C	C
	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>		C	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	C		
	Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	C		
Cetartodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>		E	E
	Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>		E	E
	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>		A	E
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	E	He	E
	Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	E	E	He
Total			5	11	8

(*) Tipo de registro: C= Colecta, A= Avistamiento, He= Heces, E= Entrevista.
Fuente: elaboración propia

Según los datos obtenidos, los hábitats de matorral y pajonal fueron los que presentaron la mayor riqueza de especies: 6 especies de mamíferos menores y 5 de mamíferos mayores.

6.3.3 CONCLUSIONES

1. Los datos de mamíferos obtenidos para las 5 zonas de muestreo indican un área con un alto potencial de especies de puna.
2. Se identificaron 8 especies de mamíferos menores, de los cuales 5 especies fueron de roedores *Akodon* sp., *Auliscomys pictus*, *Calomys sorellus*, *Neotomys ebriosus* y *Phyllotis andium*; la "vizcacha" *Lagidium peruanum* y 2 especies de murciélagos *Histiotus montanus* y *Desmodus rotundus*.
3. Se registraron 8 especies de mamíferos mayores, la "vicuña", *Vicugna vicugna*, el "zorrillo" o "añaz", *Conepatus chinga*, el "zorro andino", *Lycalopex culpaeus*, el gato silvestre" o "gato andino", *Leopardus jacobita*, el "gato del pajonal", *Leopardus colocolo*, el "puma", *Puma concolor*, y los cérvidos "taruca", *Hippocamelus antisensis* y "venado", *Odocoileus peruvianus*.

6.4 EVALUACIÓN HERPETOLÓGICA

6.4.1 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.4.1.1 Materiales y equipos

1. Libretas de campo
2. Mapa de vegetación
3. Alcohol al 70%, formol
4. Frascos contenedores
5. Lupas de diferente aumento
6. Cajas de plástico
7. Cintas de señalización, cinta métrica, cinta adhesiva
8. Guías de identificación
9. Binoculares
10. Cámara fotográfica
11. GPS
12. Estereoscopio
13. Equipo de campamento

6.4.1.2 Metodología

La técnica de muestreo utilizada para el estudio de anfibios y reptiles fue el “Inventario total de especies” (Rueda et al., 2006). Este consiste en caminatas libres, realizadas por colectores experimentados, durante el día y la noche, buscando anfibios y reptiles sin restricciones o reglas de búsqueda (con excepción de revisar todos los micro hábitats disponibles), obteniendo el mayor número de especies en el menor tiempo posible (Rueda et al., 2006). La búsqueda de reptiles se realizó durante todo el día y las búsquedas nocturnas de anfibios y reptiles durante las primeras horas de la noche, entre las 19:00 y 23:00 horas.

Todas las especies encontradas fueron capturadas, identificadas, fotografiadas y después liberadas, a excepción de aquellas que no pudieron ser satisfactoriamente identificadas en el campo, siendo sacrificadas y preservadas como muestras de estudio para su posterior identificación en laboratorio.

En el caso de las especies de anfibios que fueron sacrificadas, se les aplicó una pequeña dosis de lidocaína sobre la piel, luego fueron fijadas en formol al 10% durante 24 h, y preservadas en alcohol de 70° (Heyer, 1994). Los reptiles sacrificados recibieron una dosis intraperitoneal de T61® y fueron preservados de la misma forma que los anfibios. Todas las fotos de este informe fueron tomadas durante este estudio.

6.4.2 RESULTADOS

En la RPNYC se registraron un total de 5 especies, 1 anfibio y 4 reptiles, de las cuales las especies de lagartijas *Liolaemus robustus* y *Liolaemus walkeri*, son endémicas del Perú. Ninguna de las especies registradas se encuentra bajo alguna categoría de amenaza de la IUCN o el D.S. N°-034-2004-MINAG.

La baja densidad de especies, 1 anfibio y 4 reptiles, es normal para la gradiente altitudinal en la que se encuentra la RPNYC (3 100 - 4 500 msnm) y el ensamblaje de su herpetofauna está compuesto por géneros y especies típicas de las regiones altoandinas, tales como las lagartijas del género *Liolaemus*, el sapo *Rhinella spinulosa* y la serpiente *Philodryas tachymenoides* (Pough et al., 1998).

A continuación se hace referencia de la distribución, endemismo, estatus de conservación y algunas observaciones ecológicas de las especies registradas durante este estudio.

6.4.2.1 Distribución y estado de conservación de anfibios

a) *Rhinella spinulosa*



Esta especie de sapo posee un amplio rango de distribución que abarca desde los Andes al sur de Cajamarca, en el Perú, hasta el sur de Chile, incluyendo Bolivia y Argentina, entre los 1 500 y 5 100 msnm. (Pramuk y Kadivar, 2003; Angulo et al., 2004). En Perú esta especie se encuentra distribuida en las regiones de Cajamarca, Ancash, Lima, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Pasco, Apurímac, Arequipa y Moquegua.

Figura 6.19: *Rhinella spinulosa*.

La *Rhinella spinulosa* se encuentra en la categoría de "Riesgo menor (LC)", según la IUCN (2009) y en la categoría de "Casi amenazado (NT)", según la normatividad peruana, D. S. N° 034-2004-MINAG.

Aunque no se conocen mayores amenazas para esta especie a lo largo de su rango de distribución, existen algunos declives poblacionales localizados, causados probablemente por la sobreexplotación con fines educativos (para clases sobre disección y taxidermia), el uso de agroquímicos en Perú y Bolivia, su consumo como medicina y alimento en la sierra central de Perú, o la actividad minera y polución del agua en Chile (Angulo et al., 2004).

Esta especie fue encontrada en las quebradas y pozas temporales de las localidades de Marcatupe en Huanca, Vilca y Canchayllo. Ver figura 6.19.

6.4.2.2 Distribución y estado de conservación de reptiles

a) *Liolaemus robustus*



Esta especie de lagartija andina, endémica del Perú, posee una distribución restringida a las regiones de Junín y Lima, y habita en zonas rocosas de la puna entre 3 500 y 4 800 msnm (Laurent, 1992; Carrillo e Icochea, 1995; Aguilar et al., 2007). No se encuentra bajo amenaza según el D.S. N° 034-2004-MINAG). Esta especie fue encontrada en los pajonales de las localidades de Vilca y Tanta.

Figura 6.20: *Liolaemus robustus*.

b) *Liolaemus walkeri*



Esta especie de lagartija andina, endémica del Perú, se encuentra distribuida en las regiones andinas de Lima, Ayacucho y Junín; habitando en zonas rocosas de la puna, entre los 3 000 y 4 500 msnm (Shreve, 1938; Carrillo e Icochea, 1995; Aguilar et al., 2007). La especie no se encuentra bajo ninguna categoría de amenaza según la normatividad peruana (D.S. N° 034-2004-MINAG). Esta especie fue encontrada sobre los roquedales de la localidad de Tanta.

Figura 6.21: *Liolaemus walkeri*.

c) *Liolaemus* sp.



Esta especie aun no determinada fue registrada en la localidad de muestreo de Tanta y constituye un nuevo registro de lagartija para Lima, de acuerdo con la lista de Aguilar et al. (2007).

Figura 6.22: *Liolaemus* sp.

d) *Philodryas tachymenoides*



Esta serpiente no venenosa se encuentra distribuida a lo largo de la costa y los Andes, desde el norte de Chile hasta el centro del Perú (Schmidt y Walker, 1943; Peters y Orejas-Miranda, 1970). En el Perú, esta especie se encuentra en las regiones de Arequipa, Ica y Lima (Carrillo e Icochea, 1995; Aguilar et al., 2007). La especie no se encuentra amenazada según el D.S. N° 034-2004-MINAG. Esta especie fue encontrada en la localidad de Marcatupe.

Figura 6.23: *Philodryas tachymenoides*.

Aparte de las especies registradas durante este estudio, es muy posible que en la zona habiten otras especies de anfibios como: *Gastrotheca peruana*, *Pleurodema marmorata* y *Telmatobius rimac*; así como los reptiles *Philodryas simonsii* y *Tachymenis peruvianus*, que se encuentran registradas a altitudes similares en Lima (Aguilar et al., 2007). Los futuros estudios de evaluación deben realizarse durante otras épocas del año para obtener una mejor información de la verdadera riqueza de especies de la RPNYC.

La colecta de tres individuos inmaduros de la especie *Liolaemus* sp., a causa del mal tiempo y la baja densidad poblacional que presenta esta especie; imposibilitó su identificación definitiva. A pesar de estas limitaciones, en esta especie se observan diferencias morfológicas muy definidas que la distinguen de las especies *Liolaemus robustus* y *Liolaemus walkeri*, registradas también durante este inventario. Este género de *Liolaemus* es endémico del Perú e incluso podría poseer un rango de distribución restringido al departamento de Lima, así como también podría tratarse de una especie nueva para la ciencia. Se recomienda coleccionar más especímenes en las localidades indicadas e identificarla satisfactoriamente.

6.4.2.3 Riqueza específica

La Riqueza específica herpetológica para la RPNYC dio un valor de $S = 5$, indicando la poca diversidad herpetológica de estos ecosistemas.

6.4.3 CONCLUSIONES

1. Se registró una especie de anfibio y cuatro especies de reptiles.
2. Las especies de lagartijas *Liolaemus robustus* y *Liolaemus walkeri* son especies endémicas de los Andes centrales del Perú.
3. Ninguna de las especies registradas se encuentra bajo alguna categoría de amenaza.
4. Las tres especies del género *Liolaemus* aún no identificadas constituyen tres nuevos registros para Lima, donde previamente solo se conocían las especies *Liolaemus robustus* y *Liolaemus walkeri* (Aguilar et al., 2007).

6.5 EVALUACIÓN ENTOMOLÓGICA:

6.5.1 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.5.1.1 Materiales y equipos

1. Libretas de campo
2. Mapas satelitales
3. Formol
4. Alcohol al 70%
5. Frascos contenedores
6. Frascos pequeños
7. Pinzas de diversos tamaños
8. Lupas de diferentes aumentos
9. Redes entomológicas
10. Fuentes plásticas
11. Cajas de plástico
12. Cintas de señalización
13. Cinta métrica
14. Cinta adhesiva
15. Guías de identificación
16. GPS
17. Equipo de campamento

6.5.1.2 Metodología

El inventario de insectos se basa en los métodos de colectas y según los organismos que se desea estudiar, los cuales son muy variados. En el presente inventario se utilizaron dos técnicas de colecta:

a) Método de colectas directas

Consiste en realizar la remoción de distintos sustratos y coleccionar los individuos directamente con la mano o con algún contenedor. Esta técnica es muy utilizada cuando se trata de muestreos rápidos. Es importante anotar que paralelamente a la colecta se deben tomar datos del entorno y, si es posible, de la actividad que realizan los especímenes al ser coleccionados.

b) Método de colectas indirectas

Consiste en utilizar algún tipo de trampa para la captura de insectos. En este inventario se utilizaron las trampas: *Malaise*, utilizada para el estudio de comportamientos fenológicos; la trampa de caída (*Pitay*), que se instala en el suelo; variantes de esta trampa son aquellas que utilizan diversos cebos, cada cual específico para un diferente grupo entomológico, y las diferentes trampas de luz para aquellos insectos con fototropismo positivo.

Esfuerzo promedio de 2 personas / 4 h diarias.

En algunos puntos se utilizaron trampas Malaise, de caída y de redes, y en todos los puntos se utilizó la técnica de recolección directa, igualmente se realizó observaciones in situ y registro fotográfico del material colectado.

Las trampas tipo *Pitfall* se emplearon solo en los bosques de queñoa y los bosques de lloque, habiendo sido mantenidos en campo por 48 h.

En todos los casos los especímenes colectados fueron almacenados en recipientes plásticos con alcohol al 70%, registrando además el lugar de colecta, altitud, coordenadas georeferenciales, tipo de vegetación asociada, hora y fecha.

6.5.2 RESULTADOS

La evaluación entomológica se realizó en diversos puntos de muestreo, con dos tipos de colecta, lo cual se detalla a continuación:

Cuadro 6.10: Tipos de colecta utilizados en el muestreo de insectos por localidad – Junio 2009

Localidades	Tipo de vegetación	Tipos de Colecta		
		Trampa de caída (<i>Pitfall</i>)	Trampa <i>Malaise</i>	Recolección directa
Laraos	Bosque de queñoa	x	x	
Alis	Lloquedal, matorral semiárido, matorral subhúmedo	x	x	
Vilca	Bosque de karkac			x
Canchayllo	Puyal			x
Tanta	Bofedal			x

Fuente: Elaboración propia

6.5.2.1 Entomofauna por tipo de vegetación

La entomofauna en la RPNYC, en su conjunto, se caracteriza por presentar en mayor cantidad a los dípteros con un 46%, seguidos de los himenópteros con un 18%, los coleópteros con 8% y los arácnidos con 7%. La presencia en mayor porcentaje de los dípteros y coleópteros se explica, primero, por la gran cantidad de especies que los integran (saprófagos, coprófagos, necrófagos, etc.) y luego por las características de la RPNYC, donde se observa gran cantidad de materia orgánica en descomposición de origen vegetal, animal y algas en los cuerpos hídricos. La presencia de los himenópteros y los arácnidos se caracteriza por ser controladores biológicos y en el caso de los himenópteros también por cumplir la función de polinizadores. En la figura 6.24 se muestran los órdenes representativos de la RPNYC.

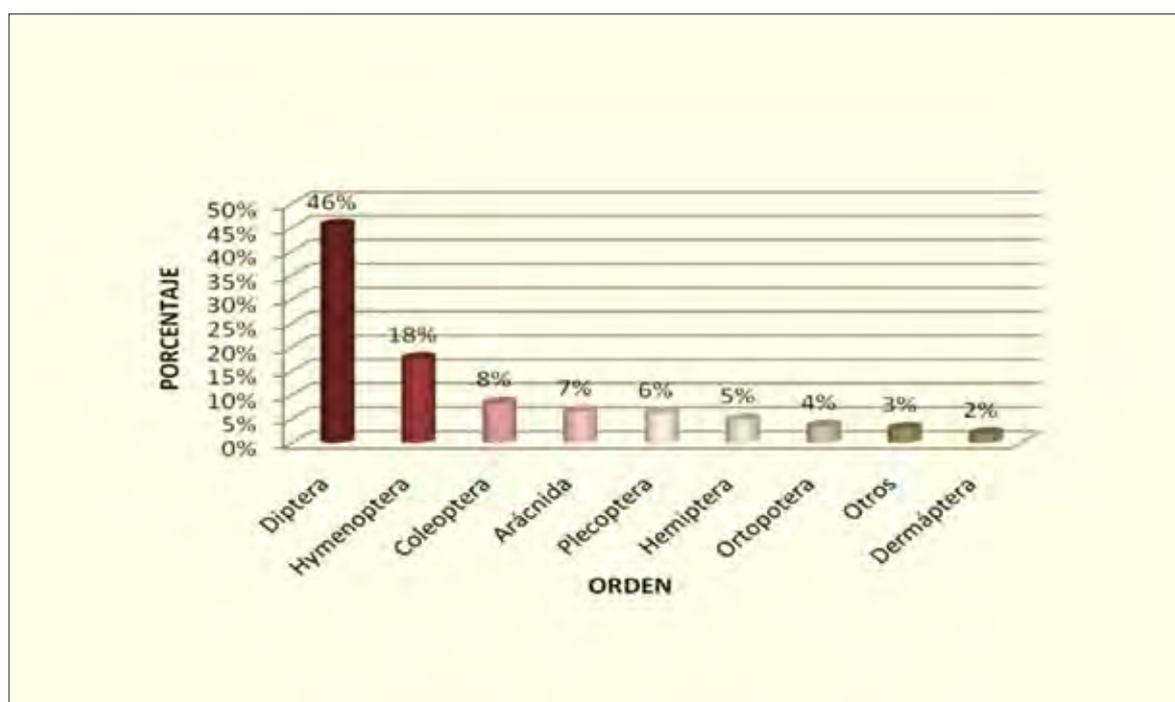


Figura 6.24: Órdenes entomológicos representativos en la RPNYC – Junio 2009.

En el Cuadro 6.11 se muestra la presencia de los órdenes más representativos de la entomofauna de la RPNYC, en cada tipo de vegetación y por tipo de colecta.

Cuadro 6.11: Presencia de los órdenes de entomofauna por tipo de vegetación y tipo de colecta – Junio 2009.

ORDEN	Tipo de Vegetación					
	Queñoa	Lloquedal		Karkac	Bofedal	Puyal
	Trampa Malaise y Pitfall	Pitfall	Malaise	Recolección directa	Recolección directa	Recolección directa
Coleóptera	2%	2%		3%	13%	30%
Dermáptera	6%				6%	
Díptera	59%	23%	92%	27%	65%	7%
Hemíptera	3%	3%	2%	3%		18%
Himenóptera	5%	71%	2%	7%		21%
Lepidóptera	5%		4%		3%	
Ortóptera						21%
Plecóptera				37%		
Tricóptera				3%		
Otros	18%					
Arácnida	2%	1%		20%	13%	3%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia

Observación: Los resultados de las evaluaciones entomológicas a nivel de reconocimiento en los diferentes tipos de vegetación no pueden ser utilizados para realizar comparaciones estadísticas, solo como referencia para futuras evaluaciones entomológicas a mayor detalle.

a) En el bosque de queñoa

En los bosques de queñoa, el orden Díptera es el más representativo, con un 59%; también mostró la mayor diversidad de órdenes, incluyendo los dos tipos de colecta (trampas *Malaise* y *Pitfall*). Los dípteros son polinizadores importantes, fuente de alimentación para muchos vertebrados y transmisores de enfermedades como el dengue y la malaria.

b) En el bosque de lloque

Este tipo de vegetación, situado en el distrito de Alis, está dominado por comunidades de arbustos de la especie *Dodonea viscosa*, en la parte inferior, y en las partes más altas por comunidades arbóreas de *Kageneckia lanceolata*, en asociación con *Escallonia resinosa*. El resultado obtenido con las trampas *Malaise* en este bosque fue en su mayoría de dípteros, principalmente de la familia Tipulidae, cuyos adultos se alimentan de savia vegetal. Las larvas de estos insectos son detritívoras, lo que los hace muy importantes en el reciclaje de nutrientes. En contraste, en las trampas *Pitfall* se capturaron mayormente representantes del orden Himenóptera, siendo de los órdenes más beneficiosos, ya que comprenden a las hormigas y abejas.

c) En el bosque de karkac

Este impresionante bosque dominado por las comunidades densas de árboles de la especie *Escallonia myrtilloides*, se ubica en los alrededores de la comunidad campesina de Vilca, también conocido como "Bosque del Amor". Da inicio a las pequeñas cascadas que forma el río Cañete, constituyendo la represa natural de la laguna Papacocha. El dosel alcanza los 10 m de alto y tiene una amplia variedad de otras especies arbustivas andinas. Resalta que en este bosque se haya encontrado ampliamente representado el orden Plecóptera, con un 37%. Los adultos de este orden viven de una a cuatro semanas; algunos no se alimentan, otros se alimentan de materia en descomposición; son de diversos colores y excelentes bioindicadores, debido a que las ninfas solo se encuentran en aguas lóxicas bien oxigenadas.

d) En el bofedal

Praderas inundadas por las lluvias, ríos y principalmente por aguas subterráneas, mantienen su vegetación todo el año siendo de vital importancia para la ganadería de la zona. Los bofedales estudiados en la RPNYC muestran una alta presencia de dípteros, (laguna Tilacocha) probablemente por la abundante oferta hídrica.

e) En el puyal

En este rodal se presenta mayormente el orden Coleóptera con mucha diversidad; se encuentran muchos fitófagos, que pueden llegar a ser plagas de cultivos. Sin embargo, algunos géneros son bioindicadores de los cambios ambientales, como los Scarabaeidos y Cicindélidos. Los primeros degradadores de materia y los segundos excelentes depredadores.

En la figura 6.25 se muestra la participación porcentual de los órdenes registrados por tipos de vegetación.

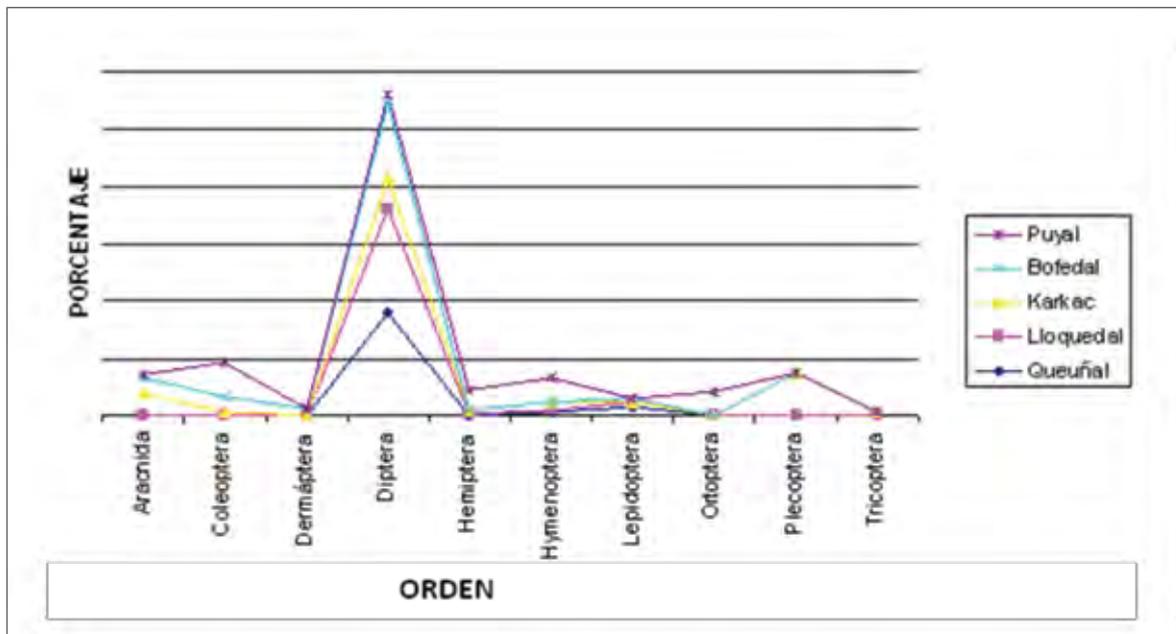


Figura 6.25: Participación porcentual de los diferentes órdenes de artrópodos por tipo de vegetación – Junio 2009.

6.5.3 CONCLUSIONES

1. Se registró un total de 10 órdenes de la entomofauna, siendo el orden Díptera el más representativo de la RPNYC, con un 92% en el Lloquedal, 65% en los bofedales, 59% en el bosque de queñoa, y en menor porcentaje en el bosque de karkac y en el puyal.
2. Los bosques de queñoa y de lloque de las comunidades muestreadas permitieron la existencia de mayor cantidad de insectos.
3. De los 10 órdenes registrados, los de mayor presencia son los órdenes Díptera, Himenoptera, Plecoptera y Coleoptera, presentando hasta 92%, 71%, 37% y 30% respectivamente; de estos, Coleoptera y Díptera reunieron el 83,37% de la totalidad de los insectos capturados.

6.6 EVALUACIÓN HIDROBIOLÓGICA

6.6.1 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.6.1.1 Materiales y equipos

1. Carta Nacional 1/100 000
2. Imagen satelital LandSat
3. Red de pesca (arrastre) de 10 x 1,5 m con malla de 5 mm
4. Atarraya
5. Red Surber para bentos, malla de 1 mm
6. Libreta de campo (*All weather*)
7. Pinzas y tijeras
8. Frascos de plástico de 250 ml
9. Baldes de plástico de 8 l
10. Cinta métrica plástica (5 m)
11. Cinta *Duck Tape*
12. Tela de gasa (algodón) 5 m
13. Papel toalla
14. Formol puro
15. Alcohol etílico al 96%
16. Contenedor de 25 litros
17. Plumón marcador indeleble
18. Lápices
19. Marcador indeleble Artline 0.4
20. Bolsas plásticas con y sin cierre (ziploc)
21. Ligas
22. Guantes quirúrgicos N° 8
23. Guía de identificación
24. Vernier
25. Binoculares
26. Cámara fotográfica
27. GPS
28. Equipo de campamento

6.6.1.2 Metodología

Con el apoyo de las cartas nacionales e imágenes de satélite se procedió a realizar los trabajos de evaluación en los cuerpos de agua seleccionados.

Una vez ubicado el cuerpo de agua se realizó un breve reconocimiento del mismo con el fin de encontrar las condiciones idóneas para la evaluación: diversidad de micro hábitats, pendiente y velocidad de cauce que permitan un trabajo óptimo, acceso al punto de muestreo, etc.

Se realizó el registro fotográfico de los hábitats y de datos ecológicos, tales como:

1. Morfometría (superficie, profundidad y caudal) de los ambientes acuáticos
2. Transparencia del agua
3. Color aparente del agua
4. Tipo de orilla (nula, estrecha, moderada o amplia)
5. Tipo de fondo o sustrato (proporciones de componentes)
6. Vegetación ribereña (tipo y composición)

Luego se realizó el muestreo de comunidades biológicas (peces y bentos).

Se realizó la colecta de 2 comunidades acuáticas, bentos y peces, en 8 estaciones ubicadas a lo largo de las cuencas del río Cañete y del río Cochas-Pachacayo.

Las muestras de bentos fueron colectadas con una red Surber con marco de 30 x 30 cm y malla de 1 mm, tanto en sustrato duro (grava y piedras) como blandos (arena), siempre orientando la abertura de la red contra la corriente del agua y recolectando la muestra en frascos plásticos de 250 ml, fijándolas de inmediato en etanol al 70%. (Roldán 1988).

La colecta de peces fue realizada con redes de arrastre a la orilla de 5 x 1,5 m (malla de 5 mm) y atarraya (malla de 1 pulgada). Debido al tamaño de las piedras y rocas en casi la totalidad de los puntos de muestreo, se usó la atarraya como aparejo de pesca, haciendo 15 lances en promedio para abarcar la mayor cantidad de área posible. Las muestras obtenidas fueron fijadas en una solución de formol al 10%, permaneciendo así por 24 h como mínimo, luego envueltas en gasa húmeda, colocadas en bolsas ziploc y rotuladas con información básica (lugar de captura, fecha y nombre del colector) para su traslado al gabinete.

Después del trabajo de campo, en el laboratorio, las muestras fueron lavadas, separadas, contabilizadas por especies e identificadas. La identificación taxonómica se realizó utilizando literatura específica, principalmente los trabajos de Eigenmann, CH y W. R. Allen (1942) y Lynne R. Parenti (1984), en el caso de los peces. El orden sistemático se basó en el criterio de Reis et. al. (2003). Finalmente, los peces fueron preservados definitivamente en etanol al 70%, colocados por lotes en frascos de plástico, herméticos, para ser catalogados y depositados en la colección ictiológica del Museo de Historia Natural de la UNMSM – Lima. (Ortega et al 2003).

Las muestras de bentos también pasaron por el mismo procedimiento para su identificación, utilizando literatura especializada.

Luego se procedió a realizar el análisis de la información relacionada a los siguientes temas:

1. Composición, distribución y abundancia

Con los resultados obtenidos se procedió a determinar la composición de especies, la abundancia (N, número de individuos) y la distribución geográfica de la ictiofauna en el área de estudio.

2. Calidad de agua

La calidad de agua fue determinada, además de lo mencionado líneas arriba, tomando en cuenta el índice EPT (Cairns & Pratt, 1993; Domínguez y Fernández, 1998), basado en la presencia de órdenes de insectos indicadores de aguas limpias o de buena calidad (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera) e indicadores de aguas en proceso de contaminación orgánica (adultos de Anélida y larvas de Díptera, Chironomidae). De acuerdo a la proporción observada en las diferentes muestras, de la presencia y magnitud de estos grupos indicadores, se obtuvo una calificación del estado de conservación del ambiente acuático en estudio. En el cuadro 6.12 se muestran los resultados de laboratorio relacionados a la calidad de las aguas.

Cuadro 6.12: Clasificación de calidad de las aguas según el índice EPT

Valor	Significado
75 < EPT = 100	Muy buena, calidad biológica óptima
50 < EPT = 75	Buena, calidad normal y polución débil
25 < EPT = 50	Regular, polución moderada y eutrofización
0 < EPT = 25	Mala calidad y contaminación muy fuerte.
EPT = 0	La población es considerada como inexistente (por debajo de 10 individuos/mm ²)

Fuente: Cairns & Pratt, 1993; Domínguez y Fernández, 1998

6.6.2 RESULTADOS

En muchas regiones del territorio nacional los ecosistemas de aguas altoandinas muestran la presencia de la "trucha", *Oncorhynchus mykiss*, como especie dominante, a pesar de ser introducida. Por sus características etiológicas, esta especie afecta ciertamente la viabilidad futura de las poblaciones de peces nativos en sus ecosistemas naturales. Aunque los mecanismos de esta interacción en los peces continentales son poco conocidos, en algunos casos es obvio el efecto de depredación que produce.

6.6.2.1 Caracterización de los cuerpos de agua

Los ambientes evaluados fueron lóticos (4 ríos y 1 bofedal) y lénticos (2 lagunas). Los ambientes lóticos se caracterizaron por poseer distintos hábitats como orillas pedregosas o desprotegidas, con substrato predominante de tipo duro, compuesto de arena, grava piedras y en algunos casos rocas de regular tamaño. Los ambientes lénticos se caracterizaron por presentar vegetación sumergida, con substrato blando compuesto de limo y arena. Ver cuadros 6.13 y 6.14.

Cuadro 6.13: Datos de los puntos de muestreo de peces – Junio 2009

PUNTOS DE MUESTREO	AMBIENTE ACUÁTICO	COORDENADAS		ALTITUD msnm	REFERENCIA
		LONGITUD (E)	LATITUD (N)		
NOR HB 1	Laguna Pumacocha	424414	8630670	4 393	Distrito de Laraos
NOR HB 2	Laguna Papacocha	408449	8661248	3 925	Distrito de Huancaya
NOR HB 3	Río Cañete	413319	8651446	3 267	Distrito de Huancaya
NOR HB 4	Río Alis	416582	8644152	3 423	Distrito de Alis
NOR HB 5	Bofedal s/n	389892	8657882	4 358	Distrito de Tanta
NOR HB 6	Río Cañete	389592	8659824	4 284	Distrito de Tanta
NOR HB 7	Río Piñascocha	417218	8688754	3 825	Distrito de Canchayllo
NOR HB 8	Río Pachacayo	419453	8691670	3 718	Distrito de Canchayllo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6.14: Características limnológicas de los puntos de muestreo de peces – Junio 2009

Característica	Laguna Pumacocha	Laguna Papacocha	Río Cañete	Río Alis	Bofedal s/n	Río Cañete	Río Piñascocha	Río Pachacayo
Tipo de ambiente	Léntico	Léntico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico
Tipo de hábitat	Laguna	Laguna	Río	Río	Río	Río	Río	Río
Tipo de agua	Blanca	Blanca	Clara	Clara	Clara	Clara	Blanca	Blanca
Orilla	Mediana y desprotegida	Estrecha y desprotegida	Mediana y desprotegida	Estrecha y pedregosa	Estrecha y desprotegida	Moderada y pedregosa	Moderada y pedregosa	Moderada, pedregosa y desprotegida
Pendiente de orilla	Suave 15°	Moderada 30°	Suave 15°	Suave 15°	Fuerte 45°	Suave 15°	Suave 15°	Moderada 30°
Tipo de vegetación ribereña	Ichu, totora y huamanpinta	Ichu y totora	Totora y huamanpinta	Arbustos	Ichu	Ichu	Ichu y huamanpinta	Ichu y huamanpinta
Ancho del cauce (m)	>50	>50	> 40	4	1	6	4	5
Profundidad máxima evaluada (m)	12	1	1	1,5	1	1,6	1,4	1
Tipo de sustrato	Limo - arenoso	Limo	Arenoso - pedregoso y rocoso	Arenoso - pedregoso y cubierto de algas	Fangoso y plantas acuáticas	Pedregoso - rocoso	Arenoso - pedregoso y rocoso	Arenoso - pedregoso y rocoso
Pendiente del cauce	Suave	suave	suave	suave	suave	suave	Moderada	Moderada
Color aparente	Verde	Verde claro	Incoloro	Verde claro	Incoloro	Incoloro	Verde claro	Verde claro
Transparencia (lm)	Total en orilla (aprox. 0,3)	2	Total	1,2	Total	0,4	0,8	1
Corriente	Nula	Nula	Lenta	Moderada	Lenta	Rápida	Moderada	Moderada

Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación, la laguna Pumacocha presentó un nivel alto de capacidad, una pendiente suave, aguas de color verde aparente, orillas amplias con hábitats formados por vegetación sumergida, y en algunas zonas totora. El ichu es la vegetación típica de la zona. El sustrato lagunar es de tipo blando, predominando el limo sobre arena; además, el fondo está cubierto por vegetación en gran parte sumergida.

La laguna Papacocha, igualmente, mostró un nivel alto y pendientes suaves, sus aguas presentan un color turquesa aparente, orillas estrechas con hábitat formado por vegetación sumergida y abundante totora. El sustrato es de tipo blando predominando el limo, y con fondo similar a la laguna Pumacocha.

El Río Alis presentó aguas claras (mostraba un leve verde claro como color aparente), con orillas estrechas y sustrato pedregoso cubierto de vegetación en casi toda su extensión; de pendiente suave, con vegetación arbustiva circundante. El sustrato fue de tipo duro, predominando arena, grava y piedras.

Las estaciones evaluadas a lo largo del cauce del río Cañete presentaron aguas de tipo "clara", encontrándose orillas estrechas y de sustrato pedregoso o rocoso en la mayoría de los casos; con hábitats formados por pequeñas playas arenosas, de grava y piedra, y vegetación propia de zonas altoandinas (ichu). El sustrato fue de tipo duro, predominando la arena, canto rodado y rocas de regular tamaño en algunos tramos.

Se evaluó un bofedal a muy pocos metros del río Cañete, en el distrito de Tanta, de aguas claras y de poca extensión, orilla estrecha y pendiente fuerte. El sustrato blando, principalmente limo, cubierto en casi toda su extensión por vegetación.

Las estaciones del río Piñascocha y del río Pachacayo, pertenecientes a la cuenca del río Cochabamba-Pachacayo, presentaron aguas de tipo "blanca". Con orillas de moderada extensión, de sustrato pedregoso y cubiertas de vegetación, con hábitats formados por pequeñas playas de grava y piedra, presentando vegetación propia de zonas altoandinas (ichu). El sustrato fue de tipo duro, predominando la arena, piedras y rocas de regular tamaño.

En las siguientes figuras se observan los principales cuerpos de agua evaluados:



Figura 6.26: Laguna Pumacocha – Distrito de Laraos.



Figura 6.27: Laguna Papacocha – Distrito de Huancaya.



Figura 6.28: Río Cañete – Distrito de Huancaya.



Figura 6.29: Bofedal sln – Distrito de Tanta.



Figura 6.30: Río Alis – Distrito de Alis.



Figura 6.31: Río Cañete – Distrito de Tanta.



Figura 6.32: Río Piñascocha – Distrito de Canchayllo.



