



**UNIVERSIDAD DE
CHICLAYO**



**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y
URBANISMO E INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**"Evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica en la
cabecera de la cuenca río Ica, Tambo - Huancavelica 2024."**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. CAVERO ORE, JOSE ANTONIO

ASESOR:

Mg. MEDRANO LIZARZABURU, EITHEL YVÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo de materiales compuestos

PRIORIDAD

Tecnología del concreto

CHICLAYO - PERÚ

2024

Página del jurado

Dr. o Mg. o Ing. Apellidos y nombres

Presidente

Dr. o Mg. o Ing. Apellidos y nombres

Secretario

Dr. o Mg. o Ing. Apellidos y nombres

Vocal

Dedicatoria

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mi amada familia. A mis padres, por su inquebrantable apoyo y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos, por su constante ánimo y compañerismo, que han sido fundamentales en mi camino. A cada uno de ustedes, gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

También dedico este esfuerzo a Dios, cuya guía y fortaleza han sido mi luz en los momentos de incertidumbre. Su presencia me ha dado la serenidad y la confianza necesarias para seguir adelante y alcanzar mis metas.

El autor

Agradecimiento

Agradezco profundamente a mi familia por su amor y apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Su paciencia, comprensión y palabras de aliento han sido el motor que me ha impulsado a superar cada obstáculo y a seguir adelante con determinación. Sin su respaldo, este logro no habría sido posible.

Asimismo, agradezco a Dios por ser mi refugio y mi fuente de sabiduría. Su divina providencia ha guiado mis pasos, dándome la fortaleza para enfrentar los desafíos y la serenidad para apreciar cada momento de aprendizaje. Gracias por bendecirme con la oportunidad de crecer y avanzar en este camino..

El autor

Declaración de autenticidad

Yo, ..., adscrito a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con DNI N°, con la investigación titulada **“Evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca rio Ica, Tambo - Huancavelica 2024.”**

Declaro bajo juramento que:

- 1) Estoy seguro de haber cumplido con las normas internacionales, referencias, citas textuales para cada fuente consultada, por lo consiguiente la presente tesis no es plagiada.
- 2) La tesis es de mi autoría
- 3) Esta tesis, no ha sido publicada ni presentada anteriormente, es decir no es auto plagiada de ningún autor.
- 4) Los procedimientos realizados, los resultados de los ensayos realizados en laboratorio son originales y son avalados por el mismo laboratorio.

De identificarse alguna falta como fraude (datos falsos), plagio (información que no cita al autor), plagio (presentación en una nueva forma de que parte de su investigación ha sido publicada), infracción de derechos de autor (uso ilegal de la información de otra persona) o falsificación (tergiversar las ideas de otras personas), asumo las sanciones correspondientes de mis actos, sometiéndome a las reglas vigentes de la Universidad Particular de Chiclayo.

Chiclayo 07 de agosto del 2024

Bach.

DNI N°

Presentación

Señores miembros del jurado:

De acuerdo al reglamento de la Universidad Particular Chiclayo se procede a la realización de la tesis denominada **“Evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca río Ica, Tambo - Huancavelica 2024.”**

La investigación consta de diez capítulos en el primer capítulo la introducción, en el segundo, bases teóricas, en el tercero el marco metodológico, en el cuarto resultados, en el quinto la discusión, en el sexto las conclusiones, en el séptimo las recomendaciones, en el octavo la propuesta, en el noveno las referencias y en el décimo los anexos de la investigación.

El objetivo general de esta tesis es evaluar la influencia de la adición de polvo de cáscara de maracuyá en la resistencia a la compresión del concreto, con una resistencia designada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para determinar su viabilidad como material compuesto eco-amigable y económicamente viable en la industria de la construcción. A través de un enfoque experimental, se busca no solo comprender el impacto directo de este aditivo sobre las propiedades mecánicas del concreto, sino también promover una alternativa sostenible que contribuya a la reducción de residuos y al mejoramiento de la eficiencia material en la construcción, marcando un paso hacia la innovación en materiales de construcción sostenibles.

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Tablas	ix
Figuras	x
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.i
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.1.1. Internacional	1
1.1.2. Nacional	1
1.1.3. Local	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Hipótesis	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
II. BASES TEÓRICAS	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Internacional	5
2.1.2. Nacional	7
2.1.3. Local	11
2.2. Marco teórico	12
III. MARCO METODOLÓGICO	17
3.1. Tipo de estudio	17
3.2. Diseño de investigación	17
3.3. Identificación de variables	17

3.4.	Población, muestra y muestreo	20
3.4.1.	Población	20
3.4.2.	Muestra	20
3.4.3.	Muestreo	20
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5.1.	Técnicas	20
3.5.2.	Instrumentos	21
3.6.	Procedimientos de análisis de datos	22
3.7.	Método de análisis de datos	24
3.8.	Aspectos éticos	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	34
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	RECOMENDACIONES	38
VIII.	PROPUESTA	39
8.1.	Generalidades	39
8.2.	Análisis	39
8.3.	Diseño	40
8.4.	Implementación	40
8.5.	Costo y presupuesto	41
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
X.	ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	18
Tabla 2. Operacionalización de variables	19
Tabla 3. Precipitaciones en la estación tambo, Huancavelica	29
Tabla 4. Proyección de la oferta hídrica	32
Tabla 5. Proyección de la demanda hídrica.....	32
Tabla 6. Balance oferta – demanda hídrica.....	32

Figuras

Figura 1. Actuales terrenos sin cobertura vegetal y suelos erosionados	26
Figura 2. Terreno de San Juan Bautista Córdoba	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Terreno Pacamarca - Ocayo	27
Figura 4. Terreno de Vichuri – Taracachi - Ocayo.....	27
Figura 5. Terreno San Francisco de Querco.....	27
Figura 6. Terreno San Juan Huirpachanca – San Isidro	28
Figura 7. Histograma de precipitación y temperaturas en la estación tambo (1965-2014). 29	

RESUMEN

En la presente tesis titulada "Evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca río Ica, Tambo - Huancavelica 2024," se busca evaluar la efectividad de las estrategias implementadas para la recuperación de servicios hídricos en dicha cuenca. El objetivo general es realizar una evaluación detallada de las condiciones actuales y las intervenciones necesarias para mejorar la regulación hídrica en la cabecera del río Ica. Los resultados muestran que la cabecera del río Ica-Huaytara presenta una cobertura vegetal insuficiente y suelos gravemente erosionados debido a la pérdida de pastizales y sotobosques. Esta situación ha aumentado la vulnerabilidad a la erosión hídrica y ha reducido la capacidad de retención de agua. La variabilidad en las precipitaciones y la falta de infraestructura adecuada agravan estos problemas. En conclusión, es esencial implementar técnicas adecuadas de riego y manejo del agua en actividades agrícolas y ganaderas, así como capacitar a las comunidades locales en prácticas de gestión sostenible del agua para optimizar el uso de los recursos hídricos disponibles.

Palabra clave: Regulación hídrica, erosión del Suelo, cobertura vegetal, gestión del agua y cuenca del río Ica

ABSTRACT

This thesis entitled "Evaluation of recovery of water regulation services in the headwaters of the Ica River basin, Tambo - Huancavelica 2024," seeks to evaluate the effectiveness of the strategies implemented for the recovery of water services in said basin. The general objective is to carry out a detailed evaluation of the current conditions and the necessary interventions to improve water regulation in the headwaters of the Ica River. The results show that the headwaters of the Ica-Huaytara River have insufficient vegetation cover and severely eroded soils due to the loss of grasslands and undergrowth. This situation has increased vulnerability to water erosion and reduced water retention capacity. Variability in rainfall and lack of adequate infrastructure exacerbate these problems. In conclusion, it is essential to implement appropriate irrigation and water management techniques in agricultural and livestock activities, as well as train local communities in sustainable water management practices to optimize the use of available water resources.

Keyword: Water regulation, soil erosion, vegetation cover, water management and Ica River basin

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Internacional

La variabilidad climática y el cambio climático presentan desafíos significativos para la regulación hídrica a nivel internacional, con impactos notables en países como Bolivia y México. En Bolivia, los efectos se manifiestan dramáticamente en el retroceso de glaciares andinos, fuente vital de agua dulce para comunidades, agricultura y generación de energía, exacerbando la escasez de agua en períodos de sequía y afectando la seguridad hídrica. Al mismo tiempo, eventos extremos como lluvias intensas incrementan el riesgo de inundaciones, dañando infraestructuras y medios de vida (Trimo et al., 2023). En México, la variabilidad climática altera los patrones de precipitación, provocando sequías severas en algunas regiones mientras otras enfrentan inundaciones devastadoras. Estos cambios afectan el agua no solo el consumo humano, agricultura e industria, sino también a terrestres y ecosistemas acuáticos, en peligro poniendo la biodiversidad y comprometiendo los servicios ecosistémicos esenciales. Ambos países enfrentan el desafío de adaptar sus estrategias de gestión del agua a estas nuevas realidades climáticas, requiriendo esfuerzos coordinados para mejorar la resiliencia de sus sistemas hídricos y comunidades ante un futuro incierto (Nasim et al., 2022)

1.1.2. Nacional

En Perú, específicamente en regiones como Lima y Piura, la regulación hídrica enfrenta desafíos significativos debido al cambio climático y los impactos antropogénicos. Lima, situada en un desierto costero, depende en gran medida de los ríos que fluyen desde los Andes para su suministro de agua potable, agricultura e industria. Sin embargo, está alterando el cambio climático de las precipitación en relacion a los patrones y acelerando el derretimiento de los glaciares andinos, disminuyendo las fuentes de agua dulce de la ciudad en un contexto donde la demanda hídrica sigue creciendo debido al crecimiento poblacional y desarrollo económico. Simultáneamente, la contaminación del agua por actividades humanas, como la minería y el vertido de aguas residuales sin tratar, agrava la escasez de agua de calidad. En Piura, una región propensa a fenómenos climáticos extremos como El Niño, el cambio climático intensifica estos eventos, resultando en inundaciones devastadoras que

destruyen infraestructuras hídricas y agrícolas, mientras que en otros momentos enfrenta sequías severas. Los impactos antropogénicos, incluyendo la deforestación y el uso insostenible del agua en la agricultura, exacerbando la vulnerabilidad de la región a la variabilidad climática. Ambas regiones requieren de políticas integradas recursos hídricos en su gestión que contemplen adaptaciones al cambio climático y mitigación de impactos humanos, para asegurar la disponibilidad y calidad del agua frente a estos retos complejos (Altamirano & Martinez, 2021).

1.1.3. Local

La evaluación de la recuperación en la cabecera de la cuenca del río Ica, Tambo de servicios de regulación hídrica, en Huancavelica, Perú, se enfrenta a desafíos críticos derivados tanto de factores naturales como antropogénicos. Esta región, vital para la provisión de agua a comunidades agrícolas y urbanas aguas abajo, experimenta la presión del cambio climático, manifestándose en patrones de precipitación cada vez más erráticos y el consecuente impacto en la disponibilidad de agua. Las actividades humanas, incluyendo la agricultura intensiva, la minería y la urbanización, contribuyen significativamente a la alteración de los ecosistemas nativos, reduciendo la capacidad de la cuenca para retener y regular el flujo de agua, exacerbando de ríos la erosión del suelo y la sedimentación y reservorios. Además, la falta de un enfoque integrado y coordinado entre las diversas jurisdicciones y comunidades afecta la eficacia de las iniciativas de recuperación y conservación hídrica. Estos desafíos subrayan la importancia de implementar estrategias de manejo sustentable que incorporen conocimientos científicos y tradicionales, promoviendo prácticas que mejoren la infiltración de agua, la reforestación con especies nativas y la conservación de suelos, para asegurar la resiliencia de la cuenca del río Ica, Tambo frente a las crecientes amenazas del cambio climático y la intervención humana (Zeisser & Gilvono, 2016).

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál ha sido el impacto de las intervenciones de recuperación sobre los servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca del río Ica, Tambo en Huancavelica durante el año 2024?

1.3. Hipótesis

La implementación de estrategias de recuperación de servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca del río Ica, en la región de Tambo - Huancavelica, durante el año 2024, mejorará significativamente la capacidad de retención y regulación del agua, lo que se reflejará en una reducción de la variabilidad del caudal durante las temporadas de lluvia y sequía.

1.4. Justificación

Justificación Ambiental

Desde la perspectiva ambiental, el estudio aborda la urgente necesidad de mitigar los efectos adversos del “cambio climático y la degradación ambiental” en la cabecera de la cuenca del río Ica, Tambo. La evaluación de las iniciativas de recuperación es crucial para identificar prácticas efectivas que puedan mejorar la retención de agua, reducir la erosión y aumentar la biodiversidad, contribuyendo a la resiliencia ecológica y la sostenibilidad de los ecosistemas locales.

Justificación Social

Socialmente, la investigación resalta la importancia de los servicios de regulación hídrica para las comunidades locales en Huancavelica, de estos recursos que dependen para la agricultura, el abastecimiento de agua y la generación de energía hidroeléctrica. Al evaluar la eficacia de las intervenciones de recuperación, el estudio busca informar políticas y programas que promuevan la equidad en el acceso al agua, mejoren la calidad de vida y fomenten el desarrollo sostenible en comunidades vulnerables.

Justificación Metodológica

Metodológicamente, la tesis propone utilizar enfoques innovadores y multidisciplinarios para evaluar los servicios de regulación hídrica, combinando herramientas de teledetección, análisis espacial, modelización hidrológica y evaluaciones socioeconómicas. Esta aproximación permite una comprensión integral de los efectos de las intervenciones, destacando la importancia de metodologías robustas y adaptativas en la investigación ambiental para generar datos precisos y aplicables en gestión de recursos naturales a la toma de decisiones.

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca rio Ica, Tambo - Huancavelica 2024.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Describir las características de la cabecera del rio Ica-Huaytara 2023
- Identificar las causas de la escasez de recursos hídrico en la cabecera del Rio Ica-Huaytara 2023.
- Identificar y caracterizar las áreas potencialmente favorables para la cosecha de agua en la cabecera del rio Ica-Huaytara 2023.
- Determinar la oferta y demanda hídrica en la cabecera del rio Ica-Huaytara 2023

II. BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Kaiyrbek et al., (2024) Cuyo objetivo tuvo que evaluar los enfoques e instrumentos actuales para regular las relaciones hídricas en Asia Central, destacando su importancia en el contexto de cambios geopolíticos y naturales agudos. El tipo de metodología empleó métodos de análisis, comparación, deducción, generalización y el método formal-legal, utilizando síntesis para estudiar las propiedades de los estados de Asia Central y comparación para revelar rasgos comunes y distintivos de la regulación de las relaciones hídricas. La población o muestra, se centra en los países de Asia Central, incluidos Uzbekistán, Kirguistán, Turkmenistán, Tayikistán y Kazajistán, investigando su legislación y enfoques hacia la regulación de las relaciones hídricas. En su resultado, se logró conocer el contenido y significado de las relaciones hídricas, describir su objeto, clasificarlas, y evaluar la estructura de la legislación sobre aguas en los países de Asia Central. Se identificaron las principales ideas y vectores de política pública nacional y cooperación internacional en protección del agua y crisis hídricas, formando recomendaciones para mejorar la regulación del agua. En conclusión, existe una desigualdad en la regulación del agua entre los países de Asia Central, con algunos mostrando legislación obsoleta que necesita actualización, especialmente en Uzbekistán. La investigación propone el desarrollo de condiciones legales y organizativas efectivas para un uso racional del agua, enfatizando la importancia de reformar los enfoques de políticas públicas sobre este tema para mejorar la regulación de las relaciones hídricas y, por ende, el estado del medio ambiente acuático en la región.

Fernández et al., (2023) Este estudio propone una metodología innovadora para evaluar la recuperación de energía en los sistemas de suministro de agua urbanos, con un enfoque en la ciudad de Murcia, España, como caso de estudio. La metodología involucra la creación y calibración de un modelo detallado del sistema de suministro de agua, utilizando mediciones experimentales y análisis mediante EPANET y Octave. El objetivo es identificar el potencial de instalación de turbinas en puntos específicos para la recuperación de energía hidráulica, utilizando dos estimadores de energía basados en la altura neta mínima disponible y una altura neta variable. Los resultados sugieren la viabilidad de recuperar energía en múltiples ubicaciones, con potenciales que varían significativamente, lo que indica que, aunque la energía recuperada no es masiva, podría ser suficiente para el autoconsumo de cargas eléctricas cercanas y contribuir a la reducción de fugas y la presión del sistema. Además, esta recuperación de energía complementa otras estrategias sin reducir el potencial de recuperación energética aguas arriba, ofreciendo una ruta hacia una gestión más sostenible y eficiente del suministro de agua urbano.

Zhou & Wu, (2023) este estudio aborda el desafío del anegamiento urbano exacerbado por el cambio climático y la urbanización, proponiendo un marco innovador para optimizar la Infraestructura Verde de Aguas Pluviales (GSI) en la construcción de ciudades esponja, considerando tanto los beneficios de mitigación de inundaciones como los socioeconómicos. A través de una metodología que cuantifica y visualiza la oferta y la demanda del Servicio de Regulación de Inundaciones (FRS) usando medición del uso del suelo y evaluación del riesgo de desastres, el estudio identifica áreas prioritarias para la implementación de GSI. Aplicado al caso de Wuhan, China, este marco revela la distribución espacial de la capacidad de oferta de FRS y sugiere que la integración de consideraciones socioeconómicas puede mejorar significativamente la eficiencia de la inversión en GSI. Los resultados validan la efectividad del marco en la planificación y diseño de GSI a gran escala, ofreciendo una guía valiosa para el desarrollo de ciudades más resilientes y sostenibles.

Frizzle et al., (2021) Este estudio apunta a mapear de regulación el servicio ecosistémico de la erosión en una cuenca hidrográfica de bosque boreal, utilizando datos de SWAT y LiDAR para identificar las interacciones complejas que afectan la producción de sedimentos. A través de un enfoque metodológico de cinco pasos, se seleccionaron variables

explicativas basadas en su importancia en la proyección (VIP) y se desarrollaron indicadores ecológicos usando LiDAR, abarcando variables climáticas, de uso de la tierra, patrones de uso de la tierra y morfométricas. La altura del percentil 95 de los retornos LiDAR proporcionó una representación espacial precisa de cortes en la tierra, contribuyendo a la formulación de un índice de control de la erosión de sedimentos (SEC) que excluyó la precipitación promedio anual para evitar su uso como índice temporal. La validación del estudio en la cuenca del río Harry en Terranova, Canadá, demostró una concordancia del 87% entre las clasificaciones del índice SWAT y SEC, confirmándose la eficacia de los modelos SWAT y PLS en la identificación de variables clave para modelar la producción de sedimentos. Este enfoque innovador proporciona una nueva herramienta para el mapeo de regulación de servicios ecosistémicos de la erosión, reforzando la importancia de considerar la complejidad de las cuencas de los ecosistemas en el manejo y conservación forestales boreales.

2.1.2. Nacional

Chavez, (2021) Esta investigación evaluó los impactos socioeconómicos y ambientales del proyecto de Regulación Hídrica implementado entre 2008 y 2010 de la laguna en la cuenca de Quescay, a 490 familias beneficiando de las comunidades campesinas de “Choccopia, Colquepata, y Tiracancha”, en la Región Cusco. El proyecto, dirigido la oferta a mejorar de agua en épocas críticas para riego de una presa mediante la construcción y el tratamiento de acuíferos, se analizó mediante un estudio cuantitativo transversal explicativo, utilizando encuestas a grupos focales, evaluaciones de campo y revisión de datos secundarios. Los resultados mostraron un incremento significativo en el número de usuarios de agua para riego, pasando de 60 a 208, lo cual representa un aumento del 246.67%, gracias a la mayor disponibilidad de agua y a la construcción de nuevos sistemas de riego. Además, una participación se logró equitativa de hombres y mujeres en las capacitaciones y asambleas, con un notable aumento de mujeres dentro en posiciones directivas de riego en sus organizaciones. La consolidación de la Comisión de Usuarios de Agua de Riego de la Laguna de Quescay y sus tres Comités de Usuarios, formalizada ante la ANA, alcanzó un 92% de consolidación. Este estudio concluye que el proyecto ha tenido un impacto positivo en la gestión del agua, de las familias la capacidad productiva y, por ende, en sus condiciones de vida, evidenciando la

importancia de considerar tanto los beneficios de mitigación de inundaciones como los socioeconómicos en la planificación y ejecución de proyectos de regulación hídrica.

Moreano & Loyola, (2021) En respuesta al decreciente cubrimiento vegetal en la cuenca Mariño, debido al sobrepastoreo, esta investigación se enfocó en determinar el valor económico de los basándose flujos hidrológicos en la biodiversidad funcional de pastizales, bofedales, y bosques nativos, así como en la presencia de costras biológicas para una regulación hídrica adecuada. Utilizando una metodología cuantitativa, que incluyó encuestas, evaluación directa en campo y análisis de información secundaria, se estudió la oferta y demanda hídrica y se realizó una valoración económica del agua, encontrando que la oferta hídrica era de 4'264'549 m³/año y la demanda de 4'498'956 m³/año, estableciendo un valor de S/. 0,51 por m³ de agua. Este resultado resalta la importancia de gestionar y conservar la cabecera de cuenca para mejorar la disponibilidad de agua, sugiriendo medidas de manejo como la clausura de praderas, conservación de bofedales, y reforestación con especies nativas. La investigación concluye que el agua ha estado subvalorada en la práctica agrícola, recomendando ajustes en el cobro por su uso para reflejar su verdadero costo de producción y proteger funcional la biodiversidad que sostiene los ecosistemas de la cuenca.