Figura 6.33: Río Pachacayo – Distrito de Canchayllo

6.6.2.2 Diversidad de peces

Basados en las evaluaciones sobre la composición de especies en la RPNYC; se obtuvo una riqueza (S) expresada en una lista taxonómica, que comprendió 3 especies que representan a 3 géneros, 3 familias y 3 órdenes de peces.

a) Riqueza específica:

El número de ejemplares colectados o la abundancia total (N), alcanzó a 201 especímenes. El mayor número de individuos fue registrado en la estación NOR HB5: 113 (bofedal s/n), y el menor registro de abundancia en la estación NOR HB4: ningún individuo (río Alis). Ver figura 6.34

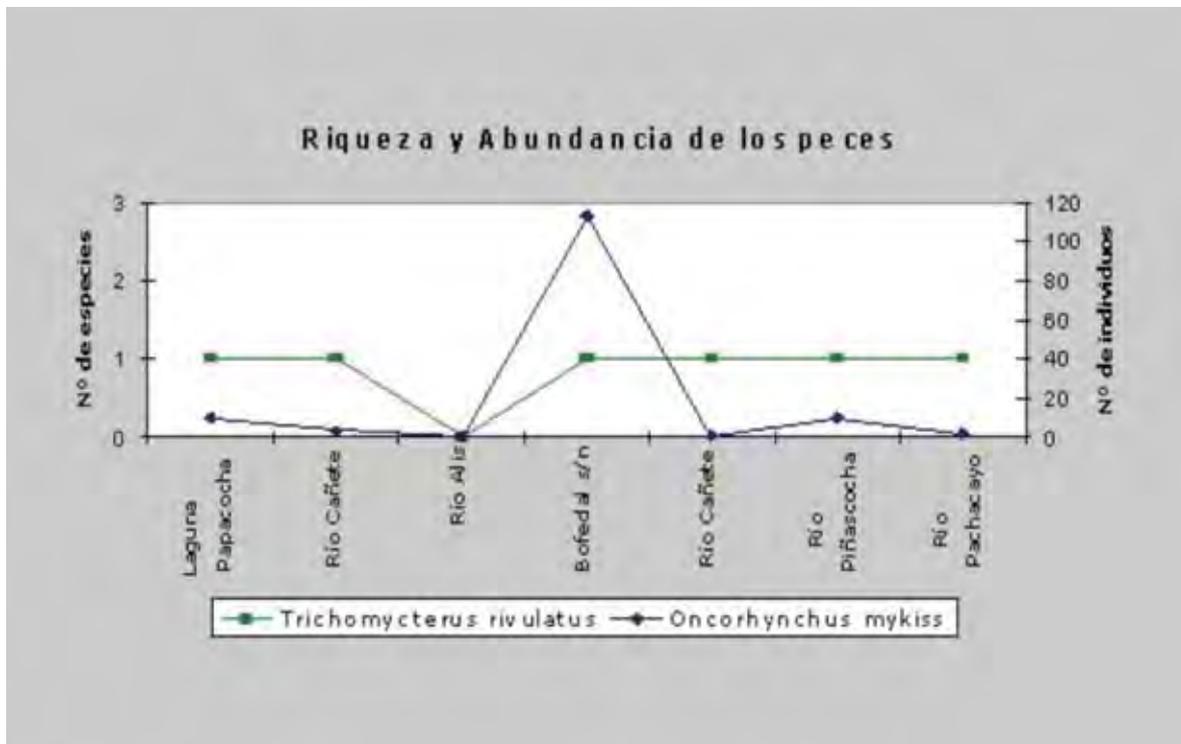


Figura 6.34: Riqueza y abundancia de peces en la RPNYC – Junio 2008

a.1 Riqueza y abundancia en el río Cañete

En las 3 estaciones del río Cañete, considerando también a la estación NOR HB5 ya que es un cuerpo de agua anexo, los valores de riqueza muestran 1 especie. La mayor abundancia fue registrada en NOR HB5, bofedal anexo al río Cañete, en el distrito de Tanta (113 individuos), siendo la totalidad de ellos especímenes de *Orestias* sp. La menor abundancia se dio en NOR HB6, en el mismo río Cañete, en el distrito de Tanta (1 individuo); resaltando que esta fue la estación donde se encontró el único ejemplar de *Trichomycterus rivulatus*.

a.2 Riqueza y abundancia en el río Alis

En las 3 estaciones del río Cañete, considerando también a la estación NOR HB5 ya que es un cuerpo de agua anexo, los valores de riqueza muestran 1 especie. La mayor abundancia fue registrada en NOR HB5, arroyo anexo al río Cañete, en el distrito de Tanta (113 individuos), siendo la totalidad de ellos especímenes de *Orestias* sp. La menor abundancia se dio en el distrito de Tanta (1), resaltando que esta fue la estación donde se encontró *Trichomycterus rivulatus*.

a.3 Riqueza y abundancia en las lagunas Pumacocha y Papacocha

Los valores de mayor riqueza de especies y abundancia se muestran en la laguna Pumacocha, con valores de 2 especies y 62 individuos. Este fue otro punto de evaluación donde también se encontró individuos del género *Orestias*. La laguna Papacocha presenta valores de riqueza y abundancia de 1 especie y 10 individuos, respectivamente.

a.4 Riqueza y abundancia en la subcuenca del río Cochas - Pachacayo

Tanto el río Piñascocha como el Pachacayo comparten el valor de 1 como riqueza de especies, y la abundancia se presenta en 10 y 2, respectivamente. La especie presente en ambos cuerpos de agua es *Oncorhynchus mykiss*.

A pesar de que la abundancia de *Orestias* sp., según los resultados de esta colecta, es notablemente superior a las otras dos especies existentes en la RPNYC, la especie más abundante es definitivamente la trucha. Esto se explica porque *Orestias* sp. tiene como hábitats frecuentes las zonas de remanso o asociadas a vegetación sumergida, lo que hace más fácil su captura, además de vivir en cardúmenes bastante numerosos; mientras que *Oncorhynchus mykiss* se desplaza rápidamente a través de la columna de agua y prefiere hábitats libres de cobertura o vegetación sumergida, prefiriendo las zonas más profundas y haciendo más difícil su colecta.

Trichomycterus rivulatus prefiere fondos pedregosos, irregulares y también con limo fino y coloración oscura, pudiendo, al igual que otros bagres, adaptar su coloración de acuerdo al tipo de sustrato (Arratia, 1982); lo que dificulta ligeramente su colecta. Vive sobre los 4 000 msnm y presenta una distribución más restringida que las especies mencionadas anteriormente.

b) Diversidad de macroinvertebrados y calidad de agua

En general, todas las estaciones presentaron baja diversidad biológica; esto podría deberse a distintos factores como el tipo de sustrato, que es determinante para el asentamiento de los macroinvertebrados, la materia orgánica, las características fisicoquímicas del agua, la velocidad de la corriente, así como la presencia de actividades humanas. Ver cuadro 6.15.

Cuadro 6.15: Abundancia e índice EPT de macroinvertebrados muestreados – Junio 2009

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Laguna Pumacocha	Laguna Papacocha	Río Alis	Bofedal s/n	Río Cañete	Río Piñascocha	Río Pachacayo
Oligochaeta	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	11		33	15		93	48
Hirudinea	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	67	7		15	4		
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	540	539		93	4	4	33
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Indeterminada		4	7			63	26
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.			7			59	30
Insecta	Coleptera	Elmidae	<i>Stenelmis</i> sp.	4	4	7	155		115	200
Insecta	Coleptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp.						11	
Insecta	Coleptera	Elmidae	<i>Cyloepus</i> sp.		4		11			48
Insecta	Diptera	Chironomidae	Indeterminada	48	4	7	15	22	311	725
Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.			4		4		
Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Similium</i> sp.							4
Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexotoma</i> sp.					4		
Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Centrocorisa</i> sp.	4			11			
Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Tenegobia</i> sp.	26			19			
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> sp.			7			7	15
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Ochrotrichia</i> sp.	4					4	4
Insecta	Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.				15		15	
Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Helisoma</i> sp.		4		15			4
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Physa</i> sp.							4
Bivalbia	Unionoida	Unionoidae	Indeterminada	33			11			
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp.	26					15	52
Número de individuos				763	566	72	375	38	697	1193
Número de especies				10	7	7	11	5	11	13
Índice EPT				1	1	29	4	0	21	6
Calidad del agua				Mala	Mala	Regular	Mala	Mala	Mala	Mala

Fuente: Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Junio, 2009.

Con respecto al índice biológico EPT, la estación NOR HB4 (río Alis) presentó calidad de agua regular; las demás estaciones presentaron mala calidad de agua.

Estos resultados deben contrastarse con el análisis físico - químico y el análisis de contenido de materia orgánica del agua, ya que a pesar de ser el índice EPT una metodología rápida y útil para evaluar de una manera acertada la calidad del agua, estos análisis deben ser integrados para tener resultados irrefutables y precisos.

Según los macroinvertebrados acuáticos presentes en cada una de las muestras, podemos inferir la condición del ambiente acuático para cada estación:

NOR HB1 : Aguas mesotróficas con abundancia de *Hyalella* sp.; es importante señalar que este macroinvertebrado es detritívoro y habita en aguas con presencia de materia orgánica, necesarias para su

alimentación. Son abundantes en ambientes lénticos.

NOR HB2 : Cuerpo acuático mesoeutrófico, con abundancia de *Hyalella* sp.

NOR HB3 : No evaluado.

NOR HB4 : Cuerpo acuático mesotrófico, siendo el género *Oligochaeta* el macroinvertebrado más abundante. Los *Oligochaeta* se caracterizan por ser tolerantes a la contaminación orgánica.

NOR HB5 : Aguas mesotróficas, con abundancia del macroinvertebrado *Stenelmis* sp.

NOR HB6 : Aguas mesotróficas; Chironomidae es el organismo más representativo. La familia Chironomidae está ampliamente distribuida en los cuerpos acuáticos y puede tolerar un amplio rango de variabilidad ambiental; se caracteriza por ser tolerante a la contaminación por materia orgánica.

NOR HB7 : Aguas mesotróficas; Chironomidae es el organismo más representativo.

NOR HB8 : Aguas mesotróficas; Chironomidae el organismo más representativo.

Se registraron 3 especies de peces, de las cuales dos son nativas, *Orestias* sp. y *Trichomycterus rivulatus*, y una introducida, *Oncorhynchus mykiss*, "trucha". Este es el pez que muestra la mayor distribución y ha logrado una exitosa adaptación a los cuerpos de agua altoandinos, siendo la especie dominante en la mayoría de ellos. Ver cuadros 6.16, 6.17 y 6.18.

Cuadro 6.16: Lista taxonómica de peces de la RPNYC – Junio 2009

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Siluriformes	Trichomycteridae	Trichomycterus	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
Salmoniformes	Salmonidae	Oncorhynchus	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	Orestias	<i>Orestias</i> sp.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6.35: *Trichomycterus rivulatus*.



Figura 6.36: *Oncorhynchus mykiss*.



Figura 6.37: *Orestias* sp.

Cuadro 6.17 Abundancia de peces en las estaciones de muestreo – Junio 2009

Nombre científico	Laguna Pumacocha	Laguna Papacocha	Río Cañete	Río Alis	Bofedal s/n	Río Cañete	Río Piñascocha	Río Pachacayo	Sub Total
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2	10	3	0	0	0	10	2	27
<i>Orestias</i> sp.	60	0	0	0	113	0	0	0	173
Total									201

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6.18: Distribución de peces en las estaciones de muestreo – Junio 2009

Nombre científico	Laguna Pumacocha	Laguna Papacocha	Río Cañete	Río Alis	Bofedal s/n	Río Cañete	Río Piñascocha	Río Pachacayo
<i>Trichomycterus rivulatus</i>						x		
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	x	x	x				x	x
<i>Orestias</i> sp.	x				x			

Fuente: Elaboración propia.

6.6.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La diversidad ictiológica reportada es relativamente baja, pero acorde a lo esperado para ecosistemas altoandinos, debido a que son pocas las especies que se han logrado adaptar con éxito a las condiciones climatológicas y de relieve andino. Siendo el factor más determinante la temperatura.
2. Se registraron 3 especies de peces: *Orestias* spp y *Trichomycterus rivulatus*, especies nativas, y una especie introducida, *Oncorhynchus mykiss*. La mejor forma de aprovechar este recurso es proponer y fomentar un manejo adecuado mediante el cultivo en embalses naturales o artificiales, bajo el asesoramiento y capacitación de personal técnico especializado.
3. Se recomienda evaluar periódicamente la calidad del agua mediante análisis físico-químicos e indicadores biológicos, como son los macroinvertebrados acuáticos, con el fin de conocer los efectos de la acuicultura, minería, desechos producto de actividades humanas u otras actividades que alteren el equilibrio de los ecosistemas acuáticos en la RPNYC.
4. Monitorear periódicamente la población de *Orestias* sp. y *Trichomycterus rivulatus*, ya que son especies de distribución restringida, por lo tanto de importancia ecológica, siendo además desplazados y reducidos por la depredación que sufren de parte de la trucha.



CAPÍTULO VII

OPORTUNIDADES DERIVADAS DEL INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

7.1 PROPUESTA DE PROYECTOS DE DESARROLLO PARA LA RPNYC

La Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas - RPNYC, se encuentra ubicada en los departamentos de Lima y Junín, con una superficie de 221 268 ha, de las cuales 137 164 ha corresponden a la cuenca alta del río Cañete (Nor Yauyos) y 84 104 ha a la cuenca del río Cochas - Pachacayo.

Los ecosistemas conservados por la RPNYC brindan un conjunto de servicios ambientales de gran valor para las comunidades asentadas en su ámbito y para las poblaciones de las partes media y baja de la cuenca. Dos servicios ambientales de gran valor destacan: la provisión de agua y la belleza escénica; aunque la gran cantidad de carbono presente en el suelo de los bofedales y humedales de la RPNYC se presenta como una oportunidad para futuros mercados de carbono.

El servicio ambiental de provisión de agua está relacionado directamente con actividades económicas de importancia local, regional y nacional, como son la agricultura, la ganadería, la piscicultura, el turismo de aventura y la generación de energía hidroeléctrica. Asimismo, la belleza escénica está relacionada directamente con el desarrollo del turismo, actividad aún incipiente en el área pero con gran potencial si consideramos la belleza única del paisaje a lo largo de la cuenca y la presencia de por lo menos 10 especies de aves asociadas a los bosques nativos presentes en esta área.

La valiosa información que se presenta en este documento servirá para que las autoridades de los gobiernos regionales de Lima y Junín, así como de las provincias y distritos en el ámbito de la cuenca del río Cañete, incorporen los recursos naturales y los servicios ambientales en la planificación del desarrollo (planes de desarrollo regional concertados y planes de desarrollo local concertados).

El gran potencial revelado en los resultados de este documento en términos de hidrología, bosques, pastos naturales, recursos hidrobiológicos y fauna silvestre, debe ser considerado por las autoridades como una fuente sostenible de recursos para generar condiciones a través de la inversión pública que permitan el desarrollo de actividades económicas sostenibles, e inclusive con el concurso de la inversión privada, que permitan convertir el potencial natural en una ventaja competitiva para Lima y Junín.

Las más de 12 000 personas que viven en los 12 distritos que cubren la cuenca del río Cañete y la del río Cochas, serán las principales beneficiarias de los proyectos de inversión pública que los gobiernos locales y regionales desarrollen para poner en valor la riqueza de los recursos naturales que se muestran en el presente documento. En tal sentido, y como un aporte de este estudio a la planificación del desarrollo, se presentan a continuación algunas acciones que se pueden convertir en proyectos de inversión pública, que los gobiernos locales podrían trabajar conjuntamente, con enfoque de cuenca.

7.1.1 Generación de condiciones para poner en valor la belleza paisajística

Existe una gran diversidad de sitios naturales de gran belleza escénica en toda el área de la RPNYC, y convertir este atractivo natural en un producto turístico requiere de inversiones en infraestructura básica relacionada con la mejora de vías de comunicación, señalización estandarizada de vías, senderos y puntos de información, construcción y mejoramiento de hospedajes; asimismo, se requiere desarrollar proyectos para fortalecer capacidades de la población local en la atención al turista y en la generación de empresas de servicios locales.

Como una actividad previa, y en base a la información del presente inventario de los recursos naturales, se requiere de una microzonificación paisajística de la RPNYC, donde se establezcan categorías o unidades espaciales con determinada riqueza paisajística, basada en su diversidad física y biológica, de tal forma que permita orientar a los proyectos de inversión que se puedan desarrollar.

7.1.2 Promoción del manejo y comercio sostenible de plantas medicinales

Promover el manejo de la gran diversidad de especies de la flora silvestre existente en la RPNYC. Se genera una gran oportunidad para la bioprospección de nuevas especies vegetales con propiedades medicinales y de utilidad para las industrias cosmética, agrícola, química y farmacéutica. El inventario florístico ha identificado más de 330 especies de flora en sus diferentes formas biológicas (arbórea, arbustiva, herbácea, suculenta y epífitas), lo que representa el doble de nuevas especies en comparación con las reportadas en el Plan Maestro de la Reserva. Aprovechar estas oportunidades requiere de proyectos que promuevan la asociatividad de las comunidades en torno a una cadena productiva, por ejemplo de plantas con propiedades medicinales, aromáticas, o tintóreas, para el teñido de prendas y tejidos elaborados con fibra natural de los camélidos sudamericanos presentes en la RPNYC.

7.1.3 Conservación de los bosques relictos

Los bosques relictos constituyen ecosistemas importantes que realzan la belleza paisajística de la cuenca alta del río Cañete; por un lado están los bosques de queñoa (*Polylepis*), ubicados en las laderas montañosas de fuertes pendientes, luego están el lloquedal y el puyal, ubicados también en colinas altas y en laderas montañosas empinadas.

Asimismo, el bosque de karkac constituye un ecosistema inundado único en la región andina del Perú. Este bosque inundable y denso que se desarrolla en el lecho mismo del río Cañete, constituye uno de los atractivos más importantes de la RPNYC.

Considerando que estos bosques relictos cumplen un rol insustituible en la regulación hídrica y climática locales, en la protección de suelos ubicados en áreas de fuerte pendiente, y en la reproducción de la fauna silvestre (especialmente avifauna), se hace necesario tomar acciones para su recuperación y expansión.

Los gobiernos locales, en alianza con la RPNYC, tienen una oportunidad para formular y ejecutar por lo menos tres proyectos relacionados con la recuperación del bosque relicto: uno para la instalación de un vivero

de alta tecnología para la propagación de plantas de karkac y queñoa, que permita reforestar con estas especies otras áreas de la RPNYC; otro para la producción de artesanías de alto valor, fruto de un aprovechamiento sostenible y certificado de la madera de ambas especies, orientado a los “mercados verdes”; y un tercero para reforestación con fines de abastecimiento de leña.

7.1.4 Manejo de la regeneración natural de la puya

La *Puya raimondii* es una bromeliácea que tiene la inflorescencia más grande del mundo y se encuentra actualmente amenazada (En Peligro, según el D.S. N° 043-2006-AG). Crece sobre los 4 000 msnm y presenta una población mayoritaria de especímenes jóvenes y muy dispersos, sobre unas 357 ha de la RPNYC, en suelos con sustrato mayormente rocoso y empinado, constituyendo uno de sus atractivos paisajísticos más importantes. Las autoridades de los gobiernos locales ubicados en la parte alta de la cuenca tienen una excelente oportunidad para formular un conjunto de proyectos de inversión pública orientados a crear un corredor turístico para la observación de la Puya raimondii, como parte del circuito turístico de la RPNYC.

7.1.5 Manejo de pastizales altoandinos

Los pastos naturales altoandinos cubren aproximadamente el 63% de la superficie estudiada y, de acuerdo al inventario realizado, la mayoría de ellos ha sido calificada como de condición Regular (1 alpaca/ha/año y 1,65 vicuñas/ha/año), debido al sobre pastoreo y a las quemadas periódicas.

Ante esta situación, es conveniente implementar un plan de manejo de pastizales naturales orientado a priorizar el pastoreo de camélidos sudamericanos, por sus ventajas ecológicas y económicas frente al ganado exótico (ovino, vacuno). Este manejo debe incluir el enriquecimiento focalizado de los actuales pastizales con especies forrajeras valiosas.

Con el manejo de las pasturas naturales y el enriquecimiento de algunas áreas con especies valiosas, se estaría elevando la capacidad de carga de los pastos, de la categoría Regular a Buena, y en consecuencia, incrementando la productividad de los pastizales. Poder contar con mayor superficie de pastos manejados, respecto a la actual, implica mayores beneficios económicos a la población.

7.1.6 Plan de restauración de andenes

Es importante promover la rehabilitación del sistema de andenes, principalmente los ubicados en el distrito de Laraos: una gran parte se encuentra en estado de abandono, cubierta de vegetación secundaria y, entre ella, maleza con raíces muy fuertes que en cierto modo tienden a desestabilizar su estructura.

Con una inversión de aproximadamente S/. 15 000 Nuevos Soles se puede recuperar una hectárea de andenería, dejándola apta para la producción agrícola, con la ventaja de que se promueve una tecnología local, usando materiales locales, recuperando saberes ancestrales que de otro modo se perderían en el tiempo y permitiendo el uso de suelos no aptos para tecnología agrícola moderna.

Esta es otra excelente oportunidad para que los gobiernos locales formulen proyectos de inversión pública, orientados a recuperar los andenes que actualmente están sin uso. Ello generaría oportunidades para emplear mano de obra local, para fortalecer capacidades en el desarrollo de agricultura orgánica certificada, basada en la agrobiodiversidad altoandina, y oportunidades para vincular la agricultura orgánica con el mercado nacional e internacional.

7.1.7 Senderos de avistamiento de venados

El avistamiento de ejemplares de venados como *Hipocamelus antisensis*, “taruka”, en bosques relictos de queñoa y pajonales, o de *Odocoileus virginianus*, “venado cola blanca”, en los bosques relictos y matorrales, nos demuestra la presencia de poblaciones aún no cuantificadas en la RPNYC.

Un proyecto para identificar con precisión los principales senderos para el avistamiento de venados, considerando señalización apropiada, información impresa, capacitación de guías turísticos locales y servicios básicos, permitirá un incremento del turismo de naturaleza, generando mejores oportunidades de empleo y beneficios económicos para la población local.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO 8.0: BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUILAR, C., M. LUNDBERG, K. SIU-TING Y M. E. JIMÉNEZ.** 2007. Nuevos registros para la herpetofauna de Lima, descripción del renacuajo de *Telmatobius rimac*, Schmidt, 1954 (Anura: Ceratophrydae) y una clave para los anfibios. *Revista Peruana de Biología* 14(2): 209-216.
2. **ANGULO, A., I. DE LA RIVA, J. CÓRDOVA-SANTA GADEA, A. VELOSO, H. NÚÑEZ, C. ÚBEDA, E. LAVILLA Y B. BLOTTO.** 2004. *Rhinella spinulosa*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009. <www.iucnredlist.org>. Descargada el 25 de setiembre de 2009.
3. **BRAKO, L. & ZARUCCHI, J.** 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas de Perú. Missouri Botanical Garden. Tomo I y II.
4. **BELTRÁN, H.** 1994. Asteráceas del Distrito de Laraos, Prov. Yauyos, Lima. UNMSM.
5. **BELTRÁN, H.** 1998. Guía para las plantas de la cuenca del río Cañete. The Andrew Mellon.
6. **CARRILLO, N. Y J. ICOCHEA.** 1995. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. Publicaciones del Museo de Historia Natural UNMSM (A) 49: 1-27.
7. **DE LA LANZA, G., HERNÁNDEZ, S. & CARBAJAL, J.** 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
8. **EMMONS, L. H. Y F. FEER.** 1997. Neotropical rainforest mammals: A field guide. Segunda Edición. Chicago. The University of Chicago Press. 281 p.
9. **EIGENMANN, C.H. AND W.R. ALLEN.** 1942. Fishes of Western South America. I. The intercordilleran and Amazonian lowlands of Peru. II. The high pampas of Peru, Bolivia, and northern Chile. With a revision of the Peruvian Gymnotidae and of the genus *Orestias*. Univ. of Kentucky.
10. **FERNÁNDEZ, H. & DOMÍNGUEZ, E.** 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Foundation and the Field Museum. Hofreiter, A. & Rodríguez, E. 2006. The Alstroemeriaceae in Perú and neighbouring areas. *Rev. Peru. Biol.* 13(1): 005-069 pp.
11. **FLÓREZ, A.** 2005. Manual de pastos y Forrajes Altoandinos. 51 p.
12. **FODESA,** 2006. Mapa Agrostológico en Comunidades Campesinas de Junín y Pasco.
13. **HEYER, R. W.** 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington.
14. **INRENA 2006.** Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas. Plan Maestro 2006 – 2011. Lima.
15. **IUCN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza).** 2009. IUCN Red list of the threatened species. [En línea] <www.redlist.org>.
16. **LAURENT, R. F.** 1992. On some overlooked species of the genus *Liolaemus weigmann* (Reptilia Tropiduridae) from Peru. *Breviora* 494: 1-30.

17. **LEÓN, B.** 2006. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Rev. Perú. Biol.* 13(2).
18. **MENDOZA, W.** 2000. Diversidad de la flora Vasculare asociada a los bosques de Polylepis. Tesis para optar Título. UNSAAC – Cusco.
19. **ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales).** 1989. Inventario y evaluación de los recursos naturales de la Microrregión Yauyos. Departamento de Lima. pp. 381.
20. **ONERN.** 1984. Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona Altoandina del Perú.
21. **ONERN.** 1976. Inventario y Evaluación de los Recursos naturales de la SAIS Túpac Amaru
22. **PACHECO, VÍCTOR.** 2002. Mamíferos del Perú. En: Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds.). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales.* CONABIO-UNAM. México, D.F.
23. **PACHECO, V., R. CADENILLAS, E. SALAS, C. TELLO Y H. ZEBALLOS.** 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología,* 16(1): 05-032.
24. **PARENTI, L. R.,** 1984. A Taxonomic revision of the Andean Killifish Genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). AMNH, New York.
25. **PETERS, J. A. Y B. OREJAS-MIRANDA.** 1970. Catalogue of the Neotropical Squamata: Part I. Snakes. *Bulletin of the United States Natural Museum.* 297: 1-347.
26. **POUGH, F. H., R. M. ANDREWS, J. E. CADLE, M. L. CRUMP, A. H. SAVITZKY Y K. D. WELLS.** 1998. *Herpetology.* Prentice Hall, New Jersey. 577 pp.
27. **PRAMUK, J. B. Y F. KADIVAR.** 2003. A new species of *Bufo* (Anura: Bufonidae) from southern Ecuador. *Herpetológica* 59(2): 270-283.
28. **REVISTA RUMBOS.** Año II, Nro. 9. 1997.
29. **ROLDÁN, G.** 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia, Colombia.
30. **ROLDÁN, G. & RAMÍREZ, J.** 2008. *Fundamentos de limnología neotropical.* Segunda edición. Universidad de Antioquia, Colombia.
31. **RUEDA, J. V., CASTRO, F. Y C. CORTEZ.** 2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. Pp: 135-171. En: Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Macheda, J. V. & E. La Marca (eds.). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Andina.* Conservación Internacional. Bogotá, D.C: Colombia, 299 pp.
32. **SCHMIDT, K. P. Y W. F. WALKER.** 1943. Snakes of the Peruvians coastal region. *Field Museum of Natural History Publications, Zoological Series* 24(27): 297-324.
33. **SHREVE, B.** 1938. A new *Liolaemus* and two new *Syrrhopus* from Peru. *Journal of Washington Academy of Science* 28(9): 404-407.
34. **VOSS, R. Y L. EMMONS.** 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. *Bull. American Museum of Natural History* (230): 1-115.
35. **VOSS, R., D. LUNDE Y N. EMMONS.** 2001. The mammals of Paracou, French Guiana: A Neotropical lowland rainforest fauna. Part 2. Nonvolant species. *Bull. American Museum of Natural History* (263): 1-236.
36. **WILSON D. E., RUSSELL COLE, J. NICHOLS, R. RUDRAM Y M. FSOTER.** 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals.* Smithsonian Institution Press. 409pp.

ANEXO 8.1: GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Anexo 8.1.1: PANEL FOTOGRÁFICO DE GEOLOGÍA



Figura 8.1.1: Plegamiento en calizas (anticlinal) en la formación Jumasha. Canchayllo, cerca a la confluencia del río Cochás y el Mantaro



Figura 8.1.2: Calizas afectadas por la intrusión de granodioritas



Figura 8.1.3: Al fondo de la laguna Carhuacocha un anticlinal en calizas afectando a la formación Jumasha



Figura 8.1.4: Derrames lávicos de la formación Volcánico Millotingo



Figura 8.1.5: Depósitos aluviales en terrazas fluviales del río Cochás



Figura 8.1.6: Calizas fracturadas y erosionadas en aparente contacto erosional. Pueblo de Tomas



Figura 8.1.7: Depósitos coluviales en cerros de la formación Carhuaz y Pariahuanca. Río Miraflores



Figura 8.1.8: Depósitos morrénicos laterales gruesos en el flanco derecho del valle glaciar de Laraos. Constituyen acuíferos estacionales



Figura 8.1.9: Depósitos coluviales de la formación Sacsaquero (volcánicos)



Figura 8.1.10: Afloramientos de horizontes de rocas volcánicas de la formación Sacsaquero



Figura 8.1.11: Rocas calcáreas de la formación Jumasha, intruidas por granitos. Se aprecia una laguna endorreica, aparentemente sin salida

Anexo 8.1.2: PANEL FOTOGRÁFICO DE GEOMORFOLOGÍA



Figura 8.1.12: Terrazas aluvionales con erosión lateral en las crecientes del río Cochas



Figura 8.1.13: Terrazas aluviales en proceso de erosión lateral, cerca a Canchayllo, confluencia con el río Cochas



Figura 8.1.14: Terrazas escalonadas formadas por erosión regresiva en Vilca



Figura 8.1.15: Pueblo de Tomas en profunda erosión lineal en calizas



Figura 8.1.16: Artesa glaciar encañonada y trabajada en granitos por acción glaciar en quebrada Laraos



Figura 8.1.17: Valle formado por proceso de erosión lineal "V". Aguas abajo se aprecia el pueblo de Laraos



Figura 8.1.18: Laguna formada por proceso glacial o glacialacustre en sedimentación



Figura 8.1.19: Cerro compuesto por lutitas en proceso de degradación por erosión lineal en arroyadas



Figura 8.1.20: Serie de depósitos de morrenas listonados o determinando especie de surcos



Figura 8.1.21: Geoformas en escarpas impresionantes, esculpidas por activa erosión lineal en calizas, ubicadas cerca a Canchayllo



Figura 8.1.22: Estratos de calizas cortados por una falla geológica en proceso de erosión lineal, cerca a Vilca



Figura 8.1.23: Terraza erosional regresiva o probablemente por endicamiento natural, en la cuenca alta del río Cañete, arriba de Vilca



Figura 8.1.24: Terraza fluvial en escarpa erosional regresiva, lo cual ha dado lugar a paisajes muy atractivos en la parte alta del río Cañete.



Figura 8.1.25: Depósitos de conos coluviales (gravedad) por procesos o acción del meteorismo y deflación en valle interandino

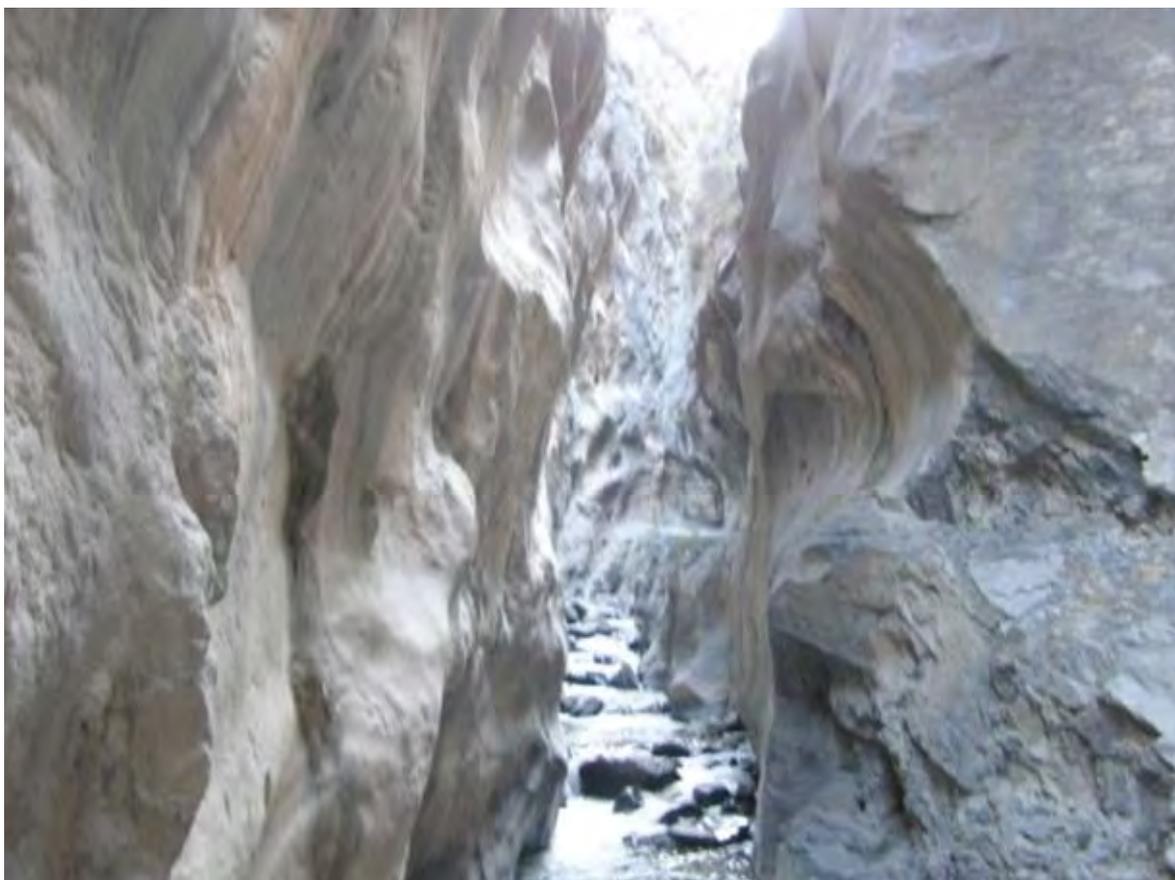


Figura 8.1.26: Cauce con paredes verticales en encañonado muy cerrado, producido por erosión lineal de calizas