Cervantes et al., (2022) Este estudio, realizado de Rontoccocha en la unidad hidrográfica en Apurímac, Perú, entre los años hidrológicos 2018 y 2019, tuvo como objetivo estimar la contribución de diferentes ecosistemas altoandinos (pajonal de puna húmeda, bofedal y bosque de Polylepis) al servicio ecosistémico de regulación hídrica, especialmente en lo que respecta a los flujos dirigidos hacia el almacenamiento subterráneo. Utilizando la herramienta eco-hidrológica Hydrobal, se modeló el balance hídrico de cada ecosistema basándose en variables de vegetación, climáticas y particularidades del suelo. Los resultados indicaron que aproximadamente el 15% de la lluvia total en la cuenca contribuye al almacenamiento subterráneo en cada ecosistema, con el pajonal de puna húmeda regulando el 80%, el bofedal el 17%, y el bosque de Polylepis solo el 3% del total. Aunque la regulación hídrica por unidad de área no mostró diferencias significativas entre los ecosistemas, a nivel de la cuenca, el pajonal de puna húmeda emergió como el principal contribuyente debido a su amplia extensión. Esta conclusión subraya la importancia de conservar estos ecosistemas para

mantener la provisión de agua, ofreciendo una base de políticas públicas para la formulación y estrategias de inversión enfocadas en la siembra y afianzamiento hídrico.

Zavala et al., (2022) Este estudio aborda como objetivo la eficacia costo-efectividad de las inversiones en infraestructura natural para la regulación hídrica en la cuenca del Mariño, sur de Perú, mediante la comparación de 4 estrategias de regulación hídrica contra la disposición a pagar a la población de Abancay. Se empleó un análisis de costo-efectividad, utilizando datos de mecanismos de la implementación por servicios de retribución ecosistémicos hídricos y encuestas de valoración contingente a 390 usuarios de agua potable. Reflejan los datos obtenidos que las inversiones activas en infraestructura natural no son costo-efectivas, ya que su ratio de costo-efectividad (“0,35 PEN o 0,091 USD”/m³ de agua) excede el umbral de disposición a pagar de la población (0,20 PEN o 0,052 USD/m³ de agua), sugiriendo que estas inversiones superan lo que la población está dispuesta a pagar. En contraste, se sugiere que las inversiones pasivas en infraestructura natural podrían ser más eficientes. La conclusión principal es que, dada la restricción presupuestaria y de optimizar la necesidad los recursos disponibles de los servicios ecosistémicos hídricos para la recuperación y gestión, la evaluación de costo-efectividad ofrece una herramienta valiosa para priorizar inversiones que maximicen los beneficios sociales y ambientales.

Ccsani, (2023) esta investigación evaluó la eficacia de las inversiones en servicios ecosistémicos hídricos para uso agropecuario en la cuenca Cachi, mediante en un mercado hipotético el método de valoración contingente. En su objetivo se propuso estimar la tarifa real volumétrica del agua y analizar los rendimientos de escala usando la función de producción Cobb Douglas. En su metodología incluyo 381 encuestas aplicadas a los productores agropecuarios de la región, se determinó que están dispuestos a pagar hasta S/ 74.87 por hectárea por campaña, mientras que la disposición a aceptar compensación por la conservación del agua fue de S/ 162.05 por hectárea de bofedal por mes. La tarifa volumétrica resultante para las zonas ganaderas fue de S/0.0161037 por metro cúbico y para las zonas agrícolas de S/ 0.0149460 por metro cúbico. Los resultados de Cobb Douglas indicaron rendimientos de escala crecientes, con elasticidades de producción mayores a uno. Se concluye que existe una disposición significativa a pagar por la mejora de la calidad y continuidad del suministro de agua agropecuaria, así como a aceptar compensaciones por la

conservación de las fuentes naturales de agua. Concluyo la importancia de fomentar del agua el uso eficiente y sostenible para garantizar su disponibilidad para las generaciones actuales y futuras, especialmente en épocas de estiaj

Cervantez, (2022) Este estudio se centró en evaluar la rentabilidad del manejo de altoandinos ecosistemas en la unidad hidrográfica para la regulación hídrica de Rontoccocha, comparándola de regulación con otras alternativas, como la construcción de microrepresas rústicas, presas de concreto, y de oportunidad el pago del costo para las familias residentes. El objetivo general fue estimar el costo y la efectividad de estas estrategias de manejo de ecosistemas y alternativas de regulación hídrica, estudio aplicó una metodología de Razón de Costo-Efectividad Incremental y estableció un Umbral de Costo-efectividad basado en la Disposición a Pagar de la población de Abancay, para evaluar la rentabilidad del manejo de ecosistemas altoandinos en la regulación hídrica en la unidad hidrográfica de Rontoccocha. La población objetivo incluyó a las familias residentes en esta área, cuyas estrategias de regulación hídrica fueron comparadas, incluyendo la construcción de microrepresas rústicas, presas de concreto, y el pago del costo de oportunidad. Los resultados indicaron que, bajo la metodología empleada, la única estrategia rentable, considerando el umbral de costo-efectividad de S/ 0,04/m³ de agua, fue el pago del costo de oportunidad a las familias. En conclusión, el análisis demostró que optimizar recursos escasos para la mejora de la provisión de agua requiere seleccionar medidas que generen el mayor beneficio a un costo que la población de Abancay pueda financiar, destacando la eficacia de integrar pagos por servicios ecosistémicos hídricos como una estrategia costo-efectiva y sostenible.

Díaz, (2020) La investigación se centró en la microcuenca San Francisco, Rioja, con el objetivo de evaluar el impacto de las medidas en la recuperación de servicios ecosistémicos de mitigación ambiental. Utilizando una metodología que combina análisis de variables como la mitigación ambiental y la recuperación de servicios ecosistémicos, se examinó la influencia de dichas medidas. La población estudiada incluyó áreas de café recuperadas mediante sistemas agroforestales y zonas reforestadas en nacientes de agua y fajas marginales, complementándose con una evaluación de compensación de acciones por servicios ecosistémicos como la instalación de módulos de apicultura, crianza de cuyes, y cocinas mejoradas. Los resultados revelaron la recuperación efectiva de 10.50 ha de café y 3.06 ha de

zonas reforestadas, evidenciando mejoras significativas en parámetros químicos del suelo y en la provisión hídrica. Además, las encuestas aplicadas a los beneficiarios de las acciones compensatorias mostraron un alto grado de satisfacción, subrayando la eficacia de estas medidas de servicios ecosistémicos en la recuperación. En conclusión, este estudio demuestra que las medidas de mitigación ambiental y las acciones de compensación por servicios ecosistémicos tienen una influencia positiva en la recuperación y mejora en la microcuenca San Francisco de los servicios ecosistémicos, sosteniendo así a la ambiental sostenibilidad y al bienestar de las comunidades locales.

2.1.3. Local

Arroyo et al., (2021) La tesis tuvo como objetivo evaluar cómo el cambio de uso de suelo y el cambio climático afectan la capacidad en la microcuenca de regulación hídrica Medio Bajo Mantaro, Huancavelica, entre 2015 y 2020. Se adoptó una metodología de investigación básica, aplicando el método hipotético-deductivo para probar si estas variaciones reflejan en la regulación hídrica. La población de estudio incluyó datos climáticos y de cobertura vegetal de la microcuenca. Utilizando el análisis estadístico de Pearson, se encontró que la precipitación y la cobertura vegetal tienen una relación directa con el caudal, con coeficientes de correlación de 0.90 y 0.83, respectivamente, mientras que la temperatura mostró una relación inversa. Asimismo, el cambio de uso de suelo presentó una correlación inversa significativa con el caudal. En conclusión, estos resultados demuestran que tanto la precipitación y la cobertura vegetal como el cambio de uso de suelo son determinantes clave en la capacidad de regulación hídrica de la microcuenca, subrayando la importancia de gestionar cuidadosamente el uso del suelo y las políticas de conservación para mantener la sostenibilidad hídrica en el área.

Paucar & Soto, (2023) El objetivo fue priorizar la distribución al año 2030 del ecosistema bofedal, tomando en cuenta el estado de salud de estos ecosistemas y factores climáticos como precipitación; temperatura y en la microcuenca Astobamba evapotranspiración potencial y Cachimayo, Huancavelica. Se empleó una metodología básica de tipo descriptivo y diseño no experimental longitudinal, centrada en la población de

ecosistemas bofedales de la subcuenca Ichu y específicamente en los bofedales de las microcuencas mencionadas, utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia. Las técnicas de observación directa e indirecta, junto con fichas de recolección de datos, registros de campo y de imágenes satelitales, fueron instrumentos clave. Los resultados revelaron un predominio de estado regular en los bofedales y una disminución significativa de áreas saludables entre 1995 y 2022, con una distribución potencial estimada en 3275.62 ha para 2030. Se proyecta una reducción del 84.24% en la distribución potencial de estos ecosistemas, evidenciando pérdidas significativas en áreas de alta y media probabilidad de presencia. La conclusión destaca la urgente necesidad de acciones de conservación para mitigar la pérdida de estos valiosos ecosistemas debido al deterioro de su estado de salud y los efectos adversos del cambio climático.

Lozano, (2021) La investigación se propuso evaluar la calidad física, química y bacteriológica del agua de la laguna Choclococha, empleando una metodología de muestreo según el Protocolo de monitoreo de calidad de agua de la (ANA) de 2016. La población de estudio comprendió tres puntos de monitoreo seleccionados por conveniencia, dadas las características de tamaño y topografía de la laguna. Se analizaron parámetros como DBO₅, OD, pH, nitratos, conductividad, SST, coliformes totales y fecales. Los resultados mostraron valores promedio dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la mayoría de los parámetros, excepto para el oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales, que superaron los valores permitidos, sugiriendo la necesidad de un estudio más profundo para comprender su impacto en la vida acuática. En conclusión, este estudio confirmó que la calidad del agua de la laguna Choclococha cumple con los estándares para la mayoría de los parámetros evaluados, aunque algunos valores indican la necesidad de atención y manejo adecuado para proteger su biodiversidad acuática.

2.2.Marco Teórico

2.2.1. Siembra y Cosecha

La siembra y cosecha de agua es una técnica ancestral y renovada de manejo hídrico que busca optimizar el aprovechamiento del agua, especialmente en zonas áridas o semiáridas. Consiste en la captación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico mediante la

construcción de infraestructuras como zanjas de infiltración, pequeñas presas, y reservorios, entre otros, que permiten recoger el agua de lluvia o de neblina para su infiltración en el suelo, aumentando la recarga de acuíferos y disponibilidad de agua en el subsuelo (Admitos & Panagis, 2024). Estas prácticas no solo proveen agua para la agricultura, ganadería y consumo humano durante períodos de escasez, sino que también contribuyen a la restauración de ecosistemas, la prevención de la erosión del suelo y el mejoramiento de la biodiversidad. La captación de recurso hídrico, en este contexto, se refiere al proceso inicial de recolección del agua a través de distintos mecanismos y estructuras diseñadas para maximizar la cantidad de agua que se puede almacenar y posteriormente utilizar para diversos fines (Colchado, 2020).

2.2.2. Los diques

Los diques son estructuras construidas transversalmente en ríos o arroyos, diseñadas para retener o desviar el flujo de agua. Su propósito varía desde la creación de reservorios, control de inundaciones, hasta la generación de energía hidroeléctrica. Funcionan como barreras físicas que almacenan agua en épocas de abundancia para su uso en tiempos de necesidad, contribuyendo a la regulación del ciclo hídrico en la región donde se emplazan (Gonzales & Vallejos, 2020)

2.2.3. Las zanjas

Las zanjas de infiltración son excavaciones lineales en el terreno que captan el agua de escorrentía para fomentar su infiltración en el suelo, aumentando la recarga de los acuíferos subterráneos. Se utilizan especialmente en áreas con problemas de abastecimiento de agua, permitiendo una gestión más sostenible del recurso hídrico al promover su almacenamiento natural y la disponibilidad de agua en el subsuelo para su posterior uso (Mbiankeu, 2024).

2.2.4. La escasez de recursos hídricos

La escasez de recursos hídricos se refiere a la insuficiencia de agua dulce disponible para satisfacer las demandas de consumo, agrícolas, industriales y ecológicas dentro de una región. Este fenómeno puede ser resultado de factores naturales como la variabilidad de las precipitaciones y el cambio climático, o por acciones humanas, incluyendo el uso

descontrolado y la gestión ineficiente del agua. La disminución de las precipitaciones, un síntoma frecuente del cambio climático, afecta directamente la disponibilidad de agua, exacerbando la escasez en muchas partes del mundo (Mendoza, 2020)

2.2.5. El cambio climático

El cambio climático, caracterizado por alteraciones en los patrones climáticos globales debido a la actividad humana, impacta significativamente en el ciclo hidrológico. Aumento de temperaturas, cambios en la distribución y cantidad de las precipitaciones, y eventos climáticos extremos son algunos de sus efectos, que a su vez afectan la disponibilidad de los recursos hídricos, comprometiendo la seguridad hídrica a nivel global (Mendoza, 2020).

El uso descontrolado de agua se refiere a la explotación excesiva y no regulada del recurso hídrico, lo que puede llevar a su agotamiento y a la degradación de los ecosistemas acuáticos. Esta práctica insostenible incluye tanto el consumo humano directo como el uso agrícola, industrial y de energía sin las medidas adecuadas de conservación y eficiencia, contribuyendo a la problemática de la escasez de agua (Zamora, 2022).

2.2.6. Recuperación de servicios de regulación hídrica

La evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica es un proceso que busca medir y entender cómo las intervenciones humanas o naturales han logrado restaurar o mejorar la capacidad de los ecosistemas para regular el ciclo del agua (Chaysiri et al., 2024). Este concepto implica el análisis de cómo ciertas acciones, como la reforestación, la construcción de infraestructura verde, la restauración de humedales, o la implementación de prácticas de conservación del suelo, pueden influir en la capacidad de un ecosistema para proporcionar servicios hídricos esenciales. Estos servicios incluyen la regulación del flujo de ríos y arroyos, la filtración y depuración del agua, la recarga de acuíferos y la mitigación de inundaciones y sequías (Anthonj et al., 2024).

La metodología para esta evaluación generalmente involucra la comparación de datos hidrológicos y ecológicos antes y después de la implementación de proyectos de recuperación, utilizando indicadores como la cantidad y calidad del agua, la biodiversidad asociada a cuerpos de agua, y la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas acuáticos frente a eventos

extremos. El objetivo es determinar si las medidas tomadas han sido efectivas en restaurar o mejorar los procesos naturales que regulan el ciclo hídrico, contribuyendo así a la sostenibilidad de los recursos hídricos y al bienestar humano (Carrard et al., 2022).

2.2.7. Definición de términos

a) Acuíferos

Formaciones geológicas subterráneas capaces de almacenar y transmitir cantidades significativas de agua (Sampaio & Sampaio, 2020).

b) Afluentes

Cuerpos de agua menores que fluyen hacia un río principal o lago (Hosseinpourtehrani et al., 2022).

c) Biodiversidad

Variedad de vida en todas sus formas y niveles de organización, incluyendo diversidad genética, de especies y ecosistémica (Blomkvist et al., 2023).

d) Cuenca Hidrográfica

Área de terreno desde la cual toda el agua que cae como precipitación fluye hacia un punto de salida común, como un río principal, lago, embalse o el mar (Mercadier & Brenner, 2020).

e) Ciclo Hídrico

El ciclo continuo de evaporación, transpiración, condensación y precipitación del agua en la Tierra (Cameron et al., 2021)

f) Ecosistemas

Comunidades de seres vivos interdependientes y su ambiente físico (Allakulov et al., 2023)

g) Evaluación de Recuperación

Proceso de medición y análisis del progreso o mejora en la capacidad de un ecosistema para proporcionar servicios luego de una intervención (Yu et al., 2021).

h) Hidrología

Ciencia que estudia el agua, su distribución, circulación y propiedades en la Tierra (Melaku et al., 2023).

i) Infiltración

Proceso por el cual el agua en la superficie penetra en el suelo (Mallick et al., 2020).

j) Mitigación

Estrategias o acciones implementadas para reducir o prevenir el daño ambiental (Nunbogu et al., 2023)

k) Precipitación

Toda forma de agua, ya sea líquida o sólida, que cae de la atmósfera y alcanza la superficie terrestre (Bolaane et al., 2021).

l) Provisión Hídrica

Servicio ecosistémico que se refiere a la disponibilidad de agua dulce para diversos usos, como el consumo humano, la agricultura y la industria (Kim et al., 2024).

m) Recuperación de Servicios Ecosistémicos

Proceso de restauración o mejora de los servicios que los ecosistemas brindan a la humanidad, como la regulación del clima, el control de la erosión y la purificación del agua (Marchesi et al., 2023)

n) Regulación Hídrica

Capacidad de los ecosistemas para regular los flujos de agua, incluyendo su almacenamiento, liberación y calidad (Sarmadi et al., 2021).

o) Servicios Ecosistémicos

Beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas, incluidos servicios de suministro, regulación, soporte y culturales (Mudadu Silva et al., 2023).

p) Transpiración

Proceso por el cual el agua es absorbida por las raíces de las plantas, se mueve a través de sus tejidos y se evapora desde sus hojas (Tumwebaze et al., 2023).

III.MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

Esta investigación es **descriptiva y analítica**. Es descriptiva porque se centra en describir detalladamente las características de la cabecera del río Ica-Huaytara, incluyendo la cobertura vegetal actual, la erosión del suelo y las condiciones hídricas del ecosistema. Además, es analítica porque investiga y analiza las causas de la escasez de recursos hídricos, utilizando tanto datos cualitativos como cuantitativos para proyectar soluciones efectivas.

La investigación es mixta porque combina componentes cualitativos y cuantitativos. Los componentes cualitativos incluyen la descripción detallada del estado actual de la cabecera del río Ica-Huaytara, enfocándose en la cobertura vegetal, la erosión del suelo y la identificación de las causas de la escasez hídrica. Los componentes cuantitativos se evidencian en la proyección de la oferta y demanda hídrica, utilizando datos numéricos específicos, y en el análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas. Esta combinación permite una visión más completa y profunda del problema, integrando la riqueza de los datos cualitativos con la precisión de los datos cuantitativos.

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación es no experimental porque no manipula variables independientemente. Se basa en la observación y análisis de datos existentes y situaciones

actuales en la cabecera del río Ica-Huaytara. No implica un control o intervención directa sobre el entorno natural para evaluar cambios o efectos específicos. En lugar de eso, se observa y analiza el estado actual del ecosistema y los recursos hídricos, y se proponen soluciones basadas en esta observación.

3.3. Identificación de Variables

Variable dependiente:

X: Recuperación de los servicios de regulación hídrica

Variable independiente:

Y: Cabecera de la Cuenca río Ica, Tambo - Huancavelica 2024

3.3.1. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

1.1.1. Variables, Definiciones y Dimensiones de la Tesis

Tabla 1.
Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Recuperación de servicios de regulación hídrica (Dependiente)	La recuperación de servicios de regulación hídrica dependiente se refiere al proceso de restaurar y mejorar las funciones naturales de los ecosistemas que regulan el flujo y la calidad del agua. Esto incluye prácticas como la reforestación, la conservación de humedales y la gestión sostenible de cuencas hidrográficas para asegurar un suministro de agua consistente y saludable (Crocker et al., 2024)	En la recuperación de servicios de regulación hídrica, se consideran diversos factores clave: las características de la cabecera del río, las causas de la escasez hídrica, la identificación de áreas propicias para la cosecha de agua, y la evaluación de la oferta y demanda hídrica. Estos elementos permiten una gestión integral y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca.	Características de la cabecera del río	Tipos de cobertura vegetal, niveles de erosión	Razón
			Causas de la escasez hídrica	Factores climáticos, uso del suelo, infraestructura	Razón
			Áreas para cosecha de agua	Identificación y caracterización de áreas	Razón
			Oferta y demanda hídrica	Volumen de agua disponible y requerido	Razón

Nota. Elaboración propia

Tabla 2.
Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Cabecera de la Cuenca río Ica, Tambo - Huancavelica 2024 (Independiente)	La Cabecera de la Cuenca del río Ica, Tambo - Huancavelica 2024, se refiere a la zona alta y origen del sistema fluvial que abastece a estas regiones. Caracterizada por su importancia ecológica e hidrológica, esta área es crucial para la regulación del flujo de agua y la sostenibilidad de los recursos hídricos locales (Zeisser & Gilvono, 2016)	Cabecera de la Cuenca río Ica, Tambo – Huancavelica se define por la intervención de sus prácticas de conservación	Prácticas de conservación	Área reforestada	Razón

Nota. Elaboración propia

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

La población de este estudio incluye todas las áreas geográficas, comunidades locales y elementos ecológicos de la cabecera de la cuenca del río Ica, Tambo, en la región de Huancavelica. Esto abarca los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará. La población también incluye a todas las comunidades campesinas que dependen de los recursos hídricos de la cuenca para sus actividades diarias, así como la cobertura vegetal, los suelos erosionados y las fuentes de agua presentes en estas áreas.

3.4.2. Muestra

La muestra de este estudio se seleccionará utilizando un enfoque de muestreo estratificado para asegurar una representación adecuada de la población total. Se incluirán microcuencas representativas de la cabecera del río Ica con diferentes niveles de cobertura vegetal y erosión del suelo. Además, se seleccionarán comunidades campesinas activamente involucradas en la gestión de recursos hídricos y programas de reforestación, abarcando los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará.

3.4.3. Muestreo

El muestreo de este estudio se llevará a cabo de manera estratificada, seleccionando aleatoriamente microcuencas, parcelas de terreno y fuentes de agua dentro de los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará. Este enfoque asegura una representación equilibrada de las áreas geográficas, comunidades locales y elementos ecológicos clave para el análisis.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos

Topografía

La topografía se utilizó para obtener una comprensión detallada del relieve y la configuración del terreno en la cabecera de la cuenca. Esto permitió identificar

áreas críticas de erosión, posibles sitios para la construcción de reservorios y la evaluación de la pendiente del terreno.

Instrumentos: Se emplearon equipos de medición topográfica como estaciones totales, GPS de alta precisión y niveles ópticos.

Revisión de Bibliografía

Descripción: Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente para obtener información contextual y antecedentes sobre la regulación hídrica, las características de la cuenca y las prácticas de manejo sostenible de recursos hídricos.

Instrumentos: Bases de datos académicas, publicaciones científicas, informes técnicos y documentos de políticas fueron consultados y analizados.