ANEXO 8.2: HIDROLOGÍA

Anexo 8.2.1: HIDROGRAMAS

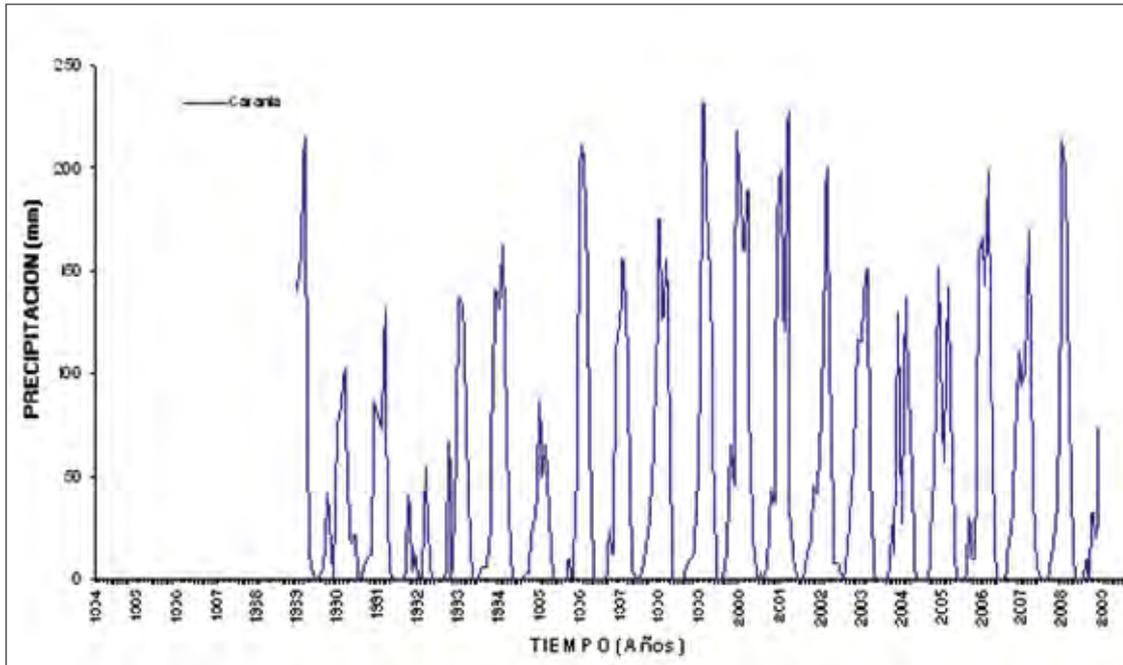


Figura 8.2.1: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Carania

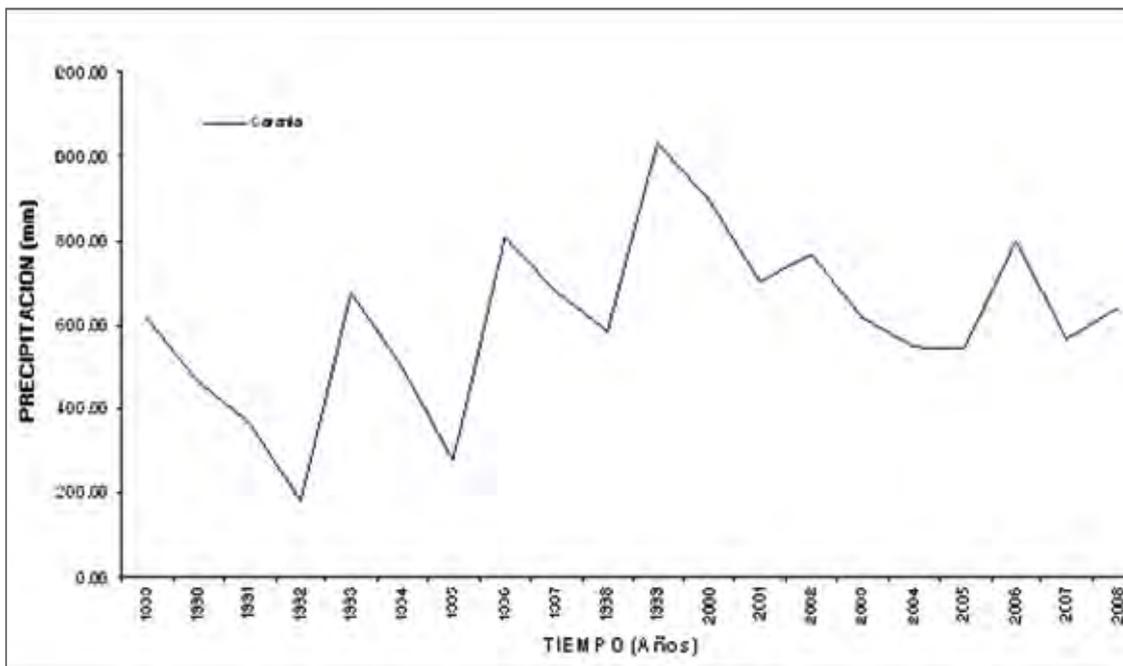


Figura 8.2.2: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Carania

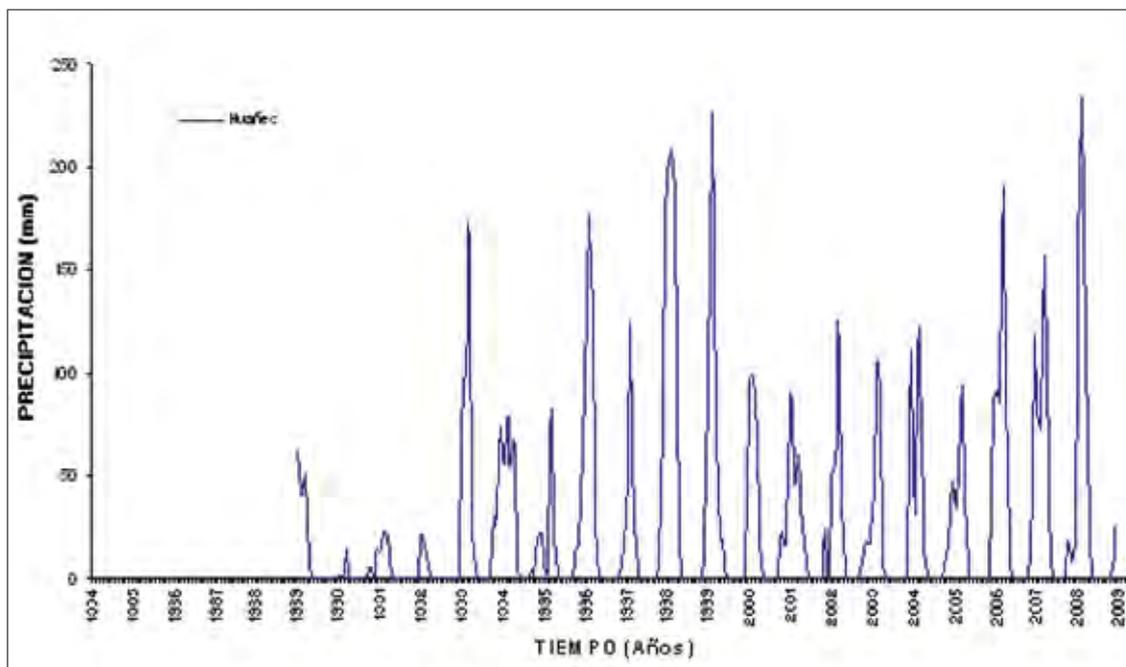


Figura 8.2.3: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huañec

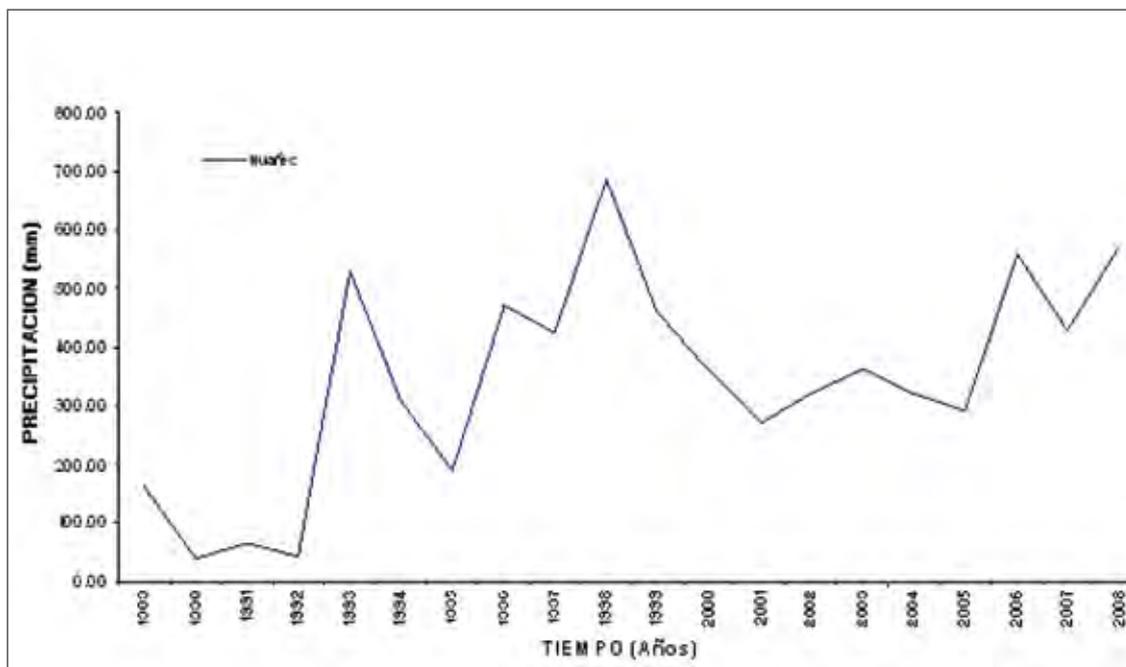


Figura 8.2.4: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huañec

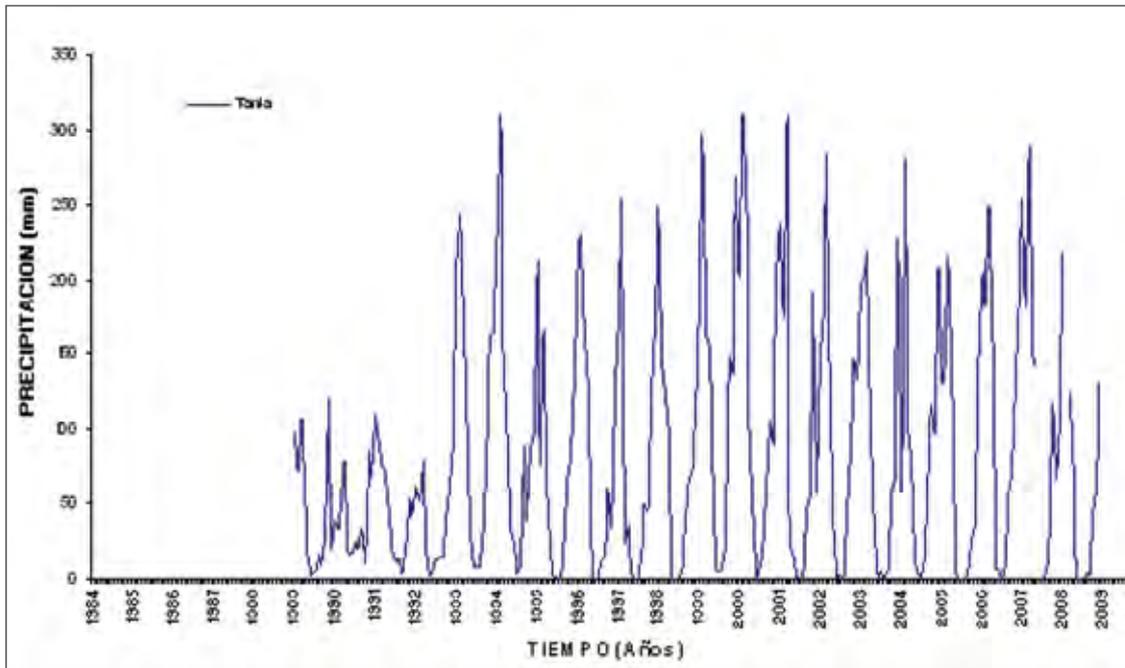


Figura 8.2.5: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Tanta

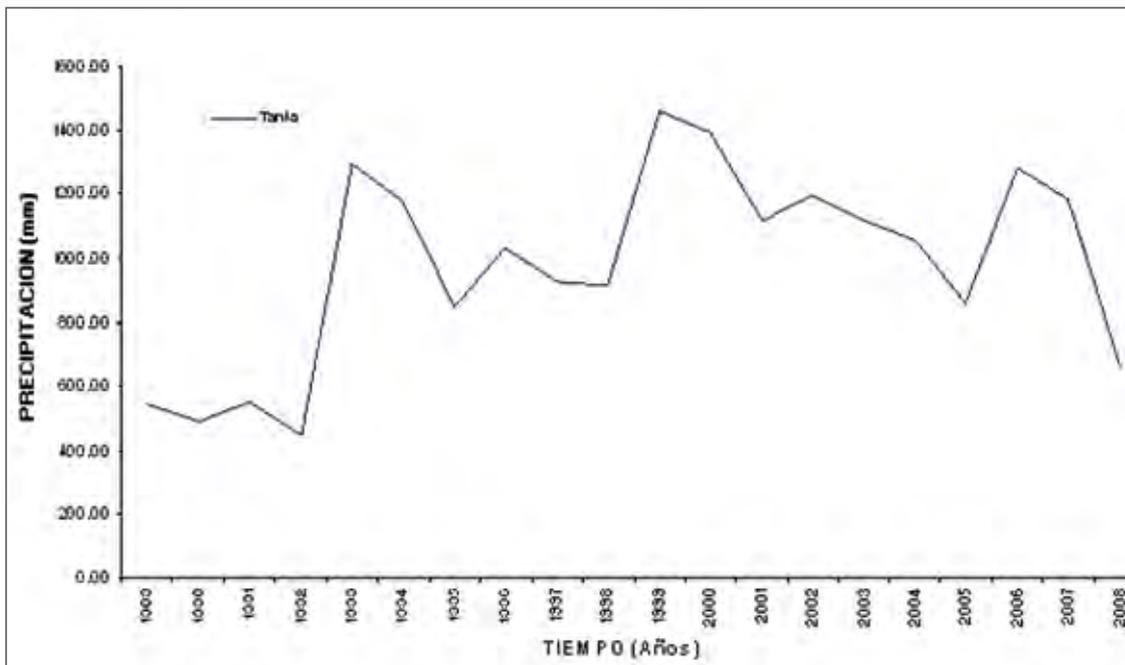


Figura 8.2.6: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Tanta

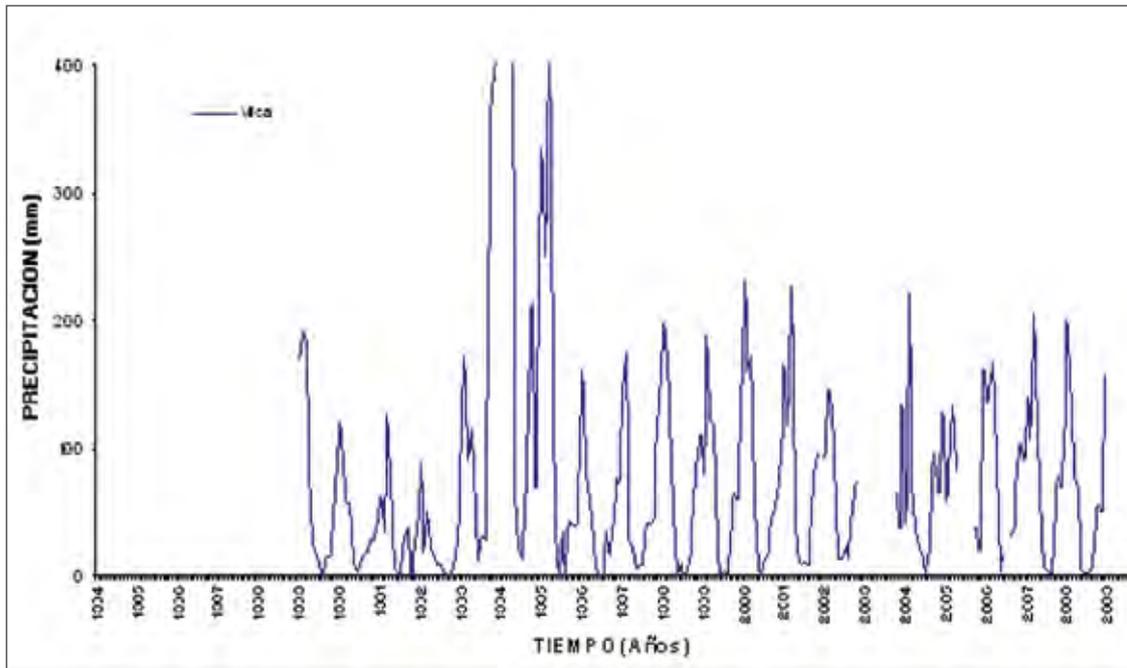


Figura 8.2.7: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Vilca

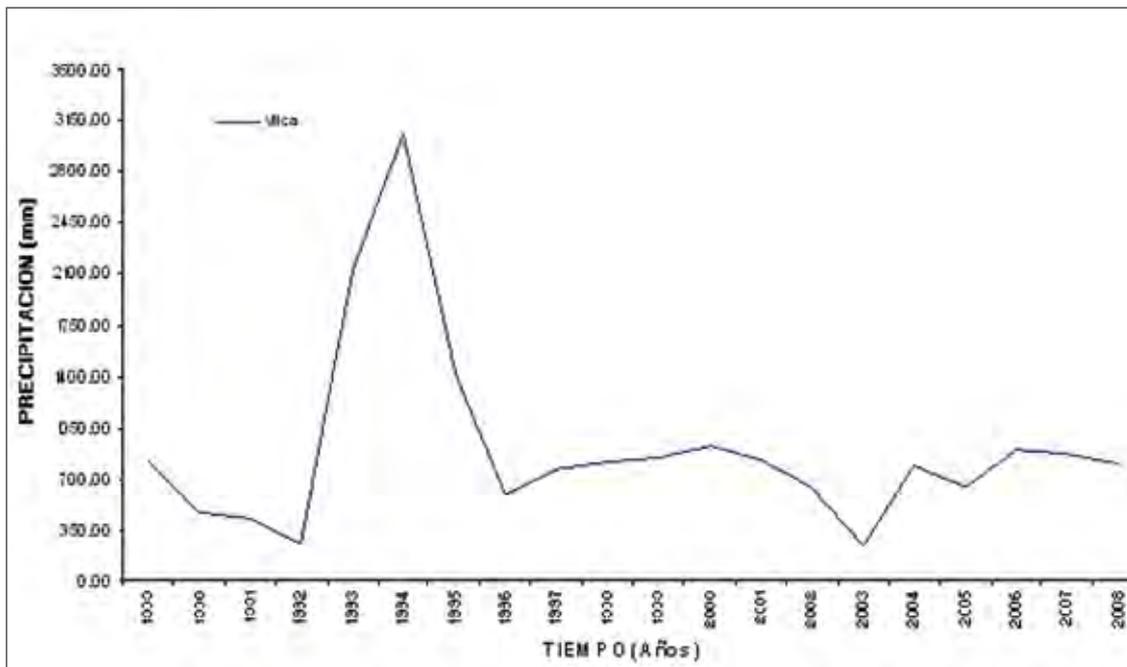


Figura 8.2.8: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Vilca

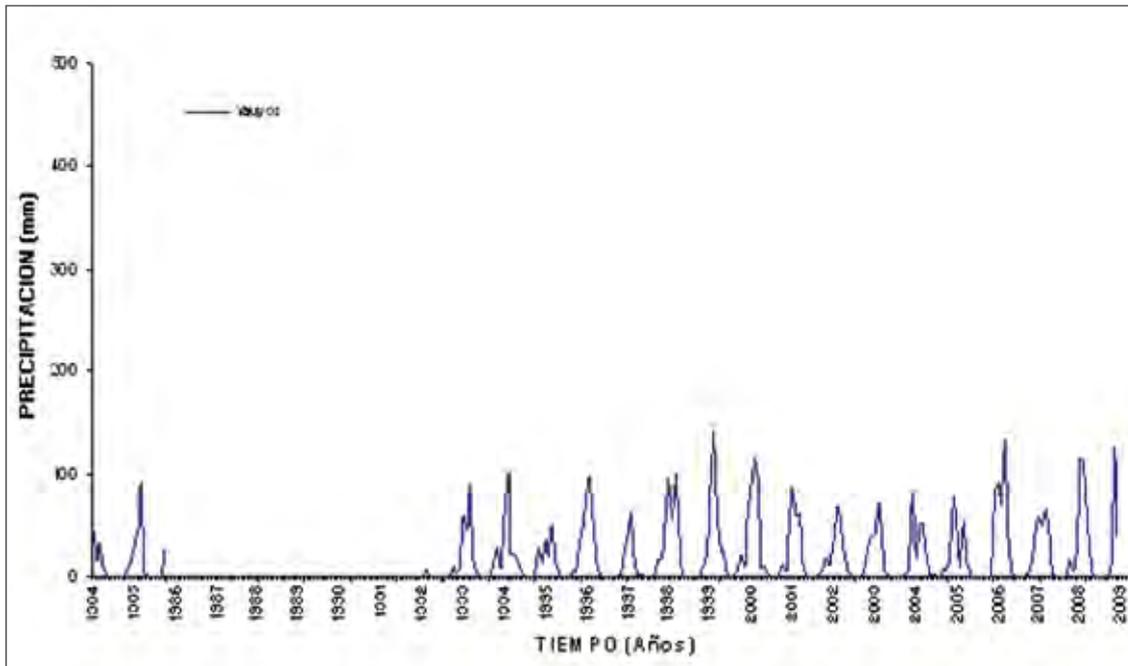


Figura 8.2.9: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauyos

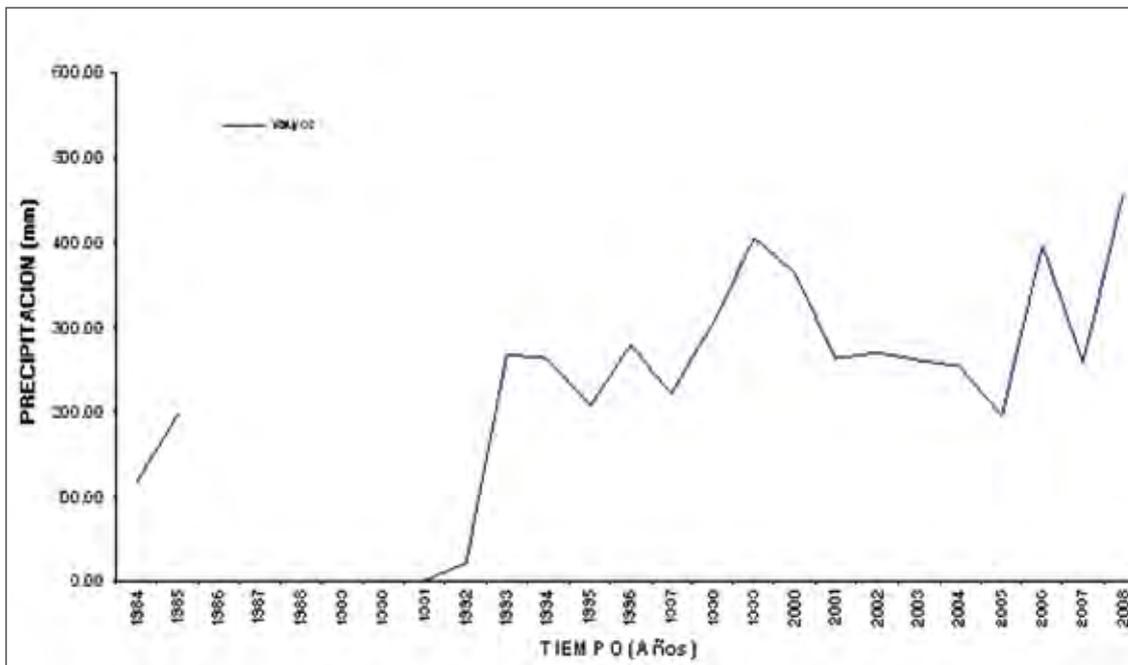


Figura 8.2.10: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauyos

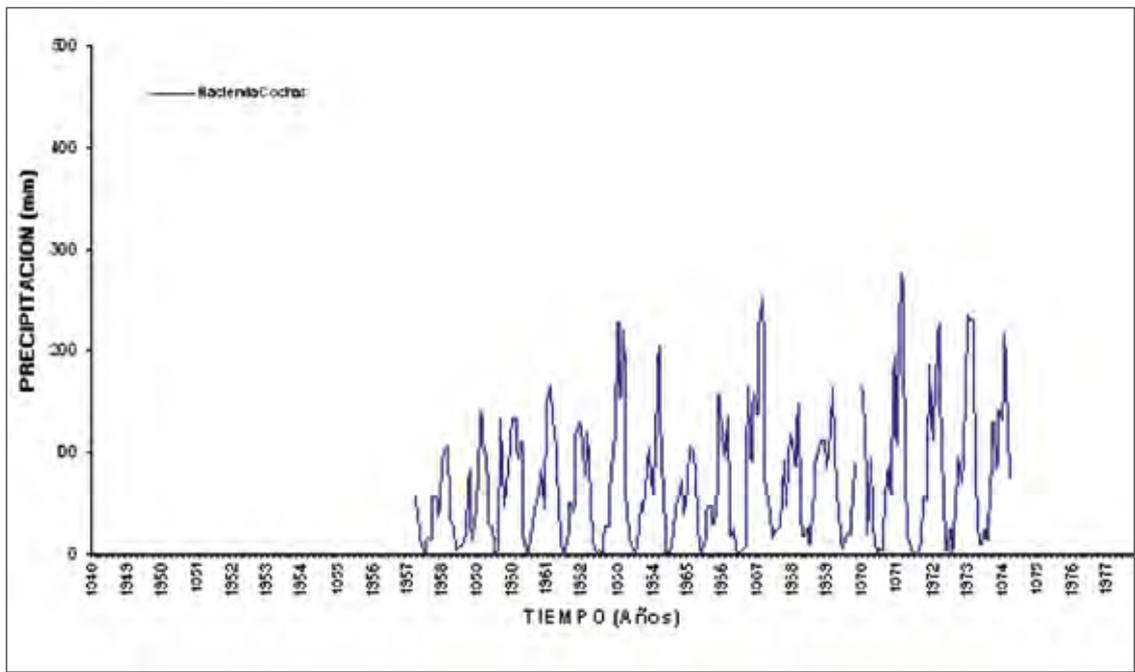


Figura 8.2.11: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Cochas

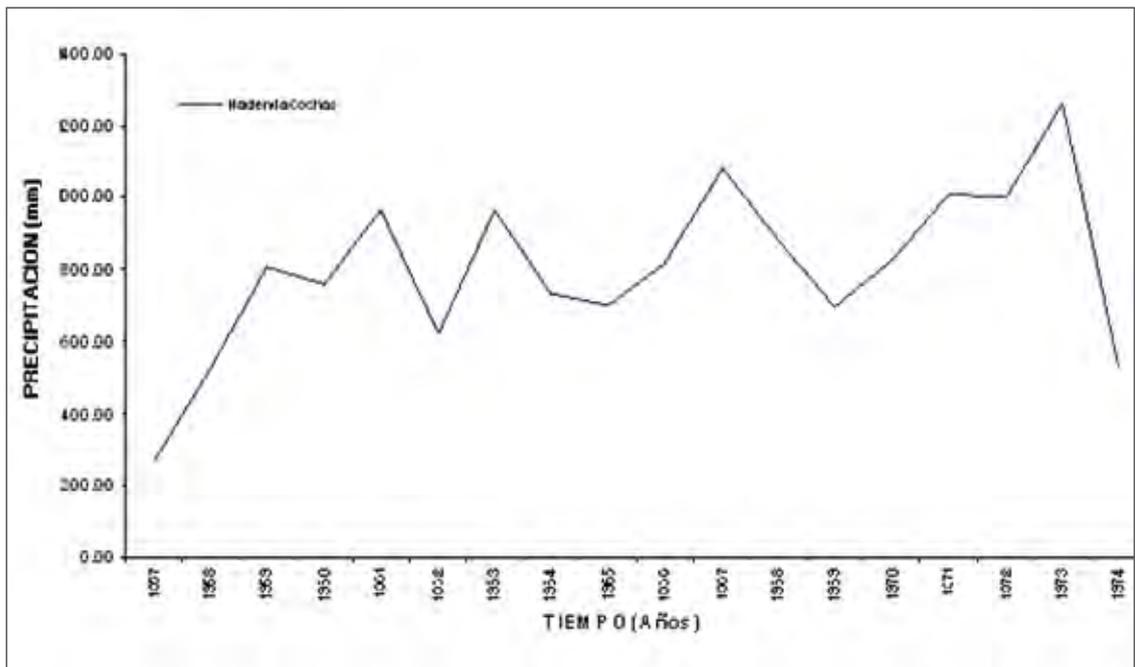


Figura 8.2.12: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Cochas

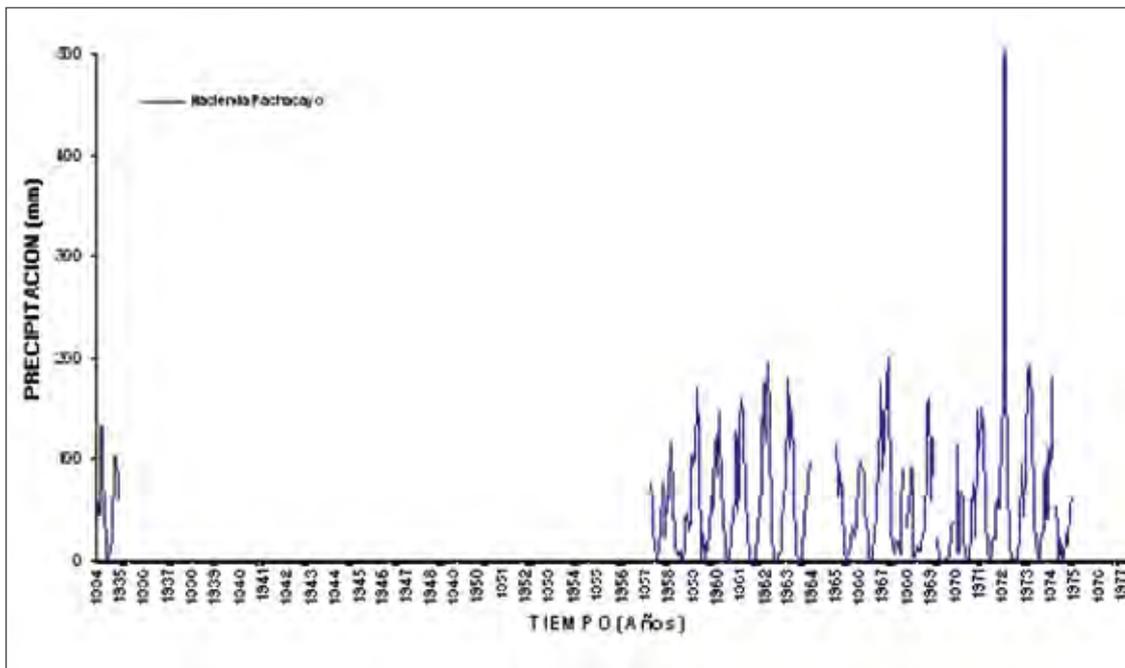


Figura 8.2.13: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Pachacayo

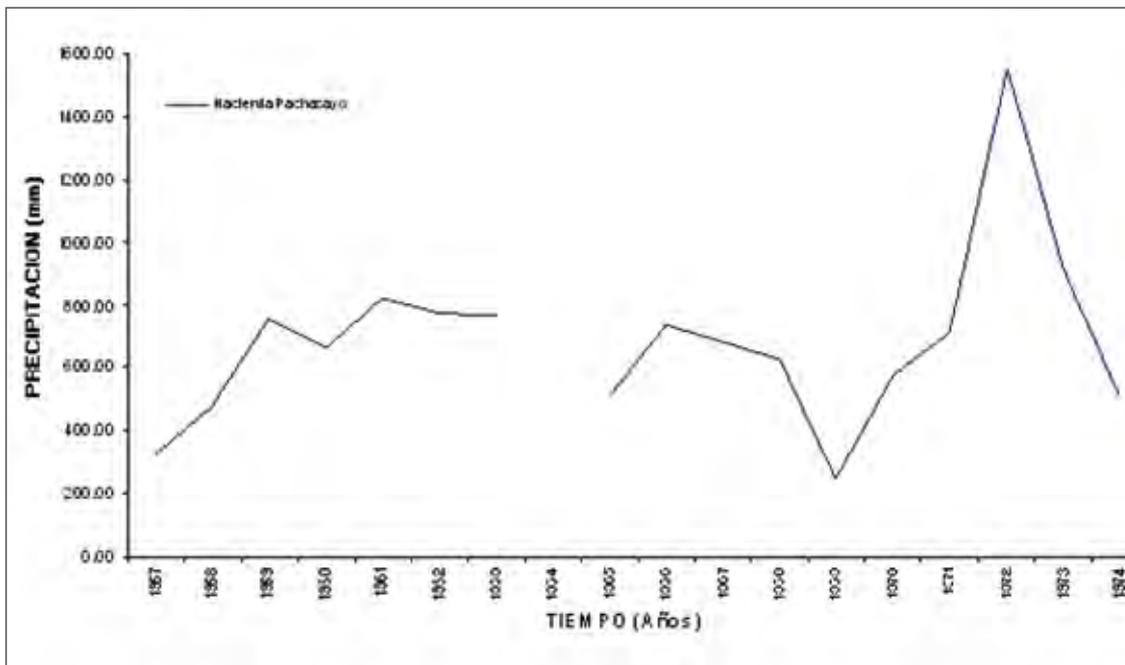


Figura 8.2.14: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Pachacayo

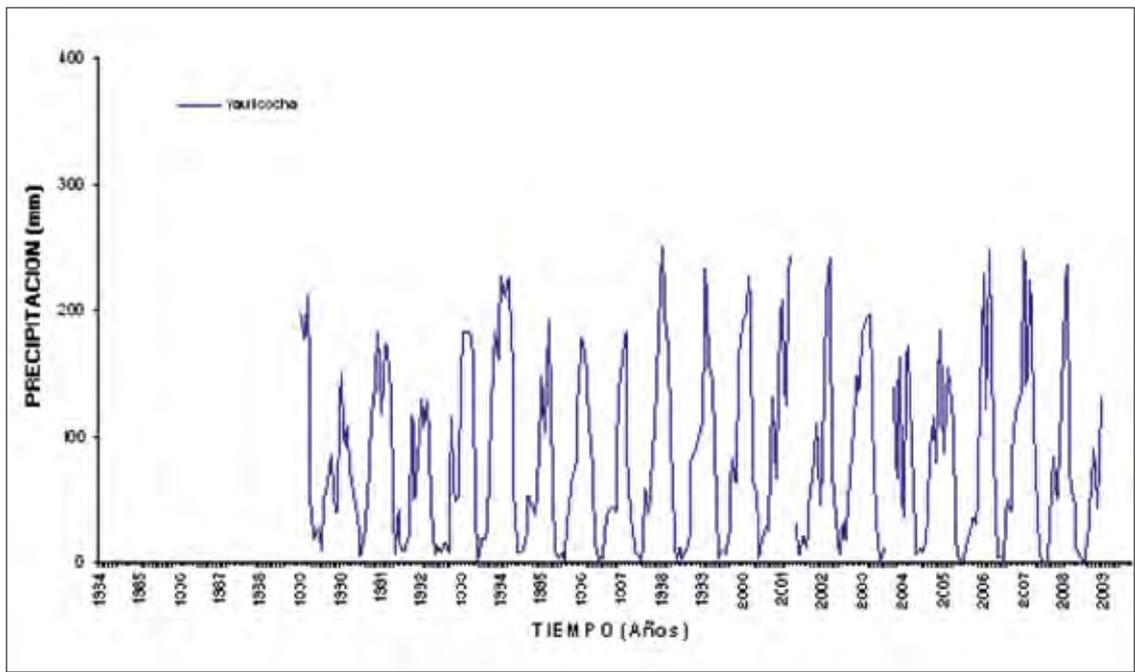


Figura 8.2.15: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauricocha

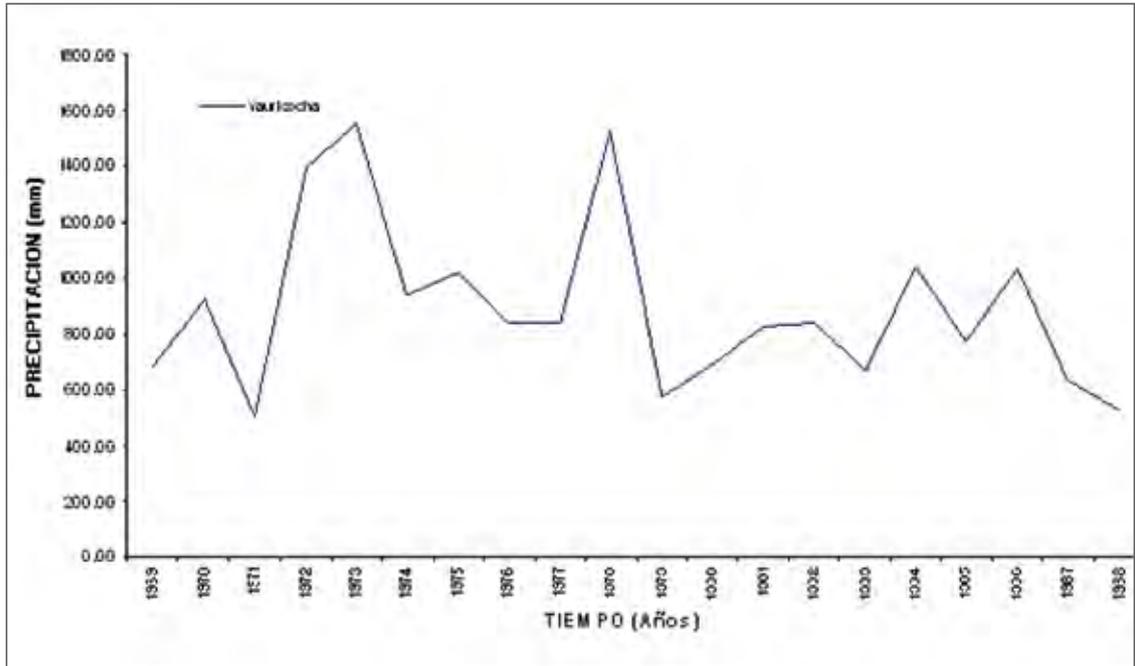


Figura 8.2.16: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauricocha

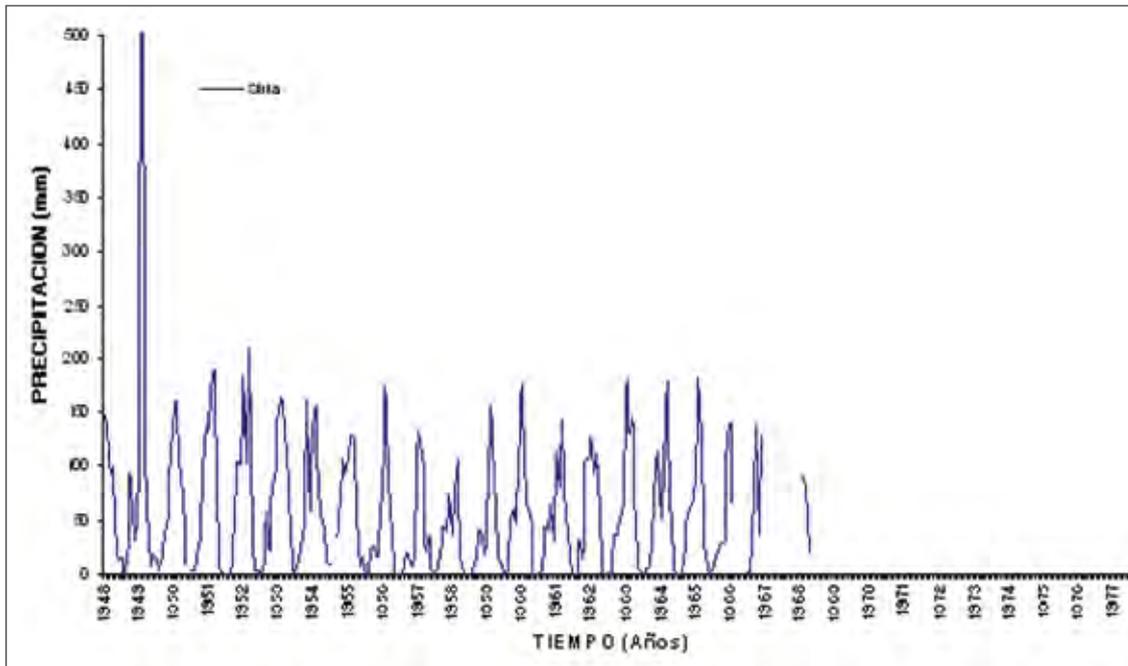


Figura 8.2.17: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Siria

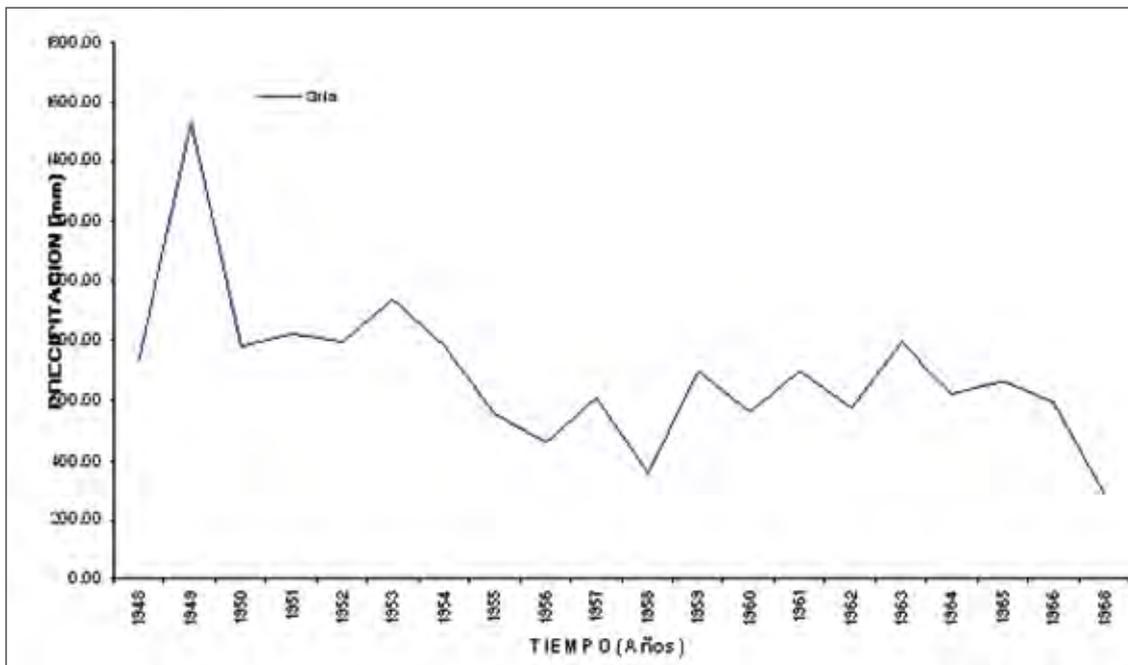


Figura 8.2.18: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Siria

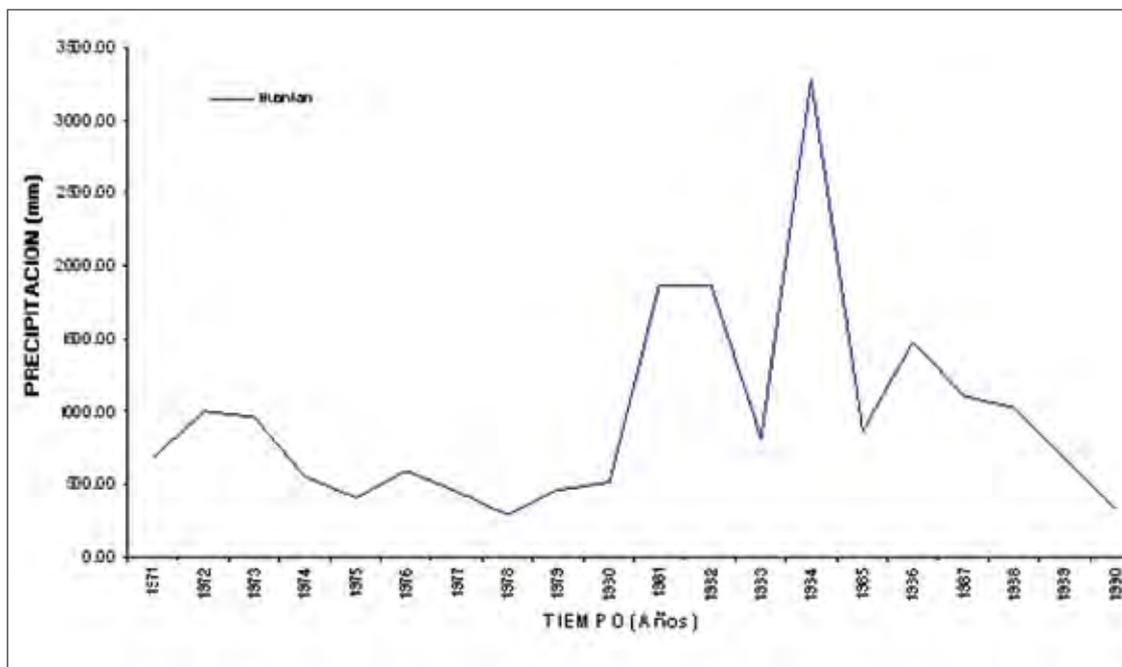


Figura 8.2.19: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huantán

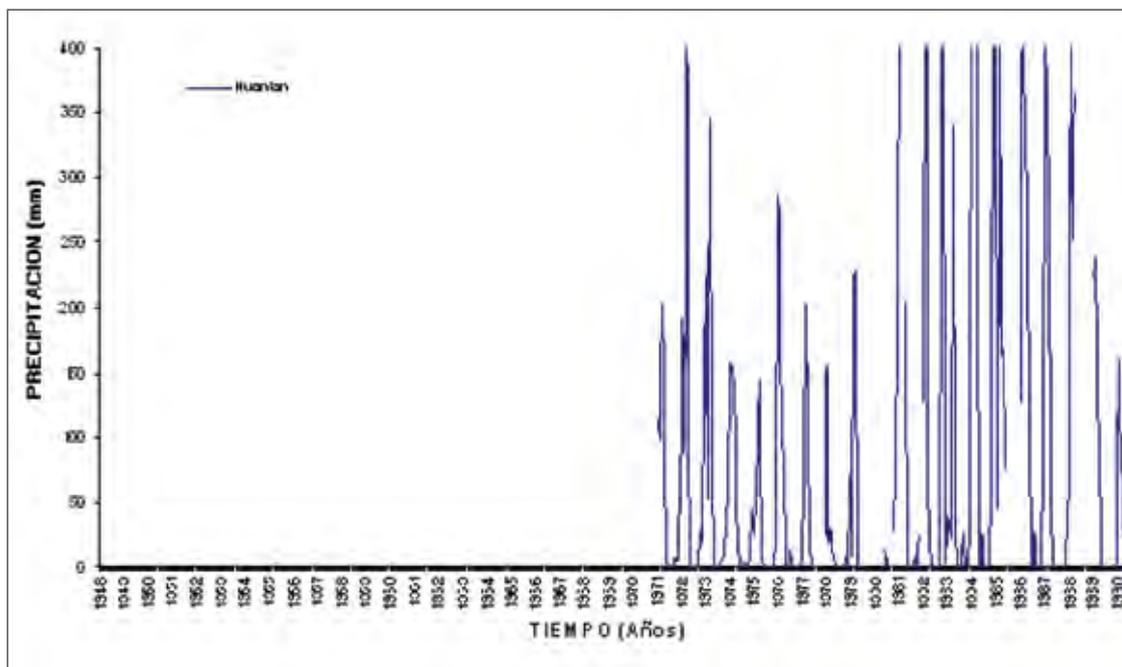


Figura 8.2.20: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huantán

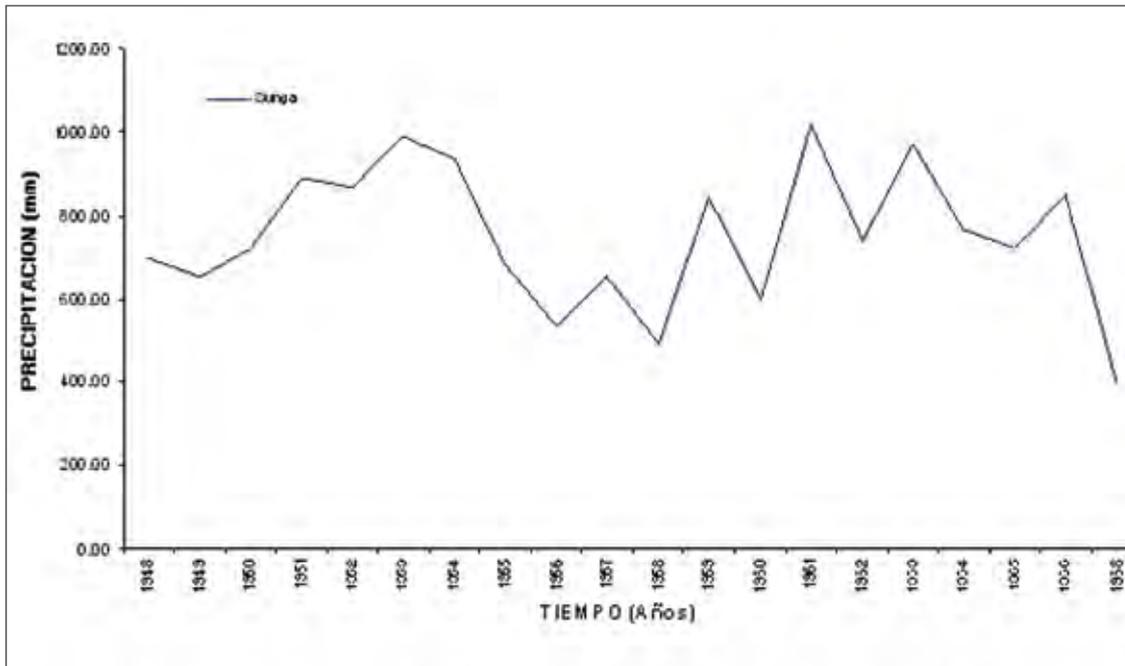


Figura 8.2.21: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Sunga

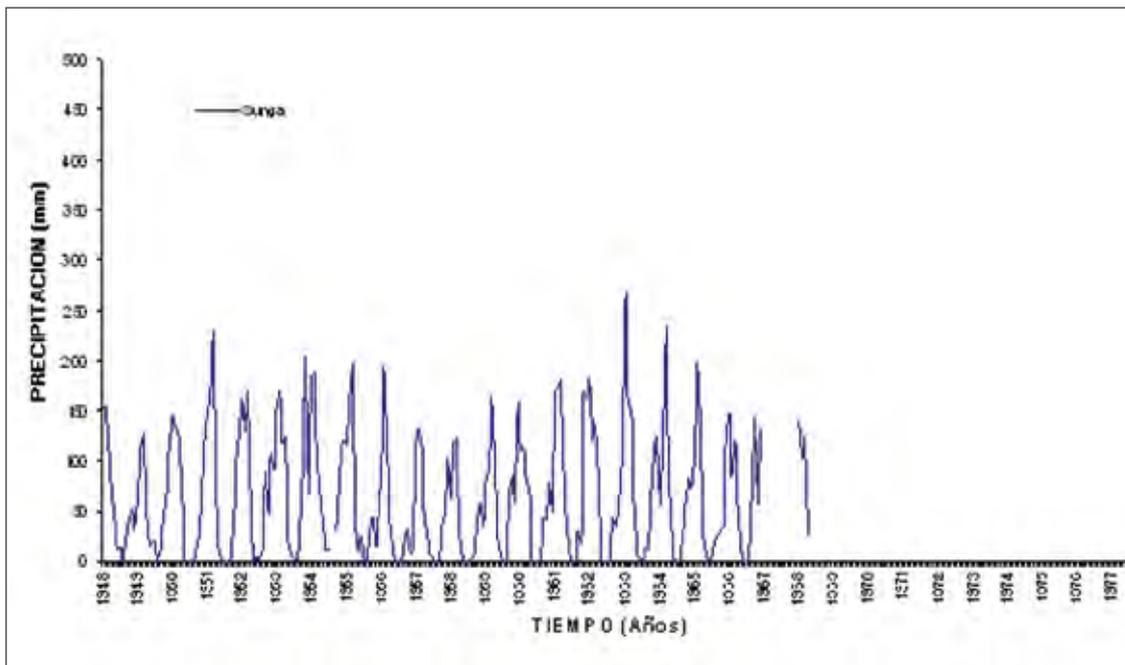


Figura 8.2.22: Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Sunga

Cuadro 8.2.1: Caudal medio mensual – histórico aforado (m3/s) – extendidos

Año	Estación SOCSI												MEDIO
	Cuenca RIO CAÑETE												
	Fuente Elaboración Propia												
	Altitud 550 msnm												
	Latitud 13° 00' "S"												Dpto.
	Longitud -76° 10' "W"												Prov.
													Dist.
													Línea
													Lunahuana
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
1964-65	9.83	9.27	8.59	11	13.98	37.8	123.95	120.29	80.78	35.75	15.23	9.49	38.00
1965-66	12.54	10.39	10.79	16.29	20.94	52.63	64.24	104.35	32.5	20.77	13.22	10.48	30.77
1966-67	9.38	9.55	32.57	35.89	84.35	101.16	268.95	184.97	69.47	38.29	26.05	19.86	73.38
1967-68	15.86	15.75	33.53	25.69	31.41	50.18	57.91	94.32	37.36	20.27	14.58	12.28	34.09
1968-69	9.68	9.9	12.35	26.17	34.25	31.21	49.6	94.65	52.45	22.44	14.09	12.15	30.75
1969-70	10.31	7.47	19.28	13.71	138.4	278.48	131.39	85.71	27.04	15.77	13.96	13.69	63.02
1970-71	12.75	10.75	13.58	15.96	31.83	113.69	155.46	168.96	119.53	23.72	13.82	15.17	57.94
1971-72	15.18	14.02	11.12	8.72	46.33	169.1	251.15	368.25	212.02	40.14	20.42	11.16	97.30
1972-73	11.86	10.43	12.76	21.7	56.62	176.5	220.99	290.07	202.3	66.28	22.92	14.69	93.09
1973-74	10.92	9.96	12.7	18.96	78.07	96.68	151.75	127.88	48.54	27.52	22.19	18.3	52.21
1974-75	15.42	13.9	13.4	13.85	15.08	28.42	40.71	180.97	74.19	44.3	24.21	14.53	39.92
1975-76	10.84	9.98	11.45	19.14	37.24	111.93	194.52	148.97	69.12	33.01	24.74	18.03	57.41
1976-77	14.11	12.93	13.69	13.54	20.28	51.03	115.98	112.17	41.05	26.71	17.73	15.51	37.89
1977-78	13.89	13.72	13.52	40.04	33.44	56.49	102.49	58.18	50.42	27.13	19.2	15.12	36.97
1978-79	13.63	12.65	13.85	35.72	41.63	39.02	107.26	126.29	58.38	22.74	16.39	14.94	41.88
1979-80	10.28	10.04	10.52	11.2	13.38	41.13	35.93	50.78	46.32	19.49	13.61	13.35	23.00
1980-81	11.25	9.79	24.5	29.1	44.4	61.66	158.84	147.59	65.91	25.07	19.15	15.4	52.72
1981-82	12.61	11.04	12.1	24.53	44.44	57.07	99.06	70.33	60.71	31.19	19.28	13.4	37.98
1982-83	11.16	6.8	21.87	85.51	73.6	59.37	42.75	90.33	104.06	34.56	22.22	16.52	47.43
1983-84	15.13	10.38	9.55	9.45	48.91	189.64	329.94	221.11	107.16	40.86	28.79	23.19	86.18
1984-85	18.23	14.65	18.01	88.54	106.86	54.77	116.04	94.41	52.85	36.96	26.49	20.73	54.05
1985-86	17.04	14.19	13.21	15.61	25.12	177.12	209.28	232.48	183.16	70.73	32.79	23.25	84.50
1986-87	19.08	14	12.38	16.77	49.8	161.09	168.01	100.27	46.76	22.67	13.44	10.21	53.04
1987-88	9.46	9.05	9.28	15.38	29.06	83.96	135.32	105.2	82.91	34.89	19.56	12.71	45.57
1988-89	11.73	11.69	11.27	10.76	27.06	133.65	200.6	244.21	119.96	34.47	30.56	14.87	70.90
1989-90	12.42	10.46	14.26	20.01	10.56	34.63	27.13	78.23	28.02	18.57	14.97	11.1	23.36
1990-91	8.78	7.63	12.58	36.23	42.61	80.08	97.69	216.02	84.14	49.66	27.54	16.64	53.30
1991-92	11.29	7.81	8.97	20.15	16.41	38.83	32.28	82.04	36.16	21.21	12.15	8.32	24.64
1992-93	6.94	5.94	7.81	8.72	10.17	32.12	193.77	238.16	112.33	47.81	21.6	13.62	58.25
1993-94	11.68	11.68	13.64	50.17	120.42	160.65	332.88	257.69	123.95	59.65	28.17	20.87	99.29
1994-95	17.1	13.48	13.01	19.42	39.7	89.36	111.25	202.1	53.77	23.71	16.17	12.13	50.93
1995-96	9.86	9.55	10.31	29.26	-31.51	137.25	201.69	190.23	125.32	43.23	21.73	14.14	68.67
1996-97	11.81	10.46	9.49	12.12	21.86	53.35	80.98	73.3	23.52	15.03	10.96	8.99	27.91
1997-98	7.38	7.38	9.34	22.38	72.32	165.54	181.12	216.48	99.61	33.67	19.2	12.74	70.60
1998-99	12.55	9.91	11.22	15.3	20.53	51.6	107.88	112.45	99.33	54.79	24.31	14.99	44.57
1999-00	11.28	10.79	10.52	12.49	45.05	117.47	146.03	177.27	101.46	55.16	23.46	16.58	60.63
2000-01	14.43	10.33	17.8	14.78	49.21	135.97	118.19	156.22	105.25	47.25	24.08	18.08	59.30
2001-02	13.47	11.76	12.72	22.4	30.64	175.6	111.37	147.04	61.24	46.41	23.7	16.89	56.10
2002-03	12.77	11.11	15.7	48.02	57.12	108.26	142.35	158.04	92.81	34.1	19.56	16.55	60.54
2003-04	13.59	11.24	11.36	14.69	38.94	30.49	61.08	61.67	49.31	21.85	15.06	12.22	28.48
2004-05	10.72	10.73	12.05	26.32	41.41	69.74	60.2	77.06	79.98	33.64	18.85	14.13	37.90
2005-06	13.4	11.8	10.7	16.8	29.4	110.4	176.8	184.7	101.9	42.3	22.3	15.1	61.47
2006-07	12.9	11.3	12.1	15.1	21.3	48.2	114.3	120	57.6	27.8	17.9	13.3	39.32
2007-08	11.2	10.2	10.7	18.5	23	61	115.3	110.5	57.2	26.9	18.4	13.7	39.80
2008-09	11.7	10.3	11	18.4	38	102.8	125	128.3	65.7	27.7	16.8	11.8	46.46
2009-10	11	10.4	11.7	14.5	25	63.1	115.8	141.3	85.5	29.9	19.6	13.2	45.08
Media	12.36	10.79	13.54	23.50	42.43	92.61	135.09	146.34	79.55	34.28	20.03	14.65	52.10
DesvStd	2.61	2.13	5.32	16.79	26.06	56.45	72.98	68.01	42.75	13.19	5.22	3.40	19.27
Min	6.94	5.94	7.81	8.72	10.17	28.42	27.13	50.78	23.52	15.03	10.96	8.32	23.00
Max	19.08	15.75	33.53	88.54	138.40	278.48	332.68	368.25	212.02	70.73	32.79	23.25	99.29

Cuadro 8.2.2: Precipitación total mensual – Estación Huangascar (mm) – extendidos

Estación HUANGASCAR		Latitud	12° 54'	"S"									
Cuenca RIO CAÑETE		Longitud	75° 50'	"W"									
Dpto. Lima		Altitud	2566	msnm									
Año	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	MEDIO
1964-65	0	0	0	1	85	46	59	35	0	0	0	0	18.83
1965-66	0	0	0	0	1	21	47	91	4	0	0	0	13.67
1966-67	0	0	27	6	15	145	204	117	0	0	0	0	42.83
1967-68	0	0	5	0	2	0	13	41	4	1	0	0	5.50
1968-69	0	0	0	1	1	11	79	170	8	0	5	0	22.92
1969-70	0	0	0	56	54	246	16	27	5	2	0	0	33.83
1970-71	0	10	0	2	8	57	63	142	3	0	0	0	23.75
1971-72	0	0	0	0	39	92	44	366	31	0	0	1	47.75
1972-73	0	2	0	10	35	85	106	83	35	2	0	0	29.83
1973-74	0	1	3	5	46	41	36	84	3	0	2	0	18.42
1974-75	0	2	0	0	22	30	72	205	2	1	1	0	27.92
1975-76	0	0	0.2	0	28	131	129	133	0	1	0	0	35.18
1976-77	0	0	0	0	9	3	156	202	8	0	0	0	34.75
1977-78	0	0	0	10	22	28	13	67	6	0	0	0	12.17
1978-79	0	0	0	0	3	21	72	127	0	0	0	0	18.58
1979-80	0	0	0	1	0	45	22	17	0	0	0	0	7.08
1980-81	0	0	8	8	11	37	41	76	26	0	0	0	17.25
1981-82	5	0	0	0	72	38	126	41	0	0	0	0	23.50
1982-83	0	0	30	40	2	13	14	0	0	0	0	0	8.25
1983-84	0	0	0	0	62	153	145	104	32	0	0	0	41.33
1984-85	0	0	0	37	54	15	82	16	0	0	0	0	17.00
1985-86	0	0	0	0	106	167	178	154	11	18	0	0	52.83
1986-87	6	0	0	0	0	43	46	45	0	0	0	0	11.67
1987-88	0	0	0	0	0	86	86	64	46	0	0	0	21.83
1988-89	0	0	0	0	0	163	123	126	0	0	0	0	34.33
1989-90	0	0	8	0	0	27	1	90	0	0	0	0	10.50
1990-91	0	0	0	7	28	22	55	68	0	0	0	0	15.00
1991-92	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0.92
1992-93	0	0	0	0	1	26	63	85	32	0	0	0	17.25
1993-94	0	0	0	0	0	94	91	53	0	0	0	0	19.83
1994-95	0	0	0	0	16	91	32	51	0	0	0	0	15.83
1995-96	2	0	0	1	44	73	50	29	0	0	0	0	16.58
1996-97	0	0	0	0	10	50	23	31	0	0	0	0	9.50
1997-98	0	2	0	9	53	129	156	144	12	0	0	0	42.00
1998-99	0	0	0	3	24	38	150	77	20	0	0	0	26.00
1999-00	0	2	17	0	36	51	119	61	5	0	0	0	24.25
2000-01	0	0	0	0	38	86.8	58.6	98.8	9.7	0	0	0	24.14
2001-02	0	0	0	28.7	0	24.8	36.7	90.1	59.1	0	0	0	19.93
2002-03	0	0	0	22.8	8.2	38.8	46.2	36.9	0	0	0	0	12.99
2003-04	0	0	0	0	50.7	3.9	54.5	27.9	7.5	0	0	0	12.04
2004-05	0	0	0	0	20.4	43.6	33.5	50.5	9	0	0	0	13.08
2005-06	0	0	0	0.3	5.3	105.4	96.2	119.9	-3.9	0	0	0	27.75
2006-07	0	0	0	0	1.4	23.6	94.8	85.1	0.6	0	0	0	17.13
2007-08	0	0	0	0.6	1.5	40.5	76.9	60.1	0.6	0	0	0	15.18
2008-09	0	0	0	0.5	12.2	84.1	50.8	66.9	0.2	0	0	0	17.89
2009-10	0	0	0	0	3.3	43.6	75.8	107.5	4.6	0	0	0	19.57
Media	0.28	0.41	2.13	5.43	22.39	61.15	73.17	86.30	8.44	0.54	0.17	0.02	21.70
DesvStd	1.17	1.56	6.45	12.08	25.75	52.68	50.48	64.51	13.70	2.67	0.80	0.15	11.43
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.92
Max	6.0	10.0	30.0	56.0	106.0	246.0	204.0	366.0	59.1	18.0	5.0	1.0	52.83

Cuadro 8.2.3: Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO I

AÑO	PRECIPITACION ANUAL ACUMULADA (mm)																		
	ESTACION																		
	CARANIA		HUANEC		TANTA		VILCA		YAUAYOS										
PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA
1989	614.70	614.70	164.50	164.50	546.90	546.90	828.40	828.40	828.40	828.40	968.10	968.10	968.10	968.10	116.90	116.90	116.90	116.90	116.90
1990	465.10	1079.80	38.70	203.20	491.80	1038.70	471.10	1299.50	1770.60	1770.60	1006.70	1972.90	1972.90	252.97	369.87	369.87	369.87	369.87	369.87
1991	369.50	1449.30	65.40	268.60	552.90	1591.60	429.00	1728.50	2257.50	2257.50	940.70	2913.50	2913.50	194.47	564.34	564.34	564.34	564.34	564.34
1992	184.70	1634.00	41.60	310.20	450.00	2041.60	256.40	1984.90	2441.30	2441.30	688.70	3682.20	3682.20	21.70	586.04	586.04	586.04	586.04	586.04
1993	673.70	2307.70	528.50	838.70	1294.00	3335.60	2132.50	4117.40	6250.00	6250.00	1271.00	4853.20	4853.20	287.70	853.74	853.74	853.74	853.74	853.74
1994	498.20	2805.90	309.70	1148.40	1175.50	4511.10	3063.90	7181.30	11665.20	11665.20	1127.20	5980.40	5980.40	262.60	1116.34	1116.34	1116.34	1116.34	1116.34
1995	278.70	3084.60	160.20	1338.60	848.10	5359.20	1428.60	6807.90	12616.50	12616.50	847.80	8628.20	8628.20	207.10	1323.44	1323.44	1323.44	1323.44	1323.44
1996	809.60	3894.20	469.30	1807.90	1026.90	6386.10	563.50	9191.40	15382.90	15382.90	838.40	7668.80	7668.80	277.10	1600.54	1600.54	1600.54	1600.54	1600.54
1997	681.00	4575.20	425.00	2232.90	924.90	7311.00	769.80	9961.20	17322.10	17322.10	928.30	8594.90	8594.90	220.70	1821.24	1821.24	1821.24	1821.24	1821.24
1998	582.60	5157.80	687.30	2920.20	913.50	8224.50	813.60	10774.80	21059.30	21059.30	976.40	9571.30	9571.30	305.20	2126.44	2126.44	2126.44	2126.44	2126.44
1999	1033.00	6190.80	461.40	3381.60	1460.90	9685.40	838.40	11613.20	21272.50	21272.50	1052.70	10824.00	10824.00	404.20	2530.64	2530.64	2530.64	2530.64	2530.64
2000	892.10	7082.90	359.40	3741.00	1394.60	11080.00	923.80	12537.00	23819.50	23819.50	1191.30	11815.30	11815.30	363.90	2694.54	2694.54	2694.54	2694.54	2694.54
2001	704.50	7787.40	270.50	4011.50	1115.50	12195.50	966.96	13503.95	25723.45	25723.45	1004.86	12820.15	12820.15	261.80	3156.34	3156.34	3156.34	3156.34	3156.34
2002	788.20	8565.60	319.20	4330.70	1195.30	13380.80	858.34	14360.29	27183.79	27183.79	1138.70	13958.85	13958.85	269.80	3426.14	3426.14	3426.14	3426.14	3426.14
2003	615.10	9189.70	361.70	4692.40	1118.00	14508.80	917.56	15277.86	29786.66	29786.66	1145.88	15104.73	15104.73	259.00	3695.14	3695.14	3695.14	3695.14	3695.14
2004	548.40	9718.10	321.10	5013.50	1051.90	15560.70	788.00	16063.86	31624.56	31624.56	938.90	16043.63	16043.63	253.60	3938.74	3938.74	3938.74	3938.74	3938.74
2005	544.80	10262.90	281.20	5304.70	858.90	16419.60	667.94	16761.80	33181.40	33181.40	748.20	16791.83	16791.83	194.50	4133.24	4133.24	4133.24	4133.24	4133.24
2006	797.20	11060.10	568.10	5862.60	1263.80	17703.40	908.66	17870.45	35654.85	35654.85	1142.70	17934.53	17934.53	396.51	4528.75	4528.75	4528.75	4528.75	4528.75
2007	563.80	11623.90	428.20	6291.00	1168.01	18893.41	875.30	18545.75	40441.16	40441.16	1035.00	18969.53	18969.53	258.00	4786.75	4786.75	4786.75	4786.75	4786.75
2008	640.70	12264.60	571.70	6862.70	844.63	19734.04	798.50	19344.25	42175.29	42175.29	847.00	19816.53	19816.53	457.08	5243.83	5243.83	5243.83	5243.83	5243.83

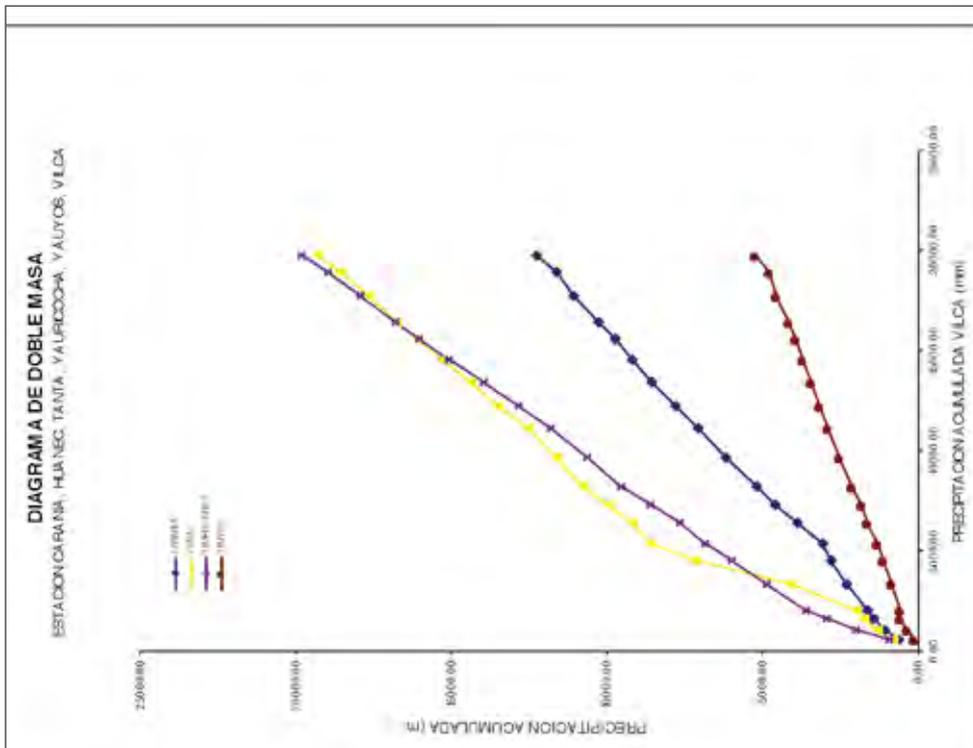
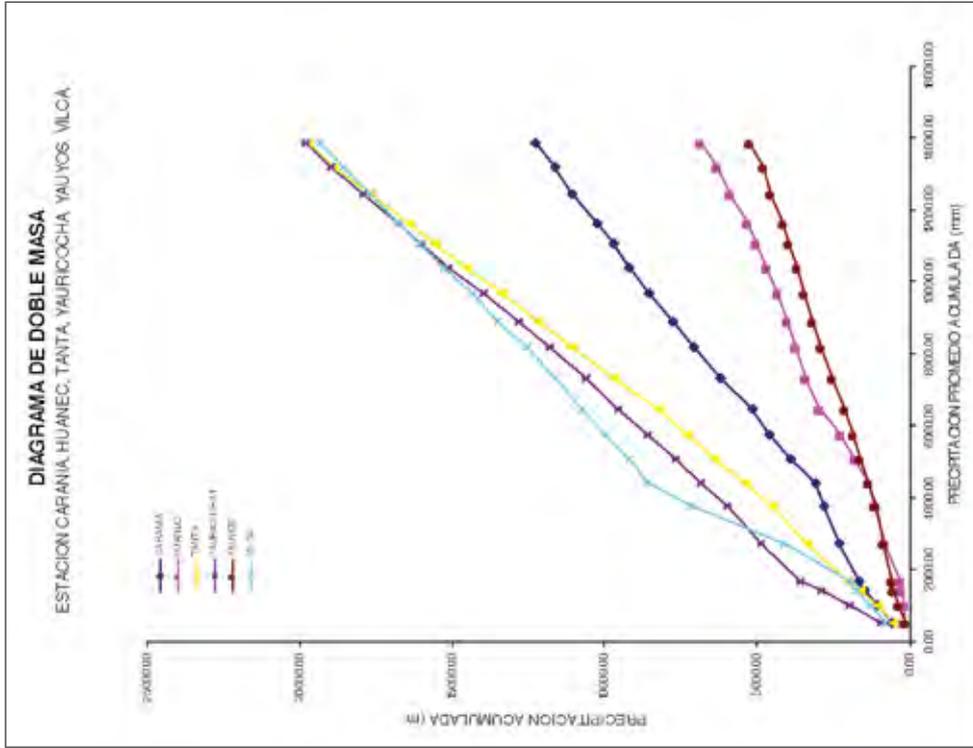


Figura 8.2.23: Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO I

Cuadro 8.2.4: Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO II

AÑO	PRECIPITACION ANUAL ACUMULADA (mm)										
	ESTACION										
	YURICOCHA2		HUANTAN		PROMEDIO						
PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA	PP ANUAL	PP ACUMULADA
1957	509.20	509.20	684.10	684.10	596.65	596.65	596.65	596.65	596.65	596.65	596.65
1958	1397.50	1906.70	1000.10	1684.20	1198.80	1795.45	1198.80	1795.45	1198.80	1795.45	1795.45
1959	1551.40	3458.10	956.80	2641.00	1254.10	3049.55	1254.10	3049.55	1254.10	3049.55	3049.55
1960	961.88	4419.98	553.20	3194.20	757.54	3807.09	757.54	3807.09	757.54	3807.09	3807.09
1961	1108.53	5528.51	402.20	3596.40	755.36	4562.46	755.36	4562.46	755.36	4562.46	4562.46
1962	840.60	6369.11	593.60	4190.00	717.10	5279.56	717.10	5279.56	717.10	5279.56	5279.56
1963	840.70	7209.81	528.44	4718.44	684.57	5964.12	684.57	5964.12	684.57	5964.12	5964.12
1964	1525.10	8734.91	293.70	5012.14	909.40	6873.52	909.40	6873.52	909.40	6873.52	6873.52
1965	575.90	9310.81	717.65	5729.78	646.77	7520.30	646.77	7520.30	646.77	7520.30	7520.30
1966	952.68	10263.49	1090.28	6820.06	1021.48	8541.78	1021.48	8541.78	1021.48	8541.78	8541.78
1967	829.80	11093.29	2178.29	8998.35	1504.05	10045.82	1504.05	10045.82	1504.05	10045.82	10045.82
1968	844.40	11937.69	1862.50	10860.85	1353.45	11399.27	1353.45	11399.27	1353.45	11399.27	11399.27
1969	667.40	12605.09	812.10	11672.95	739.75	12139.02	739.75	12139.02	739.75	12139.02	12139.02
1970	1043.50	13648.59	3271.20	14944.15	2157.35	14296.37	2157.35	14296.37	2157.35	14296.37	14296.37
1971	782.10	14430.69	1132.22	16076.37	957.16	15253.53	957.16	15253.53	957.16	15253.53	15253.53
1972	1034.59	15465.28	1474.10	17550.47	1254.35	16507.88	1254.35	16507.88	1254.35	16507.88	16507.88
1973	752.19	16217.47	1107.12	18657.59	929.65	17437.53	929.65	17437.53	929.65	17437.53	17437.53
1974	678.14	16895.61	1384.03	20041.62	1031.09	18468.62	1031.09	18468.62	1031.09	18468.62	18468.62