Observación en Campo

La observación directa en campo permitió recolectar datos sobre las condiciones actuales del suelo, la cobertura vegetal y las fuentes de agua. Esto facilitó la identificación de áreas erosionadas, la evaluación del estado de los ecosistemas y la validación de datos topográficos.

Instrumentos: Se utilizaron formularios de observación estructurados, cámaras fotográficas para el registro visual y cuadernos de campo para anotaciones detalladas.

Manejo del Sistema del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)

Se accedió a los datos meteorológicos e hidrológicos proporcionados por Senamhi para analizar patrones de precipitación, temperatura y flujo de agua en la cuenca. Esta información fue crucial para evaluar la disponibilidad hídrica y las tendencias climáticas.

Instrumentos: Se utilizó el sistema de información y las bases de datos de Senamhi, incluyendo software especializado para el análisis de datos meteorológicos e hidrológicos.

3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Estaciones Totales y GPS de Alta Precisión

Utilizados para realizar mediciones topográficas detalladas y obtener coordenadas precisas del terreno.

Formularios de Observación Estructurados

Utilizados durante las visitas de campo para registrar sistemáticamente las observaciones sobre la cobertura vegetal, el estado del suelo y las fuentes de agua.

Cámaras Fotográficas

Empleadas para documentar visualmente las condiciones del campo, áreas de erosión y otras características relevantes del terreno.

Bases de Datos y Publicaciones Científicas

Consultadas para la revisión de literatura y recopilación de información contextual y antecedentes sobre la cuenca y la regulación hídrica.

Sistema de Información de Senamhi

Utilizado para acceder a datos meteorológicos e hidrológicos históricos y actuales, necesarios para el análisis de patrones climáticos y disponibilidad de agua.

3.6. Procedimientos de análisis de datos

Paso 1: Revisión de Bibliografía

Acción: Recolectar información sobre la cuenca del río Ica-Huaytara a partir de publicaciones científicas, informes técnicos y documentos de políticas.

Instrumentos: Bases de datos académicas, bibliotecas digitales.

Paso 2: Trabajo de Campo

Acción: Realizar visitas a la cabecera del río para observar y documentar las características físicas y biológicas del área.

Instrumentos: Formularios de observación, cámaras fotográficas, cuadernos de campo.

Paso 3: Levantamiento Topográfico

Acción: Realizar mediciones topográficas detalladas para mapear el relieve y la configuración del terreno.

Instrumentos: Estaciones totales, GPS de alta precisión.

Paso 4: Análisis de Datos Meteorológicos

Acción: Acceder a datos históricos y actuales de precipitación y temperatura proporcionados por Senamhi.

Instrumentos: Sistema de información de Senamhi, software de análisis de datos.

Paso 5: Evaluación de la Cobertura Vegetal y Erosión del Suelo

Acción: Evaluar el estado de la cobertura vegetal y la erosión del suelo a través de observación directa y análisis de datos satelitales.

Instrumentos: Formularios de observación, imágenes satelitales, software de GIS.

Paso 6: Entrevistas y Encuestas a la Comunidad

Acción: Recoger información cualitativa sobre las prácticas agrícolas y la gestión del agua mediante entrevistas y encuestas a los residentes locales.

Instrumentos: Cuestionarios estructurados, grabadoras de audio.

Paso 7: Identificación de Áreas Potenciales

Acción: Usar datos topográficos y de cobertura vegetal para identificar áreas con potencial para la cosecha de agua.

Instrumentos: Mapas topográficos, software de GIS.

Paso 8: Evaluación de Factibilidad

Acción: Evaluar la viabilidad de implementar proyectos de cosecha de agua en las áreas identificadas.

Instrumentos: Análisis de suelos, estudios hidrológicos.

Paso 9: Selección de Sitios para Intervención

Acción: Seleccionar sitios específicos para la implementación de reservorios y otras infraestructuras de recolección de agua.

Instrumentos: Criterios de selección basados en el análisis de datos.

Paso 10: Análisis de Oferta Hídrica

Acción: Calcular la cantidad de agua disponible en la cuenca a partir de datos de precipitación y flujo de agua.

Instrumentos: Datos de Senamhi, modelos hidrológicos.

Paso 11: Evaluación de la Demanda Hídrica

Acción: Estimar la demanda de agua para consumo humano, agrícola y ganadero mediante encuestas y análisis de uso del suelo.

Instrumentos: Cuestionarios, software de análisis de datos.

Paso 12: Balance Hídrico

Acción: Comparar la oferta y la demanda de agua para identificar déficits o excedentes hídricos.

Instrumentos: Modelos de balance hídrico, software de simulación.

3.7. Método de análisis de datos

El análisis de datos combina técnicas cualitativas y cuantitativas, incluyendo análisis descriptivo para resumir características del terreno, análisis de series temporales para identificar patrones en datos meteorológicos, análisis espacial para mapear áreas de cosecha de agua, y análisis de balance hídrico para evaluar la oferta y demanda de agua. Estos métodos aseguran una comprensión completa de la recuperación de servicios hídricos en la cuenca.

3.8. Aspectos éticos

En la realización de esta investigación se garantizaron altos estándares éticos, asegurando la confidencialidad y el consentimiento informado de todas las personas participantes. Se respetaron los derechos y la dignidad de las comunidades locales, asegurando que sus opiniones y conocimientos fueran valorados e incorporados de manera justa. Además, se evitó cualquier daño ambiental durante la recolección de datos, siguiendo prácticas sostenibles y responsables en todas las actividades de

campo. La transparencia y la integridad científica guiaron todo el proceso, desde la recolección hasta el análisis de los datos.

IV.RESULTADOS

En el primer objetivo se describen las características de la cabecera del río Ica-Huaytara 2023

Localización Geográfica

La cabecera del río Ica-Huaytara se encuentra en la Región Huancavelica, específicamente en la provincia de Huaytará. Los distritos involucrados son Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará. Estos distritos están ubicados a diferentes altitudes, variando entre 3775 y 4060 metros sobre el nivel del mar.

Degradación de la Cobertura Vegetal

En la cabecera del río Ica-Huaytara, la pérdida de cobertura vegetal es crítica. Actualmente, la zona carece de pastizales y sotobosques adecuados, lo que ha dejado los suelos expuestos y vulnerables a la erosión hídrica. Los pocos arbustos resistentes a la sequía no son suficientes para proteger el suelo ni sostener la ganadería local.

Erosión del Suelo

La erosión del suelo es un problema significativo en esta región. La falta de vegetación ha llevado a una mayor escorrentía superficial durante las lluvias, resultando en la pérdida de capas fértiles del suelo y reduciendo su capacidad para almacenar agua.

Escasez de Recursos Hídricos

La desaparición de ojos de agua y puquiales ha deteriorado el ecosistema local, afectando especialmente a la agricultura de autoconsumo de las pequeñas familias rurales. La ausencia de infraestructura adecuada para retener y almacenar agua de lluvia agrava la escasez hídrica, impidiendo la recarga de acuíferos y la disponibilidad de agua en épocas secas.

Impacto en las Comunidades Campesinas

Las Comunidades Campesinas de Córdova, Laramarca, Ocoyo, San Isidro, Querco y Santiago de Quirahuará en Huaytará, Huancavelica, se ven gravemente afectadas. Estas comunidades, situadas en microcuencas que alimentan al río Grande, enfrentan desafíos tanto en la disponibilidad de agua como en la conservación de sus tierras agrícolas.

Figura 1.

Actuales terrenos sin cobertura vegetal y suelos erosionados



Nota. Elaboración propia

En resumen, los ojos de agua de la agricultura de autoconsumo han desaparecido, deteriorando el ecosistema y hábitat de la Sierra, afectando el desarrollo de las pequeñas familias rurales. Las Comunidades Campesinas de Córdova, Laramarca, Ocoyo, San Isidro, Querco y Santiago de Quirahuará, en la provincia de Huaytará, Huancavelica, ocupan terrenos que forman las microcuencas que confluyen en el río Grande.

Figura 2.

Terreno De San Juan Bautista - Córdova



Nota. Elaboración propia

La Comunidad Campesina de San Juan Bautista de Córdova, en el distrito de Córdova, Huaytará, abarca 3,839.94 hectáreas, de las cuales 200.00 serán estudiadas para

reforestación. Actualmente, la cobertura vegetal es nula debido a la falta de pastizales y sotobosques, resultando en suelos erosionados y sin protección. La escasez de vegetación también impide el almacenamiento de aguas pluviales en la cuenca alta, afectando la agricultura de autoconsumo en la cuenca media y baja.

Figura 3.

Terreno Pacamarca – Ocoyo



Nota. Elaboración propia

Figura 4.

Terreno de Vichuri – Taracachi – Ocoyo



Nota. Elaboración propia

Figura 5.

Terreno San Francisco de Querco



Nota. Elaboración propia

Figura 6.

Terreno San Juan Huirpacancha – San Isidro



Nota. Elaboración propia

En el segundo objetivo se tiene a la identificación de las causas de la escasez de recursos hídricos en la cabecera del río Ica-Huaytara.

Factores Climáticos y Erosión

La variabilidad en las precipitaciones, concentradas en pocos meses del año, contribuye significativamente a la escasez de agua. La rápida escorrentía y limitada infiltración, combinadas con la erosión del suelo, reducen la capacidad de retención de agua en la región.

Infraestructura Inadecuada

La falta de infraestructura para retener y almacenar agua de lluvia resulta en una pérdida significativa de recursos hídricos. Antes de la implementación de reservorios, no existían estructuras adecuadas para capturar y aprovechar el agua de lluvia.

Uso Ineficiente del Agua

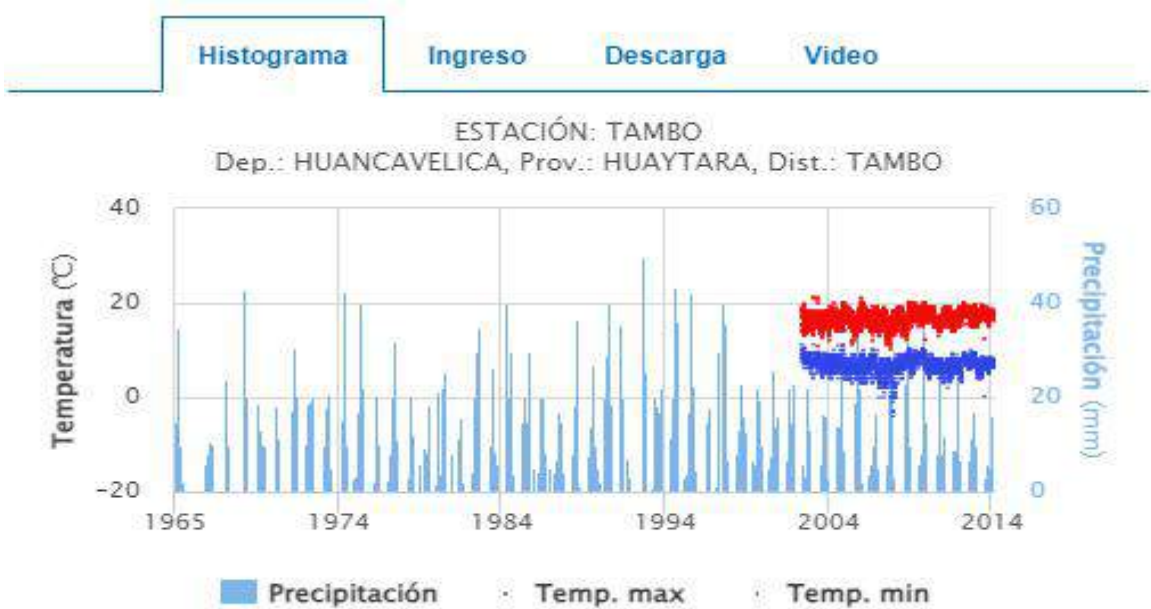
La gestión ineficiente del agua, especialmente en la agricultura, exacerba la escasez. La falta de técnicas adecuadas de riego y manejo del agua impide el uso óptimo de los recursos disponibles.

Cambios en el Uso del Suelo

El cambio en el uso del suelo, incluyendo la conversión de áreas naturales en terrenos agrícolas o pastizales sin gestión adecuada, ha alterado el ciclo hidrológico local, reduciendo la capacidad de las áreas de cabecera para retener y liberar agua gradualmente.

Figura 7.

Histograma de Precipitación y Temperaturas en la Estación Tambo (1965-2014)



Nota. Elaboración propia

Tabla 3.

Precipitaciones en la Estación tambo, Huancavelica

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)													Precipit ac. MÁXI MA
	ENE RO	FEBRE RO	MAR ZO	ABR IL	MA YO	JUN IO	JUL IO	AGOS TO	SEPTIEM BRE	OCTUB RE	NOVIEM BRE	DICIEM BRE		
1993	22	44.5	11	17.1	4.6	2.5	9.2	8.7	14	14.5	24	19.7		44.5
1994	25	26	26.8	15.2	5.5	3.7	1	8.6	14.7	22.8	15	24.2		26.8
1995	13.40	24.7	18.8	10.6	6.2	9.7	7	12.4	12.5	9.2	25.6	25.6		25.60

1996	19.6	19.5	15.5	13.3	2.2	0	0	3.9	9.5	11.5	18.3	18.4	19.6
1997	20.7	17.5	14	15	1	2	3	7.3	26.6	10	23.6	37.7	37.7
1998	27	30	13.5	2.7	5	4	0	9	3.6	20	19	16.2	30
1999	14	19.2	26	18	8.5	21	5	2.2	11.5	9.3	11.8	11.2	26
2000	20.6	17	17.2	13.5	26.5	3.8	7.3	8.7	11.5	17	5	16.5	26.5
2001	28.8	25	22.5	15.5	9.5	8.5	13.5	7	21	14	17	12.2	28.8
2002	10	21.8	19	10	6	2.5	10	12.5	9.3	19.5	10	15.6	21.8
2003	14.5	40	18.5	18.5	4.4	0	0	13	13	10	31	27.5	40
2004	14	20	21	14	7	14	7.7	7	12.5	15.4	22	21	22
2005	19	16	12	10	13	0	6	2.5	7	12.4	20	20	20
2006	20.5	16	21.5	18	6.5	6.8	0	21.5	7	13.5	20	20	21.5
2007	16	15.6	21	7.5	13.5	0	5.6	7.5	12	13.5	12	17.3	21
2008	18.7	22.5	13.5	10.5	9.3	8.5	4	3	14.4	25	12.5	28.4	28.4
2009	20	27.5	25	11	14	0	6	11.3	8.5	22.2	18	23	27.5
2010	25	12.3	17.5	5	4	6.5	0	16	4.3	14.8	21	29	29
2011	25	28.5	25	18.8	15	2	7	4.5	10	13.8	25	17.5	28.5
2012	16.5	48.5	11	19.7	15.3	9.5	6.8	4.5	14.2	23	13.5	37	48.5
2013	25.2	24	20	10.5	10.5	4.8	4	23	6.3	10	33.6	29.5	33.6
2014	27.00	15.5	26.3	51	9	0							51
												MAX	51

Nota. Elaboración propia

La tabla de precipitaciones máximas en 24 horas para la Estación Acostambo muestra una considerable variabilidad interanual y estacional en las precipitaciones. Las máximas precipitaciones registradas oscilan entre 0 mm en algunos meses a 51 mm en abril de 2014. Los meses con mayores precipitaciones suelen ser febrero y marzo, con valores máximos registrados de 48.5 mm y 44.5 mm, respectivamente. La variabilidad de las precipitaciones, con eventos máximos en ciertos meses y mínimos en otros, indica una distribución irregular de las lluvias.

Variabilidad Interanual:

Las precipitaciones máximas varían significativamente de un año a otro, lo que puede generar desafíos en la planificación de recursos hídricos.

Distribución Estacional:

La mayoría de las precipitaciones máximas se concentran en los primeros meses del año (enero a marzo), mientras que los meses de invierno y primavera (junio a noviembre) presentan precipitaciones menores.

Impacto en la Agricultura y el Ecosistema:

La irregularidad en las precipitaciones puede afectar negativamente la agricultura de autoconsumo y la disponibilidad de agua en la región. Los periodos de altas precipitaciones pueden causar erosión del suelo, mientras que los periodos secos pueden llevar a la escasez de agua.

La región muestra una variabilidad significativa en las precipitaciones, lo que no es favorable para la estabilidad hídrica y agrícola. Es necesario implementar medidas de gestión de agua, como la construcción de reservorios y la reforestación, para mitigar los efectos de la irregularidad en las lluvias y mejorar la disponibilidad de agua a lo largo del año.

En el tercer objetivo se tiene identificar y caracterizar las áreas potencialmente favorables para la cosecha de agua en la cabecera del río Ica-Huaytara 2023.

Identificación de Áreas Potencialmente Favorables

Se propone identificar áreas específicas dentro de los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará, que se consideran favorables para la cosecha de agua debido a las siguientes razones:

Terrenos Elevados

Las áreas situadas entre 3,500 y 4,000 metros sobre el nivel del mar son ideales para la recolección de agua de lluvia debido a su altitud y topografía.

Microcuencas Estratégicas: Las microcuencas en estos distritos son esenciales para la recolección de agua. Estas áreas están actualmente en proceso de recuperación de vegetación, lo que mejorará la retención de agua y reducirá la erosión.

Reservorios Planificados: Proponemos la construcción de reservorios impermeabilizados con geomembranas en estos sectores. Estos reservorios, con una capacidad total proyectada de 213,128 m³, serán clave para almacenar el agua de lluvia durante los meses de mayor precipitación.

Caracterización de las Áreas

Para caracterizar estas áreas, se deben considerar los siguientes aspectos:

Cobertura Vegetal Actual y Proyectada: Actualmente, la cobertura vegetal es insuficiente, con suelos expuestos a la erosión. La reforestación y la introducción de pasturas y arbustos serán esenciales para mejorar la retención de agua.

Infraestructura para la Cosecha de Agua: Las áreas seleccionadas deben contar con terrenos adecuados para la construcción de reservorios. La tecnología de impermeabilización con geomembranas minimizará el impacto ambiental y maximizará la eficiencia en la retención de agua.

Factores Climáticos: La variabilidad en las precipitaciones, con mayores lluvias concentradas en los primeros meses del año, sugiere la necesidad de estructuras de almacenamiento que puedan capturar el exceso de agua durante los periodos de alta precipitación y utilizarla durante los meses secos.

En el cuarto objetivo se Determina la oferta y demanda hídrica en la cabecera del río Ica-Huaytara 2023

Tabla 4.

Proyección de la oferta hídrica

Fuente de Agua		Capacidad Total (m ³)
Reservorios Propuestos (50)	213,128	
Precipitación Anual Promedio Utilizable	150,000 (estimación basada en la precipitación máxima anual y días de lluvia efectiva)	
Recarga Natural del Suelo	50,000	
Total, Oferta Hídrica Anual	413,128	

Nota: Elaboración propia

Reservorios de Agua Propuestos: La capacidad total de almacenamiento de los 50 reservorios propuestos es de 213,128 m³. Estos reservorios estarán estratégicamente ubicados en las microcuencas identificadas para maximizar la captación de agua de lluvia.

Precipitaciones Aprovechables: Las precipitaciones máximas registradas, con picos de hasta 51 mm en 24 horas, indican que hay potencial para recolectar y almacenar cantidades significativas de agua durante los meses de alta precipitación.

Cosecha de Agua de Lluvia: La reforestación y la mejora de la cobertura vegetal en las áreas seleccionadas contribuirán a aumentar la infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo, mejorando así la oferta hídrica a lo largo del año.

Tabla 5.*Proyección de la demanda hídrica*

Uso del Agua	Demanda Anual (m³)
Agricultura de Autoconsumo	120,000
Ganadería	80,000
Consumo Humano	60,000
Reforestación y Mantenimiento de Cobertura Vegetal	40,000
Proyectos de Desarrollo y Construcción de Infraestructura	30,000
Total Demanda Hídrica Anual	

Nota: Elaboración propia

Demanda Hídrica Proyectada

Agricultura y Ganadería: Las comunidades campesinas en los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará dependen en gran medida del agua para la agricultura de autoconsumo y la ganadería. La demanda hídrica en estas actividades es alta, especialmente durante los periodos secos.

Consumo Humano: Las necesidades de agua potable para las comunidades locales también representan una demanda significativa que debe ser atendida.

Proyectos de Desarrollo: La implementación de proyectos de reforestación y la construcción de reservorios aumentarán inicialmente la demanda de agua para establecer la cobertura vegetal y mantener los reservorios.

Tabla 6.*Balance oferta-demanda Hídrica*

Concepto	Volumen (m³)
Total Oferta Hídrica Anual	413,128
Total Demanda Hídrica Anual	330,000
Balance (Excedente/Deficit)	83,128 (Excedente)

Nota: Elaboración propia

Proyecciones Iniciales: La demanda hídrica proyectada para las actividades agrícolas y ganaderas, junto con el consumo humano, debe ser comparada con la capacidad de almacenamiento y la disponibilidad de agua de lluvia.

Reducción del Déficit Hídrico: Con la implementación de los reservorios y la reforestación, se espera reducir significativamente el déficit hídrico actual, mejorando la disponibilidad de agua durante todo el año.

Sostenibilidad a Largo Plazo: La sostenibilidad del proyecto dependerá de la gestión eficiente de los recursos hídricos y la continua reforestación y mantenimiento de las áreas de cosecha de agua. La combinación de estas estrategias permitirá equilibrar la oferta y la demanda hídrica en la cabecera del río Ica-Huaytara.

V. DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación sobre la cabecera del río Ica-Huaytara en 2023 revelan una serie de desafíos críticos relacionados con la degradación ambiental y la escasez de recursos hídricos, que afectan significativamente a las comunidades campesinas de la región. Al comparar estos hallazgos con estudios previos como el de Kaiyrbek et al. (2024) y Fernández et al. (2023), se pueden identificar patrones comunes y divergencias en la problemática de la gestión y uso de los recursos hídricos en distintas regiones del mundo.