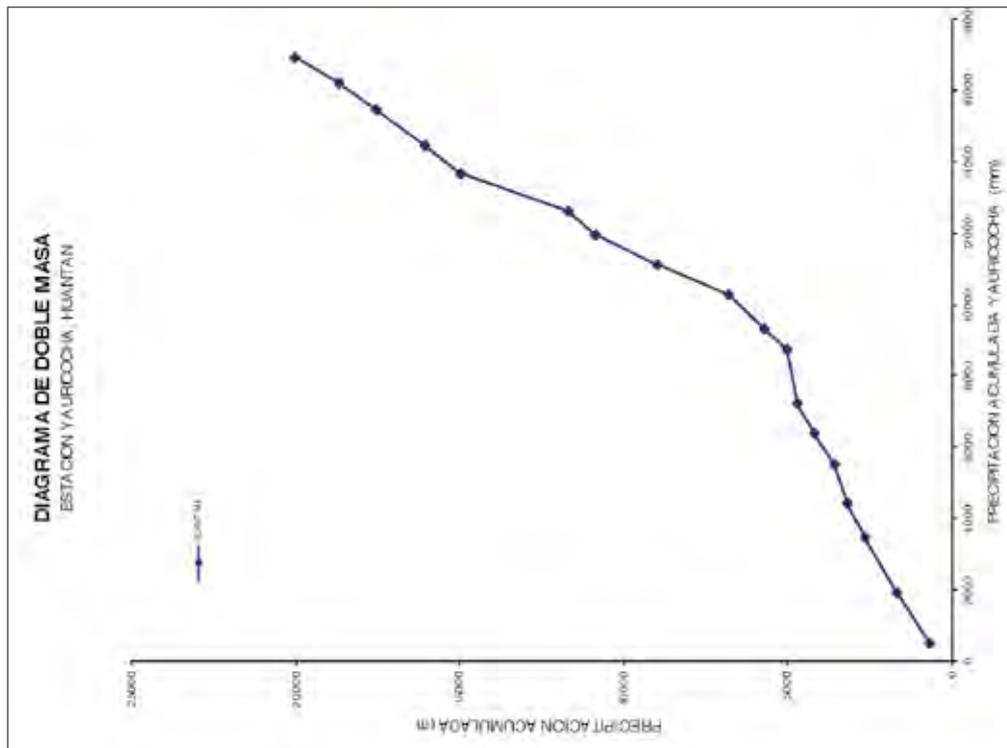
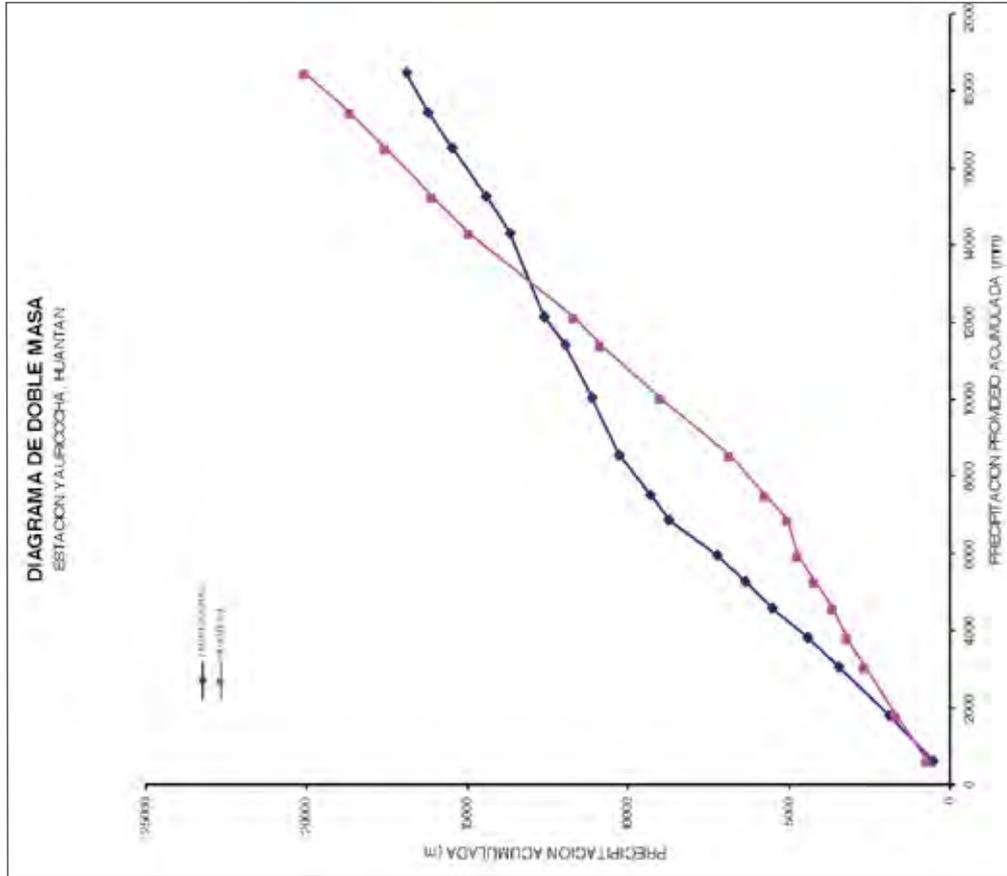


Figura 8.2.24: Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO II

Cuadro 8.2.5: Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO III

AÑO	PRECIPITACION ANUAL ACUMULADA (mm)													
	ESTACION						SUNGA						PROMEDIO	
	Hda. COCHAS		Hda.PACHACAYO		SIRIA		PP ANUAL		PP ANUAL		PP ANUAL		PP ANUAL	PP ACUMULADA
0	694.71	694.71	729.34	729.34	607.10	607.10	651.80	651.80	607.10	607.10	651.80	670.74	670.74	
0	522.70	1217.41	727.62	1456.96	352.80	959.90	492.20	1144.00	959.90	959.90	1144.00	523.83	1194.57	
0	807.40	2024.81	478.70	1935.66	695.40	1655.30	845.00	1989.00	1655.30	1655.30	1989.00	706.63	1901.19	
0	759.00	2783.81	757.40	2693.06	564.00	2219.30	596.30	2585.30	564.00	2219.30	2585.30	669.18	2570.37	
0	966.50	3750.31	660.90	3353.96	695.90	2915.20	1015.90	3601.20	695.90	2915.20	3601.20	834.80	3405.17	
0	619.40	4369.71	824.10	4178.06	578.30	3493.50	741.40	4342.60	578.30	3493.50	4342.60	690.80	4095.97	
0	964.20	5333.91	769.70	4947.76	794.80	4288.30	970.10	5312.70	794.80	4288.30	5312.70	874.70	4970.67	
0	731.90	6065.81	768.40	5716.16	625.10	4913.40	766.50	6079.20	625.10	4913.40	6079.20	722.98	5693.64	
0	701.40	6767.21	512.60	6228.76	665.20	5578.60	719.40	6798.60	665.20	5578.60	6798.60	649.65	6343.29	
0	815.90	7583.11	735.50	6964.26	790.62	6369.22	848.10	7646.70	790.62	6369.22	7646.70	797.53	7140.82	
0	1084.00	8667.11	743.60	7707.86	529.66	6898.88	681.33	8328.03	529.66	6898.88	8328.03	759.65	7900.47	

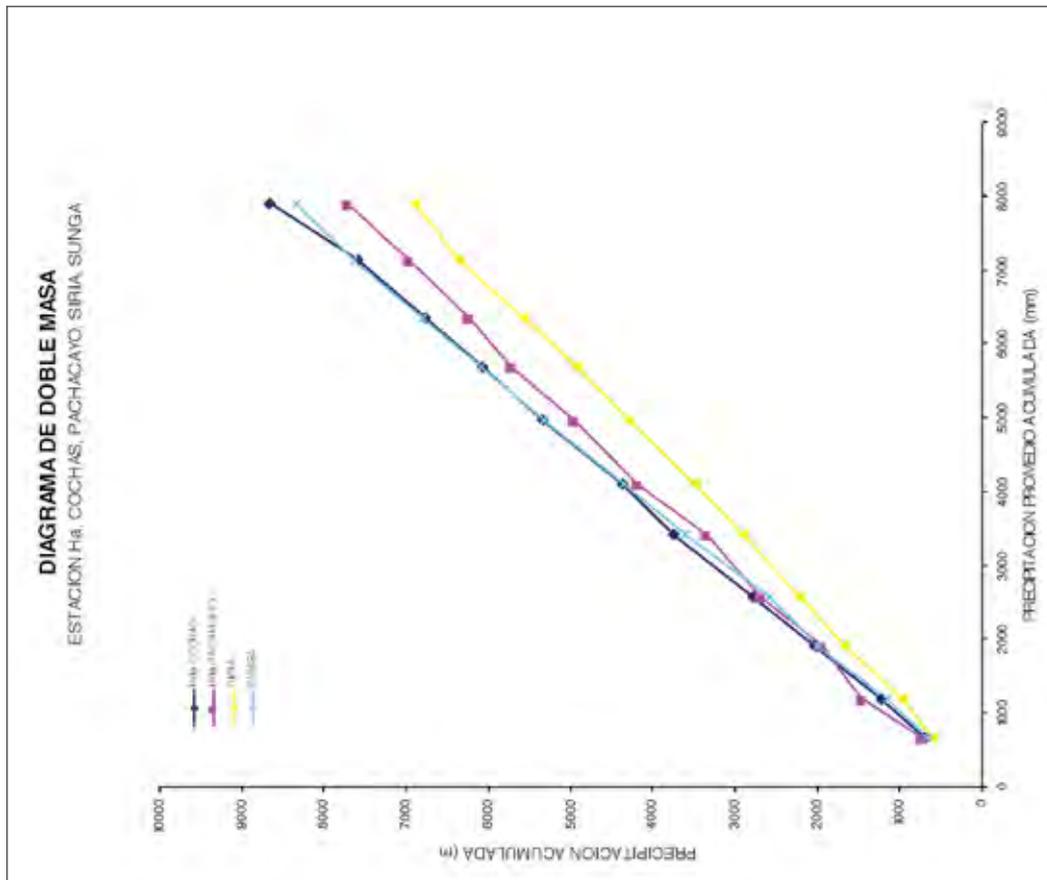
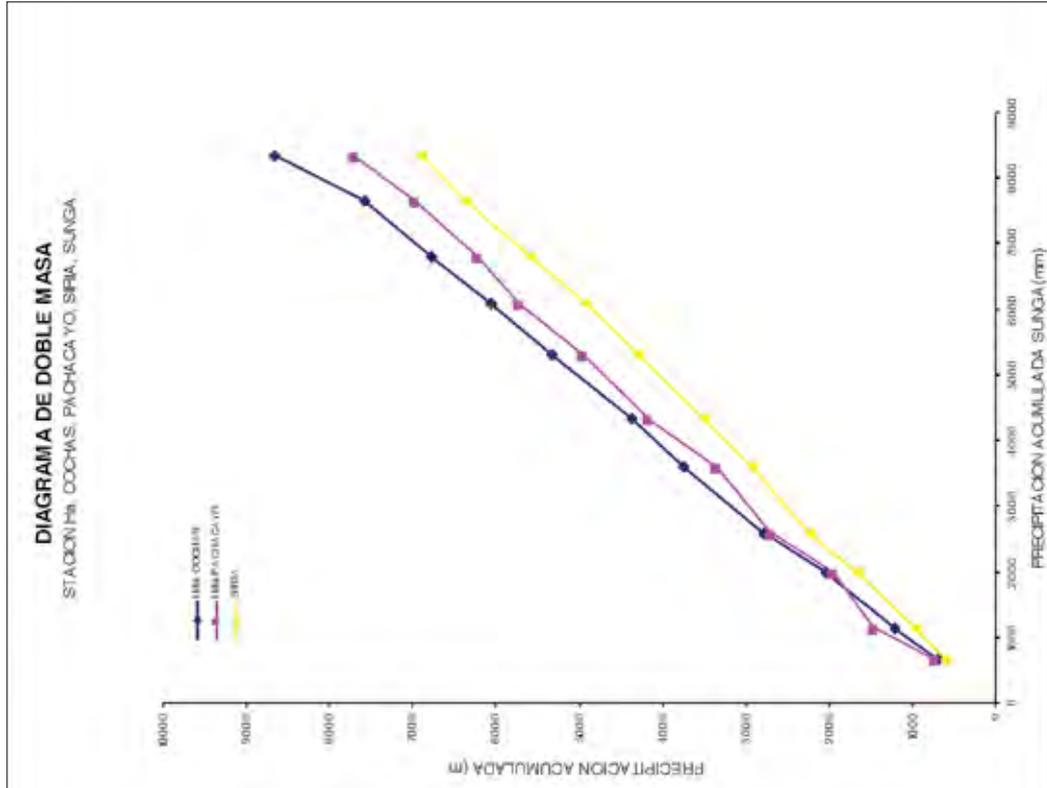


Figura 8.2.25: Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO III

Cuadro 8.2.6: Análisis varios de consistencia

**ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO
ANÁLISIS DE SALTOS**

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION HACIENDA PACHACAYO**

CUADRO A **NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR**

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1957 - DIC 1967 N1	116	56.20	52.74
	PD	ENERO 1968 - DIC 1974 N2	81	63.51	110.18

Sd = 81.37

Sp = 11.782

CUADRO B **CONSISTENCIA EN LA MEDIA**

MUESTRA	T CALCULADA Tc	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	0.62	1.96	Tc < Tt	NO

CUADRO C **CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR**

MUESTRA	F CALCULADA Fc	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.23	1.400	Fc < Ft	NO

**ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO
ANÁLISIS DE SALTOS**

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION HUANTAN**

CUADRO A **NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR**

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1971 - DIC 1980 N1	110	53.65	84.58
	PD	ENERO 1981 - DIC 1990 N2	95	139.99	206.77

Sd = 153.747

Sp = 21.534

CUADRO B **CONSISTENCIA EN LA MEDIA**

MUESTRA	T CALCULADA Tc	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	4.01	1.96	Tc > Tt	SI

CUADRO C **CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR**

MUESTRA	F CALCULADA Fc	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.17	1.400	Fc < Ft	NO

ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO ANALISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION HUAÑEC**

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1989 - DIC 1997 N1	108.00	20.68	39.73
	PD	ENERO 1998 - DIC 2008 N2	132.00	35.07	54.23

Sd = 48.249

Sp = 6.260

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA TC	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	2.30	1.96	Tc < Tt	SI

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA FC	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.54	1.358	Fc < Ft	NO

ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO ANALISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION SIRIA**

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1948 - DIC 1960 N1	154.00	62.45	93.75
	PD	ENERO 1961 - DIC 1968 N2	72.00	58.78	52.90

Sd = 83.010

Sp = 11.851

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA TC	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	0.31	1.96	Tc < Tt	NO

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA FC	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.32	1.420	Fc < Ft	NO

**ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO
ANALISIS DE SALTOS**

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION SUNGA**

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1948 - DIC 1960 N1	154	62.07	58.37
	PD	ENERO 1961 - DIC 1968 N2	76	71.80	66.68

Sd = 61.228

Sp = 8.583

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA TC	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	1.13	1.96	Tc < Tt	NO

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA FC	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.77	1.376	Fc < Ft	NO

**ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO
ANALISIS DE SALTOS**

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION TANTA**

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1989 - DIC 1994 N1	72	62.65	63.90
	PD	ENERO 1995 - DIC 2008 N2	165	91.13	87.15

Sd = 80.832

Sp = 11.417

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA TC	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	2.49	1.96	Tc < Tt	SI

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA FC	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.54	1.420	Fc < Ft	NO

ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO ANALISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° ESTACION VILCA

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1989 - DIC 1995 N1	84	102.48	146.95
	PD	ENERO 1996 - DIC 2008 N2	139	69.38	60.14

Sd = 101.82

Sp = 14.072

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA Tc	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	2.35	1.96	Tc < Tt	SI

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA Fc	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.17	1.375	Fc < Ft	NO

ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO ANALISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° ESTACION YAURICOCHA2

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1969 - DIC 1976 N1	93	84.63	83.95
	PD	ENERO 1977 - DIC 1988 N2	137	72.95	92.01

Sd = 88.845

Sp = 11.937

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA Tc	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	0.98	1.96	Tc < Tt	NO

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA Fc	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.83	1.397	Fc < Ft	NO

**ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO
ANALISIS DE SALTOS**

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION CARANIA**

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1989 - DIC 1996 N1	84	36.72	50.12
	PD	ENERO 1996 - DIC 2008 N2	156	56.85	68.21

Sd = 62.498 Sp = 8.458

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA TC	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	2.62	1.96	Tc < Tt	SI

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA FC	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.54	1.397	Fc < Ft	NO

**ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO
ANALISIS DE SALTOS**

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° **ESTACION HACIENDA COCHAS**

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1957 - DIC 1966 N1	117	61.18	53.92
	PD	ENERO 1967 - DIC 1974 N2	87	63.79	72.02

Sd = 62.275 Sp = 8.816

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA TC	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	2.57	1.96	Tc < Tt	SI

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA FC	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.56	1.400	Fc < Ft	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° ESTACION YAURICOCHA1

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1989 - DIC 1992 N1	48	74.63	59.91
	PD	ENERO 1993 - DIC 2008 N2	190	84.76	73.45

Sd = 70.959

Sp = 11.483

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA Tc	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	0.88	1.96	Tc < Tt	NO

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA Fc	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.67	1.526	Fc < Ft	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

CUADRO N° ESTACION YAUYOS

CUADRO A NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTÁNDAR

PERIODO DE ANALISIS			N° DATOS	PROMEDIO	DESVEST
I	PC	ENERO 1991 - DIC 1999 N1	103	19.09	29.77
	PD	ENERO 2000 - DIC 2008 N2	107	25.35	34.20

Sd = 32.106

Sp = 4.432

CUADRO B CONSISTENCIA EN LAMEDIA

MUESTRA	T CALCULADA Tc	T 95% (TABLA) Tt	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA MEDIA SIGNIFICATIVA
I	1.41	1.96	Tc < Tt	NO

CUADRO C CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

MUESTRA	F CALCULADA Fc	F 95% (TABLA) Ft	COMPARACION	DIFERENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR SIGNIFICATIVA
I	0.76	1.358	Fc < Ft	NO

Cuadro 8.2.7: Análisis estadísticos varios

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION VILCA

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	69.38	60.00	62.72	0.059	-	0.064	223
DESVEST (Te)	69.74	65.15	94.84	-1.992	-	-0.216	24

CUADRO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	0.951	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Te)	1.039	2.074	[Tc] < Tt	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION YAURICOCHA

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	82.72	70.93	82.96	-0.002	-	-0.002	238
DESVEST (Te)	88.59	83.49	115.19	-2.129	-	-0.180	24

CUADRO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	0.031	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Te)	0.880	2.074	[Tc] < Tt	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION YAUYOS

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	21.52	31.48	13.21	0.071	-	0.152	232
DESVEST (Te)	27.76	38.58	23.34	0.184	-	0.096	47

CUADRO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	2.308	1.960	[Tc] < Tt	SI
DESVEST (Te)	0.440	2.080	[Tc] < Tt	NO

ANALISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION HACIENDA COCHAS

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	61.21	53.75	57.58	0.035	-	0.039	204
DESVEST (Ts)	70.78	57.38	70.29	0.043	-	0.006	22

CUADRO B

ANALISIS ESTADISTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADISTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	0.553	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Ts)	0.022	2.085	[Tc] < Tt	NO

ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO

ANALISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION HACIENDA PACHACAYO

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	58.96	79.44	49.78	0.087	-	0.067	209
DESVEST (Ts)	108.97	192.30	34.79	6.744	-	0.218	21

CUADRO B

ANALISIS ESTADISTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADISTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	0.968	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Ts)	0.972	2.092	[Tc] < Tt	NO

ANALISIS DE CONSISTENCIA - ANALISIS ESTADISTICO

ANALISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION HUANTAN

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	54.33	83.92	63.33	-0.087	-	-0.062	205
DESVEST (Ts)	88.13	74.31	136.97	-6.355	-	-0.382	15

CUADRO B

ANALISIS ESTADISTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADISTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	0.880	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Ts)	1.492	2.160	[Tc] < Tt	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION SIRIA

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	61.28	82.84	77.63	-0.144	-	-0.114	226
DESVEST (Te)	64.79	48.95	44.09	2.301	-	0.237	17

CUADRO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	1.702	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Te)	0.946	2.131	[Tc] < Tt	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION SUNGA

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	65.28	61.27	64.44	0.007	-	0.008	230
DESVEST (Te)	67.70	54.34	36.39	2.723	-	0.325	22

CUADRO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	0.120	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Te)	1.539	2.086	[Tc] < Tt	NO

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA - ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS DE TENDENCIAS

CUADRO N°

ESTACION PUCARA

CUADRO A

MEDIA, DESVEST. Y COEFICIENTE DE REGRESION DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	MEDIA	DESVEST	COEFICIENTE DE REGRESION			COEF CORREL R	N° TOTAL DE DATOS N
			Am	Bm	Cm		
MEDIA (Tm)	77.67	88.84	89.52	-0.103	-	-0.077	230
DESVEST (Te)	80.25	68.83	81.84	-0.126	-	-0.013	24

CUADRO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y DESVIACION ESTÁNDAR

TENDENCIA EN LA	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
	Tc	Tt		
MEDIA (Tm)	1.160	1.960	[Tc] < Tt	NO
DESVEST (Te)	0.061	2.074	[Tc] < Tt	NO

Cuadro 8.2.8: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Carania

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	139.40	156.30	215.50	30.50	7.10	0.00	0.00	3.50	6.90	41.40	12.90	0.00	614.70
1990	74.30	84.90	102.70	48.70	16.50	21.30	0.00	0.40	6.90	10.80	11.80	86.70	465.10
1991	79.40	73.50	131.40	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00	3.30	13.20	369.50
1992	1.30	1.20	54.70	24.70	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	67.70	0.00	34.80	164.70
1993	136.80	134.70	113.80	41.80	1.10	0.00	0.00	6.00	5.20	16.30	76.60	141.40	673.70
1994	131.30	163.20	111.30	32.20	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	2.70	22.80	32.00	498.20
1995	96.90	49.10	65.20	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.20	0.00	37.90	278.70
1996	142.90	148.40	124.50	41.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.10	2.20	77.40	547.10
1997	98.20	108.70	89.30	20.70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	14.00	36.50	78.30	439.50
1998	122.90	86.20	107.70	30.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	3.10	26.50	377.30
1999	53.80	164.10	122.00	96.80	38.00	0.00	0.00	0.00	2.90	41.10	27.10	154.10	699.90
2000	134.40	110.10	132.40	47.40	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	25.10	20.50	120.00	596.40
2001	139.50	82.10	161.10	15.30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	7.60	26.80	24.20	459.30
2002	50.20	101.60	141.00	56.40	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	25.50	36.20	79.30	496.90
2003	78.50	100.70	104.00	19.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	2.60	88.60	406.70
2004	12.80	93.30	86.10	34.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	34.40	104.70	357.00
2005	49.80	35.40	97.90	37.60	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	0.80	0.00	110.40	347.60
2006	114.30	98.50	139.20	40.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	13.10	46.70	74.90	531.60
2007	62.90	67.60	117.80	33.00	6.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	14.10	52.90	358.30
2008	149.70	138.30	53.30	3.60	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	17.10	8.40	47.10	418.30
2009	117.80	128.50	114.30	38.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	20.60	3.20	28.80	451.50
Nº AÑOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21.00
MEDIA	93.70	101.30	112.63	35.74	3.60	1.07	0.00	0.52	2.76	18.67	18.52	67.30	465.82
D. Est.	44.09	42.65	37.21	18.43	8.88	4.77	0.00	1.47	3.97	16.80	19.59	42.75	127.13

Cuadro 8.2.9: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Huañec

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	62.00	41.10	51.70	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	164.50
1990	2.10	0.00	14.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.80	1.20	14.30	38.70
1991	13.50	23.60	20.60	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.40
1992	22.20	13.80	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.60
1993	96.60	110.50	173.60	20.10	1.90	0.00	0.00	0.00	1.20	30.50	29.50	74.60	528.50
1994	55.30	79.00	54.40	68.70	2.70	0.50	0.00	0.00	4.50	1.30	20.40	22.90	309.70
1995	2.50	1.50	82.50	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.70	16.90	99.60	190.20
1996	126.40	176.90	135.70	11.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	16.10	469.30
1997	48.70	124.30	28.40	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.50	177.30	425.00
1998	139.60	149.10	134.30	17.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.30	478.10
1999	73.70	161.10	45.60	8.90	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	307.60
2000	66.90	67.60	43.40	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	6.90	23.60	227.80
2001	61.50	28.40	39.10	19.30	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	167.80
2002	32.70	37.40	86.90	18.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	9.10	7.70	196.10
2003	23.30	72.60	67.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.10	240.80
2004	17.80	84.80	57.60	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	29.90	200.20
2005	20.10	29.60	64.20	15.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.40	188.10
2006	62.30	57.50	134.90	38.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	82.30	378.50
2007	53.20	48.40	110.00	41.60	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	1.50	9.10	273.10
2008	115.70	166.30	76.50	16.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	13.70	388.50
2009	25.10	25.50	63.60	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.80	21.50	146.40
Nº AÑOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21.00
MEDIA	52.91	71.33	70.99	15.92	1.00	0.02	0.00	0.00	0.33	3.98	7.19	35.01	258.38
D. Est.	39.29	56.01	44.70	16.28	2.47	0.11	0.00	0.00	1.02	7.50	10.98	42.26	143.23

Cuadro 8.2.10: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Tanta

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	58.40	72.00	107.90	50.50	15.40	3.10	5.60	16.10	9.70	28.10	120.40	19.70	546.90
1990	38.70	32.70	64.10	79.70	15.80	16.90	24.90	19.80	34.60	11.30	85.60	67.70	491.80
1991	108.70	88.30	73.70	71.40	45.60	16.10	11.70	14.70	3.40	22.60	53.90	42.60	582.90
1992	61.20	52.30	78.50	20.80	3.10	6.70	13.80	14.60	18.10	47.10	56.20	81.00	480.00
1993	213.40	243.70	199.60	120.70	29.60	8.50	7.90	8.90	35.70	101.40	162.20	163.20	1294.00
1994	228.70	309.90	154.40	103.40	33.00	22.70	3.90	9.60	87.60	38.40	86.30	97.60	1175.50
1995	152.30	51.90	117.30	36.00	5.60	0.00	0.00	0.00	22.80	44.20	55.50	95.20	580.60
1996	159.50	164.80	117.50	91.00	7.60	0.00	0.00	5.90	8.00	40.60	21.30	94.10	710.90
1997	125.60	181.70	13.70	22.30	0.00	0.00	0.00	11.50	32.60	29.20	93.40	126.30	636.30
1998	177.90	100.00	85.10	64.90	0.00	0.00	0.00	2.40	21.80	43.70	49.20	86.90	631.90
1999	117.10	213.40	115.00	109.40	57.80	1.10	0.00	0.90	11.80	104.90	95.90	193.30	1020.60
2000	143.20	223.20	182.70	71.90	29.90	0.00	4.40	7.30	38.90	72.70	61.20	140.70	976.10
2001	169.70	123.10	223.50	13.20	7.30	0.00	0.00	0.00	30.50	37.30	136.30	37.30	778.20
2002	106.30	126.90	203.70	86.60	14.90	0.00	0.00	0.00	34.10	65.40	104.20	93.50	835.60
2003	140.20	144.10	157.00	72.60	19.30	0.00	0.60	0.00	0.60	40.60	39.30	163.00	777.50
2004	38.50	201.30	69.90	54.80	5.50	0.00	0.00	5.20	51.90	81.50	67.10	148.40	724.10
2005	91.80	95.80	153.70	97.30	0.30	0.00	0.00	0.00	2.80	14.50	22.10	113.50	591.80
2006	145.70	129.20	178.40	119.30	0.40	0.40	0.00	4.90	38.20	46.70	93.80	137.40	895.00
2007	192.00	128.70	207.50	100.20	27.60	1.30	0.00	0.90	6.60	82.80	44.50	75.00	856.70
2008	156.70	185.60	87.20	47.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.80	41.60	92.40	640.50
2009	130.80	103.30	131.60	60.30	17.00	0.10	0.00	0.90	9.30	53.40	40.10	77.40	523.80
N° AÑOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21.00
MEDIA	132.70	141.52	129.82	71.14	15.99	3.66	3.44	5.83	23.82	49.36	72.86	102.21	761.95
D. Est.	50.42	70.69	56.56	32.04	16.17	6.74	6.39	6.36	21.12	26.33	37.33	44.36	222.48

Cuadro 8.2.11: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Vilca

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	96.60	105.40	102.00	60.90	37.20	33.50	29.60	27.40	33.40	33.40	49.70	58.70	667.80
1990	76.50	62.70	51.20	50.30	31.30	28.30	30.30	34.00	35.00	39.50	38.90	43.30	521.30
1991	53.10	41.10	79.00	59.70	29.20	27.70	27.40	39.20	42.90	27.40	34.60	43.90	504.20
1992	63.40	34.80	48.10	86.10	32.90	31.40	31.20	28.20	27.40	27.60	32.10	40.40	433.60
1993	85.30	98.20	64.50	74.10	48.10	32.20	40.30	38.90	95.60	180.60	190.90	252.50	1201.40
1994	264.60	271.70	229.80	248.90	54.30	36.00	33.20	56.30	76.70	114.60	55.70	140.70	1582.50
1995	164.90	130.10	204.70	82.90	41.30	27.40	41.90	27.40	45.10	43.60	43.60	56.80	912.60
1996	160.00	78.40	56.60	43.20	6.70	0.30	0.00	35.70	14.80	40.90	79.80	71.50	583.50
1997	149.50	175.00	27.10	21.90	4.90	7.70	7.30	40.80	39.10	45.30	104.00	147.20	769.80
1998	199.10	169.00	119.60	50.00	0.00	8.60	0.00	2.50	16.70	49.90	90.30	111.90	813.60
1999	79.80	188.00	122.10	116.80	19.60	0.60	3.10	0.00	37.50	64.90	60.00	146.00	836.40
2000	232.20	160.20	173.00	55.30	4.40	0.00	11.60	18.70	43.40	51.80	66.40	103.60	923.80
2001	166.10	118.00	227.80	44.80	18.30	7.30	10.60	8.20	46.00	67.10	98.20	88.20	918.60
2002	92.00	146.90	127.80	87.80	14.40	13.40	23.50	14.20	50.00	73.00	87.60	94.50	825.10
2003	153.00	138.30	130.00	67.10	48.60	12.70	11.80	13.80	36.50	65.90	37.30	134.50	867.50
2004	40.20	220.90	69.80	34.80	21.00	13.90	1.20	19.50	95.70	76.00	64.10	129.90	789.00
2005	58.50	116.70	132.50	60.20	5.40	0.90	0.30	21.50	38.50	37.90	17.80	162.20	672.40
2006	136.30	148.60	166.50	84.10	2.80	17.40	12.40	30.70	37.00	81.40	104.30	89.90	911.40
2007	140.50	106.60	205.70	105.40	25.00	7.00	2.50	1.70	18.20	77.60	69.40	110.50	875.30
2008	201.90	151.90	76.60	67.50	5.40	0.90	2.00	7.90	20.30	56.00	80.40	157.70	798.50
2009	104.00	112.00	99.20	54.90	19.50	15.20	10.80	24.30	28.80	60.30	52.40	39.70	675.10
N° AÑOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21.00
MEDIA	129.40	131.93	119.41	73.65	22.49	15.35	15.74	23.38	41.84	63.57	67.83	109.85	813.44
D. Est.	62.10	56.54	61.74	46.82	16.67	12.48	14.22	14.82	22.45	34.69	37.34	50.71	248.33

Cuadro 8.2.12: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Yauricocha-Cañete

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	196.80	176.70	212.00	49.30	17.70	27.60	8.50	49.70	61.40	66.20	38.40	41.60	966.10
1990	146.90	90.90	107.30	68.60	61.10	32.70	4.50	19.40	54.70	121.00	124.20	183.40	1005.70
1991	117.90	172.40	171.10	138.00	6.50	41.60	6.40	9.70	20.20	119.30	48.90	67.50	940.70
1992	129.30	107.60	128.30	42.10	5.80	12.60	7.50	15.90	7.30	113.80	98.80	51.70	866.70
1993	164.50	183.30	183.00	177.90	26.80	2.10	18.70	18.10	30.70	120.70	185.30	159.90	1271.00
1994	226.20	210.70	225.60	163.60	40.00	8.30	7.40	17.40	54.00	44.00	36.90	91.10	1127.20
1995	146.20	101.60	191.80	68.70	9.60	2.60	7.60	1.90	40.30	65.20	78.40	131.10	647.60
1996	176.30	162.20	102.20	66.10	14.30	1.60	3.30	22.60	40.60	44.10	39.20	133.50	836.40
1997	157.90	183.60	66.60	30.40	8.20	4.00	1.00	57.50	38.70	66.60	108.60	182.60	826.30
1998	249.60	176.10	177.00	65.30	0.70	12.60	2.00	7.10	15.90	60.90	66.90	99.60	976.40
1999	113.70	233.40	156.10	143.80	47.30	2.60	6.60	5.40	24.70	62.50	62.40	172.00	1062.70
2000	191.70	194.60	227.60	63.10	53.60	2.70	19.20	29.10	23.90	131.70	65.40	168.20	1191.30
2001	206.10	123.00	242.70	69.50	30.00	4.10	21.40	10.20	47.10	71.40	109.70	46.50	983.70
2002	82.70	211.70	240.50	73.50	36.90	6.10	32.60	16.80	57.40	98.30	148.00	134.00	1136.70
2003	163.20	163.90	197.30	111.60	30.60	0.00	6.60	12.20	39.60	139.20	65.90	163.60	1146.10
2004	34.90	172.70	150.00	76.10	6.70	10.20	7.20	14.70	60.70	114.40	77.30	184.00	936.90
2005	66.10	154.30	143.30	114.80	5.90	0.00	0.00	13.30	26.30	35.40	29.00	139.60	746.20
2006	229.70	121.00	247.60	90.00	3.60	4.70	1.10	49.00	39.30	102.10	121.60	133.00	1142.70
2007	247.60	138.20	225.00	102.10	31.10	5.10	0.00	0.00	30.10	64.70	60.60	120.30	1035.00
2008	162.70	236.60	60.00	47.20	10.30	2.70	0.00	16.00	44.90	66.90	43.00	131.70	847.00
2009	152.10	173.30	162.10	67.30	17.80	4.40	2.30	13.10	42.50	66.70	63.60	134.40	911.60
Nº AÑOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21.00
MEDIA	162.49	167.56	172.25	68.53	21.66	9.01	6.12	19.11	39.54	91.48	77.26	129.06	966.06
D. Est.	56.11	41.30	56.21	40.34	16.80	11.28	8.45	15.36	16.34	28.76	41.56	45.33	150.66

Cuadro 8.2.13: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Yauyos

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1991	67.70	66.00	49.00	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	166.10
1992	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60	1.30	5.30	21.70
1993	59.10	44.00	69.80	15.50	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	21.90	29.20	6.50	267.70
1994	63.20	101.20	21.10	20.50	13.40	1.90	0.00	0.00	0.00	0.70	26.50	14.10	262.60
1995	35.60	16.40	49.60	12.40	0.30	0.00	0.00	0.00	5.40	3.50	30.00	52.00	207.10
1996	91.60	97.90	48.00	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	2.10	26.70	277.10
1997	44.20	61.10	9.90	0.40	1.40	0.00	0.00	0.70	2.40	14.60	17.10	66.70	220.70
1998	95.10	54.50	98.90	24.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	8.70	23.30	305.20
1999	77.90	141.30	56.40	22.40	23.30	0.00	0.00	0.00	3.30	20.30	6.60	53.60	404.20
2000	67.20	113.60	89.60	7.40	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.30	4.50	40.10	363.90
2001	86.10	59.90	61.60	15.30	0.60	0.00	0.00	0.00	2.10	6.60	16.70	6.70	261.60
2002	34.10	68.70	62.10	26.70	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	22.00	39.60	269.60
2003	39.60	72.50	50.90	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	6.00	63.10	259.00
2004	17.60	51.70	52.30	23.50	0.00	2.00	0.00	0.00	6.60	6.00	15.00	78.40	253.60
2005	32.60	5.10	47.60	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.50	168.60
2006	66.40	62.20	128.30	21.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	45.30	356.40
2007	49.90	42.20	58.10	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70	0.00	23.80	210.50
2008	106.90	106.50	44.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.30	29.10	405.20
2009	60.10	95.70	60.20	17.60	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.40	20.70	306.70
Nº AÑOS	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19.00
MEDIA	61.46	66.63	57.74	13.74	2.96	0.21	0.00	0.04	1.05	6.40	16.66	36.65	263.57
D. Est.	29.66	36.34	30.56	9.57	6.15	0.62	0.00	0.16	2.05	6.99	26.63	26.34	69.39

Cuadro 8.2.14: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000)
estación Hacienda Cochas

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	95.10	104.80	155.40	56.00	26.50	10.20	0.00	15.20	12.90	56.60	56.50	35.50	624.80
1958	81.80	101.30	105.60	34.30	23.90	3.60	8.70	8.70	16.20	83.30	10.80	38.50	522.70
1959	61.60	140.50	107.10	92.10	28.30	26.20	0.00	3.30	134.80	48.10	83.10	102.30	807.40
1960	134.20	133.60	93.30	110.90	13.20	0.30	8.80	31.80	44.90	80.80	83.40	45.80	750.00
1961	150.50	166.20	135.80	105.90	52.70	0.40	0.00	18.30	51.60	38.90	116.20	131.00	966.50
1962	120.40	76.10	118.80	50.50	11.30	0.00	4.40	0.10	25.80	26.80	74.70	110.50	619.40
1963	228.20	152.50	220.10	56.80	13.20	8.40	0.80	9.10	48.90	41.30	81.30	103.80	984.20
1964	59.00	90.70	205.30	109.20	39.90	0.00	2.80	14.00	47.80	53.30	72.10	36.80	731.90
1965	68.10	105.30	101.10	80.70	6.90	0.80	13.80	47.10	48.00	28.90	42.70	158.00	701.40
1966	114.60	95.80	136.10	17.50	24.90	3.80	0.00	1.50	7.50	166.90	88.30	159.00	615.90
1967	99.50	169.70	187.70	50.80	34.80	9.00	15.80	17.40	17.70	68.00	33.90	88.10	792.40
1968	82.50	61.70	106.50	16.70	9.20	18.50	3.80	32.50	86.70	78.50	81.90	81.90	640.20
1969	61.10	89.50	118.50	47.70	32.60	1.10	7.30	13.40	12.40	52.70	64.80	107.60	609.50
1970	123.10	88.30	12.80	88.40	17.80	0.00	2.60	0.00	38.10	63.10	42.50	144.20	600.90
1971	78.30	183.00	204.90	39.90	9.00	0.00	0.00	0.00	8.40	40.60	37.40	138.70	738.20
1972	81.60	117.40	168.00	88.70	22.00	0.00	17.80	0.00	42.10	68.60	50.30	78.20	732.90
1973	174.60	170.90	170.90	56.90	6.00	3.50	18.50	7.50	57.20	96.30	80.00	104.00	928.30
1974	95.30	161.40	82.10	52.70	10.40	3.50	0.40	0.00	15.20	43.40	58.80	88.90	612.90
1975	77.70	101.50	149.20	44.60	20.90	3.70	1.80	12.00	44.30	49.60	42.50	64.50	612.50
1976	109.30	145.90	150.50	59.30	33.60	0.50	1.20	1.10	29.90	39.20	36.90	125.00	732.40
1977	88.50	139.70	173.00	38.80	21.20	1.20	1.40	7.80	29.60	39.00	37.00	121.10	698.30
1978	142.80	123.40	174.50	58.70	25.40	0.30	1.10	3.20	29.80	80.70	48.50	80.30	748.70
1979	54.10	125.00	171.60	46.90	22.20	1.10	0.50	18.80	50.60	50.10	37.70	106.00	684.80
1980	111.20	130.90	142.30	58.20	10.90	0.60	0.30	2.70	19.90	85.40	77.40	60.70	700.50
1981	98.00	126.40	150.80	56.00	22.30	0.40	1.40	0.50	29.80	48.90	73.80	92.30	696.60
1982	94.20	83.80	142.60	86.40	16.50	0.20	0.90	6.10	32.30	83.70	43.10	177.00	746.70
1983	62.20	130.00	150.00	94.90	22.60	0.30	11.40	5.70	17.00	30.50	94.30	64.20	683.10
1984	134.30	145.20	185.20	43.70	24.90	0.00	1.60	17.10	42.70	96.30	56.00	67.70	814.70
1985	61.60	86.80	142.20	89.80	6.90	1.90	1.00	3.70	40.80	83.00	55.80	100.40	653.70
1986	85.80	131.00	147.30	88.00	6.50	1.00	0.00	14.00	37.20	47.40	78.40	98.00	712.60
1987	100.70	144.50	122.00	56.90	22.50	0.60	2.00	23.10	50.50	32.30	86.80	123.80	765.70
1988	111.60	128.80	124.50	42.50	17.40	1.80	5.50	10.70	19.20	40.80	59.60	101.40	683.80
1989	88.70	140.70	125.50	62.90	20.90	0.90	1.50	6.10	26.00	38.00	67.90	175.70	759.80
1990	105.70	101.50	170.10	48.30	19.00	0.70	1.20	14.80	18.40	39.20	84.00	103.40	706.30
1991	65.90	83.70	31.90	72.30	16.00	4.10	0.90	20.10	24.70	96.80	87.80	144.00	626.00
1992	64.10	129.80	135.90	37.40	16.90	0.90	2.50	28.40	48.90	40.30	53.80	181.90	765.80
1993	148.90	120.30	170.00	82.00	16.80	0.50	14.40	0.40	16.70	95.70	85.90	78.30	807.90
1994	82.40	159.00	171.60	107.30	15.90	0.20	14.00	2.80	94.00	51.20	74.10	77.80	850.10
1995	126.90	147.50	171.60	67.30	11.50	2.00	0.50	12.60	22.20	29.30	65.70	82.10	739.20
1996	59.30	123.10	171.60	85.30	27.50	0.00	44.10	2.20	16.00	61.10	97.00	58.10	728.20
1997	58.20	147.70	156.10	44.60	11.80	0.10	2.50	22.60	50.10	74.70	32.70	110.40	721.50
1998	95.40	107.30	164.40	77.50	9.40	0.00	7.70	31.70	79.50	36.80	71.70	52.10	734.50
1999	105.60	141.00	120.50	13.80	7.70	2.80	2.80	0.40	17.50	40.40	78.10	74.00	602.40
2000	128.10	92.10	169.70	88.10	22.60	4.80	0.00	0.50	27.70	46.70	85.60	25.40	671.30
2001	93.90	132.90	127.60	49.00	16.10	0.20	0.80	0.90	15.70	65.30	44.00	173.20	710.30
2002	164.80	153.20	163.60	41.20	20.20	8.10	0.70	17.00	21.20	78.20	22.20	138.70	819.30
2003	197.00	127.90	170.70	72.40	40.70	11.00	0.90	25.50	16.60	56.50	46.40	97.40	883.00
2004	77.90	88.00	157.10	73.70	57.20	0.00	2.50	0.00	44.00	30.60	71.30	116.80	718.90
2005	88.60	112.90	141.20	27.70	15.60	6.70	4.50	22.10	38.20	50.90	52.40	107.20	688.40
2006	91.10	98.50	52.40	38.10	34.90	1.40	0.00	30.00	60.00	34.50	55.70	95.50	590.10
2007	157.70	166.50	170.20	95.70	27.20	0.90	0.20	0.30	33.50	41.60	71.10	98.60	863.50
2008	74.60	115.30	59.40	61.70	24.90	0.10	1.60	8.70	11.90	108.50	53.70	80.10	620.50
2009	88.90	171.30	171.60	86.60	8.90	0.90	0.10	1.30	13.90	34.30	51.50	89.60	686.90
Nº AÑOS	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53.00
MEDIA	102.07	124.74	142.26	60.93	20.80	2.82	4.42	11.18	35.18	57.19	61.80	100.05	723.42
D. Est.	36.52	26.63	41.49	23.33	10.99	4.87	7.46	11.14	23.15	25.78	20.54	37.82	94.11

Cuadro 8.2.15: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000)
estación Hacienda Pachacayo

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	106.00	231.40	147.10	77.50	23.80	11.20	1.50	14.80	35.90	77.90	22.90	66.10	815.90
1958	60.00	117.40	71.30	24.30	6.20	3.60	8.70	0.00	6.70	47.80	28.20	104.50	478.70
1959	93.60	122.00	170.50	68.20	1.90	25.30	1.80	17.60	22.70	63.70	50.50	119.60	757.40
1960	63.40	144.50	65.60	51.00	22.90	0.00	0.00	13.40	36.20	48.60	128.30	46.60	600.90
1961	143.00	159.50	109.30	58.20	24.80	0.20	0.40	-2.80	28.30	52.00	70.60	175.00	824.10
1962	115.60	196.40	158.30	70.00	5.10	0.00	0.30	4.90	6.60	44.80	64.40	103.50	799.70
1963	175.50	108.90	146.50	61.20	6.00	2.90	0.00	1.80	37.50	55.30	70.10	98.70	768.40
1964	72.50	166.30	165.50	73.00	23.30	0.00	0.00	9.00	44.00	59.40	54.50	63.40	732.90
1965	115.50	62.00	66.50	56.20	8.30	0.00	7.40	12.60	34.30	22.00	34.30	71.50	612.60
1966	100.90	90.70	86.00	37.10	30.10	2.50	0.00	12.30	28.70	71.30	100.70	175.20	735.50
1967	88.80	175.00	200.70	27.40	15.20	8.40	18.90	16.50	5.60	91.70	43.40	31.80	723.60
1968	48.90	65.80	91.70	1.00	8.20	13.20	7.90	16.30	28.20	30.20	153.90	160.10	628.40
1969	57.80	123.10	111.30	21.00	1.10	0.90	0.00	1.80	1.60	1.40	38.60	103.70	462.50
1970	116.00	5.70	66.50	68.30	17.30	1.10	0.00	0.00	53.00	78.10	23.00	147.40	579.40
1971	108.80	149.50	131.80	66.60	6.80	2.70	2.90	23.60	19.90	62.20	50.90	96.30	712.00
1972	141.00	917.00	148.50	57.50	10.90	0.00	2.50	0.00	40.60	95.00	44.20	94.10	1551.30
1973	189.20	192.00	154.40	62.20	13.70	8.60	0.40	23.90	29.00	92.60	40.50	109.00	915.50
1974	94.60	182.80	101.40	52.10	0.00	21.60	0.00	5.10	25.40	15.60	54.10	61.70	814.40
1975	60.30	178.70	117.20	35.30	19.60	11.90	0.20	2.70	29.40	18.20	63.30	75.30	610.10
1976	161.00	159.80	102.90	70.60	15.70	0.90	2.20	3.10	22.40	27.80	29.60	118.20	714.40
1977	90.70	95.00	133.90	29.50	16.60	4.70	0.60	2.80	18.60	52.70	41.70	124.30	811.10
1978	125.10	286.40	78.60	46.10	13.90	1.60	0.70	2.60	40.30	63.40	27.10	69.70	777.50
1979	53.80	67.90	158.00	5.10	12.20	5.20	0.50	5.40	27.50	69.80	51.20	96.30	553.70
1980	119.40	194.10	151.10	64.90	2.10	1.90	3.20	0.60	16.10	76.70	69.20	65.50	785.00
1981	125.40	97.00	136.20	71.00	20.70	0.10	0.30	1.90	42.00	68.10	36.20	135.60	753.50
1982	103.60	292.00	61.10	25.50	16.50	0.50	0.10	0.70	31.60	93.50	44.10	152.40	821.60
1983	51.70	137.10	116.80	50.60	13.70	0.60	0.60	29.40	20.10	46.40	57.20	75.70	600.30
1984	156.60	160.20	160.10	56.90	18.60	0.00	0.30	5.30	28.10	92.30	66.80	96.60	862.00
1985	54.40	142.20	94.60	71.60	1.70	3.70	0.10	8.40	18.30	58.10	68.00	94.60	814.10
1986	68.70	157.00	124.00	74.50	1.60	4.80	7.20	5.20	26.90	32.60	38.30	60.50	624.30
1987	115.00	244.10	100.40	54.90	12.20	0.50	0.40	28.70	26.30	49.30	37.70	128.80	763.30
1988	111.50	240.80	122.90	46.50	13.50	1.20	2.90	6.00	22.10	32.60	42.70	108.10	752.80
1989	65.00	158.60	61.20	62.30	18.10	1.40	0.10	2.20	22.00	30.60	31.40	98.00	691.10
1990	66.10	217.00	74.00	27.90	17.60	1.20	0.20	1.60	23.90	25.70	53.10	70.60	601.00
1991	65.90	83.70	31.90	72.30	16.00	4.10	0.90	20.10	24.70	96.80	67.60	144.00	625.00
1992	84.10	129.80	138.90	37.40	18.90	0.90	2.50	28.40	48.90	40.30	53.60	181.90	765.80
1993	146.90	120.30	170.00	62.00	16.80	0.50	14.40	0.40	16.70	95.70	85.90	78.30	807.90
1994	82.40	159.00	171.60	107.30	15.90	0.20	14.00	2.80	94.00	51.20	74.10	77.60	850.10
1995	126.90	147.50	171.60	67.30	11.50	2.00	0.50	12.60	22.20	29.30	65.70	82.10	739.20
1996	59.30	123.10	171.60	65.30	27.50	0.00	44.10	2.20	16.00	61.10	97.90	58.10	726.20
1997	68.20	147.70	156.10	44.60	11.80	0.10	2.50	22.60	50.10	74.70	32.70	110.40	721.50
1998	96.40	107.30	164.40	77.50	9.40	0.00	7.70	31.70	79.50	38.60	71.70	52.10	734.50
1999	105.60	141.00	120.50	13.80	7.70	2.60	2.60	0.40	17.50	40.40	76.10	74.00	602.40
2000	128.10	92.10	169.70	68.10	22.60	4.60	0.00	0.50	27.70	46.70	65.60	25.40	671.30
2001	93.90	132.60	127.60	49.00	16.10	0.20	0.60	0.90	15.70	65.30	44.00	173.20	719.30
2002	154.80	153.20	163.60	41.20	20.20	8.10	0.70	17.00	21.20	78.20	22.20	138.70	819.30
2003	197.00	127.90	170.70	72.40	40.70	11.00	0.90	25.50	16.60	58.50	46.40	97.40	863.00
2004	77.90	86.00	167.10	73.70	57.20	0.00	2.50	0.00	44.00	30.90	71.30	116.60	718.90
2005	88.80	112.60	141.20	27.70	15.60	6.70	4.50	22.10	38.20	50.90	52.40	107.20	668.40
2006	91.10	96.50	52.40	36.10	34.90	1.40	0.00	30.00	60.00	34.50	56.70	95.50	590.10
2007	157.70	168.50	170.20	95.70	27.20	0.90	0.20	0.30	33.50	41.60	71.10	98.60	863.50
2008	74.60	115.30	59.40	81.70	24.90	0.10	1.60	8.70	11.90	108.50	53.70	80.10	620.50
2009	96.90	171.30	171.60	66.60	8.90	0.60	0.10	1.30	13.60	34.30	51.50	99.60	689.90
Nº AÑOS	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53.00
MEDIA	103.41	159.58	126.92	54.38	15.93	3.53	3.26	9.67	29.33	55.79	57.53	99.76	719.09
D. Est.	36.28	119.14	39.62	21.84	10.41	5.29	6.99	9.91	16.69	25.15	25.63	36.54	155.75

Cuadro 8.2.16: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Huantán

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	52.00	72.80	289.80	291.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	2.70	256.10	991.70
1958	49.80	131.80	54.70	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.40	229.30	476.60
1959	129.70	102.40	318.00	62.40	0.20	0.00	0.00	0.20	0.40	0.80	1.80	39.60	855.80
1960	49.70	40.40	52.90	4.90	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	1.30	16.80	219.70	385.80
1961	177.70	102.40	92.80	25.50	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.40	1.00	16.70	418.50
1962	151.30	181.30	290.30	38.80	1.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.60	20.10	684.50
1963	363.80	162.40	114.90	26.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	2.40	32.00	702.90
1964	43.10	56.00	185.50	79.30	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	1.30	8.80	189.20	543.30
1965	154.50	98.90	84.00	23.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	6.50	348.00
1966	59.80	98.50	50.10	19.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	118.10	68.50	12.70	425.10
1967	49.80	151.90	285.30	30.40	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	32.00	16.00	101.30	748.80
1968	17.80	102.40	89.60	1.80	1.30	0.00	0.00	0.10	0.20	0.70	10.70	102.10	329.70
1969	24.50	77.20	116.80	8.80	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	23.80	260.40
1970	129.80	184.00	51.80	21.70	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	4.70	1.20	6.00	381.40
1971	112.70	98.50	201.80	187.00	18.60	0.00	0.00	2.10	0.00	7.80	5.10	71.50	884.10
1972	151.60	89.60	486.90	71.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	28.30	18.80	132.00	1000.10
1973	224.10	83.00	348.30	150.40	0.30	0.00	0.00	5.00	8.00	21.50	48.60	101.60	958.80
1974	156.90	147.90	134.40	38.80	11.40	0.00	0.00	4.80	0.00	0.00	12.40	45.60	563.20
1975	24.80	50.50	145.40	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50	156.40	402.20
1976	288.80	144.00	96.80	48.80	0.00	0.00	13.80	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	593.80
1977	87.90	202.00	126.70	24.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	24.40	444.80
1978	153.40	17.70	30.70	11.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	0.00	70.80	293.70
1979	8.80	221.80	228.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	26.30	46.60	535.10
1980	179.40	207.90	256.20	48.00	12.50	0.00	7.80	0.00	0.00	28.50	97.50	188.90	1026.50
1981	217.80	391.10	134.90	79.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	6.60	1.00	47.80	879.00
1982	129.30	188.40	14.40	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	286.60	138.40	0.00	737.60
1983	12.50	8.10	135.20	9.10	0.00	0.00	0.00	7.20	0.00	0.00	4.20	133.20	308.50
1984	282.40	308.50	220.40	45.40	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	62.80	248.50	133.80	1308.80
1985	14.20	167.80	82.70	84.50	26.80	0.00	0.00	0.10	0.00	2.80	31.30	52.90	422.90
1986	48.40	178.00	140.00	120.00	18.20	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	87.30	577.40
1987	160.80	136.80	97.20	14.30	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	20.90	433.10
1988	163.60	99.40	145.40	32.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.10	39.30	481.00
1989	87.80	93.80	47.80	32.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	281.80
1990	61.70	31.00	23.90	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	44.00	165.50
1991	24.00	94.90	436.70	143.40	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	35.30	97.00	6.00	835.50
1992	150.60	255.30	52.90	1.70	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.10	0.10	0.70	482.20
1993	116.40	148.00	102.60	37.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	38.10	74.40	83.20	569.90
1994	209.60	263.20	401.20	44.70	0.00	0.00	0.00	0.30	1.40	1.60	7.60	81.30	1000.90
1995	251.00	129.80	92.30	55.00	4.10	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	59.60	591.90
1996	37.00	100.50	84.30	0.20	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	3.00	21.10	236.90	464.20
1997	36.50	51.00	147.20	7.10	1.30	0.20	0.00	0.00	0.00	8.50	6.60	45.70	308.10
1998	147.10	287.80	63.70	25.10	0.80	0.00	0.00	0.00	0.70	0.60	0.90	191.20	717.90
1999	113.60	208.10	77.60	58.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.50	115.10	574.50
2000	87.80	102.10	132.00	27.80	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.20	1.40	196.50	528.00
2001	204.10	46.60	377.20	15.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	36.90	1.80	687.10
2002	289.80	128.10	96.10	38.80	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	40.80	26.10	19.80	619.80
2003	143.90	194.30	204.20	270.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	12.10	78.20	910.00
2004	63.30	55.10	225.70	30.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	6.40	380.80
2005	28.00	88.20	56.40	11.70	0.00	0.00	0.00	0.80	0.10	0.30	0.10	85.40	251.00
2006	85.80	98.50	157.90	42.80	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.10	100.10	485.70
2007	239.20	106.50	109.00	54.70	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.40	0.90	92.10	604.30
2008	99.80	63.40	37.90	7.70	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	38.30	90.80	207.80	545.60
2009	123.60	43.10	18.70	4.70	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	5.80	12.00	214.20
Nº AÑOS	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53.00
MEDIA	122.46	126.90	151.02	47.03	1.95	0.14	0.58	0.48	0.23	14.81	21.94	80.02	569.54
D. Est.	83.85	77.80	114.61	80.13	5.31	0.96	2.33	1.37	1.12	40.71	44.07	72.88	243.83

Cuadro 8.2.17: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Siria

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1948	149.20	141.00	92.40	101.30	33.00	13.20	15.40	0.00	17.10	95.80	48.70	31.20	738.30
1949	100.40	1007.30	112.10	81.40	7.30	19.40	15.40	3.60	14.30	-35.00	52.10	104.60	1533.10
1950	147.30	161.10	100.40	68.60	8.20	0.30	-3.20	-3.60	16.20	34.30	95.70	139.10	778.00
1951	132.80	184.80	190.30	40.50	0.70	2.40	0.00	0.10	1.60	85.00	103.70	190.00	822.70
1952	183.70	103.80	208.60	32.00	3.00	3.40	0.40	9.00	59.60	21.20	75.70	94.90	795.10
1953	147.10	165.70	147.70	105.90	65.20	3.10	1.00	13.00	25.60	46.20	160.80	58.60	936.90
1954	134.30	158.90	82.20	50.40	48.20	9.50	10.00	1.80	34.30	54.40	107.40	92.40	779.60
1955	107.70	128.70	126.90	58.60	7.40	16.80	0.80	0.00	27.40	27.50	15.10	39.00	563.60
1956	88.60	174.80	79.30	55.50	2.10	0.00	0.00	0.00	20.20	17.40	8.60	13.20	469.10
1957	133.40	126.80	103.40	19.60	36.60	5.90	1.90	3.00	19.40	44.50	39.30	74.30	607.10
1958	36.60	77.60	107.20	17.40	2.40	0.00	0.50	2.00	13.20	41.30	37.40	17.00	352.80
1959	58.00	158.90	113.20	54.40	15.40	7.60	0.00	2.90	52.00	80.70	47.40	126.70	695.40
1960	177.10	85.20	61.80	53.80	0.00	0.00	0.00	8.40	44.30	40.70	64.50	30.40	564.00
1961	113.40	79.90	144.30	52.80	43.60	3.20	0.00	0.00	32.60	12.50	108.60	107.20	695.90
1962	128.30	93.90	113.00	52.30	2.60	0.00	2.50	0.00	36.70	36.60	48.80	63.60	578.30
1963	161.10	129.00	146.20	61.30	5.10	3.00	0.00	6.20	8.50	36.80	102.60	115.00	794.60
1964	52.20	95.10	178.40	82.80	23.30	0.00	0.00	0.00	17.10	49.90	62.00	84.50	825.10
1965	91.30	182.50	122.20	27.70	4.80	0.80	7.10	17.70	25.60	28.10	30.80	126.60	685.20
1966	139.80	65.20	117.80	47.40	11.20	0.10	1.90	0.00	79.60	139.30	36.30	131.40	770.10
1967	189.30	103.80	118.70	32.10	4.20	2.80	1.10	0.70	28.10	36.80	33.70	91.20	822.30
1968	89.80	88.60	80.90	19.90	1.40	0.40	0.20	0.20	15.00	41.90	52.70	67.10	478.10
1969	85.30	95.50	89.30	102.20	71.80	0.70	0.70	1.90	15.00	32.40	115.90	63.20	834.00
1970	101.50	273.70	121.20	12.50	2.30	16.30	0.30	0.70	17.70	75.50	68.70	31.20	722.60
1971	85.00	149.60	197.20	38.80	1.90	1.80	0.00	0.00	17.70	26.70	101.00	61.80	881.50
1972	16.00	83.10	139.90	99.40	18.30	0.00	0.10	0.70	18.40	63.30	57.70	46.60	565.50
1973	175.10	102.10	200.10	119.60	28.10	12.40	0.40	0.00	54.00	27.20	41.80	27.60	788.40
1974	110.00	83.70	122.80	44.90	9.20	4.90	0.10	0.30	41.00	51.10	35.10	25.00	528.10
1975	109.40	83.10	118.30	38.90	19.00	0.80	0.10	7.20	48.50	32.80	19.60	173.00	648.40
1976	137.30	98.20	84.20	67.40	13.60	1.50	1.20	0.00	28.70	56.20	97.20	81.80	685.30
1977	82.60	799.00	133.60	84.80	102.80	5.40	17.20	5.00	25.20	29.80	48.80	29.40	1333.60
1978	100.80	89.40	101.80	52.30	0.10	10.20	4.60	0.20	19.00	74.80	42.00	113.80	605.10
1979	164.90	124.70	131.90	15.80	30.00	3.30	0.20	0.50	51.60	103.30	58.20	22.40	708.60
1980	124.50	141.20	109.70	24.40	0.30	0.60	0.10	7.90	8.10	25.70	52.10	47.10	541.70
1981	72.10	99.50	111.90	34.30	0.50	0.50	0.00	4.10	1.10	84.70	27.40	176.80	592.90
1982	145.60	117.80	98.00	48.80	1.90	0.00	0.30	1.80	20.70	48.40	13.10	30.90	525.30
1983	56.00	90.90	88.70	54.40	23.40	0.20	1.10	0.00	16.10	24.90	69.70	83.20	508.60
1984	120.60	181.70	148.60	47.20	11.40	6.40	0.80	23.60	54.00	68.60	45.20	120.60	831.90
1985	150.40	89.80	103.90	34.00	3.60	0.00	0.30	3.40	14.20	21.80	38.80	94.20	554.40
1986	96.50	142.40	170.10	49.50	9.30	0.60	2.20	0.00	50.70	54.50	145.60	145.30	866.70
1987	203.00	88.60	153.20	25.20	3.60	0.50	2.00	0.00	57.90	22.10	72.80	12.20	661.10
1988	156.40	426.80	111.00	73.70	5.80	0.00	0.50	2.00	31.10	43.40	138.80	115.30	1102.90
1989	147.60	192.80	67.00	51.50	2.60	0.20	2.70	0.00	44.00	40.40	48.10	79.30	678.20
1990	97.70	85.70	116.10	52.70	5.90	0.00	0.00	0.10	38.20	36.40	47.70	88.20	566.70
1991	106.20	102.80	149.40	24.60	26.60	0.10	3.30	0.30	2.10	10.60	24.20	94.30	543.50
1992	198.00	205.30	133.30	39.00	83.90	17.10	0.90	2.60	25.90	51.70	22.90	90.10	871.70
1993	72.70	84.60	168.50	27.90	4.80	1.90	0.00	32.90	22.90	24.60	34.60	111.80	587.40
1994	125.20	914.60	180.50	42.40	18.90	10.10	1.50	16.10	44.50	34.60	131.10	28.50	1528.20
1995	79.90	87.10	74.80	51.80	6.60	1.50	0.60	50.20	12.90	34.60	33.20	33.40	466.60
1996	58.10	83.60	136.30	101.10	13.80	9.30	1.30	1.80	32.40	38.10	59.80	37.50	573.10
1997	144.80	127.90	123.10	41.80	30.10	21.40	14.90	2.90	6.80	30.40	77.80	97.80	719.80
1998	145.30	105.40	88.50	42.90	3.90	0.20	2.80	0.00	26.90	174.40	102.90	123.80	817.00
1999	144.10	200.30	46.30	82.00	51.00	15.30	5.50	0.50	34.50	26.30	15.90	59.90	681.60
2000	89.80	88.80	141.00	38.40	3.70	0.10	0.10	0.40	29.20	17.50	34.60	101.70	545.40
2001	167.40	90.70	72.30	69.00	1.10	0.10	12.00	1.30	43.00	30.40	28.70	68.00	582.00
2002	211.40	175.50	183.00	30.60	0.10	6.90	0.10	3.20	11.60	28.00	149.40	155.40	935.20
2003	160.80	87.30	127.40	84.20	5.30	3.70	0.00	0.60	53.10	46.00	58.40	103.80	730.60
2004	136.90	318.60	113.10	28.30	9.30	3.70	16.90	0.20	-41.40	119.40	122.50	129.50	1039.80
2005	129.20	83.30	109.80	76.00	1.90	1.10	0.00	0.90	-41.90	29.60	21.70	71.70	585.90
2006	135.50	126.40	107.80	42.80	23.00	30.30	7.90	0.70	8.90	52.90	30.90	81.20	828.10
2007	143.80	155.80	108.10	64.90	9.90	2.50	0.00	1.30	14.20	35.60	105.90	110.90	753.00
2008	113.50	158.10	170.30	50.20	7.80	1.00	2.30	0.00	54.70	47.50	162.70	138.00	904.20
2009	192.10	84.20	146.40	29.00	3.40	0.70	2.10	0.00	57.90	19.30	79.40	15.70	630.20
N° ANOS	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62.00
MEDIA	123.19	167.82	122.34	52.11	15.87	4.60	2.71	3.96	29.39	48.16	64.70	80.81	713.78
D. Est.	42.59	178.08	35.37	24.67	21.38	6.50	4.83	8.46	17.34	29.67	39.65	42.31	223.19

Cuadro 8.2.18: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Sunga

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1948	152.50	158.00	102.10	71.10	38.90	11.90	15.20	0.00	25.80	38.80	52.80	31.80	697.70
1949	85.00	114.80	127.80	51.80	14.80	18.30	20.90	0.00	13.70	41.80	89.80	111.40	852.30
1950	146.90	137.00	129.30	71.70	0.00	0.40	0.00	0.00	8.90	29.10	64.40	134.70	722.40
1951	144.40	179.30	229.40	44.40	9.90	1.50	0.00	1.00	0.20	42.20	101.70	133.60	887.60
1952	183.00	130.70	170.50	43.50	0.40	6.20	0.40	13.00	89.70	47.50	108.40	94.00	867.30
1953	151.60	170.20	118.10	124.70	21.30	8.40	3.80	2.70	23.10	99.30	205.20	85.80	992.20
1954	183.90	187.70	104.10	84.50	45.60	10.90	11.90	0.10	32.50	58.20	118.50	121.70	937.70
1955	117.10	155.20	197.10	38.60	8.90	26.40	0.00	0.20	37.80	44.80	14.50	43.90	684.30
1956	95.80	195.10	113.80	40.90	9.30	0.00	0.00	0.00	24.50	32.20	7.10	13.20	531.90
1957	131.50	133.90	115.30	46.20	22.90	7.90	1.80	0.00	2.50	34.00	50.60	105.20	651.80
1958	83.50	119.90	124.00	30.50	4.80	0.00	0.50	0.50	7.10	47.80	58.70	35.30	482.20
1959	79.50	93.50	165.80	99.60	25.40	8.40	0.50	0.90	69.30	85.60	58.40	180.30	845.00
1960	112.80	111.80	80.80	71.90	0.00	0.00	0.20	4.40	43.70	41.90	80.00	48.80	596.30
1961	168.90	174.00	160.80	73.10	37.80	3.50	0.00	0.00	30.80	17.20	188.40	161.80	1015.90
1962	182.30	122.40	137.20	73.70	2.70	0.00	0.00	0.00	44.40	35.20	46.70	88.80	741.40
1963	286.70	155.70	150.10	81.70	5.80	3.80	0.00	15.20	11.40	59.90	112.80	125.00	970.10
1964	57.60	110.90	234.40	92.20	24.50	0.00	0.00	1.50	32.50	57.40	83.10	72.40	769.50
1965	109.30	199.10	132.50	28.00	4.80	0.00	6.80	18.30	27.80	31.10	35.40	128.70	719.40
1966	148.40	88.10	121.40	80.80	11.90	0.00	0.00	1.30	83.00	142.60	57.80	134.90	848.10
1967	206.60	141.70	142.20	43.90	15.20	2.90	0.80	0.10	27.50	38.40	36.20	98.80	753.10
1968	140.00	102.20	126.10	27.40	3.00	0.30	0.10	0.40	15.60	37.10	99.50	101.80	613.50
1969	92.00	128.90	95.90	92.70	28.30	3.30	0.30	0.00	8.80	71.30	103.60	54.10	679.00
1970	125.40	149.70	173.10	21.30	5.60	11.90	0.30	2.40	5.40	32.80	89.10	25.30	842.30
1971	121.30	128.00	177.50	42.80	10.50	2.20	0.00	0.10	20.80	54.50	145.90	63.60	765.20
1972	34.80	94.40	144.80	106.00	28.80	0.00	0.00	30.40	12.20	49.00	87.80	58.40	844.10
1973	138.60	169.10	204.30	132.20	15.20	10.70	0.10	0.50	79.40	41.90	58.70	38.30	877.00
1974	117.90	101.80	133.90	48.80	10.80	6.40	0.00	0.10	74.90	78.70	99.70	47.10	679.90
1975	177.90	80.70	148.80	38.80	18.80	0.70	0.10	52.50	57.10	48.00	9.40	181.00	813.80
1976	130.70	88.40	87.70	83.10	38.30	2.30	0.00	0.00	38.60	54.20	121.40	81.90	724.80
1977	81.80	107.10	142.80	101.30	42.10	11.10	9.80	0.10	17.10	47.20	84.70	53.30	695.10
1978	181.00	145.50	122.00	45.70	1.90	9.60	1.30	0.00	6.60	69.00	70.50	139.10	792.40
1979	179.70	150.70	185.80	43.20	44.30	3.60	0.00	1.40	49.80	129.60	85.00	35.50	900.80
1980	133.80	131.10	127.80	28.30	3.70	0.90	0.70	7.00	2.40	24.70	71.90	51.60	580.90
1981	105.70	171.40	87.40	55.90	0.00	2.40	0.00	0.10	1.10	37.80	10.90	184.50	688.00
1982	218.20	115.20	114.10	43.70	4.30	0.00	0.00	0.10	13.40	28.10	38.90	38.10	610.10
1983	150.00	132.80	112.30	97.70	25.70	0.00	0.00	28.00	19.50	32.10	98.10	125.60	821.70
1984	83.50	158.00	170.10	44.60	27.60	10.90	3.90	0.50	52.30	60.90	55.90	143.50	809.70
1985	240.00	112.90	137.40	49.50	1.40	0.00	0.20	0.00	21.10	36.60	74.30	120.50	793.90
1986	97.50	208.00	196.10	82.30	29.50	0.40	2.00	0.30	49.60	62.80	178.40	159.60	1044.50
1987	143.70	128.00	208.40	40.80	15.90	0.10	0.00	0.20	77.80	55.30	84.90	22.00	778.90
1988	142.60	187.00	107.90	105.70	17.00	0.00	0.20	0.20	14.90	47.70	160.10	131.50	924.80
1989	99.40	103.00	85.70	49.30	0.10	0.30	0.50	0.40	34.70	45.20	49.70	107.00	584.30
1990	91.10	124.20	121.70	56.20	8.70	0.00	0.00	0.10	61.70	41.70	42.80	109.30	657.50
1991	97.80	127.50	121.10	43.60	5.70	0.00	0.40	0.20	4.60	18.80	6.20	88.00	513.30
1992	281.20	197.20	157.50	35.10	72.20	15.60	2.40	1.00	58.90	54.00	42.80	85.50	1004.40
1993	78.20	139.50	192.20	25.30	1.90	2.00	13.40	4.90	50.80	41.10	85.10	95.80	720.20
1994	112.40	199.40	184.40	88.30	33.60	10.70	0.50	37.70	49.30	68.00	150.40	49.40	882.10
1995	93.30	104.50	105.20	38.90	7.90	2.60	7.20	16.80	26.00	53.60	30.60	57.00	542.80
1996	72.90	174.80	183.50	82.80	8.20	11.70	0.90	0.70	30.10	41.30	87.40	49.30	723.60
1997	123.30	115.20	126.20	80.30	43.20	26.80	65.50	0.10	1.80	56.50	113.60	133.30	883.90
1998	214.20	221.90	120.10	51.10	2.40	0.20	0.10	0.00	19.90	80.80	128.50	143.40	982.80
1999	180.10	151.00	75.20	117.80	31.20	12.90	4.10	0.20	40.80	20.10	16.70	85.70	718.80
2000	150.50	144.80	178.60	38.70	0.60	0.00	0.10	0.10	27.40	35.80	43.80	115.10	733.30
2001	188.50	151.80	88.70	80.20	0.00	0.10	0.70	0.10	38.40	24.20	39.50	101.10	671.40
2002	283.30	144.70	210.40	43.70	3.20	7.50	0.80	0.20	3.80	24.10	127.90	180.40	1009.80
2003	158.00	162.40	148.50	92.30	12.90	2.70	0.10	1.60	66.90	79.10	49.80	143.20	815.30
2004	97.20	189.40	145.30	38.60	2.20	1.40	0.10	3.20	38.10	105.80	123.30	173.00	813.80
2005	176.00	104.90	140.40	86.50	3.40	1.80	0.00	0.00	39.20	36.00	34.80	65.10	689.10
2006	89.00	113.50	114.50	58.40	9.80	12.30	8.80	0.00	9.80	29.20	19.60	58.10	531.00
2007	185.80	177.00	135.00	58.50	25.30	3.50	0.20	0.10	13.20	30.90	118.40	107.10	831.00
2008	110.60	239.00	203.80	59.80	32.40	0.30	1.20	13.90	50.30	80.30	167.50	131.00	1089.90
2009	84.40	118.50	209.40	44.70	15.40	0.00	0.00	0.90	95.80	60.00	81.50	37.00	728.50
N° AÑOS	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62.00
MEDIA	138.53	142.96	144.43	80.30	19.06	4.75	3.01	4.28	32.73	50.37	77.35	95.13	767.89
D. Est.	52.54	38.13	38.74	25.71	15.40	6.21	9.07	9.99	24.54	24.48	45.92	45.68	145.97

Cuadro 8.2.19: Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Yauricocha-Mantaro