El estudio de Kaiyrbek et al. (2024) se centró en evaluar los enfoques e instrumentos para regular las relaciones hídricas en Asia Central. Los resultados mostraron una desigualdad en la regulación del agua entre los países de Asia Central, destacando la necesidad de actualizar la legislación en algunos países como Uzbekistán. Al igual que en la cabecera del río Ica-Huaytara, la regulación y manejo inadecuado del agua en Asia Central ha resultado en problemas significativos como la escasez de agua y la degradación del suelo.

En el caso del río Ica-Huaytara, se observó una degradación crítica de la cobertura vegetal, erosión del suelo y desaparición de fuentes de agua, lo cual refleja una situación similar de vulnerabilidad ambiental. La falta de infraestructura para la retención y almacenamiento de agua también es un problema común en ambas regiones, afectando tanto a la disponibilidad de agua para las comunidades locales como al ecosistema en general.

El estudio de Fernández et al. (2023) propuso una metodología innovadora para la recuperación de energía en los sistemas de suministro de agua urbanos, utilizando turbinas para la recuperación de energía hidráulica. Aunque el enfoque de este estudio se centró en un contexto urbano y en la recuperación de energía, destaca la importancia de la gestión eficiente y sostenible del suministro de agua, lo cual es relevante para cualquier región con problemas de escasez de agua.

La investigación sobre la cabecera del río Ica-Huaytara subraya la necesidad de implementar estrategias de manejo sostenible del agua, que podrían incluir la reforestación y la construcción de infraestructura para la captación y almacenamiento de agua de lluvia. Aunque el contexto rural y los objetivos de la investigación difieren del estudio de Fernández et al. (2023), la importancia de la innovación y el manejo eficiente de los recursos hídricos es un punto en común.

Los hallazgos de esta investigación corroboran la importancia de una regulación adecuada y el manejo sostenible de los recursos hídricos, tal como se ha observado en estudios anteriores. La situación en la cabecera del río Ica-Huaytara refleja problemas similares a los encontrados en Asia Central, destacando la necesidad de actualizar la legislación y mejorar la infraestructura para la gestión del agua. La comparación con el estudio de Fernández et al. (2023) resalta la relevancia de la innovación en la gestión del agua, tanto en contextos urbanos como rurales.

Los resultados obtenidos en la identificación de las causas de la escasez de recursos hídricos en la cabecera del río Ica-Huaytara revelan varios factores críticos, incluyendo condiciones climáticas adversas, infraestructura inadecuada, uso ineficiente del agua y cambios en el uso del suelo. Comparar estos hallazgos con antecedentes de estudios previos, como los de Zhou & Wu (2023) y Frizzle et al. (2021), nos permite comprender mejor la complejidad y la multifactorialidad de los problemas hídricos en diferentes contextos. Zhou & Wu (2023) abordaron los desafíos del anegamiento urbano y la optimización de la Infraestructura Verde de Aguas Pluviales en ciudades chinas, destacando la importancia de integrar consideraciones socioeconómicas en la planificación de infraestructuras hídricas. Aunque el contexto urbano difiere, la falta de infraestructura adecuada para la retención y almacenamiento de agua es un problema común, subrayando la necesidad de inversiones en infraestructuras sostenibles para mitigar la escasez hídrica.

La variabilidad en las precipitaciones y la erosión del suelo son problemas interrelacionados que contribuyen significativamente a la escasez de agua en la cabecera

del río Ica-Huaytara. La rápida escorrentía y la limitada infiltración de agua debido a la erosión reducen la capacidad de retención hídrica de la región. Frizzle et al. (2021) subrayaron la importancia de identificar variables clave y desarrollar indicadores precisos para el control de la erosión en cuencas hidrográficas boreales. Implementar enfoques similares en la cabecera del río Ica-Huaytara podría ayudar a desarrollar estrategias de manejo que reduzcan la erosión y mejoren la retención de agua, adaptadas a las condiciones climáticas locales y patrones de precipitación.

La gestión ineficiente del agua, especialmente en la agricultura, exacerba la escasez de recursos hídricos. La falta de técnicas adecuadas de riego y manejo del agua impide el uso óptimo de los recursos disponibles. Es fundamental adoptar prácticas agrícolas sostenibles y eficientes para mejorar significativamente la gestión del agua y reducir la escasez en la región. Este punto resuena con las conclusiones de Zhou & Wu (2023), quienes destacaron que la integración de consideraciones socioeconómicas y la implementación de infraestructuras verdes pueden mejorar la eficiencia y la resiliencia hídrica, aunque en contextos diferentes.

Finalmente, el cambio en el uso del suelo, incluyendo la conversión de áreas naturales en terrenos agrícolas o pastizales sin gestión adecuada, ha alterado el ciclo hidrológico local. Esto reduce la capacidad de las áreas de cabecera para retener y liberar agua gradualmente, afectando negativamente la disponibilidad de agua en la región. Abordar estos cambios con prácticas de uso del suelo que consideren la conservación de los recursos hídricos y la restauración de la cobertura vegetal es esencial. En resumen, los hallazgos de esta investigación corroboran la necesidad de una gestión integral y sostenible de los recursos hídricos, implementando estrategias de infraestructura y manejo eficiente del agua para mejorar la disponibilidad y resiliencia de las comunidades locales. Los resultados obtenidos en la identificación y caracterización de las áreas potencialmente favorables para la cosecha de agua en la cabecera del río Ica-Huaytara destacan la importancia de los terrenos elevados y las microcuencas estratégicas en los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará. Las áreas situadas entre 3,500 y 4,000 metros sobre el nivel del mar son ideales para la recolección de agua de lluvia debido a su altitud y topografía. Además, las microcuencas en estos distritos, actualmente en proceso de recuperación de vegetación, mejorarán la retención de agua y reducirán la erosión. La construcción de reservorios impermeabilizados con geomembranas, con una capacidad total proyectada de 213,128 m³, será clave para

almacenar el agua de lluvia durante los meses de mayor precipitación, proporcionando una solución sostenible a la escasez hídrica en la región.

La caracterización de estas áreas revela que la cobertura vegetal actual es insuficiente, con suelos expuestos a la erosión, lo que resalta la necesidad de reforestación y la introducción de pasturas y arbustos para mejorar la retención de agua. Las áreas seleccionadas deben contar con terrenos adecuados para la construcción de reservorios, utilizando tecnología de impermeabilización con geomembranas para minimizar el impacto ambiental y maximizar la eficiencia en la retención de agua. La variabilidad en las precipitaciones, con mayores lluvias concentradas en los primeros meses del año, sugiere la necesidad de estructuras de almacenamiento que puedan capturar el exceso de agua durante los periodos de alta precipitación y utilizarla durante los meses secos. Esta estrategia, junto con la mejora de la cobertura vegetal, contribuirá a aumentar la oferta hídrica y asegurar la disponibilidad de agua a lo largo del año, satisfaciendo las necesidades de las comunidades locales y promoviendo la sostenibilidad a largo plazo.

VI. CONCLUSIONES

- La cabecera del río Ica-Huaytara presenta una cobertura vegetal insuficiente, con suelos gravemente erosionados debido a la pérdida de pastizales y sotobosques. Esta situación ha llevado a una alta vulnerabilidad a la erosión hídrica y una capacidad reducida para retener agua. La variabilidad en las precipitaciones y la falta de infraestructura adecuada agravan esta problemática.
- La escasez de recursos hídricos en la cabecera del río Ica-Huaytara se debe a una combinación de factores climáticos, como la variabilidad en las precipitaciones, la erosión del suelo, la falta de infraestructura de almacenamiento de agua y el uso ineficiente del agua en actividades agrícolas y ganaderas. Estos factores han impedido una gestión adecuada del recurso hídrico, afectando tanto la disponibilidad de agua para consumo humano como para la agricultura de autoconsumo.

- Las áreas a altitudes entre 3,500 y 4,000 metros sobre el nivel del mar, especialmente en las microcuencas de los distritos de Córdova, Laramarca, Ocoyo, Querco, San Isidro y Santiago de Quirahuará, son ideales para la cosecha de agua. La construcción de reservorios impermeabilizados y la reforestación de estas áreas son estrategias clave para mejorar la retención de agua y reducir la erosión.
- La proyección de oferta y demanda hídrica muestra un excedente de 83,128 m³ anuales, indicando que, con la implementación de los reservorios y una gestión eficiente de los recursos, se podrá satisfacer la demanda hídrica de la región. Este excedente permitirá enfrentar posibles variaciones climáticas y asegurar la disponibilidad de agua para todas las actividades propuestas, contribuyendo a la sostenibilidad del ecosistema y al bienestar de las comunidades locales.

VII.RECOMENDACIONES

- Se recomienda la construcción de los 50 reservorios proyectados con una capacidad total de 213,128 m³ en las áreas identificadas como favorables. Estos reservorios deben ser impermeabilizados con geomembranas para maximizar la retención de agua y minimizar el impacto ambiental.
- Es crucial llevar a cabo programas de reforestación y recuperación de pastizales y sotobosques en las áreas erosionadas. La introducción de especies nativas resistentes a la sequía ayudará a mejorar la capacidad de retención de agua del suelo y a reducir la erosión hídrica.
- Implementar técnicas adecuadas de riego y manejo del agua en actividades agrícolas y ganaderas es esencial para optimizar el uso de los recursos hídricos disponibles. La

capacitación de las comunidades locales en prácticas de gestión sostenible del agua contribuirá a este objetivo.

- Establecer un sistema de monitoreo y evaluación continua de las condiciones hídricas y climáticas en la cabecera del río Ica-Huaytara. Este sistema permitirá ajustar las estrategias de gestión hídrica según las necesidades y variaciones climáticas, asegurando una gestión adaptativa y sostenible del recurso hídrico a largo plazo.

REFERENCIAS

- Admitos, D., & Panagis, V. (2024). Co-optimization of power and water distribution systems for simultaneous hydropower generation and water pressure regulation. *Energy Reports*, 11(June), 3135–3148.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.02.041>
- Allakulov, U., Cocciolo, S., Das, B., Habib, M. A., Rambjer, L., & Tompsett, A. (2023). Transparency, governance, and water and sanitation: Experimental evidence from schools in rural Bangladesh. In *Journal of Development Economics* (Vol. 163, Issue June). <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2023.103082>
- Altamirano, H., & Martinez, D. (2021). Diseño del Saneamiento Básico Rural para el Caserío Curiaco y el Centro Poblado San Juan del Puquio, Distrito Bellavista, Provincia Jaén, Departamento Cajamarca. In *Universidad Cesar Vallejo*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64842>
- Anthonj, C., Stanglow, S. N., & Grunwald, N. (2024). Co-defining WASH (In)Security

- challenges among people experiencing homelessness. A qualitative study on the Human Right to Water and Sanitation from Bonn, Germany. *Social Science and Medicine*, 342(February), 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.116561>
- Arroyo, E., Bazan, L., & Catay, J. (2021). Influencia del cambio climático y uso del suelo en la capacidad de regulación hídrica en la microcuenca medio bajo Mantaro del departamento de Huancavelica, periodo 2015 - 2020. In *Universidad Continental* (Vol. 1, Issue 2). <http://repositoriodemo.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10340>
- Blomkvist, P., Karpouzoglou, T., Nilsson, D., & Wallin, J. (2023). Entrepreneurship and alignment work in the Swedish water and sanitation sector. *Technology in Society*, 74(August), 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102280>
- Bolaane, B., Tema, N., & Phuthologo, B. (2021). Barriers and coping strategies of households with no access to drinking water and waterborne sanitation in two low-income neighbourhoods in Botswana. *Habitat International*, 115(September), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102372>
- Cameron, L., Chase, C., & Contreras, D. (2021). Relationship between water and sanitation and maternal health: Evidence from Indonesia. *World Development*, 147(November), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105637>
- Carrard, N., Willetts, J., & Mitchell, C. (2022). Placing sustainability at the centre of water, sanitation and hygiene: Knowledge co-production for sectoral transformation. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100154>
- Cesani, M. (2023). Valoriación económico de los servicio ecosistémicos del recurso hídrico en la cuenca del río cachi, Huamanga, Ayacucho. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6056>
- Cervantes, R., Sánchez, J. M., Alegre, J., Rendón, E., Baiker, J. R., Locatelli, B., & Bonnesoeur, V. (2022). Contribución de los ecosistemas altoandinos en la provisión del servicio ecosistémico de regulación hídrica. *Ecología Aplicada*, 20(2), 137–146. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i2.1804>
- Cervantez, R. (2022). *Costo efectividad del manejo de ecosistemas altoandino en la regulación hídrica de la unidad hidrográfica de Rontoccocha, Abancay, Apurímac*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5180/cervantes-zavala-ronal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavez, W. (2021). Evaluación de impacto socio - economico y ambiental del proyecto de

- regulación hídrica (cosecha de agua) en la cuenca de la laguna de Quescay - Región Cusco. *Universidad Nacional de San Antonio Abad*, 9, 1–120.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5985>
- Chaysiri, R., Chinviriyasit, W., & Louis, G. E. (2024). Optimal control strategies for water, sanitation, and hygiene in mitigating spread of waterborne diseases. *Journal of Process Control*, 133(January), 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2023.103132>
- Colchado, C. (2020). *Diagnostico del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad Tallambo, distrito de Oxamarca, Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca - Abril 2020*.
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/21781>
- Crocker, J., Ogutu, E. A., Snyder, J., & Freeman, M. C. (2024). The state of reporting context and implementation in peer-reviewed evaluations of water, sanitation, and hygiene interventions: A scoping review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 259(June), 1–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2024.114363>
- Díaz, E. (2020). Evaluación de las medidas de mitigación ambiental para la conservación y recuperación de los bienes y servicios ecosistémicos en la microcuenca San Francisco, distrito de Elías Soplin Vargas -. In *Universidad Nacional de San Martín* (Vol. 1).
http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP_AGRO_00662_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernández, A., De la Cruz, J. P., Valverde, B., Martínez, P. D., & Viguera, A. (2023). Assessing the energy recovery potential at district metered areas inlets of water supply systems: A Spanish case study. *Journal of Environmental Management*, 347(December), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119229>
- Frizzle, C., Fournier, R. A., Trudel, M., & Luther, J. E. (2021). Using the Soil and Water Assessment Tool to develop a LiDAR-based index of the erosion regulation ecosystem service. *Journal of Hydrology*, 595(April), 1–8.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126009>
- Gonzales, L., & Vallejos, M. (2020). Efectos Sociales del Desabastecimiento en Agua Potable y Saneamiento Básico. *UTP Facultad de Ingeniería*, 0(0), 1–55.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3720>
- Hosseinpourtehrani, M., Gajendran, T., Maund, K., & Sing, M. (2022). Preconditions, processes and structures: Interorganisational collaboration in the provision of post-disaster water, sanitation and hygiene (WASH) services. *International Journal of*

- Disaster Risk Reduction*, 80(October), 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103177>
- Kaiyrbek, O., Anar, M., Nursultan, Y., & Talap, N. (2024). Regional Science Policy & Practice Current regulation of water relations in Central Asia. *Regional Science Policy & Practice*, March, 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rspp.2024.100038>
- Kim, Y., Shin, B., Kim, S. E., Cajuste, B., & Kwon, J. A. (2024). A retrospective study on cholera understanding and WASH (water, sanitation, and hygiene) behavior among adolescents in three regions of La Gonâve, Haiti. *Journal of Infection and Public Health*, 17(3), 443–449. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2023.12.025>
- Lozano, R. (2021). Evaluación físico química y bacteriológica del recurso hídrico de la laguna de Choclococha - Huancavelica. In *Repositorio Institucional - UNH*.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2755>
- Mallick, R., Mandal, S., & Chouhan, P. (2020). Impact of sanitation and clean drinking water on the prevalence of diarrhea among the under-five children in India. *Children and Youth Services Review*, 118(November), 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105478>
- Marchesi, M., Couto, E., & Figueiredo, U. (2023). Geographical inequalities in access to water and sanitation among Brazilian maritime islands' inhabitants. *Applied Geography*, 161(December), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103120>
- Mbiankeu, S. (2024). Uncovering the linkage between sustainable development goals for access to electricity and access to safely managed drinking water and sanitation services. *Social Science and Medicine*, February, 2–9.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.116687>
- Melaku, A., Addis, T., Mengistie, B., Kanno, G. G., Adane, M., Kelly-Quinn, M., Ketema, S., Hailu, T., Bedada, D., & Ambelu, A. (2023). Menstrual hygiene management practices and determinants among schoolgirls in Addis Ababa, Ethiopia: The urgency of tackling bottlenecks - Water and sanitation services. *Heliyon*, 9(5), 1–20.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15893>
- Mendoza, A. (2020). Análisis de los servicios de agua potable y saneamiento en la población de ampliación Comité Cerro Centinela, Lima 2020. In *Universidad Cesar Vallejo*. Gestión educativa, docentes, satisfacción laboral. vi
- Mercadier, A. C., & Brenner, F. S. (2020). Tariff (un)sustainability in contexts of price (in)stability: The case of the Buenos Aires water and sanitation concession. *Utilities*

- Policy*, 63(April), 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.101005>
- Moreano, C., & Loyola, R. (2021). Valoración económica de los flujos hidrológicos y la biodiversidad en la cuenca Mariño, Abancay, Perú. *Manglar*, 18(3), 239–246. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.031>
- Mudadu Silva, J. R., Vieira, L. L., Murta Abreu, A. R., de Souza Fernandes, E., Moreira, T. R., Dias da Costa, G., & Mitre Cotta, R. M. (2023). Water, sanitation, and hygiene vulnerability in child stunting in developing countries: a systematic review with meta-analysis. *Public Health*, 219(June), 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2023.03.024>
- Nasim, N., El-Zein, A., & Thomas, J. (2022). A review of rural and peri-urban sanitation infrastructure in South-East Asia and the Western Pacific: Highlighting regional inequalities and limited data. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 244(July), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113992>
- Nunbogu, A. M., Elliott, S. J., & Bisung, E. (2023). I feel the pains of our past water struggles anytime I turn on the tap: Diaspora perceptions and experiences of water, sanitation, and hygiene (WaSH) gendered violence in Ghana. *Social Science and Medicine*, 317(January), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115621>
- Paucar, J., & Soto, P. (2023). *Estado del ecosistema bofedal y determinantes del clima que influyen en su distribución de los bofedales, en la microcuenca Astobamba y Portada Cachimayo, Huancavelica 2022-2030*. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/325cf796-673c-4924-bdd3-d05873688b04>
- Sampaio, P. R. P., & Sampaio, R. S. R. (2020). The challenges of regulating water and sanitation tariffs under a three-level shared-authority federalism model: The case of Brazil. *Utilities Policy*, 64(June), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101049>
- Sarmadi, M., Rahimi, S., Rezaeiemanesh, M. R., & Yektay, S. (2021). Association between water and sanitation, air and emission pollution and climate change and neurological disease distribution: A study based on GBD data. *Chemosphere*, 285(December), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131522>
- Trimo et al. (2023). Factors related to the functionality of community-based rural water supply and sanitation program in Indonesia. *Geography and Sustainability*, 4(1), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2022.12.002>
- Tumwebaze, I. K., Sseviiri, H., Bateganya, F. H., Twesige, J., Scott, R., Kayaga, S., Kulabako, R., & Howard, G. (2023). Access to and factors influencing drinking water

- and sanitation service levels in informal settlements: Evidence from Kampala, Uganda. *Habitat International*, 136(June), 1–27.
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102829>
- Yu, E. X., Addo, O. Y., Williams, A. M., Engle-Stone, R., Ou, J., Huang, W., Guo, J., Suchdev, P. S., & Young, M. F. (2021). Association between anemia and household water source or sanitation in preschool children: The biomarkers reflecting inflammation and nutritional determinants of anemia (brinda) project. *American Journal of Clinical Nutrition*, 112(August), 488S-497S.
<https://doi.org/10.1093/AJCN/NQAA148>
- Zamora, W. (2022). *Relación de Estrategias de Inversión Pública y los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento del Gobierno Regional de Lima, 2021*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82476>
- Zavala, R., Sánchez, U., Rendón, E., & Orihuela, J. (2022). ¿Son costo-efectivas las inversiones en infraestructura natural? Un análisis en contexto de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hídricos. *Manglar*, 19(1), 53–60.
<https://doi.org/10.17268/manglar.2022.007>
- Zeisser, M., & Gilvono, A. (2016). Gestión del Agua en la Cuenca del Río Tambo Santiago Ica - Pampas. In *Proyecto GESAAM*.
- Zhou, Y., & Wu, X. (2023). Identification of priority areas for green stormwater infrastructure based on supply and demand evaluation of flood regulation service. *Environmental Development*, 45(March), 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100815>

ANEXOS

"Evaluación de recuperación de
servicios de regulación hídrica en la
cabecera de la cuenca río Ica, Tambo
- Huancavelica 2024."

CUENCA DEL RIO ICA

ESTUDIO HIDROLÓGICO



1. ASPECTOS GENERALES

Una de las más grandes lecciones aprendidas en el desarrollo de proyectos, sean estos de manejo de cuencas o de otra naturaleza, es la ineficacia de dichos proyectos sin la participación activa de los actores de las comunidades locales.

Numerosas experiencias en el mundo confirman el hecho que el cambio se produce con relativa facilidad cuando una comunidad, que obtiene información de asesores de confianza, determina y prioriza sus problemas y prepara sus propios planes de acción para las microcuencas y sus fincas; en contraposición la introducción de cambios y la participación en proyectos, ha sido lenta, difícil y a veces imposible cuando los planes de manejo de cuencas se entregan desde arriba, se cambia el énfasis de "la tierra y la gente que está arañando la tierra" a "la gente y la tierra que utiliza" es decir a una visión antropocéntrica. (FAO, 1994: pp 63).

Otros criterios: porque la Subcuenca/Microcuenca es fuente abastecedora de agua para poblaciones, aguas abajo, por la presión sobre el uso de los recursos naturales, por el grado de deterioro de los recursos naturales, por la facilidad para implementar el trabajo e inculcarlo, por la visibilidad y facilidad de acceso, por la representatividad [estos últimos criterios tomados de VIEIRA, M, 1999].

El presente estudio hidrológico se desarrollará en los distritos de la cabecera de la cuenca del río Ica, correspondiendo a las micro cuencas del Río Tambo, Río Santiago de Chocorvos, Río Olaya, dicho sea, confluyen río abajo, conformando el Río Ica.