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	116.70	108.70	199.40	71.00	20.40	19.40	0.30	50.50	25.90	53.60	44.30	178.10	888.30
1958	144.70	129.80	87.70	71.60	16.90	8.40	13.20	-2.00	14.10	75.70	11.20	163.90	739.20
1959	128.30	160.80	280.80	99.90	36.90	40.70	0.30	33.90	43.00	35.60	38.50	122.60	995.30
1960	188.40	162.00	97.70	94.80	34.40	1.60	1.90	40.40	37.40	54.70	71.80	161.70	948.60
1961	142.20	199.30	111.30	97.60	25.60	0.70	0.10	21.20	37.50	13.50	1443.10	124.90	2217.00
1962	158.50	100.40	249.30	69.70	23.60	0.00	0.30	6.50	14.30	5.80	65.30	83.20	777.10
1963	213.00	204.80	143.60	70.20	9.50	15.10	1.10	7.40	63.30	13.60	112.20	98.70	952.90
1964	133.90	94.50	82.20	97.40	26.90	1.50	0.20	34.60	49.50	33.90	102.70	118.60	775.60
1965	110.80	108.20	117.40	87.10	13.40	0.10	3.00	67.20	41.50	4.60	15.40	37.40	608.10
1966	122.60	105.00	91.70	48.20	11.90	6.70	0.00	13.90	20.00	191.80	271.70	111.50	995.90
1967	132.10	236.20	254.60	129.20	40.60	19.30	8.10	45.30	7.50	61.10	18.40	121.60	1074.20
1968	151.40	73.70	138.70	61.20	14.70	22.40	3.40	100.90	39.90	60.40	124.20	173.60	964.50
1969	64.40	100.20	114.90	98.90	4.20	5.90	9.30	14.80	10.70	27.90	69.50	174.50	715.20
1970	158.60	86.10	130.80	64.30	22.30	7.70	0.20	4.60	156.60	66.40	65.10	140.50	926.20
1971	91.20	167.00	146.70	50.00	7.90	3.70	1.60	20.40	13.60	2.60	3.20	1.10	509.20
1972	75.00	120.00	432.00	188.00	100.50	11.00	54.00	0.00	112.00	68.00	31.00	206.00	1397.50
1973	129.40	293.00	349.00	161.00	22.00	33.00	23.00	49.00	19.00	134.00	129.00	210.00	1551.40
1974	237.00	225.00	127.00	47.00	1.80	12.50	0.00	45.00	70.00	37.00	78.00	58.00	938.30
1975	228.00	200.00	239.00	128.90	38.50	13.40	0.00	25.00	49.30	44.70	79.80	103.80	1150.40
1976	171.50	154.20	158.60	60.40	15.10	19.50	7.60	28.70	54.60	15.70	42.90	113.60	840.60
1977	100.40	131.00	177.60	83.10	32.60	2.80	8.40	0.80	30.90	43.70	134.10	95.30	840.70
1978	161.70	83.10	105.40	95.40	20.00	9.10	19.40	0.00	61.50	66.00	885.40	16.10	1525.10
1979	86.60	113.80	90.00	123.40	33.70	0.00	0.00	0.00	15.10	28.40	19.90	85.00	575.90
1980	131.90	99.20	106.90	68.00	0.00	23.00	3.30	0.00	47.00	264.00	85.90	41.90	869.10
1981	178.40	204.10	163.00	39.90	0.00	0.00	0.00	30.50	10.00	42.00	71.10	90.80	829.60
1982	100.80	182.30	101.30	69.40	5.80	0.00	0.00	42.10	36.70	56.00	121.90	126.10	844.40
1983	98.20	60.00	129.80	81.40	27.10	14.20	0.00	7.10	58.50	7.20	49.40	134.70	667.40
1984	148.00	219.00	187.20	88.80	31.10	10.00	0.00	9.80	8.50	81.60	133.90	126.60	1040.50
1985	100.10	137.10	150.90	91.20	26.20	33.40	0.80	6.30	66.70	13.00	17.80	130.30	773.40
1986	207.20	226.80	173.70	114.00	35.10	0.00	20.00	17.40	38.10	27.90	65.60	106.70	1034.50
1987	175.30	140.00	47.00	50.30	20.20	15.60	18.00	27.00	10.10	16.50	41.90	116.10	680.20
1988	153.50	99.30	80.50	60.00	40.00	4.20	2.50	10.00	41.30	88.40	60.40	65.40	685.50
1989	104.00	97.40	149.10	44.30	7.70	1.10	1.20	-2.00	10.70	22.20	44.40	163.70	647.60
1990	179.90	143.90	99.30	85.70	23.60	7.60	1.30	7.20	13.00	10.00	51.60	142.10	766.20
1991	124.10	275.40	311.50	99.90	36.00	3.00	0.00	9.10	12.90	65.20	424.30	148.40	1509.60
1992	194.00	159.60	163.60	169.00	51.70	62.40	2.10	136.70	17.70	67.90	141.10	60.10	1265.90
1993	85.20	120.50	240.40	83.80	47.00	0.00	3.80	9.60	72.20	53.70	94.60	158.60	969.40
1994	144.00	119.00	160.40	116.80	39.20	101.40	38.80	2.50	24.60	98.20	814.60	105.10	1794.90
1995	128.90	113.10	157.00	70.50	19.50	16.90	3.60	5.40	35.20	154.30	43.50	163.70	912.60
1996	89.90	67.20	116.90	66.10	6.50	0.30	0.00	13.50	14.70	23.30	68.90	64.40	530.70
1997	75.30	67.20	171.50	167.70	10.20	2.70	57.30	26.30	31.40	4.60	45.00	62.60	741.60
1998	99.40	178.70	154.50	58.10	21.40	3.70	0.00	52.00	45.40	26.90	713.60	113.00	1468.70
1999	147.90	172.20	132.90	89.00	41.60	11.30	148.30	0.00	66.20	7.70	136.40	163.50	1117.00
2000	182.50	104.80	119.30	65.10	27.40	35.60	0.10	4.00	41.70	9.70	25.90	113.90	750.20
2001	116.20	139.40	95.10	63.20	9.30	19.80	0.80	0.50	16.60	101.60	32.30	4.30	599.60
2002	113.10	162.60	80.70	66.40	0.00	6.50	0.50	113.20	49.60	126.70	27.60	113.50	672.40
2003	199.40	166.70	235.70	81.10	8.80	9.20	2.00	2.70	68.10	47.50	159.20	183.60	1154.20
2004	184.20	126.00	106.80	47.30	3.30	7.90	0.90	36.40	29.70	11.30	45.30	133.40	732.50
2005	145.20	216.80	133.20	72.80	24.00	0.00	0.50	32.50	8.30	9.70	17.00	97.10	757.10
2006	127.10	76.80	142.30	98.20	50.20	15.70	0.00	50.80	59.40	25.60	111.50	110.30	868.10
2007	177.80	302.60	185.80	86.80	33.70	0.10	0.10	11.70	161.90	57.10	22.30	158.80	1199.70
2008	144.60	112.80	38.20	41.50	2.00	5.10	0.50	8.10	56.60	53.30	24.10	124.20	612.00
2009	99.40	171.60	122.10	89.30	24.90	3.00	1.40	21.50	63.10	45.70	6.00	145.50	795.50

N° AÑOS	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53.00
MEDIA	139.62	147.98	154.31	85.72	23.52	12.62	8.74	24.72	41.58	52.19	142.94	116.41	960.33
D. Est.	41.11	56.21	73.72	33.23	17.58	17.53	23.13	28.63	32.42	49.74	258.96	46.67	331.75

ANEXO 8.3: FLORA SILVESTRE

Anexo 8.3.1 FLORA SILVESTRE DE LA RPNYC POR CATEGORÍA.

Cuadro 8.3.1: Lista general de especies de flora inventariadas en la RPNYC

Nº	FAMILIA	ESPECIE
1	Agavaceae	<i>Agave americano</i>
2		<i>Fourcraea andina</i>
3	Amaranthaceae	<i>Alternanthera macbridei</i>
4		<i>Alternanthera</i> sp.1
5		<i>Alternanthera</i> sp.2
6		sp.1
7		sp.2
8		sp.3
9	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>
10	Apiaceae	<i>Azorella</i> cf. <i>crenata</i>
11		<i>Azorella compacta</i>
12		<i>Bowlesia sodiroana</i>
13		sp.1
14	Asciopiadaceae	<i>Cynanchum formosum</i>
15	Asteraceae	<i>Achyrocline ramosissima</i>
16		<i>Ageratina</i> cf. <i>sternbergiana</i>
17		<i>Ageratina</i> cf. <i>azangaroensis</i>
18		<i>Ambrosia arborescens</i>
19		<i>Aristeguetia</i> cf. <i>balli</i>
20		<i>Aristeguetia discolor</i>
21		<i>Aristeguetia</i> sp.1
22		<i>Baccharis caespitosa</i>
23		<i>Baccharis</i> cf. <i>latifolia</i>
24		<i>Baccharis</i> cf. <i>odorata</i>
25		<i>Baccharis genistelloides</i>
26		<i>Baccharis</i> sp.1
27		<i>Baccharis tricuneata</i>
28		<i>Belloa longifolia</i>
29		<i>Belloa</i> sp.
30		<i>Bidens andicola</i>
31		<i>Bidens pilosa</i>
32		<i>Bidens</i> sp.1
33		<i>Bidens</i> sp.2
34		<i>Chersodoma</i> cf. <i>juanisernii</i>
35		<i>Chersodoma</i> sp.1
36		<i>Chionopappus benthamii</i>
37		<i>Chuquiraga spinosa</i>
38		<i>Cronquistianthus</i> sp.
39		<i>Dasyphyllum ferox</i>
40		<i>Flourensia resinosa</i>
41		<i>Gnaphalium</i> cf. <i>dombeyanum</i>
42		<i>Gynoxys</i> cf. <i>nitida</i>

Nº	FAMILIA	ESPECIE
43		<i>Hieracium leptcephalum</i>
44		<i>Hypochaeris cf. taraxacoides</i>
45		<i>Jungia paniculata</i>
46		<i>Liabum avatum</i>
47		<i>Mutisia acuminata</i>
48		<i>Mutisia hastata</i>
49		<i>Ophryosporus heptanthus</i>
50		<i>Ophryosporus sp.</i>
51		<i>Paranephelius cf.uniflorus</i>
52		<i>Parastrephia lepidophylla</i>
53		<i>Perezia multiflora</i>
54		<i>Proustia berberidifolia</i>
55		<i>Senecio canescens</i>
56		<i>Senecio cf. evacoides</i>
57		<i>Senecio collinus</i>
58		<i>Senecio condimentarius</i>
59		<i>Senecio rufescens</i>
60		<i>Senecio culcitoides</i>
61		<i>Senecio repens</i>
62		<i>Senecio sp.1</i>
63		<i>Senecio sp.2</i>
64		<i>Senecio spinosus</i>
65		<i>Senecio yauyensis</i>
66		<i>Sonchus oleraceus</i>
67		sp.1
68		sp.2
69		sp.3
70		sp.4
71		sp.5
72		sp.6
73		sp.7
74		sp.8
75		sp.9
76		sp.10
77		sp.11
78		sp.12
79		sp.13
80		<i>Stevia sp.</i>
81		<i>Tagetes minuta</i>
82		<i>Tagetes sp.1</i>
83		<i>Tagetes sp.2</i>
84		<i>Taraxacum officinale</i>
85		<i>Taraxacum sp.</i>
86		<i>Verbesina sp.</i>
87		<i>Viguiera sp.1</i>
88		<i>Viguiera sp.2</i>
89		<i>Werneria caespitosa</i>

Nº	FAMILIA	ESPECIE
90		<i>Werneria nubigena</i>
91		<i>Werneria pygmaea</i>
92		<i>Werneria villosa</i>
93		<i>Werneria</i> sp.1
94	Basellaceae	<i>Anredera</i> sp.1
95		<i>Anredera</i> sp.2
96	Berberidaceae	<i>Berberis</i> cf. <i>flexuosa</i>
97		<i>Berberis</i> cf. <i>lutea</i>
98		<i>Berberis</i> sp.1
99		<i>Berberis</i> sp.2
100	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>
101	Bignoniaceae	<i>Delostoma dentatum</i>
102		<i>Tecoma sambucifolia</i>
103	Boraginaceae	sp.1
104		sp.2
105	Brassicaceae	<i>Descurainia leptoclada</i>
106		<i>Draba</i> cf. <i>matthioides</i>
107		<i>Halimolobus hispidula</i>
108		<i>Lepidium chichicara</i>
109		<i>Mancoa hispida</i>
110		<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>
111	Bromeliaceae	<i>Puya raimondii</i>
112		<i>Puya</i> sp.
113		<i>Tillandsia capillaris</i>
114		<i>Tillandsia fendleri</i>
115		<i>Tillandsia</i> sp1.
116		<i>Tillandsia tectorum</i>
117		<i>Tillandsia usneoides</i>
118	Cactaceae	<i>Echinopsis pachanoi</i>
119		<i>Opuntia</i> cf. <i>floccosa</i>
120		<i>Opuntia</i> cf. <i>subulata</i>
121	Campanulaceae	<i>Hypsella</i> cf. <i>reniformes</i>
122		sp.1
123	Capparaceae	<i>Cleome</i> sp.
124	Caricaceae	<i>Carica candicans</i>
125	Caryophyllaceae	<i>Cardionema ramosissima</i>
126		<i>Silene gallica</i>
127		<i>Silene thysanodes</i>
128		sp. 1
129		sp. 2
130		sp.3
131	Clusiaceae	<i>Hypericum</i> cf. <i>brevistilum</i>
132	Commelinaceae	sp.1
133	Convolvulaceae	<i>Dichondra microcalix</i>
134	Crassulaceae	<i>Villadia</i> aff. <i>reniformis</i>
135	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>
136	Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.

Nº	FAMILIA	ESPECIE
137		<i>Carex ecuadorica</i>
138		<i>Scirpus rigidus</i>
139		<i>Scirpus asper</i>
140	Dryopteridaceae	<i>Polystichum cf. montevidensis</i>
141	Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i>
142	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>
143	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cf. laurifolia</i>
144		<i>Euphorbia huanchahana</i>
145		<i>Jatropha macrantha</i>
146		sp.1
147		sp.2
148	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>
149		<i>Gentiana prostrata</i>
150		<i>Gentiana</i> sp.2
151		<i>Gentianella carneorubra</i>
152		<i>Gentianella</i> sp.1
153		<i>Gentianella</i> sp.2
154	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>
155		<i>Geranium cf. limae</i>
156		<i>Geranium cf. sessiliflorum</i>
157		sp.1
158	Gesneriaceae	sp.1
159	Grossulariaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>
160		<i>Escallonia resinosa</i>
161		<i>Ribes</i> sp.
162	Haloragaceae	<i>Myriophyllum quitense</i>
163	Iridaceae	<i>Antirrhinum</i> sp.
164	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>
165		<i>Luzula peruviana</i>
166		<i>Luzula rascemosa</i>
167	Lamiaceae	<i>Lepechinia cf. meyenii</i>
168		<i>Lepechinia</i> sp.1
169		<i>Marrubium</i> sp.
170		<i>Mentha</i> sp.
171		<i>Mintostachis mollis</i>
172		<i>Rosmarinus</i> sp.
173		<i>Salvia cuspidata</i>
174		<i>Salvia</i> sp.1
175		<i>Salvia oppositiflora</i>
176		sp.1
177		sp.2
178		sp.3
179	Fabaceae	<i>Astragalus garbancillo</i>
180		<i>Astragalus uniflorus</i>
181		<i>Cesaspinea spinosa</i>
182		<i>Dalea cylindrica</i>
183		<i>Lathyrus magellanicus</i>

Nº	FAMILIA	ESPECIE
184		<i>Lupinus</i> sp.1
185		<i>Lupinus</i> sp.2
186		<i>Lupinus</i> sp.3
187		<i>Medicago</i> cf. <i>lupulina</i>
188		<i>Medicago</i> <i>hispida</i>
189		<i>Medicago</i> <i>repens</i>
190		<i>Melilotus</i> <i>alba</i>
191		<i>Otholobium</i> <i>pubescens</i>
192		<i>Otholobium</i> sp.
193		<i>Senna</i> sp.
194		<i>Spartium</i> <i>junceum</i>
195		<i>Trifolium</i> <i>repens</i>
196	Liliaceae	<i>Bomarea</i> sp.1
197		<i>Bomarea</i> sp.2
198	Loasaceae	<i>Cajophora</i> aff. <i>cirsiifolia</i>
199		<i>Mentzelia</i> sp.
200		<i>Nasa</i> <i>cymbopetalla</i>
201		<i>Nasa</i> <i>magnifica</i>
202	Loganaceae (Buddlejaceae)	<i>Buddleja</i> <i>coriacea</i>
203		<i>Buddleja</i> <i>incana</i>
204	Loranthaceae	<i>Ligaria</i> sp.
205	Loranthaceae	<i>Tristerix</i> cf. <i>chodatianus</i>
206	Loranthaceae	<i>Tristerix</i> sp.
207	Malvaceae	<i>Malva</i> sp.
208		<i>Nototriche</i> sp.1
209		<i>Nototriche</i> sp.2
210		<i>Nototriche</i> sp.3
211		sp.1
212		<i>Urocarpidium</i> <i>peruvianum</i>
213	Myricaceae	<i>Myrica</i> <i>pubescens</i>
214	Myrtaceae	<i>Eucaliptus</i> <i>globulus</i>
215		<i>Myrcianthes</i> sp.
216	Onagraceae	<i>Epilobium</i> sp.
217	Onagraceae	<i>Oenothera</i> cf. <i>multicaulis</i>
218		<i>Oenothera</i> <i>rosea</i>
219	Oxalidaceae	<i>Hypseocharis</i> <i>bilobata</i>
220		<i>Oxalis</i> sp.
221	Papaveraceae	<i>Argemone</i> <i>mexicana</i>
222		<i>Argemone</i> sp.
223	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> <i>pinnastipula</i>
224		<i>Passiflora</i> <i>tripartita</i>
225	Piperaceae	<i>Peperomia</i> <i>galioides</i>
226		<i>Peperomia</i> sp.
227		sp1.
228	Plantaginaceae	<i>Plantago</i> cf. <i>lanceolata</i>
229		<i>Plantago</i> cf. <i>linearis</i>
230		<i>Plantago</i> cf. <i>major</i>

Nº	FAMILIA	ESPECIE
231		<i>Plantago cf. lamprophylla</i>
232		<i>Plantago rigida</i>
233	Plumbaginaceae	<i>Plumbago sp.</i>
234	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>
235		<i>Agropyron breviaristatum</i>
236		<i>Agrostis tolusensis</i>
237		<i>Agrostis breviculmis</i>
238		<i>Anatherostipa sp.</i>
239		<i>Avena sp.</i>
240		<i>Avena sterilis</i>
241		<i>Bothriochloa sp.</i>
242		<i>Bromus segetum</i>
243		<i>Bromus lanatus</i>
244		<i>Calamagrostis amoena</i>
245		<i>Calamagrostis eminens</i>
246		<i>Calamagrostis heterophylla</i>
247		<i>Calamagrostis intermedia</i>
248		<i>Calamagrostis minima</i>
249		<i>Calamagrostis rigescens</i>
250		<i>Calamagrostis recta</i>
251		<i>Calamagrostis preslii</i>
252		<i>Calamagrostis vicunarum</i>
253		<i>Dissanthelium calycinum</i>
254		<i>Dissanthelium sp.</i>
255		<i>Elymus sp.</i>
256		<i>Festuca dolichophylla</i>
257		<i>Festuca rigidifolia</i>
258		<i>Festuca andicola</i>
259		<i>Festuca sp.1</i>
260		<i>Festuca sp.2</i>
261		<i>Jarava ichu</i>
262		<i>Jarava sp.</i>
263		<i>Hordeum muticum</i>
264		<i>Muhlenbergia peruviana</i>
265		<i>Muhlenbergia ligularis</i>
266		<i>Muhlenbergia angustata</i>
267		<i>Nassella meyeniana</i>
268		<i>Nassella mucronata</i>
269		<i>Nassella sp.</i>
270		<i>Paspalum sp.</i>
271		<i>Paspalum vaginatum</i>
272		<i>Pennisetum clandestinum</i>
273		<i>Pennisetum sp.</i>
274		<i>Pennisetum weberbaueri</i>
275		<i>Phragmites australis</i>
276		<i>Poa aequigluma</i>
277		<i>Poa horridula</i>

Nº	FAMILIA	ESPECIE
278		<i>Poa lilloi</i>
279		<i>Poa ovatum</i>
280		<i>Poa gilgiana</i>
281		<i>Poa subpicata</i>
282		<i>Poa gymnantha</i>
283		<i>Polypogon interruptus</i>
284		<i>Stipa brachyphylla</i>
285		<i>Stipa depauperata</i>
286		<i>Stipa mucronata</i>
287		<i>Stipa inconspicua</i>
288		<i>Stipa obtusa</i>
289		<i>Stipa plumosa</i>
290		<i>Stipa mucronata</i>
291		<i>Stipa inconspicua</i>
292		<i>Sporobolus indicus</i>
293		<i>Trisetum</i> sp.
294		<i>Vulpia megalura</i>
295	Polemoniaceae	<i>Cantua buxifolia</i>
296	Polygalaceae	<i>Monnina salicifolia</i>
297		<i>Polygala</i> sp.
298		<i>Muehlenbeckia volcanica</i>
299		<i>Muehlenbeckia</i> sp.
300		<i>Rumex</i> cf. <i>crispus</i>
301		<i>Rumex</i> sp.
302		<i>Rumex tolimensis</i>
303	Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.
304		<i>Cheilantes</i> cf. <i>miriophylla</i>
305		<i>Cheilantes pruinata</i>
306		<i>Cheilantes</i> sp.1
307		<i>Cheilantes</i> sp.2
308		<i>Notholaena nivea</i>
309		<i>Pellaea sagitata</i>
310		<i>Clematis seemanii</i>
311	Ranunculaceae	sp.1
312		<i>Thalictrum decipiens</i>
313		<i>Ranunculus praemorsus</i>
314	Rhamnaceae	<i>Colletia spinosissima</i>
315		<i>Hesperomeles cuneata</i>
316		<i>Kageneckia lanceolata</i>
317		<i>Alchemilla pinnata</i>
318	Rosaceae	<i>Margyricarpus pinnatus</i>
319		<i>Polylepis flavipila</i>
320		<i>Polylepis incana</i>
321		<i>Polylepis racemosa</i>
322	Rubiaceae	<i>Galium</i> cf. <i>corymbosum</i>
323	Santalaceae	<i>Quinchemalium</i> sp.
324	Sapindaceae	<i>Dodonea viscosa</i>

Nº	FAMILIA	ESPECIE
325		<i>Alonsoa cf. linearis</i>
326		<i>Bartsia</i> sp.1
327		<i>Bartsia</i> sp.2
328		<i>Mimulus</i> sp.
329		sp. 1
330		<i>Veronica persica</i>
331	Scrophulariaceae	<i>Calceolaria cf. laevis</i>
332		<i>Calceolaria cf. melissifolia</i>
333		<i>Calceolaria lobata</i>
334		<i>Calceolaria scabra</i>
335		<i>Calceolaria</i> sp.1
336		<i>Calceolaria</i> sp.2
337		<i>Calceolaria</i> sp.3
338		<i>Calceolaria</i> sp.4
339		<i>Calceolaria</i> sp.5
340		<i>Browalia</i> sp.
341	Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i>
342		<i>Cestrum</i> sp.
343		<i>Dunalia spinosa</i>
344		<i>Nicotiana</i> sp.
345		<i>Salpichroa cf. ramosissima</i>
346		<i>Solanum cf. saponaceum</i>
347		<i>Solanum nitidum</i>
348		<i>Solanum</i> sp.1
349		<i>Solanum</i> sp.2
350		<i>Solanum</i> sp.3
351		<i>Solanum</i> sp.4
352		<i>Solanum</i> sp.5
353	Tropaeolaceae	sp. 1
354		sp. 2
355		<i>Tropaeolum tuberosum</i>
356	Urticaceae	<i>Urtica echinata</i>
357		<i>Urtica flabellata</i>
358		<i>Urtica leptophylla</i>
359		<i>Urtica magellanica</i>
360		<i>Urtica urens</i>
361	Usneaceae	<i>Usnea</i> sp.
362	Valeraniaceae	<i>Astrephia</i> sp.
363		<i>Phyllactis rigida</i>
364		<i>Valeriana cf. agrimonifolia</i>
365		<i>Valeriana cf. bambusicaulis</i>
366	Verbenaceae	sp.1
367		<i>Verbena litoralis</i>
368		<i>Verbena</i> sp.

Cuadro 8.3.2: Lista general de especies amenazadas de flora en la RPNYC

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NT	Vu	NT
1	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>		x	
2	Asteraceae	<i>Chuquiraga spinosa</i>			x
3	Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i>			x
4	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>		x	
5	Caricaceae	<i>Carica candicans</i>	x		
6	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>	x		
7	Euphorbiaceae	<i>Jatropha macrantha</i>		x	
8	Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i>			x
9	Grossulariaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>		x	
10	Grossulariaceae	<i>Escallonia resinosa</i>		x	
11	Lamiaceae	<i>Salvia oppositiflora</i>			x
12	Loganiaceae	<i>Buddleja coriacea</i>	x		
13	Loganiaceae	<i>Buddleja incana</i>	x		
14	Rosaceae	<i>Kageneckia lanceolata</i>	x		
15	Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	x		
16	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	x		

Cuadro 8.3.3: Lista general de especies endémicas de flora en la RPNYC

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Asteraceae	<i>Aristeguietia cf. balli</i>
2		<i>Chersodoma cf. juanisernii</i>
3		<i>Gynoxys cf. nitida</i>
4		<i>Proustia berberidifolia</i>
5		<i>Senecio collinus</i>
6		<i>Senecio yauyensis</i>
7	Berberidaceae	<i>Berberis cf. flexuosa</i>
8	Bignoniaceae	<i>Delostoma dentatum</i>
9	Brassicaceae	<i>Draba cf. matthioides</i>
10	Euphorbiaceae	<i>Jatropha macrantha</i>
11	Gentianaceae	<i>Gentianella carneorubra</i>
12	Lamiaceae	<i>Salvia cuspidata</i>
13	Leguminosae (Fabaceae)	<i>Dalea cylindrica</i>
14	Loasaceae	<i>Cajophora aff. cirsiifolia</i>
15		<i>Nasa cymbopectala</i>
16		<i>Nasa magnifica</i>
17	Loranthaceae	<i>Tristerix cf. chodatianus</i>
18	Polygalaceae	<i>Monnina salicifolia</i>
19	Rosaceae	<i>Polylepis flavipila</i>
20	Scrophulariaceae (Calceolariaceae)	<i>Calceolaria cf. laevis</i>
21		<i>Calceolaria cf. melissifolia</i>
22		<i>Calceolaria scabra</i>
23	Valerianaceae	<i>Valeriana cf. bambusicaulis</i>

Anexo 8.3.2 FAMILIAS Y ESPECIES MÁS COMUNES DE LA FLORA SILVESTRE EN LA RPNYC



Figura 8.3.1 Euphorbiaceae: *Jatropha macrantha*.



Figura 8.3.2 Bignoniaceae: *Delostoma dentatu*.



Figura 8.3.3 Sapindaceae: *Dodonea viscosa*.



Figura 8.3.4 Rosaceae: *Kageneckia lanceolata*.



Figura 8.3.5 Polemoniaceae: *Cantua buxifolia*.



Figura 8.3.6 Grossulariaceae: *Ribes* sp.



Figura 8.3.7 Grossulariaceae: *Escallonia resinosa*.



Figura 8.3.8 Grossulariaceae: *Escallonia myrtilloides*.



Figura 8.3.9 Buddlejaceae: *Buddleja incana*.



Figura 8.3.10 Buddlejaceae: *Buddleja coriacea*.



Figura 8.3.11 Myrtaceae: *Myrcianthes* sp.



Figura 8.3.12 Cunoniaceae: *Weinmannia pinnata*.



Figura 8.3.13 Fabaceae: *Senna* sp.



Figura 8.3.14 Rosaceae: *Polylepis incana*.



Figura 8.3.15 Scrophulariaceae: *Calceolaria* sp1.



Figura 8.3.16 Asteraceae: *Aristeguietia discolor*



Figura 8.3.17 Asteraceae: *Gynoxys* cf. *nitida*



Figura 8.3.18 Loranthaceae: *Ligaria* sp.



Figura 8.3.19 Asteraceae: *Cronquistianthus* sp.



Figura 8.3.20 Asteraceae: *Fluorencia resinosa*



Figura 8.3.21 Asteraceae: *Senecio culcitoides*.



Figura 8.3.22 Asteraceae: *Werneria villosa*



Figura 8.3.23 Brassicaceae: *Draba* cf. *matthioides*.



Figura 8.3.24 Asteraceae: *Werneria nubigena*



Figura 8.3.25 Saxifragaceae: *Saxifraga magellanica*



Figura 8.3.26 Malvaceae: *Nototriche* sp.



Figura 8.3.27 Apiaceae: *Azorella crenata*



Figura 8.3.28 Gentianaceae: *Gentiana sedifolia*



Figura 8.3.29 Gentianaceae: *Gentianella carneorubra*

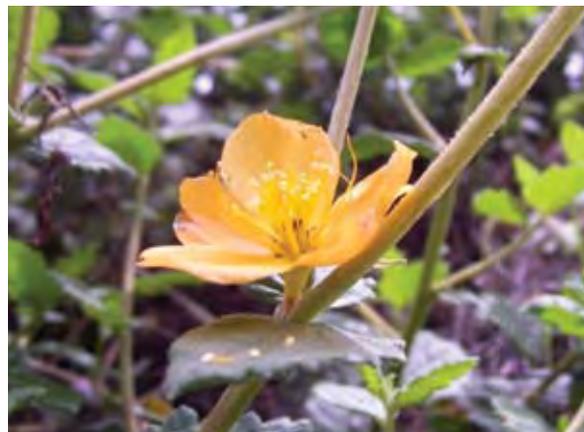


Figura 8.3.30: Loasaceae: *Mentzelia* sp.

ANEXO 8.4: AGROSTOLOGÍA

Anexo 8.4.1 TRANSECTOS EVALUADOS

Cuadro 8.4.1: Transectos evaluados y sus respectivas coordenadas

Transecto Nº	Coordenadas	
	UTM	Geográficas
1	8693572	18L0422838
2	8692040	18L0419442
3	8689242	18L0418863
4	8691318	18L0413202
5	8691500	18L0411557
6	8692470	18L0410412
7	8693648	18L0407905
8	8684474	18L0418436
9	8676558	18L0405912
10	8676592	18L0405900
11	8677776	18L0400903
12	8660304	18L0410868
13	8693198	18L0406036
14	8668709	18L0406656
15	8666118	18L0410907
16	0673368	18L0410102
17	8656850	18L0389333
18	8657588	18L0389285
19	8657938	18L0389791
20	8675372	18L0399144

Anexo 8.4.2 PANEL FOTOGRÁFICO DE UNIDADES AGROSTOLÓGICAS Y ESPECIES



Figura 8.4.1 Pajonal en Canchayllo



Figura 8.4.2 Césped de puna



Figura 8.4.3 Bofedal



Figura 8.4.4 Bofedal de Tanta



Figura 8.4.5 Alpacas en Cochas



Figura 8.4.6 *Festuca dolychophylla*



Figura 8.4.7 *Stipa ichu*



Figura 8.4.8 Ovinos pastando en Canchayllo



Figura 8.4.9 Vacunos pastando en pasturas en cerco en Canchayllo



Figura 8.4.10 *Calamagrostis intermedia*



Figura 8.4.11 *Calamagrostis vicunarum*



Figura 8.4.12 *Alchemilla pinnata*



Figura 8.4.13 *Hypochoeris taraxacoides*



Figura 8.4.14 *Azorella crenata*



Figura 8.4.15 *Hypochoeris* sp.



Figura 8.4.16 *Scirpus* sp.



Figura 8.4.17 *Werneria* sp.