Dichas cuencas y micro cuencas de los distritos de, **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA**.

Son tributarios al Río Ica, irrigando a su paso la **cuenca media** del valle de Santiago de Chocorvos, Santa Rosa de Olaya, Santa Rosa de Tambo Challaca, Huamán, prosiguiendo aguas abajo, se inicia la **cuenca baja** desde San José de los Molinos, San Juan Bautista, La Tingüña, Parcona, los Aquijes, Pueblo Nuevo, Tote, Pachacútec, Santiago, Ocuraje, abasteciendo con los recursos hídricos a los cultivos del valle de Ica.

En estos distritos se encuentran asentadas las comunidades campesinas de Santo Domingo de Capillas, con 5700 hectáreas de terreno comunal, Santiago de Chocorvos con 124,803.00 Has, San Francisco de Sangayayco con 42,925.79 has, Santa Rosa de Tambo con 25,600 has Ayavi con 12,537.50 has, San José de Tambillos con 16,249.00

has, Santa Cruz de Huancacaza con **30,277.27** has, el ámbito territorial de estas Comunidades Campesinas abarcan una superficie territorial total de 125,833.53 has.

1.1. COMUNIDADES CAMPESINAS

CUADRO N° 01

N°	COMUNIDADES CAMPESINAS	DISTRITO	CODIGO UBIGEO	N° FAMILIAS	HECTAREAS
1	AYAVI	AYAVI	080602	523	12,537.50
2	SANTO DOMINGO DE CAPILLAS	SANTO DOMINGO DE CAPILLAS	0906	240	5,700
3	SANTIAGO DE CHOCORVOS	SANTIAGO DE CHOCORVOS	090613	97	124,803.00
4	SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO	SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO	0906	170	42,925.79
5	SANTA ROSA DE TAMBO	SANTA ROSA DE TAMBO	0906	190	
6	SAN JOSE DE TAMBILLOS	TAMBO	0906	150	15,249
7	SANTA CRUZ DE HUANCACAZA	SAN JOSE DE TAMBILLOS	0906	250	30,277.27
8		SANTA CRUZ DE HUANCACAZA		51	1,464.38
TOTAL				1,681	125,833.53

Fuente: Ministerio de Cultura (centro de recursos interculturales).

1.2. ACCESOS VIA CARRETERA TROCHA

Con accesos de vías de comunicación pavimentadas y trocha carro sable de Ica- Ayavi, Huancacaza, Tambillos, Tambo, Capillas, Sangayaico, Santiago de Chocorvos tal como se especifica en el cuadro siguiente, describiendo los km para cada distrito.

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA RED VIAL (KM)
Ica	Ayavi	80.0
Ayavi	Santa Rosa de Tambo	20.0
Santa Rosa de Tambo	Santo domingo de Capillas	15.0
Santo domingo de Capillas	San Francisco de Sangayaico	25.0

San Francisco de Sangayalco	Santiago de Chocorvos	19.0
Ayavi	San José de Tambillos	50.0
San José de Tambillos	Santa Cruz de Huancacasa	25.0
ICA	Santiago de Chocorvos	90.0

1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- ✓ Captura, retención, infiltración y almacenamiento hídrica con aguas de lluvia en la parte alta de la cuenca del río Ica, para mejorar la disponibilidad de los recursos hídricos los 9 meses promedio de estiaje, tanto en la parte alta, media y bajas de la cuenca del río Ica,
- ✓ Implementación de tecnologías para la captura, retención y almacenamiento de agua de lluvia en reservorios de Geomembrana, con alto potencial volumétrico.
- ✓ Incrementar el caudal de las escorrentías en las cuencas altas, medias y bajas durante los doce meses del año.
- ✓ Mejoras económicas, a la población en especial las que se encuentran dentro del área de estudio.

2. DIAGNOSTICO HIDROLOGICO

El área de estudio presenta relieves y topografías accidentada, con pendientes variables expuestas a la erosión hídrica por las precipitaciones pluviales, vientos, mano del hombre, y otros factores. las que al encontrar los suelos descubiertos sin cobertura vegetal, fluyen en forma violenta por la superficie, erosionando fácilmente estos suelos, que son trasladados por toda la cuenca media hasta ser depositados en la cuenca baja, causando colmatación del lecho de los ríos lo que conlleva al desborde de estos inundando a los terrenos agrícolas ribereños y en muchas veces erosionándolos por completo.

El discurrimiento superficial de las aguas de lluvia como ya se ha dicho, por la ausencia de cobertura vegetal limita la captura, retención, infiltración y almacenamiento de las aguas de lluvia, en todas las microcuencas; hecho que hace que la infiltración sea mínima por consiguiente exista un deficiente escurrimiento de agua subterránea hacia

las partes bajas, rompiendo el ciclo hidrológico del agua, ya que existen gran cantidad de agua en tres meses de lluvias y un estiaje de nueve meses por tanto los puquiales u ojos de agua de la cuenca media también se van secando, debido a la mínima a nula filtración en la cuenca alta, haciendo que los comuneros pequeños agricultores abandonen sus tierras agrícolas migrando a la costa dejando las comunidades despobladas.

Como efectos del Cambio Climático, las lluvias ya no se presentan en forma tradicional en los tres a cuatro meses clásicos (Diciembre- Marzo); pese a que de acuerdo a los estudios se presentan en la misma cantidad, estas se producen en forma focalizada y de gran intensidad y al no encontrar cobertura vegetal estas discurren superficialmente en grandes caudales que no pueden ser usados en las cuencas altas, medias ni en la baja debido a que en la parte alta y media las tomas y acequias son arrasadas por la violencia con la que bajan las aguas causando daños desde mínimos, severos y graves en las microcuencas y cuencas, dejando como consecuencia erosión laminar, erosión en cárcava extensas, en la actualidad dichas cuencas presentan daños en la capa superficial de los suelos con formaciones de barrancos profundos, inaccesibles en algunos sectores para el ser humano y otros; de otro lado en la cuenca baja los cauces son colmatados por los sedimentos de diferentes tamaños que trasladan las aguas desde la parte alta, perdiéndose finalmente millones de metros cúbicos en el mar, después de haber producido grandes desastres en todo su recorrido.

Mientras esto sucede en los tramos del recorrido del agua en la cuenca hidrográfica del río Ica, en la cuenca baja va produciéndose otro fenómeno que paulatinamente viene limitando el normal desarrollo de la agricultura de agro exportación que básicamente hace uso de aguas subterráneas; en este sentido se puede apreciar que debido a la rapidez con que pasan las aguas de lluvia en todo su recorrido, desde las nacientes de los tributarios del Río Tambo, Santiago, **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA**, continuando desde la parte alta de dichas microcuencas hasta su desembocadura en la vertiente del pacífico, se ve radicalmente reducida la recarga del acuífero de agua subterránea, exigiendo que las aguas subterráneas sea tomadas cada vez de mayor profundidad y consecuentemente a mayores costos, lo más preocupante es de que no existen trabajos que permitan la regulación hídrica, de donde se pueda distribuir el agua en forma racional durante los doce meses del año.

En cuanto a la demanda de agua para los diferentes usos en el ámbito de la cuenca hidrográfica del Río Ica esta es cada vez más creciente; en cuanto al agua de uso poblacional debido al crecimiento de esta provincia (queña por la recepción de pobladores de las provincias de Huancavelica, Ayacucho y otras provincias del Perú que se asientan en zonas de expansión urbana que son nuevos demandantes de servicios de agua potable, hecho que pone en dificultades a los Gobiernos Locales de ampliar redes de servicios públicos con la misma cantidad de recursos económicos que le transfiere el Nivel Nacional,

La demanda para uso agrícola la situación es más crítica, empezando por la cuenca alta, las áreas de cultivos en secano prácticamente han desaparecido y las áreas bajo riego se han reducido al mínimo debido a la insuficiente infiltración sus manantiales y ojos de agua se han ido secando. Similar situación afronta los agricultores de la cuenca media, donde muchos han abandonado sus parcelas agrícolas, los que además de sufrir sequías extremas tienen que afrontar la invasión del kikuyo que rápidamente devasta sus alfalfares, forraje especial para la ganadería que es el sustento de su economía.

El análisis del territorio materia de estudio referido al factor de la situación de los suelos y la acción de las lluvias que se presentan en estas superficies se puede resumir en que se tiene las Microcuencas tributarias del río Ica con reducida o nula cobertura vegetal que no presta las condiciones necesarias para que las aguas de lluvias puedan ser retenidas, infiltradas y almacenadas en forma natural para que puedan fluir en forma subterránea a las partes bajas, regulando el ciclo hidrológico del agua, como consecuencia de tal acción climática, edafológica se puede apreciar. Grandes extensiones de terrenos de propiedad de las Comunidades Campesinas con signos de degradación continua en épocas pluviales especialmente conllevando a la formación de cárcavas con diferentes grados de erosión hídrica, dicha acción deja sin capacidad de retención de aguas de lluvias, en el territorio referido.

De acuerdo a los recorridos de campo realizados por toda el área de intervención se pudo observar la inexistencia del Estado con alguna obra de regulación hídrica o algunos trabajos que pueda dar soporte a la agricultura de subsistencia de las cuencas altas y medias.

Todos estos terrenos considerados en el proyecto, pertenecen a comunidades campesinas, las mismas que cuentan con extensas áreas que no son utilizadas en la real medida de su potencial o capacidad de uso y que por estar ubicadas en altitudes

mayores a los permisibles para el desarrollo de actividades productivas como la agricultura, se encuentran solamente a expensas de las lluvias para la producción de pastos naturales cada vez más reducido por el sobrepastoreo, y por la erosión pluvial que se presenta con intensidades anormales por el factor de cambio climático, con consecuencias desfavorables para el desarrollo de la cobertura vegetal como son gramíneas nativas, herbáceas nativas, pajonales y otros pastizales de la zona con manejo de pasturas pobres en nutrientes por su deficiente desarrollo anual.

Las potencialidades de dichos campos en la parte media de la cuenca hidrográfica, cambian en sus características geográficas, geomorfológicas y fisiográficas, sumado a las formaciones ecológicas permiten desarrollar la agricultura, ganadería, minería, forestaria, acuicultura, entre otros.

En general las ocho Comunidades Campesinas, se encuentra en la misma estribación de la cordillera occidental de los andes por tanto sus características geográficas, fisiográficas, comportamiento climático, hídrico y ambiental (flora y fauna) son casi similares, con pequeñas variantes que se detallaran en forma implícita en los acápite particulares para cada comunidad.

De la percepción recogida de los comuneros de todas las zonas de intervención es común escuchar que su problema principal es el agua para riego de sus pequeños minifundios, así como para el consumo de su ganadería; no tomando en cuenta que de acuerdo al ciclo hidrológico del agua que se evapora del mar va directamente al lugar de las comunidades en forma de nubes y luego precipitan en forma de lluvias; por tanto no es su problema la escasez de agua sino la forma de retenerla en la parte alta de las micro cuencas y facilitar su infiltración, restaurando el ciclo hidrológico que permita que estén sean distribuidas por gravedad durante los doce meses del año.

Por tanto la situación negativa que viene afectando al área de intervención y población de las Comunidades Campesinas, es la pérdida de cobertura vegetal en las cuencas colectoras ya que al estar los suelos descubiertos han perdido su capacidad de filtración de las aguas de lluvia, haciendo que estas discuran superficialmente y sin que puedan retenerla, trayendo como consecuencia una época marcada de estiaje de abril a diciembre, meses en los cuales no cuenta con agua para DESARROLLAR su agricultura de subsistencia e inclusive para que la ganadería, esto debido al desequilibrio hídrico que se presenta durante el año y en forma cada vez más intensa, ya que se presentan grandes cantidades de aguas en la temporada de lluvias en los meses de enero, febrero y marzo, no las pueden retener en sus terrenos comunales, luego los otros nueve meses se presenta una sequía total.

Las situaciones citadas en el párrafo precedente tienen sus efectos en la cuenca baja, ya que la reducida o nula infiltración de lluvias en la cuenca alta, no permite que fluya recursos hídricos en forma subterránea para la recarga de los acuíferos que se ven cada vez más afectados y siendo las aguas subterráneas único tipo de recursos hídricos utilizados para la agro exportación generadora de aportes al PBI nacional, este flujo económico también se ve amenazado.

El diagnóstico de la realidad hidrológica del territorio a intervenir presenta procesos en cursos por afrontar como son:

- ✓ Suelos en las Microcuencas con severo proceso erosivo por la escasa cobertura vegetal teniendo como consecuencia bajos índices de captura, infiltración y almacenamiento de aguas de lluvias.
- ✓ Presencia de aguas de lluvias como escorrentía superficial en forma violenta en tres meses del año no aprovechada por la inexistencia de infraestructuras de retención o almacenamiento en las cuencas altas.
- ✓ Disminución de áreas naturales de recarga hídrica.
- ✓ Desertificación antrópica en las cuencas altas, por uso de tecnologías tradicionales no conservacionistas.
- ✓ Agricultura de subsistencia en las cuencas altas y medias como actividad económica.
- ✓ Baja capacidad de intervención del sector público y privado por alguna actividad para la recarga de los acuíferos subterráneos, más aún teniendo en cuenta que es la base para la agricultura de agro exportación, gran aportante al PBI nacional y generadora del movimiento económico en las provincias de Pisco.
- ✓ Servicio de educación público y privado inadecuado para la formación de capital humano competitivo, como actor fundamental del cambio.
- ✓ Los sistemas ecológicos de montaña son frágiles y muy vulnerables.
- ✓ Las lagunas existentes almacenan y regulan las escorrentías en sus cuencas.
- ✓ Aproximadamente un 15% de las áreas con aptitud agrícola son del régimen bajo riego por gravedad y con técnicas de riego no apropiada causando erosión hídrica y una aplicación de riego inoportuna e insuficiente que se traduce en bajos rendimientos productivos.
- ✓ Recursos hídricos gestionados inadecuadamente, lo que se refleja en las grandes cantidades de agua que se pierden en el mar.

-
- ✓ Recarga de acuíferos mínimas que fluyen hacia la parte media y baja de la cuenca, pero que no satisfacen la demanda de agua de las poblaciones para poder sobrevivir y desarrollar actividades productivas de diferentes naturalezas.
 - ✓ Descenso alarmante de la napa freática en la cuenca baja de extensión cultivables de la agro exportación y de uso doméstico e industrial.
 - ✓ Escasa tecnología aplicada en la cuenca alta y media para la regulación hídrica.
 - ✓ Limitación de desarrollo agrícola de los comuneros de la cuenca media y cuenca alta.
 - ✓ Inadecuada presencia del estado en la recuperación, conservación y modernización de los recursos hídricos en la cuenca alta y cuenca media.

Por lo tanto, las acciones de mejoramiento del acceso al agua no deberían realizarse de manera aislada, sino formar parte de una visión de "desarrollo hídrico" del territorio. Si bien la cosecha de agua normalmente es una actividad de índole individual o familiar, a menudo las laderas están dispersamente pobladas en torno a caseríos u otros núcleos poblados. Por lo tanto, el accionar en conjunto puede favorecer la protección de un territorio que trasciende la propiedad familiar: con cierto grado de planificación, puede constituirse en el manejo de una ladera o inclusive de una Microcuenca.

Además el proyecto de siembra y cosecha de agua permite la optimización del agua, diversifica la producción, mejora los microclimas, coadyuva a la fertilización del suelo, **bloquea y reduce la erosión**, produce madera para diversos usos e incrementa la producción agrícola, mejorando la estabilidad económica alimentaria de 50.000 ciudadanos de 33 comunidades y 32 caseríos de la región de Huancavelica quienes serán los beneficiados directos con agua y tierras reforestadas gracias al proyecto siembra y cosecha de agua.

En resumen, la regulación hídrica conlleva a tener disponibilidad hídrica durante los doce meses del año para lo cual se podrá implementar diferentes tipos de tecnología que permita retener las aguas de lluvia en las microcuencas altas de los distritos mencionados; siendo el de siembra y cosecha de agua una de las muchas alternativas (zanjas de infiltración, recuperación de andenes, formación de terrazas lentas, etc.); permitiendo mejorar la agricultura de autoconsumo de las pequeñas familias rurales que en la actualidad han emigrado en busca de mejores condiciones de vida.

3. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBCUENCA, MICROCUENCAS Y LOS CURSOS PRINCIPALES

3.1.1. Ubicación y Delimitación del Área de Estudio

Ubicación Hidrográfica:

Vertiente:	Océano Pacífico
Cuenca Principal:	Ica
Subcuenca:	Santiago de Chocorvos
Microcuencas:	Tambillos, Tambo, Olaya y Sangayaico

Ubicación Geográfica:

EL departamento de Huancavelica, se encuentra ubicado en la sierra sur del Perú, abarcando una superficie de 22.125,20 km², que representa el 17 por ciento del territorio nacional. Limita por el norte con Junín, por el este con Ayacucho, por el sur con Ica y Ayacucho, y por el oeste con Ica y Lima. Política y administrativamente, Huancavelica está constituida por 7 provincias y 97 distritos, siendo su capital la ciudad de Huancavelica.

La Provincia de Huaytará es una de las siete provincias que conforman el Departamento de Huancavelica, bajo la administración del Gobierno Regional de Huancavelica, Perú. Limita al norte con la Provincia de Castrovirreyna, la Provincia de Huancavelica y la Provincia de Angaraes; al sur y al este con el Departamento de Ayacucho y al sur y al oeste con el Departamento de Ica.

Geográficamente, la Subcuenca Santiago de Chocorvos y las Microcuencas Tambillos, Tambo, Olaya y Sangayaico pertenecientes a la Cuenca Ica, se encuentra ubicada entre los meridianos 75°00'00" y 75°30'00" Longitud Oeste y los paralelos 13°10'00" y 13°40'00" Latitud Sur.

Ubicación Política:

País:	Perú
Región:	Huancavelica
Provincia:	Huaytará
Distritos:	Santo Domingo de Capillas, Santiago de Chocorvos, San Francisco de Sangayaico, Santa Rosa de Tambo, Ayavi, San José de Tambillos, Santa Cruz de Huancacaza

3.2. Área de estudio de la Subcuenca y microcuencas nacientes de la cuenca del río Ica

El área de estudio hidrológico corresponde a gran parte de la cordillera de los andes, provincia de Huaytará, que son de propiedades de las Comunidades Campesinas ubicadas en los distritos de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA**. En el cual se observa visualmente el campo durante el recorrido realizado por el equipo de técnicos - profesional especialista, en labores de esta naturaleza, realizando una descripción superficial del ámbito de intervención, que es el espacio territorial donde se ubicarán las unidades productoras de bienes y servicios en cada una de las Comunidades Campesinas materia de intervención. Que deberán ser transferidas a favor de la Unidad Ejecutora del proyecto bajo la modalidad de cesión en uso por un tiempo de diez años, que dura el horizonte de evaluación del proyecto.

3.3. Características Físicas y Geomorfológicas del Área de Estudio Subcuenca y Microcuencas:

Actualmente como línea base en el aspecto de captura, retención, filtración y almacenamiento de aguas de lluvias en las nacientes de las micro cuencas del Río Santiago, Río Olaya, Río Tambo, estamos partiendo de (0), por la mínima y en algunas zonas inexistente cobertura vegetal, que permita que las lluvias se retengan en mayor o menor grado; las precipitaciones de esta micro Cuenca van a fluir en forma violenta hacia el oeste con una velocidad variable de acuerdo a la pendiente de la cordillera. Estas micro Cuencas están consideradas como los principales tributarios del Río Ica, el mismo que a su vez se junta en el sector de CHALLACA con el Río Tambo y dan origen al río ICA.

Terrenos de la comunidad campesina de Santo Domingo de Capillas - área de estudio:



fotos del área a forestar **Santo Domingo de Capillas**

En la **Comunidad Campesina de SANTO DOMINGO DE CAPILLAS**, perteneciente al distrito político de la misma, tiene un ámbito territorial de **5,700 hectáreas** de terrenos netamente comunales, a una altitud de 3,367 msnm de las cuales dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **200.00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**ÑAJETE**) se pudo observar visualmente que un 80% a 85% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremos a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente con las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias; estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.



Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **HUAJATUYOJ** actualmente mes de julio completamente seco, dichas nacientes cambiando drásticamente en temporadas de lluvia con gran potencial de carga hídrica o buen caudal, existen actualmente algunos ojos de agua (puquiales), riachuelos, con una escomentia mínima de caudal de agua que fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar).



Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo Huajatuyoj tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escomentia promedio de 4 meses al año. a continuación, detallamos la lista de pequeñas sub-micro cuencas del lugar de estudio, riachuelo Chajra, riachuelo Huajatuyoj, riachuelo Llanacocha, río vista alegre, Río Tambo.

Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **HUAJATUYOJ** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poco profundo a profundos río abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados.

reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, propiamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **HUAJATUYOJ** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escorrentías de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del río Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada (**ÑAJETE**), de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eoceno volcánico sedimentario, sector climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.

Terrenos de la comunidad campesina de Santiago de Chocorvos – área de estudio



Punto de confluencia río Olaya con río Santiago

En la Comunidad Campesina de **SANTIAGO DE CHOCORVOS**, anexos de **san miguel de curis y Corerac** perteneciente al distrito político de **SANTIAGO DE CHOCORVOS**, tiene un ámbito territorial de **124,803.00 hectáreas** de terrenos netamente comunales, a una altitud de 2,805 msnm de las cules, dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **200.00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**AJOJASA**) se pudo observar visualmente que un 70% a 75% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremos a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente con las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias; estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.

Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **AJOJASA** actualmente en el mes de julio con una escorrentía mínima de caudal de agua que fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar), existen también en la actualidad algunos ojos de agua (puquiales) en el área de estudio.



Campo de estudio Ajojasa

Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo Ajojasa tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escomentia promedio de 4 meses al año. a continuación, detallamos la lista de pequeñas sub-micro cuencas del lugar de estudio, riachuelo Liulipata, riachuelo Herjeran, riachuelo Lisjtacha, rio abajo, Rio Santiago, todos ellos tributarios al rio Ica, desembocando en la vertiente del pacifico.

Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **AJOJASA** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poca profundo a profundos rio abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados, reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, proplamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **AJOJASA** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escomentilas de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del rio Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE**

**SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS,
SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada **(AJOJASA)**, de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eoceno volcánico sedimentario, sector climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.

Por otra parte, las precipitaciones torrenciales más la pendiente y el sobrepastoreo facilitan la remoción de las partículas de los suelos hacia la parte baja, causando daños al suelo y por ende la cobertura vegetal, afectando la estructura natural, del suelo cambiando las características de la misma, afectando en forma negativa la Retentividad e infiltración del líquido elemental y por efecto cambiando el sistema eco-ambiental de la zona.

El área de estudio presenta suelos pedregosos con rocas madres visibles por sectores, en especial en las partes altas de las montañas(cerros) con sub-micro cuencas severamente erosionados por el paso de caudales con volumen que exceden el normal paso de escorrentía, causados por la precipitación irregular que se da por el cambio climático. Tal como se aprecia en las imágenes abajo.

Terrenos de la comunidad campesina de San Francisco de Sangayalco – área de estudio



En la Comunidad Campesina de **SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO**, del mismo al distrito político, tiene un ámbito territorial de 42,925.79 hectáreas de terrenos netamente comunales, a una altitud de 3,327 msnm de las cuales, dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **200,00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**Pumayauri, Suytupampa, Quinranpa**) se pudo observar visualmente que un 80% a 85% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremos a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente dada las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias; estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.



Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **Campanayoc** actualmente en el mes de julio con una escomentia minima de caudal de agua que fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar), existen también en la actualidad algunos ojos de agua (puquiales) en el área de estudio.

Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo Campanayoc tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escomentia promedio de 4 meses al año. a continuación, detallamos la lista de pequeñas sub-micro cuencas del lugar de estudio, riachuelo Campanayoc, riachuelo Nacay, riachuelo aletuya, rio abajo, Rio Tambo, todos ellos tributarios al rio Ica, desembocando en la vertiente del pacifico.

Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **Campanayoc** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poco profundo a profundos rio abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados, reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, propiamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **Campanayoc** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escomentias de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del río Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada (*Campanayoc*), de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eoceno volcánico sedimentario, sector climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.



Por otra parte, las precipitaciones torrenciales más la pendiente y el sobrepastoreo facilitan la remoción de las partículas de los suelos hacia la parte baja, causando daños al suelo y por ende la cobertura vegetal, afectando la estructura natural, del suelo cambiando las características de la misma, afectando en forma negativa la Retentividad e infiltración del líquido elemental y por efecto cambiando el sistema eco-ambiental de la zona.

El área de estudio presenta suelos pedregosos con rocas madres visibles por sectores, en especial en las partes altas de las montañas(cerros) con sub-micro cuencas

severamente erosionados por el paso de caudales con volumen que exceden el normal paso de escorrentía, causados por la precipitación irregular que se da por el cambio climático. Tal como se aprecia en las imágenes abajo.

Terrenos de la comunidad campesina de Santa Rosa de Tambo – área de estudio



En la Comunidad Campesina de **SANTA ROSA DE TAMBO**, del mismo al distrito político, tiene un ámbito territorial de **25,600.00 hectáreas** de terrenos netamente comunales, a una altitud de 3,350 msnm de las cuales, dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **200.00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**Tamboccasa, Goberclana, Emiliaypata**) se pudo observar visualmente que un 80% a 85% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremos a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente dada las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias, estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.



Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **Tamboccasa** actualmente en el mes de julio con una escorrentía mínima de caudal de agua que fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar), existen también en la actualidad algunos ojos de agua (puquiales) en el área de estudio.

Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo **Tamboccasa** tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escorrentía promedio de 4 meses al año. a continuación, detallamos la lista de pequeñas sub-micro cuencas del lugar de estudio, riachuelo **Tamboccasa**, riachuelo Goberciana, riachuelo Emilapata, río abejo, Río Tambo, todos ellos tributarios al río Ica, desembocando en la vertiente del pacífico.

Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **Tamboccasa** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poco profundo a profundos río abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados, reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, propiamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **Tamboccasa** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escorrentías de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de

lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del río Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada (**Tambocasa**), de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eceno volcánico sedimentario, sector climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.



Por otra parte las precipitaciones torrenciales más la pendiente y el sobrepastoreo facilitan la remoción de las partículas de los suelos hacia la parte baja, causando daños al suelo y por ende la cobertura vegetal, afectando la estructura natural, del suelo cambiando las características de la misma, afectando en forma negativa la Retentividad e infiltración del líquido elemental y por efecto cambiando el sistema eco-ambiental de la zona.

El área de estudio presenta suelos pedregosos con rocas madres visibles por sectores, en especial en las partes altas de las montañas(cerros) con sub-micro cuencas

severamente erosionados por el paso de caudales con volumen que exceden el normal paso de esorrentia, causados por la precipitación irregular que se da por el cambio climático. Tal como se aprecia en las imágenes abajo.



Terrenos de la comunidad campesina de Ayavi – área de estudio



En la Comunidad Campesina de **AYAVI**, del mismo al distrito político, tiene un ámbito territorial de 12,537.50 **hectáreas** de terrenos netamente comunales, a una altitud de 3,758 msnm de las cuales, dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **200.00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**Acero punta, Maraypata, Jesje**) se pudo observar visualmente que un 80% a 85% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de

erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremas a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente dada las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias; estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.



Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **Acero punta** actualmente en el mes de octubre con una escorrentia mínima a nula de caudal de agua que fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar), existen también en la actualidad algunos ojos de agua (puquiales) en el área de estudio.

Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo **Acero punta** tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escorrentia promedio de 4 meses al año, a continuación, detallamos la lista de pequeñas sub-micro cuencas del lugar de estudio, riachuelo **Acero punta**, riachuelo Chaulisma, riachuelo Yacotinjo, río abajo, Río Tambo, todos ellos tributarios al río Ica, desembocando en la vertiente del pacífico.

Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **Acero punta** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poco profundo a profundos río abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados, reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, propiamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **Acero punta** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escombrillas de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del río Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada **(Tamboccasa)**, de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eoceno volcánico sedimentario, sector climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.



Por otra parte las precipitaciones torrenciales más la pendiente y el sobrepastoreo facilitan la remoción de las partículas de los suelos hacia la parte baja, causando daños al suelo y por ende la cobertura vegetal, afectando la estructura natural, del suelo cambiando las características de la misma, afectando en forma negativa la Retentividad e infiltración del líquido elemental y por efecto cambiando el sistema eco-ambiental de la zona.

El área de estudio presenta suelos pedregosos con rocas madres visibles por sectores, en especial en las partes altas de las montañas (cerros) con sub-micro cuencas severamente erosionados por el paso de caudales con volumen que exceden el normal paso de esorrentia, causados por la precipitación irregular que se da por el cambio climático. Tal como se aprecia en las imágenes abajo.

Terrenos de la comunidad campesina de San José de Tambillos – Área de estudio



En la Comunidad Campesina de **SAN JOSÉ DE TAMBILLOS**, del mismo al distrito político, tiene un ámbito territorial de 16,249.00 hectáreas de terrenos netamente

comunales, a una altitud de 3,500 msnm de las cuales, dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **100.00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**Nawipuquio**) se pudo observar visualmente que un 80% a 90% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremos a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente dada las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias; estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.

Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **Nawipuquio** actualmente en el mes de julio con una escorrentía mínima de caudal de agua que fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar), existen también en la actualidad algunos ojos de agua (puquiales) en el área de estudio.

Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo **Nawipuquio** tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escorrentía promedio de 4 meses al año. a continuación, detallamos la lista de pequeñas sub-micro cuencas del lugar de estudio, riachuelo **Nawipuquio**, riachuelo Loncuna, riachuelo tambillos-Chaulisma, donde existe confluencia de ambos en el sector de Huaytarapampa, río abajo prosigue el río Ramadilla donde existe otra confluencia entre el Río tambillos y Río Tambo en el sector de Ramadilla todos ellos tributarios del río Ica, desembocando en la vertiente del pacífico.



Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **Nawipuquio** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poco profundo a profundos abismales río abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados, reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, propiamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **Nawipuquio** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escorrentías de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del río Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada (**Nawipuquio**), de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eoceno volcánico sedimentario, sector

climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.



Por otra parte las precipitaciones torrenciales más la pendiente y el sobrepastoreo facilitan la remoción de las partículas de los suelos hacia la parte baja, causando daños al suelo y por ende la cobertura vegetal, afectando la estructura natural del suelo cambiando las características de la misma, afectando en forma negativa la Retentividad e infiltración del líquido elemental y por efecto cambiando el sistema eco-ambiental de la zona.

El área de estudio presenta suelos pedregosos con rocas madres visibles por sectores, en especial en las partes altas de las montañas (cerros) con sub-micro cuencas severamente erosionadas por el paso de caudales con volumen que exceden el normal paso de escorrenría, causados por la precipitación irregular que se da por el cambio climático. Tal como se aprecia en las imágenes abajo.

Terrenos de la comunidad campesina de santa cruz de Huancacaza – área de estudio



En la Comunidad Campesina de **SANTA CRUZ DE HUANCACAZA**, del mismo al distrito político, tiene un ámbito territorial de 30,277.27 hectáreas de terrenos netamente comunales, a una altitud de 3,000 msnm de las cuales, dentro del área delimitada con aptitud forestal, se va a tomar **100.00 hectáreas** dentro del presente Estudio.

En el recorrido por todo el ámbito de esta comunidad para determinar el área de ubicación del proyecto, (**HUANCACAZA**) se pudo observar visualmente que un 80% a 85% aproximado del territorio comunal se encuentra en procesos de erosión continua con signos de degradación especialmente en los suelos con pendientes extremos a abismales pedregosos, de igual forma se observa las micro cuencas con erosión frecuente dada las precipitaciones pluviales de la temporada, causando desertificación, cárcavas profundas pérdidas de bosques, y de cobertura vegetal, que con el estrés hídrico y el calentamiento global acentúan la degradación de todo el ámbito territorial, como es visible ya en algunas zonas se observa exposición superficial de roca madre en grandes extensiones de la cordillera, cuyo suelos superficiales han sido lavados por la erosión de las lluvias, estos suelos deben tener especial cuidado para su tratamiento debido a que las precipitaciones que discurren en estas zonas no bajen en forma violenta y arrasen por consiguiente lo poco de suelos que existe en la parte baja.



Se puede apreciar en el área de estudio las nacientes de los riachuelos llamado **HUANCACAZA** actualmente en el mes de octubre con una escorrentía mínima a nula de caudal de agua que no fluye con continuidad en todo el año (fuentes del lugar), existen también en la actualidad algunos ojos de agua (puquiales) en el área de estudio.

Las sub-micro cuencas que se originan en el riachuelo **HUANCACAZA** tienen un gran potencial hídrico en los meses de precipitación pluvial, que se inicia a partir de los meses de diciembre-abril, según la variabilidad del clima determinara el tiempo de escorrentía promedio de 4 meses al año. Observando algunos riachuelos con nula presencia del

líquido elemental, río abajo, todos ellos tributarios al río Ica, desembocando en la vertiente del pacífico.

Se observa la sub- microcuencas del punto de inicio como colectoras del riachuelo **HUANCACAZA** con diferentes grados de erosión hídrica que va desde ligeramente, moderadamente y gravemente degradada. Formando cárcavas de poco profundo a profundos río abajo, con pérdidas de cobertura vegetal y por ende suelos degradados, reduciendo así la capacidad de infiltración del agua de lluvia, propiamente en los meses de precipitación pluvial.

Actualmente en el campo de estudio de **HUANCACAZA** como línea base en el aspecto de recurso hídrico, estamos partiendo de cero (0), por la escasa presencia de escorrentías de considerable volumen de agua en los meses de estiaje, a esto se debe agregar que no existen infraestructuras naturales o artificiales de almacenamiento de aguas de lluvias en la parte alta de la cuenca que luego, puedan drenar y/o aflorar en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Por lo que se tiene enfocado la captura de agua de lluvia en las partes altas de las cuencas del río Ica, como estrategia captar el agua en las nacientes, en el área de estudio de las mismas comunidades campesinas como son los distritos: de **SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAYCO, SANTA ROSA DE TAMBO, AYAVI, SAN JOSÉ DE TAMBILLOS, SANTA CRUZ DE HUANCACAZA.**

El área seleccionada denominada (**HUANCACAZA**), de acuerdo a las coberturas temáticas presenta las siguientes características: cobertura forestal clasificada como matorral que sirven de alimento a la ganadería existente, condiciones subhúmedo templado, no existe grandes áreas de cultivo agropecuarios, capacidad de uso de suelo como protección y producción forestal en sierra, con erosión pluvial, fisiografía de sierra meso andina y montaña, geología del paleógeno eoceno volcánico sedimentario, sector climático de sierra central occidental y zona de vida de matorral desértico, el relieve es colinoso, cuyo origen es de estructura erosional y denudacional.



Por otra parte, las precipitaciones torrenciales más la pendiente y el sobrepastoreo facilitan la remoción de las partículas de los suelos hacia la parte baja, causando daños al suelo y por ende la cobertura vegetal, afectando la estructura natural, del suelo cambiando las características de la misma, afectando en forma negativa la Retentividad e Infiltración del líquido elemental y por efecto cambiando el sistema eco-ambiental de la zona.

El área de estudio presenta suelos pedregosos con rocas madres visibles por sectores, en especial en las partes altas de las montañas (cerros) con sub-micro cuencas severamente erosionados por el paso de caudales con volumen que exceden el normal paso de escorrentia, causados por la precipitación irregular que se da por el cambio climático. Tal como se aprecia en las imágenes abajo.

A. GEOLOGÍA

El departamento de Huancavelica se encuentra mayormente cubierta por rocas sedimentarias del Cretáceo, del Paleógeno - Neógeno y sedimentos del Cuaternario, en menor proporción rocas del Paleozoico (Devónico, Carbonífero, Pérmico), Triásico – Jurásico; así como también rocas del Precámbrico.

Estructura y tectónicamente, la zona presenta complejidad y disturbamiento muy profundo, evidenciándose por la ocurrencia de grandes y pequeños sistemas de plegamientos, fracturamientos e instrucciones resaltantes en primera instancia de los dos grandes movimientos oro genéticos, hercúnicos y andinos que afectaron a éste departamento al igual que el resto del País y cuya máxima expresión la constituye el levantamiento de los andes, de gran trascendencia en la conformación y en la naturaleza física biológica de la zona.

En lo que corresponden a las 8 comunidades campesinas; Huaytará, Huayacundo Ama, Quito Chocorvos Ama, Las Estrellas del 16 de julio, San Antonio de Cusicancha, Santa Rosa de Rumichaca, Secsaquero, Pampapuquio; Las cuales se encuentran en la provincia de Huaytará norte y sobre la super unidad litostatigrafica de Santa Rosa, en la que se presentan las siguientes configuraciones rocosas:

➤ **Tonalita – Diorita (Ks-tdi-sr);** pertenecientes a la Súper-unidad Santa Rosa. (Santa Rosa oscuro)- Estos cuerpos plutónicos se presentan constituyendo, la parte central de esta Súper-familia, con un marcado color oscuro. Las rocas presentan, muestra en mano, un color gris oscuro, textura holocristalina de grano medio variando a grueso. Las Tonalitas por la dureza del cuarzo presentan una topografía aguda, con estructuras tabulares debido al deslizamiento, cuyo rumbo general es Norte-Sur, variando en parte al Noroeste o al Sureste.

➤ **Granodiorita-granito (Ks-gd-g-sr);** pertenecientes a la Súper-unidad Santa Rosa.- Son cuerpos plutónicos, que afloran en el área de estudio. Las rocas graníticas destacan como cuerpos menores, constituyendo un stock que instruye a las Diorita y Tonalita granodiorita.

B. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología del área es el resultado de los efectos degradatorios y agentes de la meteorización asociados con el levantamiento general de los Andes. En la región de Huancavelica en forma general se han diferenciado cinco unidades; Cordillera de la costa, Cordillera Occidental, Altas mesetas, Cordillera Oriental, Faja sub andina.

El desarrollo geomorfológico del área está ligado a diversos procesos tectónicos tales como fallamiento y plegamiento, los cuales son sobreimpuestos por procesos volcánicos y geodinámicas externos. Dichos procesos han modelado el relieve actual, dentro de lo cual se puede diferenciar cinco unidades geomorfológicas.

En lo que respecta al relieve montañoso se identificaron las siguientes subunidades geomorfológicas:

El desarrollo geomorfológico del área está ligado a diversos procesos tectónicos tales como fallas y plegamientos, los cuales son sobreimpuestos por procesos volcánicos y geodinámicas externos. Dichos procesos han modelado el relieve actual, dentro de lo

cual en relación a las áreas de intervención se puede diferenciar nueve unidades geomorfológicas.

C. TOPOGRAFÍA

Características morfológicas del área del proyecto, por ejemplo; montañas, colinas, las cuales se describirán a continuación:

- ✓ **Colinas y montañas:** Estas áreas topográficas según lo visto son muy accidentadas, en la mayoría de las comunidades presentan fuertes pendientes, cárcavas profundas, en su gran parte con exposición superficial de rocas madres.
- ✓ **Quebradas:** Este otro sector topográfico presentaba rastros o huellas de ríos, o fuentes de agua que florecieron en algún momento en cada una de las 8 comunidades.
- ✓ **Llanuras:** Estos accidentes geográficos presentaban ciertas pendientes que van de 0 a 15%, las cuales se originarían por la acción de agentes erosivos.

D. CLIMA

Las características del clima del área de influencia serán determinadas de acuerdo a los parámetros meteorológicos, como temperatura, precipitación, etc. El clima en los distritos del norte de Huaytará, son variables según la altitud y relieve de cada zona, siendo más notorio en la cuenca alta.

En los distritos de **Huaytará, Huayacundo Arma, Quito Arma, San Antonio de Cusicancha**, se presentan Precipitaciones Efectivas Semisecas, con una distribución anual notoria en sus estaciones de otoño seco, invierno seco y primavera; presentan temperaturas semi frías y una regular humedad atmosférica.

Por otro lado, en los distritos de **Quito Arma** y parte de **San Antonio de Cusicancha**; se presentan Precipitaciones Efectivas lluviosas, con una distribución anual notoria en sus estaciones de otoño seco, invierno seco; presentan temperaturas semi frías y una regular humedad atmosférica.

E. SUELOS

En la Provincia de Huaytará, la humedad y la altitud son los principales factores que han determinado la formación de siete unidades distintas de suelo.

En la vertiente del Pacífico, las laderas más inclinadas y secas de la provincia de Huaytará presentan los suelos menos desarrollados y de escasa fertilidad, aunque también son cultivados por la población. Los suelos de la zona de páramo se localizan por encima de los 4000 m.s.n.m., hasta la base de los nevados. Son suelos formados por materiales de naturaleza diversa: intrusiva, calcárea y volcánica. Los suelos situados sobre terrenos planos presentan por lo general un drenaje malo y son poco fértiles.

En la provincia de Huaytará, el suelo es un recurso natural de pobre calidad y, además, es usado por debajo de sus posibilidades. Una adecuada distribución de las aguas, la aplicación de técnicas que eviten la erosión, la repoblación vegetal con especies nativas de las cuencas y un orden apropiado en los usos del suelo podrán incrementar la vocación agropecuaria de los distritos.

Con respecto a los suelos de las zonas de estudio de las 8 comunidades tenemos las siguientes características:

F. HIDROGRAFÍA

El departamento de Huancavelica, se encuentra dentro de seis cuencas hidrográficas, las cuencas de los ríos: Mantaro y Pampes, pertenecen a la vertiente del Atlántico y las cuencas de los ríos: San Juan, **Pisco**, Ica y Grande o Nazca pertenecen a la vertiente del Pacífico.

a) Recursos hídricos:

El sistema hidrográfico del río Ica se alimenta de las precipitaciones estacionales que ocurren en la parte alta de la cuenca y dan origen a los cursos de agua de características intermitentes, es decir, que acarrean agua solamente durante la estación de lluvias que corresponden a los meses de Enero – Abril, estos cursos de agua originan ríos o quebradas uno de los cuales es el propio río Ica y los restantes, son: Río Tambillos, Río Santiago, Río Tambo, Río Olaya, Río Hushca, Río Janrahuaycoc.

b) Precipitación – Lluvias:

Se observa dos periodos: el primero de diciembre a marzo, en el cual ocurre aproximadamente el 70% de las precipitaciones anuales; el segundo de abril a noviembre, con el 30%. El siguiente sector altitudinal ubicado entre los 2,500 y 3,500 m.s.n.m., tiene un promedio anual de 400 mm. El sector comprendido entre 3,500 y 4,000 m.s.n.m, el volumen de las precipitaciones pluviales se incrementa y alcanza un

promedio de 650 mm. Por encima de 3,000 m.s.n.m., se presentan precipitaciones sólidas como el granizo y la nieve, que se incrementa con la altitud. Entre los 4,000 y 4,800 m.s.n.m., el promedio anual de precipitación es de 800 mm. Finalmente, el sector situado por encima de los 4,800 m.s.n.m. presenta el mayor volumen de precipitación pluvial: se estima un promedio anual de 1,000 mm.

3.3.1. Características Fisiográficas y Parámetros de Forma de la Subcuenca y Microcuencas:

Se caracterizaron los parámetros geomorfológicos de las Subcuencas y Microcuencas en el área de estudio, básicamente en función de la respuesta de la cuenca a la precipitación para el análisis de la escorrentía superficial.

Parámetros de Forma:

I. Área (A)

El área de las cuencas de los ríos comprende desde su nacimiento en Aguas Arriba y se alimenta con las aguas de lagunas.

II. Perímetro de la cuenca (P)

El perímetro de las microcuencas, está definido por la longitud de la línea de división de aguas, que se conoce como el "Divortium Acuarium", la unidad de medida es en Km.