Figura 8.4.18 *Luzula racemosa*



Figura 8.4.19 *Geranium sessiliflorum*



Figura 8.4.20 *Chuquiraga spinosa*



Figura 8.4.21 *Opuntia floccosa*



Figura 8.4.22 *Astragalus garbancillo*



Figura 8.4.23 *Aciachne pulvinata*



Figura 8.4.24 *Senecio sp.*



Figura 8.4.25 *Ephedra americana*



Figura 8.4.26 *Margyricarpus strictus*



Figura 8.4.27 *Azorella sp.*

ANEXO 8.5: HIDROBIOLOGIA Y CUERPOS DE AGUA

Anexo 8.5.1: RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE PECES

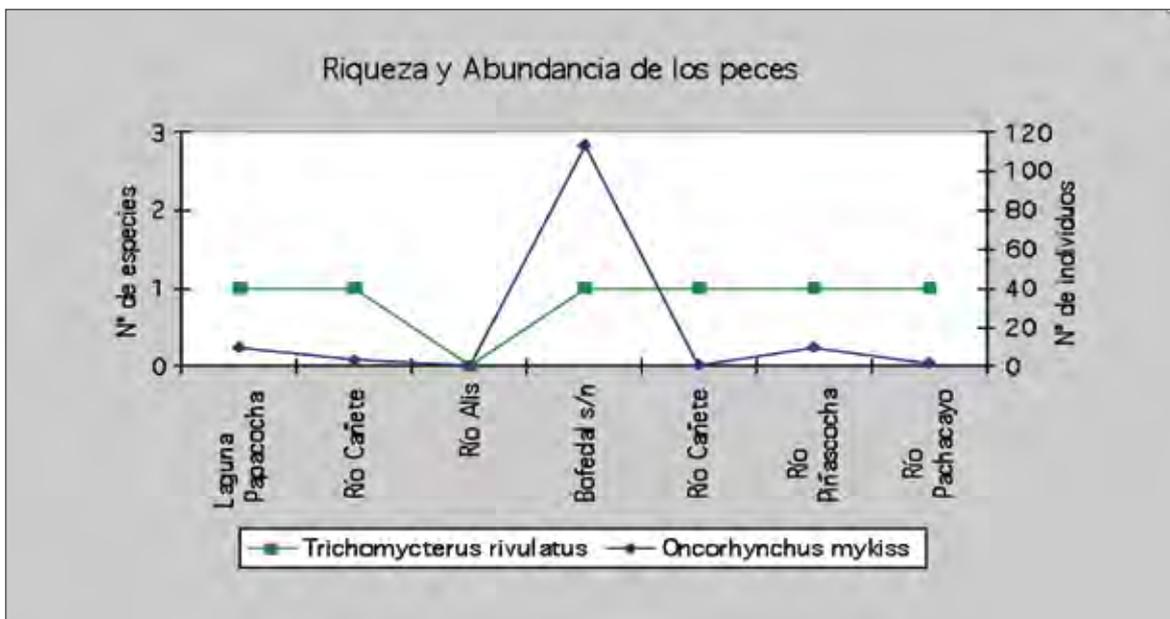


Figura 8.5.1: Riqueza y abundancia de peces

Anexo 8.5.2: CUERPOS DE AGUA



Figura 8.5.2 Laguna Pumacocha – Distrito Laraos



Figura 8.5.3 Laguna Papacocha – Distrito Huancaya



Figura 8.5.4 Río Cañete – Distrito Huancaya



Figura 8.5.5 Río Alis – Distrito Alis



Figura 8.5.6 Bofedal – Distrito Tanta



Figura 8.5.7 Río Cañete – Distrito Tanta

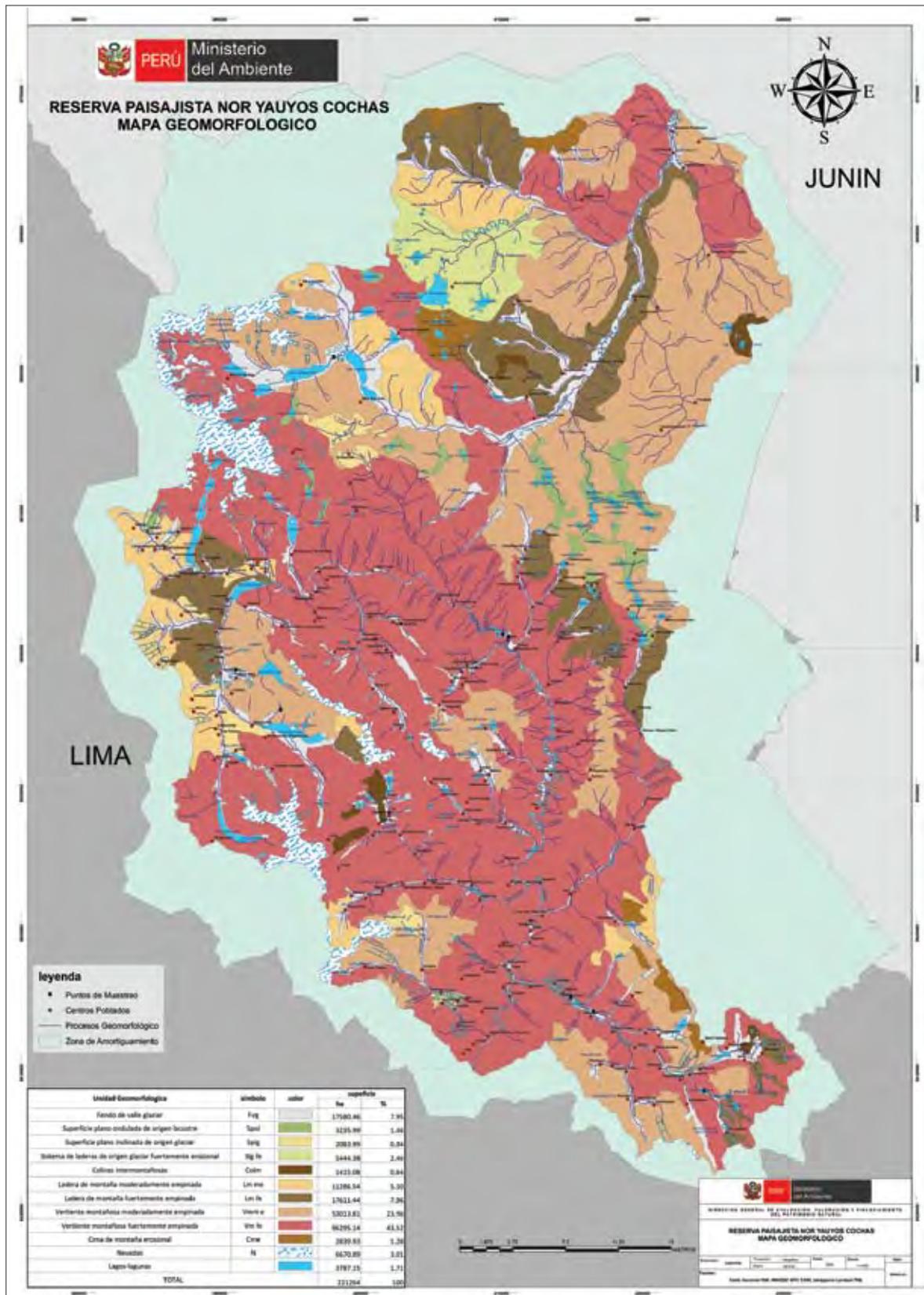


Figura 8.5.8 Río Piñascocha – Distrito Canchayllo

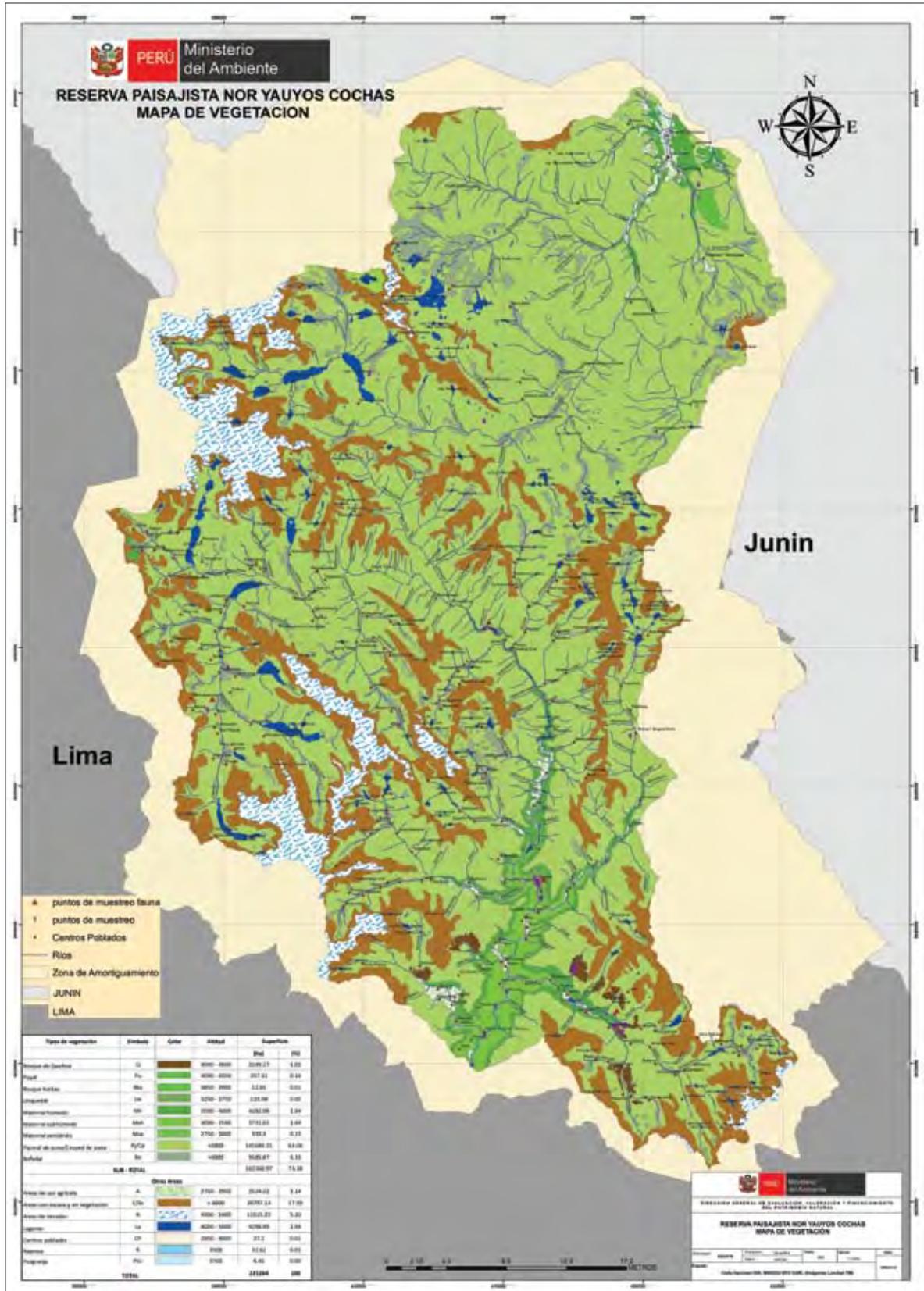


Figura 8.5.9 Río Pachacayo– Distrito Canchayllo

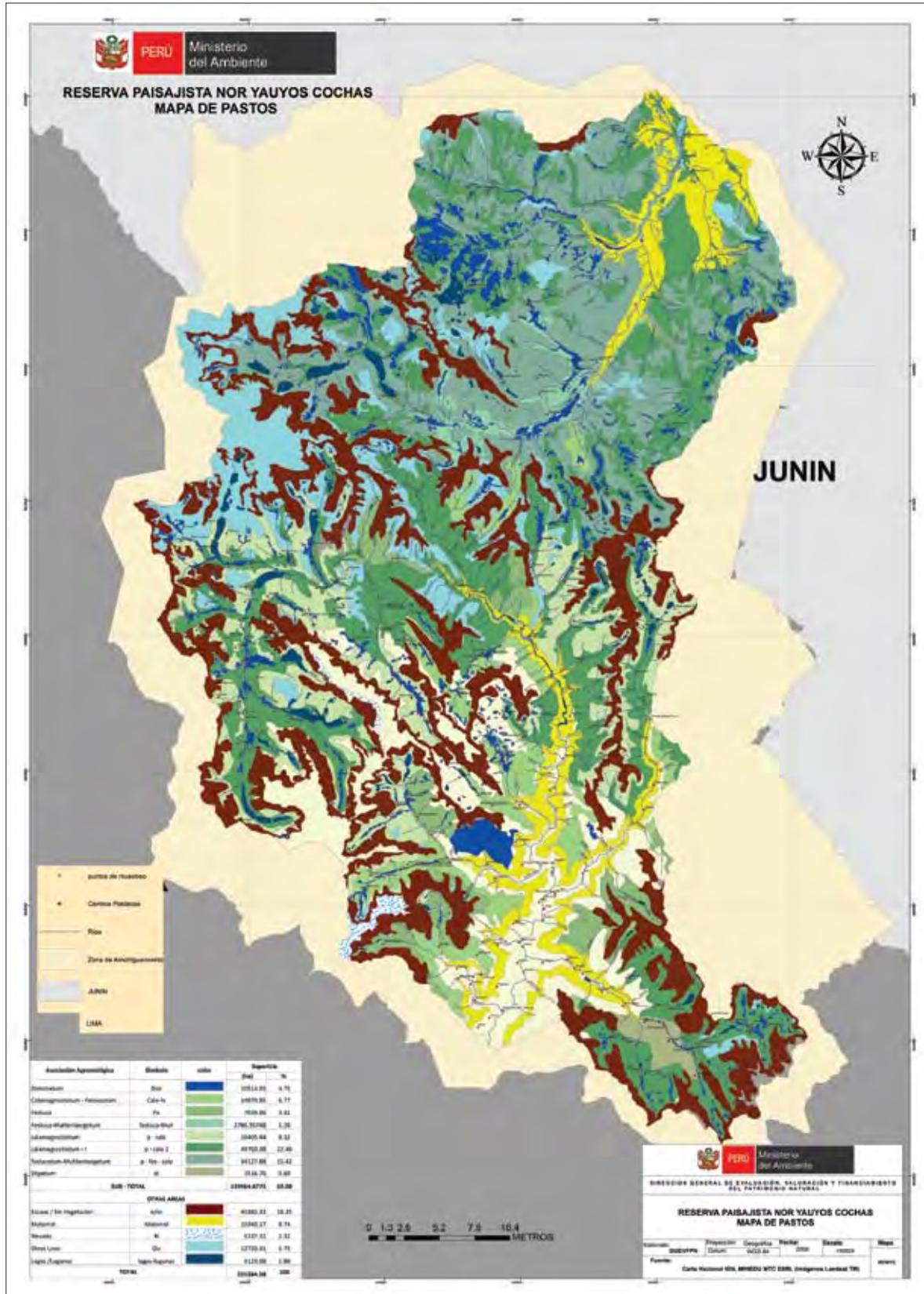
Mapa 8.6.2: MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYS COCHAS.



Mapa 8.6.3: MAPA DE VEGETACIÓN DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS COCHAS



Mapa 8.6.4: MAPA AGROSTOLÓGICO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYS COCHAS



Índice de Cuadros

Cuadro 2.1:	Columna estratigráfica – Formaciones geológicas.	16
Cuadro 2.2:	Principales unidades geomorfológicas.	22
Cuadro 3.1:	Estaciones hidrometeorológicas en la cuenca alta del río Cañete.	31
Cuadro 3.2:	Longitud de información del estudio hidrológico de la cuenca alta del río Cañete.	32
Cuadro 3.3:	Estaciones hidrometeorológicas en la cuenca del río Cochas-Pachacayo.	32
Cuadro 3.4:	Longitud de información disponible de las estaciones de la cuenca del río Cochas-Pachacayo.	32
Cuadro 3.5:	Estaciones hidrometeorológicas de las cuencas media y alta del río Cañete.	33
Cuadro 3.6:	Temperatura (°C) – Estación Pacarán 1995–2000.	34
Cuadro 3.7:	Temperatura (°C) – Estación Yauyos.	34
Cuadro 3.8:	Evaporación (mm) – Estación Pacarán (1995-2000).	35
Cuadro 3.9:	Evaporación (mm) – Estación Yauyos (1995-2000).	36
Cuadro 3.10:	Humedad relativa (%) – Estación Pacarán (1995-2000).	37
Cuadro 3.11:	Humedad relativa (%) – Estación Yauyos (1995-2000).	37
Cuadro 3.12:	Velocidad del viento diaria (m/s) – Estación Pacarán (1995-2000).	38
Cuadro 3.13:	Velocidad del viento diaria (m/s) – Estación Yauyos (1995-2000).	38
Cuadro 3.14:	Horas de sol promedio diario – Estación Pacarán (1995-2000).	39
Cuadro 3.15:	Grupos de pluviómetros de las estaciones meteorológicas.	50
Cuadro 3.16:	Áreas de influencia de las estaciones.	52
Cuadro 3.17:	Precipitación ponderada areal de la cuenca del río Cañete.	52
Cuadro 3.18:	Caudales promedios mensuales estación Socsi.	54
Cuadro 3.19:	Calibración del modelo.	54
Cuadro 3.20:	Parámetros físicos de la sección de interés.	54
Cuadro 3.21:	Caudales medios mensuales en la sección de interés (m ³ /s).	55
Cuadro 3.22:	Resultados del análisis de las muestras de agua para consumo humano del río Cochas-Pachacayo.	56
Cuadro 3.23:	Comparación de las condiciones de calidad del agua para consumo humano de la cuenca del río Cochas-Pachacayo.	57
Cuadro 3.24:	Resultados del análisis de las muestras de agua para uso agrícola del río Cochas-Pachacayo.	58
Cuadro 3.25:	Comparación de las condiciones de calidad del agua para uso agrícola en la cuenca del río Cochas-Pachacayo.	59
Cuadro 3.26:	Resultados de las muestras de agua para consumo humano – Cuenca alta del río Cañete.	61
Cuadro 3.27:	Comparación de las condiciones de calidad del agua para consumo humano de la cuenca alta del río Cañete.	61
Cuadro 3.28:	Resultados de las muestras de agua para uso agrícola – Cuenca alta del río Cañete.	62
Cuadro 3.29:	Comparación de las condiciones de calidad del agua para uso agrícola de la cuenca alta del río Cañete.	63
Cuadro 4.1:	Unidades de vegetación y número de muestras levantadas en la RPNYC.	69
Cuadro 4.2:	Distribución diamétrica del número de árboles/ha del bosque de queñoa.	81
Cuadro 4.3:	Distribución diamétrica del área basal del bosque de queñoa.	82
Cuadro 4.4:	Distribución diamétrica de la cobertura del bosque de queñoa.	83
Cuadro 4.5:	Distribución diamétrica del volumen maderable del bosque de queñoa.	84
Cuadro 4.6:	Abundancia y cobertura de la flora menor del bosque de queñoa.	85
Cuadro 4.7:	Distribución diamétrica del número de árboles/ha del lloquedal.	87
Cuadro 4.8:	Distribución diamétrica del área basal del lloquedal.	88
Cuadro 4.9:	Distribución diamétrica de la cobertura del lloquedal.	88
Cuadro 4.10:	Distribución diamétrica del volumen maderable del lloquedal.	89
Cuadro 4.11:	Abundancia y cobertura de la flora menor del lloquedal.	90
Cuadro 4.12:	Distribución diamétrica del número de árboles/ha del bosque de karkac.	91
Cuadro 4.13:	Distribución diamétrica del área basal/ha del bosque de karkac.	92
Cuadro 4.14:	Distribución diamétrica de la cobertura del bosque de karkac.	93
Cuadro 4.15:	Distribución diamétrica del volumen/ha del bosque de karkac.	93
Cuadro 4.16:	Distribución diamétrica del número de puyas /ha.	94
Cuadro 4.17:	Abundancia y cobertura de la vegetación asociada a la puya.	95
Cuadro 4.18:	Abundancia y cobertura del matorral semiárido.	97

Cuadro 4.19:	Abundancia y cobertura del matorral subhúmedo.	99
Cuadro 4.20:	Abundancia y cobertura del matorral húmedo.	101
Cuadro 5.1:	Calificación del índice de especies decrecientes.	110
Cuadro 5.2:	Calificación del índice de densidad forrajera.	110
Cuadro 5.3:	Calificación del índice de condición de suelo.	111
Cuadro 5.4:	Calificación del índice de vigor.	111
Cuadro 5.5:	Condición del pastizal.	112
Cuadro 5.6:	Capacidad de carga recomendable para diferentes condiciones de pastizales.	112
Cuadro 5.7:	Categorías de abundancia basadas en la presencia.	113
Cuadro 5.8:	Principales especies deseables para alpacas.	115
Cuadro 5.9:	Principales especies poco deseables para alpacas.	115
Cuadro 5.10:	Principales especies indeseables para alpacas.	116
Cuadro 5.11:	Asociación Calamagrostietum I.	118
Cuadro 5.12:	Asociación Festucetum.	120
Cuadro 5.13:	Asociación Festucetum – Calamagrostietum.	121
Cuadro 5.14:	Asociación Festucetum – Muhlenbergetum.	122
Cuadro 5.15:	Asociación Stipetum.	124
Cuadro 5.16:	Asociación Calamagrostietum.	125
Cuadro 5.17:	Asociación Calamagrostietum – Festucetum.	127
Cuadro 5.18:	Asociación Distichietum.	129
Cuadro 5.19:	Soportabilidad de la pastura para alpacas.	130
Cuadro 6.1:	Ubicación de puntos de muestreo ornitológico – Agosto 2009.	133
Cuadro 6.2:	Índices de riqueza específica de las especies de aves - Agosto 2009.	139
Cuadro 6.3:	Resultado de las curvas de acumulación para las especies de aves – Agosto 2009.	142
Cuadro 6.4:	Frecuencias relativas de todas las especies de aves – Agosto 2009.	143
Cuadro 6.5:	Frecuencias relativas de aves superiores al 30% – Agosto 2009.	146
Cuadro 6.6:	Índices de valor ornitológico y especies de aves por localidad – Agosto 2009.	148
Cuadro 6.7:	Índice de diversidad de Simpson para aves por localidad – Agosto 2009.	149
Cuadro 6.8:	Esfuerzo de muestreo (TN y RN) para mamíferos por localidad – Agosto 2009.	153
Cuadro 6.9:	Clasificación de mamíferos registrados por zonas de vegetación evaluada – Agosto 2009.	154
Cuadro 6.10:	Tipos de colecta utilizados en el muestreo de insectos por localidad – Junio 2009.	162
Cuadro 6.11:	Presencia de los órdenes de entomofauna por tipo de vegetación y tipo de colecta – Junio 2009.	163
Cuadro 6.12:	Clasificación de calidad de las aguas según el índice EPT.	168
Cuadro 6.13:	Datos de los puntos de muestreo de peces – Junio 2009.	169
Cuadro 6.14:	Características limnológicas de los puntos de muestreo de peces – Junio 2009.	169
Cuadro 6.15:	Abundancia e índice EPT de macroinvertebrados muestreados – Junio 2009.	174
Cuadro 6.16:	Lista taxonómica de peces de la RPNYC – Junio 2009.	175
Cuadro 6.17:	Abundancia de peces en las estaciones de muestreo – Junio 2009.	176
Cuadro 6.18:	Distribución de peces en las estaciones de muestreo – Junio 2009.	177
Cuadro 8.2.1:	Caudal medio mensual – histórico aforado (m ³ /s) – extendidos.	200
Cuadro 8.2.2:	Precipitación total mensual – Estación Huangascar (mm) – extendidos	201
Cuadro 8.2.3:	Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO I	202
Cuadro 8.2.4:	Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO II	204
Cuadro 8.2.5:	Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO III	206
Cuadro 8.2.6:	Análisis varios de consistencia.	208
Cuadro 8.2.7:	Análisis estadísticos varios.	214
Cuadro 8.2.8:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Carania.	217
Cuadro 8.2.9:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Huañec.	217
Cuadro 8.2.10:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Tanta.	218

Cuadro 8.2.11:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Vilca.	218
Cuadro 8.2.12:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Yauricocha-Cañete.	219
Cuadro 8.2.13:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Yauyos.	219
Cuadro 8.2.14:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Hacienda Cochas.	220
Cuadro 8.2.15:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Hacienda Pachacayo.	221
Cuadro 8.2.16:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Huantán.	222
Cuadro 8.2.17:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Siria.	223
Cuadro 8.2.18:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Sunga.	224
Cuadro 8.2.19:	Precipitación mensual completada y extendida (1989-2000) estación Yauricocha-Mantaro.	225
Cuadro 8.3.1:	Lista general de especies de flora inventariadas en la RPNYC.	226
Cuadro 8.3.2:	Lista general de especies amenazadas de flora en la RPNYC	234
Cuadro 8.3.3:	Lista general de especies endémicas de flora en la RPNYC.	234
Cuadro 8.4.1:	Transectos evaluados y sus respectivas coordenadas.	240

Índice de Gráficos

Figura 2.1:	Terrazas escalonadas formadas por erosión regresiva - Localidad de Vilcas.	22
Figura 2.2:	Valle formado por un proceso de erosión lineal en "V". Aguas abajo, el pueblo de Laraos.	22
Figura 2.3:	Laguna formada por procesos glaciares o glaci-lacustre en sedimentación, en la parte alta de Laraos.	23
Figura 2.4:	Proceso de remoción de masas o desplazamiento por gravedad, en la parte alta de Tanta.	23
Figura 2.5:	Terrazas aluviales en dinámica por erosión lateral, que requieren defensas ribereñas, cerca a Canchayllo y confluencia con el río Cochabamba.	26
Figura 2.6:	Canal de desagüe de la presa Carhuacocha, destacando procesos de origen hídrico con erosión regresiva en la base de los taludes.	26
Figura 2.7:	Proceso de remoción de masas por solifluxión en el flanco derecho del pueblo de Laraos. Actualmente es un depósito con geodinámica activa.	27
Figura 2.8:	Serie de depósitos de morrenas listonadas o determinando especie de surcos, dando lugar a una superficie rugosa en cuyas partes laterales se alzan. Cerca de Tanta.	27
Figura 2.9:	Atractiva geoforma en terraza erosional regresiva (o probablemente por endicamiento natural). Cauce del río Cañete.	28
Figura 3.1:	Ubicación de estaciones hidrometeorológicas Pacarán y Yauyos.	33
Figura 3.2:	Temperatura media mensual – Pacarán.	34
Figura 3.3:	Temperatura media mensual – Yauyos.	35
Figura 3.4:	Evaporación total mensual – Pacarán.	36
Figura 3.5:	Evaporación total mensual – Yauyos.	36
Figura 3.6:	Humedad relativa mensual – Pacarán.	37
Figura 3.7:	Humedad relativa mensual – Yauyos.	37
Figura 3.8:	Velocidad del viento diaria (m/s) – Estación Pacarán.	38
Figura 3.9:	Velocidad del viento diaria (m/s) – Estación Yauyos.	39
Figura 3.10:	Horas de sol promedio diario – Estación Pacarán.	39
Figura 3.11:	Curvas de comparación entre caudales generados y caudales aforados.	55
Figura 4.1:	Cartas nacionales que abarcan el área de estudio.	67
Figura 4.2:	Tamaño y forma de las parcelas de muestreo.	70
Figura 4.3:	Distribución sistemática de las parcelas para árboles.	70
Figura 4.4:	Base de datos desplegable del Field Map en el computador de campo.	71
Figura 4.5:	Diseño de brigadas en la parcela de árboles.	72
Figura 4.6:	Diseño de brigadas en la parcela de puya.	72
Figura 4.7:	Configuraciones de los equipos de Field Map.	73
Figura 4.8:	Navegación con laser y localización con GPS.	74
Figura 4.9:	Ubicación de las parcelas de muestreo para el inventario de bosques.	75
Figura 4.10:	Método de localización de árboles dentro de la parcela.	76
Figura 4.11:	Ubicación y marcado con tarjeta de árboles.	76
Figura 4.12:	Importación de los datos desde el software project manager.	78
Figura 4.13:	Vista satelital de 2 sectores con bosques de queñoa.	80
Figura 4.14:	Bosque de queñoa en Jalcacha.	80
Figura 4.15:	Medición de diámetro y longitud de ramas en árbol de Polylepis.	81
Figura 4.16:	Distribución del número de árboles/ha en clases diamétricas del bosque de queñoa.	82
Figura 4.17:	Distribución del área basal en clases diamétricas del bosque de queñoa.	82
Figura 4.18:	Distribución diamétrica del volumen maderable del bosque de queñoa.	84
Figura 4.19:	Principales especies arbustivas del bosque de queñoa.	85
Figura 4.20:	Ubicación del lloquedal, próximo a la localidad de Tinco Alis.	86
Figura 4.21:	Arboles de lloque asociados al chachacoma.	86
Figura 4.22:	Ejemplar de lloque cubierto de salvajina.	86
Figura 4.23:	Distribución del número de árboles/ha en clases diamétricas del lloquedal.	87
Figura 4.24:	Distribución del área basal por clases diamétricas del lloquedal.	88

Figura 4.25:	Distribución del volumen de madera por clases diamétricas del lloquedal.	89
Figura 4.26:	Especies más abundantes de la flora menor del lloquedal.	90
Figura 4.27:	Bosque de karkac ubicado en el fondo de valle del río Cañete.	91
Figura 4.28:	Bosque de karkac completamente inundado.	91
Figura 4.29:	Distribución del número de árboles/ha en clases diamétricas del bosque de karkac.	92
Figura 4.30:	Distribución del área basal/ha en clases diamétricas del bosque de karkac.	92
Figura 4.31:	Distribución del volumen/ha en clases diamétricas del bosque de karkac.	93
Figura 4.32:	Ubicación de los rodales de puyas” cerca a la localidad de Canchayllo.	94
Figura 4.33:	Equipo de inventario realizando la evaluación de los rodales de puyas”.	94
Figura 4.34:	Distribución del número de puyas/ha, en clases diamétricas.	95
Figura 4.35:	Matorral semiárido en el área de amortiguamiento.	96
Figura 4.36:	Principales especies del matorral semiárido.	97
Figura 4.37:	Matorral subhúmedo atravesado por el camino Llapay-Shalqui.	99
Figura 4.38:	Principales especies del matorral subhúmedo.	100
Figura 4.39:	Matorral húmedo.	101
Figura 4.40:	Principales especies del matorral húmedo.	102
Figura 4.41:	Evaluación del pajonal de puna en un sector del río Cochabamba.	103
Figura 4.42:	Rodal relicto de <i>Buddleja coriacea</i> , “colle”, circundado por césped de puna, cerca a la laguna Pampamarca.	104
Figura 4.43:	Bofedal próximo a la localidad de Tanta.	105
Figura 6.1:	Índices de riqueza de especies de aves en la RPNYC – Agosto 2009.	139
Figura 6.2:	Lista de acumulación de especies de la localidad de Alis.	140
Figura 6.3:	Lista de acumulación de especies de la localidad de Canchayllo.	140
Figura 6.4:	Lista de acumulación de especies de la localidad de Laraos.	141
Figura 6.5:	Lista de acumulación de especies de la localidad de Tanta.	141
Figura 6.6:	Curvas de acumulación ajustadas de Clench de los 4 sitios.	142
Figura 6.7:	<i>Diglossa (carbonaria) brunneiventris</i> , “picaflor vientre canela” (juvenil).	144
Figura 6.8:	<i>Diglossa (carbonaria) brunneiventris</i> , “picaflor vientre canela”.	144
Figura 6.9:	<i>Catamenia analis</i> , “corbatita pico de oro”.	145
Figura 6.10:	<i>Notiochelidon murina</i> , “golondrina plumiza”.	145
Figura 6.11:	<i>Metriopelia melanoptera</i> , “urpicha alanegra”.	145
Figura 6.12:	<i>Oreomanes fraseri</i> , “mielerito del queñual”.	145
Figura 6.13:	<i>Phrygilus fruticeti</i> , “plomito cantor”.	145
Figura 6.14:	<i>Carduelis magellanica</i> , “jilguero común”.	145
Figura 6.15:	<i>Polyonymus caroli</i> , “picaflor de carlos”.	146
Figura 6.16:	<i>Lagidium peruanum</i> , “vizcacha”.	152
Figura 6.17:	<i>Histiopus montanus</i> .	152
Figura 6.18:	<i>Odocoileus peruvianus</i> , “venado cola blanca”.	153
Figura 6.19:	<i>Rhinella spinulosa</i> .	156
Figura 6.20:	<i>Liolaemus robustus</i> .	157
Figura 6.21:	<i>Liolaemus walkeri</i> .	158
Figura 6.22:	<i>Liolaemus</i> sp.	159
Figura 6.23:	<i>Philodryas tachymenoides</i> .	159
Figura 6.24:	Órdenes entomológicos representativos en la RPNYC – Junio 2009.	163
Figura 6.25:	Participación porcentual de los diferentes órdenes de artrópodos por tipo de vegetación – Junio 2009.	165
Figura 6.26:	Laguna Pumacocha – Distrito de Laraos.	170
Figura 6.27:	Laguna Papacocha – Distrito de Huancaya.	170
Figura 6.28:	Río Cañete – Distrito de Huancaya.	170
Figura 6.29:	Bofedal s/n – Distrito de Tanta.	170
Figura 6.30:	Río Alis – Distrito de Alis.	171

Figura 6.31:	Río Cañete – Distrito de Tanta.	171
Figura 6.32:	Río Piñascocha – Distrito de Canchayllo.	171
Figura 6.33:	Río Pachacayo – Distrito de Canchayllo.	171
Figura 6.34:	Riqueza y abundancia de peces en la RPNYC – Junio 2008.	172
Figura 6.35:	Trichomycterus rivulatus.	175
Figura 6.36:	Oncorhynchus mykiss.	176
Figura 6.37:	Orestias sp.	176
Figura 8.1.1:	Plegamiento en calizas (anticlinal) en la formación Jumasha-lugar Canchayllo. Cerca a la confluencia Río Cochas - Río Mantaro.	184
Figura 8.1.2:	Calizas afectadas por la intrusión de granodioritas.	184
Figura 8.1.3:	Al fondo de la laguna Carhuacocha un anticlinal en calizas afectando a la formación Jumasha.	184
Figura 8.1.4:	Derrames Lávicos de la formación volcánico millotingo.	184
Figura 8.1.5:	Depósitos aluvionales en terrazas fluviales del Río Cochas.	184
Figura 8.1.6:	Calizas fracturadas y erosionadas en aparente contacto erosional. Pueblo de Tomas.	184
Figura 8.1.7:	Depósitos coluviales cerros de la formación Carhuaz y Pariahuanca. Río Miraflores	185
Figura 8.1.8:	Depósitos morrénicos laterales gruesos en el flanco derecho del valle glaciar de Laraos. Constituyen acuíferos estacionales.	185
Figura 8.1.9:	Depósitos coluviales de la formación Sacsaquero (volcánicos).	185
Figura 8.1.10:	Afloramientos de horizontes de rocas volcánicas de la Formación Sacsaquero.	185
Figura 8.1.11:	Rocas calcáreas de la formación Jumasha, intruidas por granitos. Se aprecia una laguna endorreica, aparentemente sin salida.	185
Figura 8.1.12:	Terrazas aluvionales con erosión lateral en las crecientes del Río Cochas.	186
Figura 8.1.13:	Terrazas aluviales en proceso de erosión lateral cerca a Canchayllo y confluencia con el Río Cochas.	186
Figura 8.1.14:	Terrazas escalonadas Formadas por erosión regresiva en la localidad de Vilca.	186
Figura 8.1.15:	Pueblo de Tomas en profunda erosión lineal en calizas.	186
Figura 8.1.16:	Artesa Glaciar encañonada y trabajada en Granitos por acción glaciar en quebrada Laraos.	186
Figura 8.1.17:	Valle formado por proceso de erosión lineal “V”. Aguas abajo se aprecia el pueblo de Laraos	186
Figura 8.1.18:	Laguna formada por procesos glaciar o glacialacustre en sedimentación.	187
Figura 8.1.19:	Cerro compuesto por lutitas en proceso de degradación por erosión lineal en arroyadas	187
Figura 8.1.20:	Serie de depósitos de morrenas listonados o determinando especie de surcos.	187
Figura 8.1.21:	Geoformas en escarpas impresionantes, esculpidas por activa erosión lineal en calizas, ubicadas cerca a Canchayllo.	187
Figura 8.1.22:	Estratos de calizas cortados por una falla geológica en proceso de erosión lineal, cerca a Vilca.	187
Figura 8.1.23:	Terraza erosional regresiva o probablemente por endicamiento natural, en la cuenca alta del río Cañete, arriba de Vilca.	187
Figura 8.1.24:	Terraza fluvial en escarpa erosional regresiva lo cual a dado lugar a paisajes muy atractivos en la parte alta del Río Cañete.	188
Figura 8.1.25:	Depósitos de conos coluviales (gravedad) por procesos o acción del meteorismo y deflación en valle interandino.	188
Figura 8.1.26:	Cauce con paredes verticales en encañonado muy cerrado producido por erosión lineal de calizas.	188
Figura 8.2.1:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Carania.	189
Figura 8.2.2:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Carania.	189
Figura 8.2.3:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huañec.	190
Figura 8.2.4:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huañec.	190
Figura 8.2.5:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Tanta.	191
Figura 8.2.6:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Tanta.	191
Figura 8.2.7:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Vilca.	192
Figura 8.2.8:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Vilca.	192
Figura 8.2.9:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauyos.	193
Figura 8.2.10:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauyos.	193

Figura 8.2.11:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Cochabamba.	194
Figura 8.2.12:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Cochabamba.	194
Figura 8.2.13:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Pachacayo.	195
Figura 8.2.14:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Hacienda Pachacayo.	195
Figura 8.2.15:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauricocha.	196
Figura 8.2.16:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Yauricocha.	196
Figura 8.2.17:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Siria.	197
Figura 8.2.18:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Siria.	197
Figura 8.2.19:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huantán.	198
Figura 8.2.20:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Huantán.	198
Figura 8.2.21:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Sunga.	199
Figura 8.2.22:	Hidrograma de precipitaciones medias anuales – Estación Sunga.	199
Figura 8.2.23:	Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO I.	203
Figura 8.2.24:	Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO II.	205
Figura 8.2.25:	Análisis de doble masa – precipitación anual: GRUPO III.	207
Figura 8.3.1	Eufhorbiaceae: <i>Jatropha macrantha</i> .	235
Figura 8.3.2	Bignoniaceae: <i>Delostoma dentatu</i> .	235
Figura 8.3.3	Sapindaceae: <i>Dodonea viscosa</i> .	235
Figura 8.3.4	Rosaceae: <i>Kageneckia lanceolata</i> .	235
Figura 8.3.5	Polemoniaceae: <i>Cantua buxifolia</i> .	235
Figura 8.3.6	Grossulariaceae: <i>Ribes</i> sp.	235
Figura 8.3.7	Grossulariaceae: <i>Escallonoia resinosa</i> .	236
Figura 8.3.8	Grossulariaceae: <i>Escallonoia myrtilloides</i> .	236
Figura 8.3.9	Buddlejaceae: <i>Buddleja incana</i> .	236
Figura 8.3.10	Buddlejaceae: <i>Buddleja coriacaea</i> .	236
Figura 8.3.11	Myrtaceae: <i>Myrcianthes</i> sp.	236
Figura 8.3.12	Cunoniaceae: <i>Weinmannia pinnata</i> .	236
Figura 8.3.13	Fabaceae: <i>Senna</i> sp.	237
Figura 8.3.14	Rosaceae: <i>Polylepis incana</i> .	237
Figura 8.3.15	Scrophulariaceae: <i>Calceolaria</i> sp1.	237
Figura 8.3.16	Asteraceae: <i>Aristequietia discolor</i> .	237
Figura 8.3.17	Asteraceae: <i>Gynoxys</i> cf. <i>nítida</i> .	237
Figura 8.3.18	Loranthaceae: <i>Ligaria</i> sp.	237
Figura 8.3.19	Asteraceae: <i>Cronquistianthus</i> sp.	238
Figura 8.3.20	Asteraceae: <i>Fluorencia resinosa</i> .	238
Figura 8.3.21	Asteraceae: <i>Senecio culcitoides</i> .	238
Figura 8.3.22	Asteraceae: <i>Werneria villosa</i> A. Gray.	238
Figura 8.3.23	Brassicaceae: <i>Draba</i> cf. <i>matthioloides</i> .	238
Figura 8.3.24	Asteraceae: <i>Werneria nubigena</i> .	238
Figura 8.3.25	Saxifragaceae: <i>Saxifraga magellanica</i> .	239
Figura 8.3.26	Malvaceae: <i>Nototriche</i> sp.	239
Figura 8.3.27	Apiaceae: <i>Azorella crenata</i> .	239
Figura 8.3.28	Gentianaceae: <i>Gentiana sedifolia</i> .	239
Figura 8.3.29	Gentianaceae: <i>Gentianella carneorubra</i> .	239
Figura 8.3.30:	Loasaceae: <i>Mentzelia</i> sp.	239
Figura 8.4.1	Pajonal en Canchayllo.	241
Figura 8.4.2	Césped de puna.	241
Figura 8.4.3	Bofedal.	241
Figura 8.4.4	Bofedal de Tanta.	241

Figura 8.4.5	Alpacas en Cochas.	241
Figura 8.4.6	Festuca dolychophylla.	242
Figura 8.4.7	Stipa ichu.	242
Figura 8.4.8	Ovinos pastando en Canchayllo.	242
Figura 8.4.9	Vacunos pastando en pasturas en cerco en Canchayllo.	242
Figura 8.4.10	Calamagrostis intermedia.	242
Figura 8.4.11	Calamagrostis vicunarum.	242
Figura 8.4.12	Alchemilla pinnata.	243
Figura 8.4.13	Hipochoereis taraxacoides.	243
Figura 8.4.14	Azorella crenata.	243
Figura 8.4.15	Hypochaeris sp.	243
Figura 8.4.16	Scirpus sp.	243
Figura 8.4.17	Werneria sp.	243
Figura 8.4.18	Luzula racemosa.	244
Figura 8.4.19	Geranium sessiliflorum.	244
Figura 8.4.20	Chuquiraga spinosa.	244
Figura 8.4.21	Opuntia floccosa.	244
Figura 8.4.22	Astragalus garbancillo.	244
Figura 8.4.23	Aciachne pulvinata.	244
Figura 8.4.24	Senecio sp.	245
Figura 8.4.25	Ephedra americana.	245
Figura 8.4.26	Margyricarpus strictus.	245
Figura 8.4.27	Azorella sp.	245
Figura 8.5.1:	Riqueza y abundancia de peces.	246
Figura 8.5.2	Laguna Pumacocha – Distrito Laraos.	246
Figura 8.5.3	Laguna Papacocha – Distrito Huancaya.	246
Figura 8.5.4	Río Cañete – Distrito Huancay.	247
Figura 8.5.5	Río Alis – Distrito Alis.	247
Figura 8.5.6	Bofedal – Distrito Tanta.	247
Figura 8.5.7	Río Cañete – Distrito Tanta.	247
Figura 8.5.8	Río Piñascocha – Distrito Canchayllo.	247
Figura 8.5.9	Río Pachacayo– Distrito Canchayllo.	247

Este libro se terminó de imprimir
en los talleres gráficos de
NEGMANN SAC
Av. Manco Cápac 527, La Victoria, Lima Perú

Av. Javier Prado Oeste 1440 - San Isidro

Teléfono: 611-6000 - Anexo: 1332

www.minam.gob.pe

Línea Verde: 0800-00660