III. Longitud de cauce principal (L)

Recibe este nombre, el mayor cauce longitudinal que tiene una cuenca determinada, es decir, el recorrido que realiza el río desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades hasta un punto fijo, que puede ser una estación de aforo o desembocadura o punto de interés.

IV. Forma de la cuenca

Es la que determina la distribución de las descargas de agua a lo largo del curso principal o cursos principales, y es en gran parte responsable de las características de las crecientes que se presentan en la cuenca.

Es expresada por parámetros, tales como el Ancho Promedio, Coeficiente de Compacidad y el Factor de Forma.

v. Ancho promedio

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud mayor del curso del Río. La expresión es la siguiente:

$$Ap = \frac{A}{L}$$

Dónde:

Ap = Ancho promedio de la cuenca o Unidad Hidrográfica (km)

A = Área de la cuenca o Unidades Hidrográficas (km²)

L = Longitud mayor del río (km)

vi. Pendiente media del curso principal (S)

Es la relación entre la diferencia de alturas del cauce principal y la proyección horizontal del mismo. Su influencia en el comportamiento hidrológico se refleja en la velocidad de las aguas en el cauce, lo que a su vez determina la rapidez de respuesta de la cuenca ante eventos pluviales intensos y la capacidad erosiva de las aguas como consecuencia de su energía cinética. Se ha determinado la pendiente del cauce principal de los principales ríos para cada una de las Subcuenclas y Microcuenclas seleccionadas que la conforman, expresado en porcentaje (%).

vii. Coeficiente de compacidad (Kc)

El Coeficiente de Compacidad (Kc, adimensional), o Índice de Gravelius, constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área – igual a la de un círculo – es equivalente al área de la cuenca en estudio, se determina mediante la siguiente expresión:

$$Kc = 0.28 * \frac{P}{A^{0.5}}$$

Dónde:

Kc = Coeficiente de compacidad

P = Perímetro de la cuenca (Km)

A = Área de la cuenca (Km²)

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similitud con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1965):

Clase Kc1: Rango entre 1 y 1.25 corresponde a forma redonda a oval redonda.

Clase Kc2: Rango entre 1.25 y 1.5 corresponde a forma oval redonda a oval oblonga.

Clase Kc3: Rango entre 1.5 y 1.75 corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.

Una cuenca se aproximará a una forma circular cuando el valor Kc se acerque a la unidad.

Cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular en relación al círculo.

viii. Factor de Forma (Ff)

El Factor de Forma (Ff, adimensional), es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escurrimiento y las tasas de flujo máximo.

El Factor de Forma tiene la siguiente expresión:

$$Ff = \frac{Am}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

Ff = Factor de forma

Am = Ancho medio de la cuenca (km)

L = Longitud del curso más largo (km)

A = Área de la cuenca (km²)

Una cuenca con factor de forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño, pero con factor de forma mayor.

Parámetros de relieve

i. Relieve del cauce principal

El relieve del cauce principal se representa mediante el perfil longitudinal y puede ser cuantificado mediante parámetros que relacionan la altitud con la longitud del cauce principal.

ii. Relieve de la cuenca

El relieve de la cuenca se representa mediante la curva hipsométrica y puede ser cuantificado con parámetros que relacionan la altitud con la superficie de la cuenca. Los principales son el rectángulo equivalente, la altitud media de la cuenca y la pendiente media de la cuenca.

III. Altitud Media de la Cuenca (H)

La Altitud Media (H) de una cuenca es importante por la influencia que ejerce sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación, transpiración y consecuentemente sobre el caudal medio. Se calcula midiendo el área entre los contornos de las diferentes altitudes características consecutivas de la cuenca; en la altitud media, el 50% del área está por encima de ella y el otro 50% por debajo de ella.

Parámetros de Drenaje

Es otra característica importante en el estudio de una cuenca, ya que manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir la rapidez con que desalaja la cantidad de agua que recibe. La forma de drenaje, proporciona también indicios de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca.

El Sistema o Red de Drenaje de una cuenca está conformado por un curso de agua principal y sus tributarios; observándose por lo general, que cuanto más largo sea el curso de agua principal, más llena de bifurcaciones será la red de drenaje. La definición de los parámetros de drenaje se presenta a continuación:

I. Densidad de drenaje

La densidad de drenaje (Dd), indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (Lt) y el área total de la misma (A). La densidad de drenaje tiende a 1, en ciertas regiones desérticas de topografía plana y terrenos arenosos, y a un valor alto en regiones húmedas, montañosas y de terrenos impermeables. Esta última situación es la más favorable, pues si una cuenca posee una red de drenaje bien desarrollada, la extensión media de los terrenos a través de los cuales se produce el escurrimiento superficial es corto y el tiempo en alcanzar los cursos de agua también será corto; por consiguiente, la intensidad de las precipitaciones influirá inmediatamente sobre el volumen de las descargas de los ríos. Se define como:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Donde:

Lt = Suma de longitudes de todos los tributarios y cauce principal (Km)

A = Área de la cuenca (Km²)

MONSALVE (Referencia Bibliográfica), refiere que Dd usualmente toma los siguientes valores:

Entre 0.5 Km/Km², para hoyas con drenaje pobre.

Hasta 3.5 Km/Km² para, hoyas excepcionalmente bien drenadas.

II. Coeficiente de Torrencialidad

Es la relación entre el número de cursos de agua de primer orden y el área total de la cuenca. Se define como:

$$CT = \frac{\# \text{ de cursos de primer orden}}{A} \quad \left(\frac{\text{ríos}}{\text{km}^2} \right)$$

III. Pendiente media del río (Ic)

El agua superficial concentrada en los lechos fluviales escurre con una velocidad que depende directamente de la declividad de éstos, así a mayor declividad habrá mayor velocidad de escurrimiento.

La pendiente media del río es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos. Se determina mediante la siguiente relación:

$$Ic = \frac{(H \text{ max} - H \text{ min})}{1000 * L}$$

Siendo:

Ic = Pendiente media del río.

L = Longitud del río (Km)

En resumen, se aprecian los parámetros geomorfológicos de la Subcuenca Santiago de Chochorvos y las Microcuencas, 04 microcuencas que son las ofertas hídricas para el proyecto:

CUADRO N° 02
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO SANTIAGO

PARAMETROS			UNIDAD	SUBCUENCA SANTIAGO
ÁREA DE LA CUENCA			Km ²	1752.40
PERÍMETRO			Km	223.73
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coefficiente de Compacidad (Gravelius)	1	1.51
		Longitud (o el caso más largo)	Km	74.58
		Ancho Medio	Km	23.50
		Radio de Curvatura	1	0.44
		Factor de Forma	1	0.32
	RECTÁNGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor	Km	94.03
		Lado Menor	Km	18.64
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Km	2201.18
PARAMETROS DE RELIEVE	Cuna Hipsométrica		-	✓
	Polígono de Frecuencia		-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca		m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima de la Cuenca		m.s.n.m.	1200
	Desnivel total de la Cuenca		Km	3.45
	Altitud de Frecuencia Media		m.s.n.m.	3460
	Altitud Media de la Cuenca		m.s.n.m.	3054.7
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4050
	Altura más frecuente		m.s.n.m.	3045.47 - 4203.53
	Pendiente de la cuenca (dist. del rectángulo equivalente)		%	3.67
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente		-	intermitente
	Densidad de drenaje		Km/Km ²	1.26
	Pendiente media del río principal		m/m	0.0438
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce		m.s.n.m.	1200
	Tiempo de concentración		hr	5.00
	Grado de ramificación		-	6°

CUADRO N° 03
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO TAMBILLOS

PARAMETROS				UNIDAD	MICROCUENCA TAMBILLOS
AREA DE LA CUENCA				Km ²	259.05
PERIMETRO				Km	65.48
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	1.50
		FACTOR DE FORMA	Longitud (o el curso más largo)	Km	37.07
			Ancho Medio	Km	6.90
			Radio de Curvatura	1	0.45
			Factor de Forma	1	0.19
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	35.80
			Lado Menor	Km	7.24
	Longitud total de los rios de diferentes grados		Orden 5	Km	326.89
PARAMETROS DE RELIEVE	Cuna Hipométrica			-	✓
	Polígono de Frecuencia			-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca			m.s.n.m.	4290
	Altitud Mínima de la Cuenca			m.s.n.m.	1200
	Desnivel total de la Cuenca			Km	3.25
	Altitud de Frecuencia Media			m.s.n.m.	2800
	Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	2975.8
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4290
	Altura más frecuente			m.s.n.m.	3124.51 - 3417.65
	Pendiente de la cuenca (dist. del rectángulo equivalente)			%	9.08
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente			-	Intermitente
	Densidad de drenaje			Km/Km ²	1.27
	Pendiente media del rio principal			m/m	0.0625
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4290
	Altitud Mínima del cauce			m.s.n.m.	1200
	Tiempo de concentración			Hr.	2.67
	Grado de ramificación			-	5°

CUADRO N° 04
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUECNA DEL RIO TAMBO

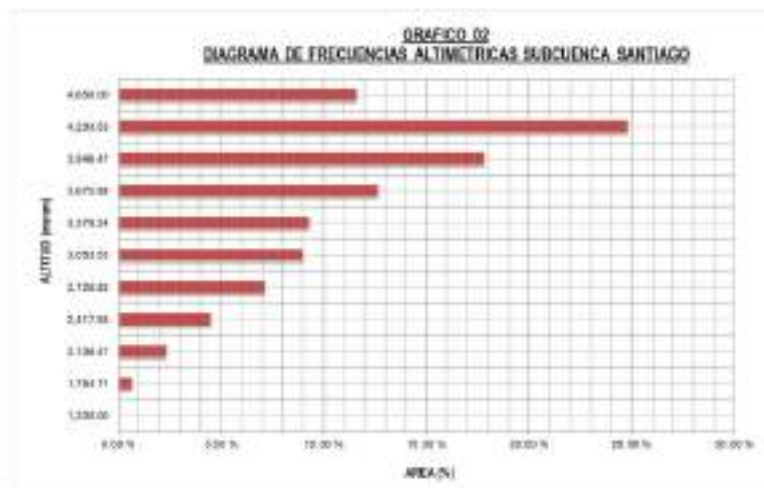
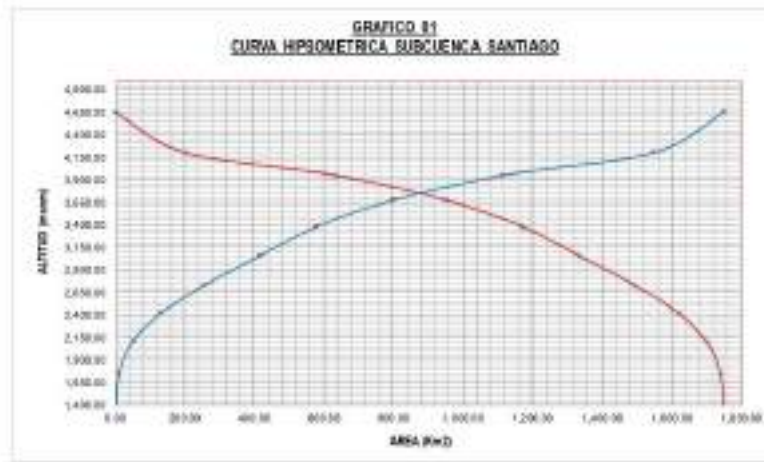
PARAMETROS			UNIDAD	MICROCUECNA TAMBO	
AREA DE LA CUENCA			Km ²	471.72	
PERIMETRO			Km	132.49	
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	FACTOR DE FORMA	Coefficiente de Compacidad (Gravelius)	1	1.72
			Longitud (o el caso más largo)	Km	58.58
			Ancho Medio	Km	8.05
			Radio de Curvatura	1	0.54
			Factor de Forma	1	0.14
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	58.58
			Lado Menor	Km	8.04
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 5	Km	573.61
PARAMETROS DE RELIEVE	Cuna Hipsométrica		-	✓	
	Poligono de Frecuencia		-	✓	
	Altitud Máxima de la Cuenca		m.s.n.m.	4050	
	Altitud Mínima de la Cuenca		m.s.n.m.	1737	
	Desnivel total de la Cuenca		Km	2.31	
	Altitud de Frecuencia Media		m.s.n.m.	3000	
	Altitud Media de la Cuenca		m.s.n.m.	3000.6	
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4050	
	Altura más frecuente		m.s.n.m.	4319.06 - 4650.00	
Pendiente de la cuenca (dist. del rectángulo equivalente)		%	4.06		
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente		-	Intermitente	
	Densidad de drenaje		Km/Km ²	1.22	
	Pendiente media del río principal		m/m	0.0463	
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4050	
	Altitud Mínima del cauce		m.s.n.m.	1737	
	Tiempo de concentración		hr	4.53	
	Grado de ramificación		-	5°	

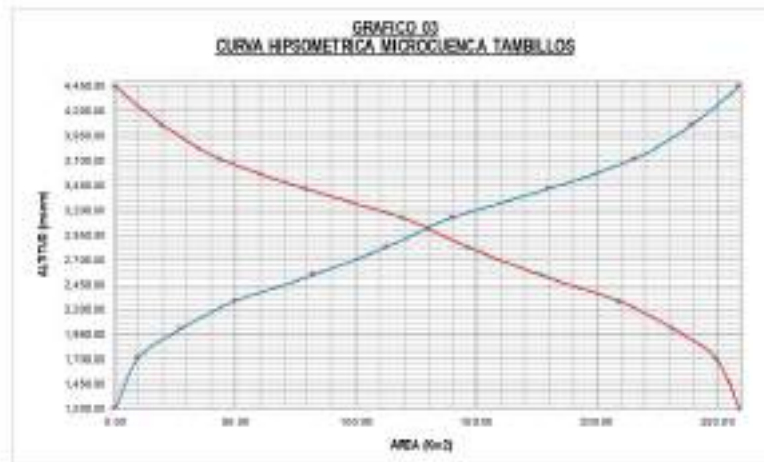
CUADRO N° 05
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUECNA DEL RÍO OLAYA

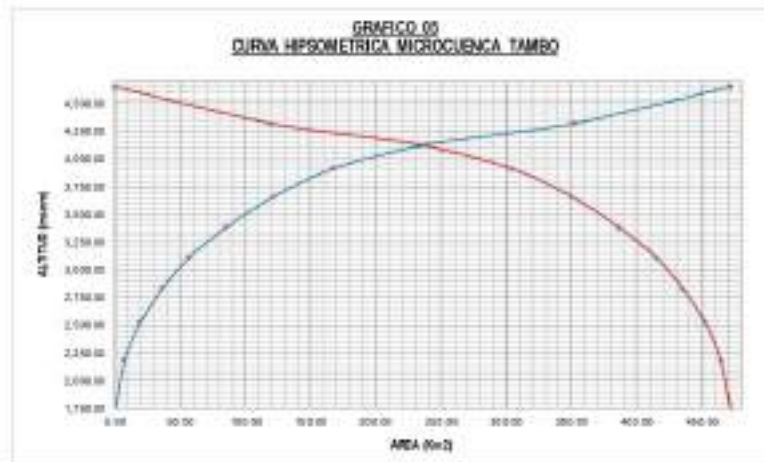
PARAMETROS			UNIDAD	MICROCUECNA OLAYA
ÁREA DE LA CUENCA			Km ²	338.00
PERÍMETRO			Km	103.00
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coefficiente de Compacidad (Gravelius)	1	1.60
		Longitud (o el caso más largo)	Km	43.80
	FACTOR DE FORMA	Ancho Medio	Km	7.72
		Radio de Circunferencia	1	0.36
		Factor de Forma	1	0.18
	RECTÁNGULO EQUIVALENTE			
		Lado Mayor	Km	44.93
PARAMETROS DE RELIEVE		Lado Menor	Km	7.54
	Longitud total de los ríos de diferentes grados			
		Orden 5	Km	411.18
	Cuna Hipsométrica		-	✓
	Polígono de Frecuencia		-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca		m.s.n.m.	4500
	Altitud Mínima de la Cuenca		m.s.n.m.	2500
	Desnivel total de la Cuenca		Km	2.05
	Altitud de Frecuencia Media		m.s.n.m.	3000
	Altitud Media de la Cuenca		m.s.n.m.	3670.9
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4400
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA	Altura más frecuente		m.s.n.m.	4126.33 - 4264.67
	Pendiente de la cuenca (dist. del rectángulo equivalente)		%	4.57
	Tipo de conector		-	Intermitente
	Densidad de drenaje		Km/Km ²	1.22
	Pendiente media del río principal		m/m	0.0434
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4400
	Altitud Mínima del cauce		m.s.n.m.	2500
	Tiempo de concentración		hr	3.23
	Grado de ramificación		-	5°

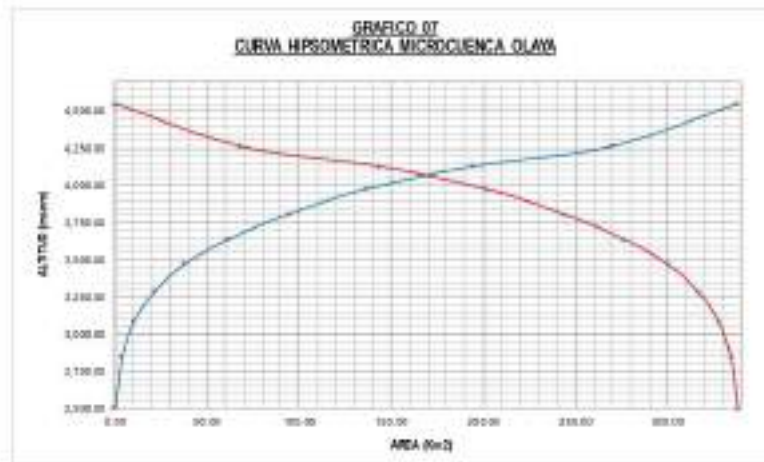
CUADRO N° 06
PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUECNA DEL RÍO SANGAYACO

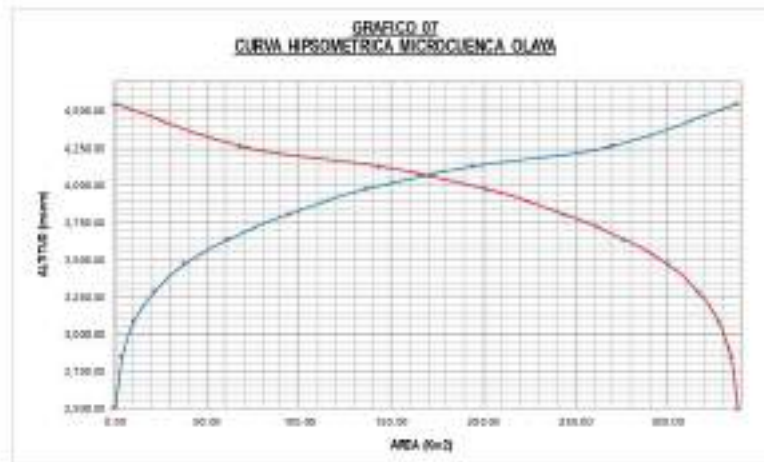
PARAMETROS				UNIDAD	MICROCUECNA SANGAYACO
AREA DE LA CUENCA				Km ²	344.00
PERIMETRO				Km	113.60
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	FACTOR DE FORMA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)	1	1.73
			Longitud (o el caso más largo)	Km	43.38
			Ancho Medio	Km	7.03
			Radio de Curvatura	1	0.33
			Factor de Forma	1	0.18
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	50.41
			Lado Menor	Km	6.62
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 5	Km	404.01
PARAMETROS DE RELIEVE	Cuna Hipsométrica			-	✓
	Polígono de Frecuencia			-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca			m.s.n.m.	4500
	Altitud Mínima de la Cuenca			m.s.n.m.	2500
	Desnivel total de la Cuenca			Km	2.00
	Altitud de Frecuencia Media			m.s.n.m.	3000
	Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	3780.3
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4390
	Altura más frecuente			m.s.n.m.	
	Pendiente de la cuenca (dist. del rectángulo equivalente)			%	3.07
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente			-	Intermitente
	Densidad de drenaje			Km/Km ²	1.26
	Pendiente media del río principal			m/m	0.0438
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4390
	Altitud Mínima del cauce			m.s.n.m.	2500
	Tiempo de concentración			hr	3.20
	Grado de ramificación			-	8°

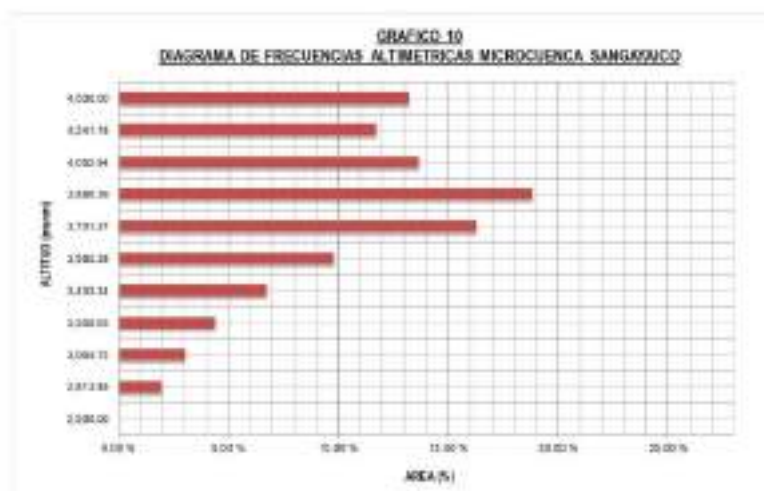
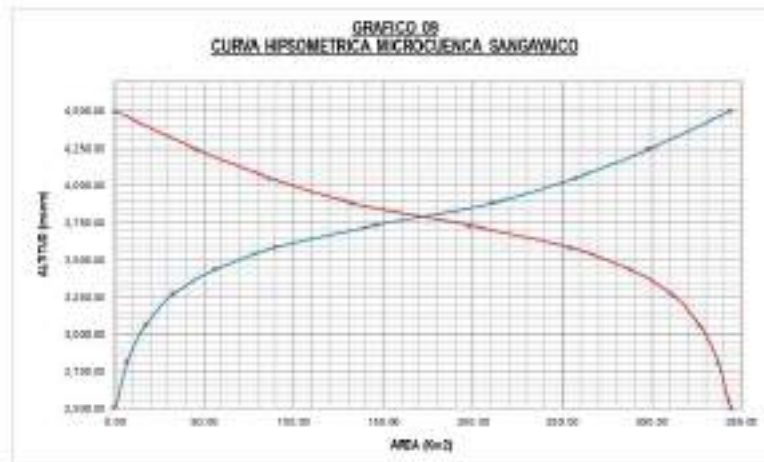












3.4. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION METEOROLOGICA E HIDROMETRICA:

3.4.1. Análisis de Variable Meteorológicas

El clima se caracteriza por ser templado en las partes bajas (notoriamente más caliente) y temperaturas frías en las partes altas, con marcadas diferencias de temperatura en las estaciones de invierno y verano.

La interacción de las diferentes variables: altitud, latitud, circulaciones atmosféricas, dan como resultado un clima Templado-Seco, con lluvias estacionales en el periodo que va entre los meses de diciembre a marzo.

Temperatura

La zona en estudio presenta una gran diferencia entre los valores de temperaturas máximas y las mínimas, en la parte alta de la Subcuenca Santiago de Chochorvos, la temperatura media multianual es de 13.60°, tomando como referencia la estación de Cusicancha.

CUADRO N° 07
REGISTRO DE TEMPERATURAS MEDIA MENSUAL (°C)

Código: 156121	Longitud: 75° 17' 40"	Departamento: HUANCAVELICA
Estación: CUSICANCHI	Latitud: 10° 30' 14"	Provincia: HAYTIDA
	Altura: 3270 msnm	Districto: SANTIAGO DE CUSICANCHI

AÑO	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2010	14.26	13.61	13.71	13.40	13.84	13.71	14.12	14.23	14.28	14.08	14.55	14.36	
2011	14.55	13.68	13.89	14.07	13.23	12.34	12.21	12.21	12.87	12.55	12.76	13.12	
2014	12.96	13.28	13.48	13.18	13.88	13.88	13.87	13.24	13.26	13.27	13.08	13.82	
2015	13.98	13.79	13.77	14.16	14.21	14.27	13.87	13.24	13.35	13.78	13.82	14.02	
2016	14.08	12.75	13.37	14.16	14.21	14.27	13.57	13.28	13.20	13.78	13.82	14.02	
MEIA	13.88	13.88	13.88	13.92	13.70	13.81	13.81	13.23	13.38	13.48	13.63	13.71	
D.S.	0.77	0.22	0.35	0.81	0.56	0.83	0.71	0.71	0.54	0.63	0.74	0.80	
MAX	14.55	13.81	13.77	14.87	14.21	14.27	14.12	14.23	14.28	14.08	14.55	14.36	
MIN	12.96	13.28	13.40	13.18	13.90	13.24	12.21	12.21	12.87	12.55	12.76	13.12	



Humedad Relativa

En la zona de estudio la estación húmeda se presenta aproximadamente en los meses de diciembre a marzo, por la presencia de las lluvias propias del verano de la Sierra. La estación seca se produce en los meses de abril a noviembre, condiciones que traen como consecuencia irregular disponibilidad de agua, ocasionando una mala distribución del recurso hídrico durante el año.

La humedad relativa media anual promedio, registrada en la estación Cusicancha, para el periodo 2012 – 2016, y asumida para el área de estudio, es de HR = 78.15%, distribuyéndose mensualmente así:

CUADRO N°06
REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA (%)

Código: 158125 Longitud: 75° 17' 49" Departamento: HUANCAVELICA
Estación: CUSCOROCHA Latitud: 13° 30' 54" Provincia: HUYLA
Altura: 3272 m s.n.m. Distrito: SAN JUAN DE CUSCOROCHA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	73.78	78.19	74.81	74.74	76.73	74.97	74.17	74.31	75.42	75.58	78.87	70.31
2013	77.16	78.74	77.32	77.34	78.15	78.35	78.84	78.28	85.47	78.41	79.48	81.49
2014	87.32	81.52	82.88	83.38	79.88	86.81	79.91	79.88	78.95	88.53	88.78	80.58
2015	78.88	79.78	70.79	77.88	78.78	78.23	79.81	79.88	78.95	78.08	77.71	77.13
2016	79.82	79.78	78.79	77.88	78.78	78.23	79.81	79.88	78.95	78.08	77.71	77.13
MEDIA	78.16	78.78	78.88	78.22	77.61	77.32	78.71	78.45	75.75	78.88	78.35	78.53
D.S.	4.50	3.80	3.85	2.78	1.10	2.80	2.20	2.18	4.84	5.88	1.82	2.80
MAX	87.32	81.52	82.88	83.38	79.88	86.81	79.91	79.88	78.95	88.53	88.78	81.49
MIN	73.78	78.19	74.81	74.74	76.73	74.97	74.17	74.31	75.42	75.58	78.87	70.31

Heladas

La temporada de heladas se presenta en los meses de junio a agosto, por lo general se originan en las partes donde la intensidad del frío es mayor, la helada es uno de los problemas climáticos más graves de la región alto andina y uno de los factores más determinantes para la disminución de la producción de los cultivos. Si bien es cierto que las heladas se pueden evitar, adecuando el calendario de cultivos para que el periodo vegetativo de los cultivos no coincida con los meses de la helada, otra de las formas para contrarrestar la helada es con la construcción de terrazas de conservación de suelos con barreras de protección.

3.4.2. Tratamiento de Información Pluviométrica e Hidrométrica

A. Información Histórica

La información pluviométrica disponible se recabo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La subcuenca del río Santiago se caracteriza por presentar una baja densidad de pluviómetros, cortos periodos de registro con interrupciones discontinuas en su secuencia y otros completos. Adicionalmente se utilizó información climática georreferenciada del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) de la NASA.

En el Cuadro N° 09, se presenta la relación de estaciones pluviométricas y su registro histórico, que se encuentran en la subcuenca del río Santiago y subcuencas vecinas, y muestra el nombre de la estación, tipo, cuenca, ubicación política y geográfica, información procedente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI y que corresponden a: Córdova, Tambo, Santiago de Chochorvos, Huac Huas y Ulaula. Dentro de las microcuencas del río Tambillos, Tambo, Olaya y Sangayzico No existen estaciones Pluviométricas ni hidrométricas. Sin embargo, recurriendo a cuencas vecinas podemos citar las siguientes estaciones:

CUADRO N° 09
LONGITUD DE REGISTRO DE LAS ESTACIONES EN ESTUDIO

#	CEN. ESTACION	ESTACION	ALTIM. (metros)	LONGITUD DE REGISTRO																					
				1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	SENAMHI - CORDOVA		201																						
2	SENAMHI - TAMBO		771																						
3	SENAMHI - SANTIAGO DE CHOCHORVOS		206																						
4	SENAMHI - HUAC HUAS		191																						
5	SENAMHI - ULAULA		202																						

B. Reconocimiento de Estaciones Meteorológicas

Se ha realizado un reconocimiento de las estaciones, principalmente las pluviométricas a fin de conocer su ubicación, su operatividad, la forma de realizar aforos y también los cálculos realizados en la toma de datos.

Las estaciones Pluviométricas existentes en las subcuencas cercanas con funcionamiento a la fecha son: Córdova, Tambo, Santiago de Chochorvos, Huac Huas y Ulaula, los cuales es operado y administrado por el SENAMHI, siendo la estación más cercana la de Córdova; se ha obtenido información Pluviométrica de las siguientes estaciones vecinas; las cuales varían desde los 190.46 mm hasta 771.32 mm estación Córdova.

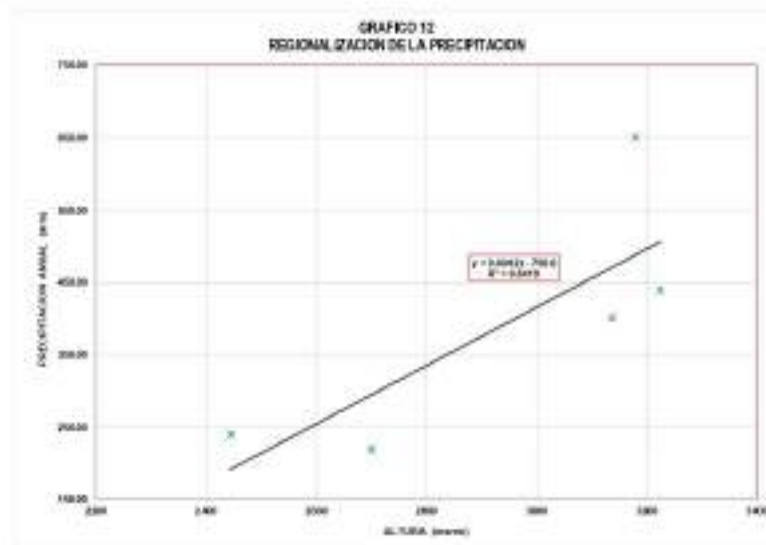
C. Relación Precipitación – Altitud:

El régimen hidrológico es propio de la sierra peruana caracterizado por la ocurrencia de precipitaciones entre los meses de octubre a abril o mayo siendo, más abundantes entre enero y abril. Estas alcanzan los 600 a 900 mm en la parte alta (por encima de los 3900 msnm), 400 a 700 mm en la parte media (3000 a 4000 msnm) y de 180 a 400 mm en la parte baja de la cuenca (2000 a 3000 msnm).

Es conocido el efecto de la variación altitudinal sobre la magnitud de la precipitación, por lo que se analizó la relación existente entre ambas variables en el ámbito del estudio, al respecto se concluye que existe una buena correlación en la ecuación precipitación – altitud, así como una variabilidad especial de las lluvias debido a la forma de la cuenca. Por estos motivos se utilizará la relación precipitación – altitud para la generación de la precipitación en los puntos de interés del estudio.

CUADRO N° 11
RELACION DE PRECIPITACION - ALTITUD

N°	ESTACION	ALTURA (msnm)	TOTAL ANUAL (mm)
1	COREJOVA	3225	439.96
2	TAMBO	3138	401.88
3	SANTIAGO DE CHOCHORVOS	2700	220.17
4	HUAC HUAS	3180	651.52
5	LLAUTA	2445	240.16



Puede observarse una gradiente pluviométrica aproximada en el área comprendida entre los 1800 y 3200 msnm, con tendencia decreciente a mayores altitudes; finalmente, la relación Precipitación – Altitud obtenida es la siguiente:

$$P = 0.4042 H - 796.60$$

Dónde: P = precipitación Anual (mm)
 H = Altitud (msnm)

La precipitación media anual en los puntos de interés en la altitud media de la subcuenca Santiago (3,554,70 msnm) es de 640.11 mm.

D. Análisis de consistencia de la información pluviométrica e hidrométrica

La no homogeneidad e inconsistencia en secuencias hidrológicas representa uno de los aspectos más importantes del estudio en la hidrología, puesto que, si éstos no son identificados y eliminados, un error significativo puede introducirse en todos los análisis futuros obteniendo resultados altamente sesgados.

Inconsistencia es sinónimo de error sistemático y se presenta como saltos y tendencias, y no-homogeneidad es definido como los cambios de los datos vírgenes con el tiempo. En general, los datos medidos incluyen dos tipos de errores: (a) Errores aleatorios o accidentales y (b) Errores sistemáticos; los errores aleatorios se presentan a causa de la inexactitud en las mediciones y observaciones. Teniendo entre las más comunes: lecturas poco conscientes, aparato ligeramente estropeado y mal colocado, errores de transcripción de cálculo, copia, impresión e interpretación. Los errores sistemáticos son los de mayor importancia, ya que los datos pueden ser incrementados o reducidos sistemáticamente; los errores sistemáticos pueden ser a la vez naturales, artificiales u ocasionados por la intervención de la mano del hombre, los mismos que ocurren como saltos y como tendencias.

Desde un punto de vista práctico son de mayor interés los errores sistemáticos ocasionados por la intervención de la mano del hombre y en ellos se concentra el análisis de consistencia.

Antes de evaluar la consistencia de la información pluviométrica, se realizó la Completación de los datos mensuales faltantes, utilizando para ello, la información de los años con registros completos (es decir, aquellas que tengan durante los doce meses) aún éstas no sean consecutivas, obteniéndose de esta manera la precipitación promedio multi-anual a nivel mensual y anual, luego se procedió a hallar el factor adimensional (k) para cada mes del año, con la siguiente ecuación:

$$K_i = \frac{\bar{x}_i}{X}$$

Donde:

$\bar{x}_i$ = Precipitación promedio multianual del mes i.

X = Precipitación promedio multianual a nivel anual.

Con este factor K se procedió a hallar la precipitación de los meses faltantes. En los cuadros siguientes se presenta la información debidamente completada de las 4 estaciones.

Puesto que se dispone de series múltiples de la información pluviométrica en la cuenca de estudio, se procedió a realizar el análisis de doble masa para la identificación de saltos.

Este análisis consistió en detectar y eliminar posibles inconsistencias y no homogeneidades, de las series históricas para obtener registros más confiables y de

menor riesgo, para ello se realizó el análisis gráfico, doble masa y estadístico si fuera necesario. A continuación, se describen las estaciones con sus respectivos histogramas para el análisis correspondiente:

CUADRO N° 12
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL (mm)

Código:	00107181	Longitud:	78° 11' 13"	Departamento:	HUANCABALLA
Estación:	COPACOA	Latitud:	14° 2' 38"	Provincia:	HUAYTARA
		Altura:	3225 msnm	Dirección:	COCHOSCA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1994	115.48	211.80	123.20	46.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.00	8.00	8.80	18.00	545.88
1995	130.82	21.20	138.82	8.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.00	8.00	81.80	44.80	413.88
1996	36.48	130.80	58.18	1.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.00	8.00	8.80	11.78	232.78
1997	88.82	21.80	88.82	8.80	8.80	0.00	0.00	22.82	8.80	8.00	8.28	78.82	388.28
1998	248.18	180.80	88.88	8.88	8.80	0.00	0.00	8.80	0.00	8.00	8.88	81.18	487.28
1999	58.88	88.80	110.80	22.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.31	18.81	8.28	88.12	841.88
2000	228.02	284.72	128.22	27.42	8.82	0.00	0.00	8.80	0.83	7.34	8.81	87.12	888.12
2001	181.43	228.11	238.82	38.38	8.88	0.00	0.00	8.80	0.41	8.00	8.81	8.20	887.81
2002	38.84	132.82	188.82	22.42	1.82	0.00	0.00	8.81	8.82	8.82	25.22	1.80	343.87
2003	48.81	184.85	82.87	8.88	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	1.80	8.81	47.28	288.78
2004	18.84	184.32	73.24	3.82	8.80	0.00	18.40	8.84	0.83	8.01	8.81	53.53	274.14
2005	88.81	78.84	81.82	8.82	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	8.88	78.22	381.83
2006	88.84	238.82	173.71	28.22	8.80	0.00	0.00	8.80	0.83	8.00	25.10	8.28	543.81
2007	15.88	28.32	129.82	8.82	1.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.01	2.10	11.82	188.55
2008	182.82	218.80	77.11	10.40	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.01	8.22	22.88	542.88
2009	188.48	218.81	128.18	28.48	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	12.70	3.80	487.34
2010	38.88	88.21	88.81	28.81	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	8.28	27.43	188.88
2011	228.82	288.80	73.82	44.11	8.80	0.00	2.78	8.80	0.80	8.00	4.81	28.12	838.88
2012	88.23	481.80	182.10	88.31	8.80	0.00	0.00	8.81	0.80	4.82	8.81	58.04	771.38
2013	78.22	178.82	88.41	8.88	8.82	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	2.88	18.38	387.82

MEDIA	188.33	185.82	188.87	28.51	8.78	0.00	1.86	1.13	8.41	2.82	7.84	15.58	498.88
MINIMO	28.88	28.80	28.88	28.80	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88
MAXIMO	248.18	284.72	238.82	44.31	1.81	8.80	18.40	22.88	8.88	18.81	81.88	87.12	841.88
M. HIMO	15.88	28.32	44.81	8.88	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.00	8.88	8.20	8.88
MINIMA	18.84	184.32	88.82	18.31	8.80	8.80	8.80	8.80	8.00	8.01	8.81	28.88	28.88
DESVIAC.	75.14	184.85	53.13	18.34	8.41	8.81	8.13	8.83	1.82	4.81	14.78	28.82	28.82
VARIANZA	5,641.38	18,888.88	2,814.38	173.88	8.21	8.88	17.83	28.11	3.81	28.38	217.78	788.11	788.11

CUADRO N° 13
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL (mm)

Código: 00150122
Estación: TAMBÓ

Longitud: 15° 16' 27"
Latitud: 13° 41' 38"
Altura: 2136 msnm

Departamento: HUANCABALLA
Provincia: HUAYTARA
Distrito: TAMBÓ

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1998	41.90	37.00	91.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	89.80	0.00	0.00	230.80
1999	68.10	167.70	306.30	47.30	0.00	0.00	0.00	11.40	0.00	0.00	0.00	10.00	437.80
2000	91.20	83.40	301.30	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	5.30	4.20	286.50
2001	53.00	53.00	18.20	89.50	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.40	245.90
2002	52.20	253.40	10.00	2.30	27.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.40	30.20	374.80
2003	25.00	267.50	66.30	27.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	91.80	418.80
2004	178.90	178.60	138.10	39.40	18.90	0.00	0.00	6.10	0.00	4.40	6.10	78.70	621.80
2005	328.30	106.40	15.10	1.40	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	248.50
2006	944.90	83.30	82.40	15.00	9.50	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	22.40	134.24
2007	66.20	267.10	188.20	39.20	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	10.10	0.00	0.00	503.30
2008	25.00	0.00	100.00	16.40	4.80	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	77.80	187.80	426.20
2009	146.30	81.70	106.90	14.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.40	63.10	5.40	437.80
2010	1.70	3.20	2.80	17.30	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	0.20	0.20	0.00	26.90
2011	48.70	28.60	330.30	193.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	7.10	57.00	47.00	718.90
2012	64.20	42.00	146.10	133.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	87.30	387.80
2013	198.90	43.60	273.30	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	48.60	20.80	549.90
2014	193.90	236.60	116.90	59.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	2.70	549.90
2015	38.40	87.00	7.80	6.80	0.00	0.00	3.50	21.00	0.20	1.30	189.10	278.60	278.60
2016	338.30	54.10	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.70	65.70	526.80
2017	916.00	218.10	908.20	123.30	14.30	0.00	0.00	0.00	0.20	20.40	0.00	33.80	803.30
2018	136.90	139.60	166.30	49.10	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	6.00	196.90	671.90
2019	77.00	87.00	245.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	7.00	533.00
2020	171.20	186.00	200.50	196.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	4.30	0.00	547.90
2021	54.00	114.50	46.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	214.70
2022	27.00	49.00	306.30	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	92.00	232.80
2023	44.00	51.00	12.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	238.00
2024	58.00	127.00	155.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	18.00	27.00	425.00
2025	46.00	114.00	40.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.00	194.00
2026	125.00	171.00	123.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	434.00
2027	111.00	279.00	116.00	39.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	23.00	16.00	536.00
2028	28.00	88.00	58.00	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.00	241.00
2029	50.00	77.00	54.00	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	42.00	316.00
2030	27.00	155.00	98.00	49.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	24.00	315.00
2031	34.70	98.60	47.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	4.00	20.00	232.70
2032	15.00	36.00	156.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.00	1.00	0.00	238.60
MEDIA	73.25	111.52	112.76	34.42	2.31	0.00	0.15	0.04	1.70	8.39	12.48	40.67	491.68
MINIMO	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
MAXIMO	2,703.76	3,065.25	3,946.57	4,384.77	80.30	0.00	5.36	22.31	28.49	293.66	436.86	5,425.29	
DESVINC	336.30	416.10	333.30	193.00	27.40	0.00	5.30	11.40	31.00	95.40	77.80	187.80	
MINIMO	1.70	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAXIMO	68.10	87.00	301.30	193.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DESVINC	62.32	86.75	71.64	42.48	5.44	0.00	0.88	2.16	5.37	58.96	28.35	44.49	
VARIACION	1,888.01	7,522.98	3,532.88	5,886.15	29.96	0.00	0.72	4.67	28.88	288.55	814.29	5,878.88	

CUADRO N° 14
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL (mm)

Código: 85195123 Longitud: 75° 19' 3" Departamento: HUANCABALLA
Estación: SANTIAGO DE CHOCORROS Latitud: 13° 43' 58" Provincia: HUAYARA
Altura: 2700 metros Distrito: SANTIAGO DE CHC

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1993	4.90	6.20	55.80	14.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.30	93.70
1994	64.00	111.40	87.10	15.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30	321.90
1995	45.30	1.30	100.90	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	144.20
1996	11.60	124.70	22.80	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	147.80
1997	7.90	44.80	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	15.90	2.30	0.00	0.00	46.30	126.90
1998	276.90	126.40	37.30	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	16.40	516.60
1999	16.00	123.40	68.30	52.60	0.00	0.00	0.00	4.20	10.80	0.00	7.01	0.00	280.81
2000	77.30	79.80	14.30	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.90	213.40
2001	52.50	85.90	142.30	15.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	2.00	0.00	316.81
2002	13.81	54.34	53.91	19.60	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	137.99
2003	110.01	42.01	14.42	1.41	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	20.01	145.30
2004	13.60	25.64	5.68	6.83	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.40	22.32	77.89
2005	18.85	52.85	20.94	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.51
2006	48.92	112.72	96.33	3.83	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	25.75	311.42
2007	21.33	15.26	45.44	19.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.81	0.03	100.83
2008	122.84	147.22	104.73	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	310.75
2009	56.32	109.12	47.73	16.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.22	23.41	4.34	237.76
2010	14.44	43.34	23.46	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.01	140.96
2011	56.97	75.25	36.37	13.15	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.71	0.00	241.41
2012	2.75	173.64	47.34	12.54	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.22	0.20	0.00	273.65
2013	22.26	71.62	46.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.80	161.71
2014	8.86	31.70	57.28	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	120.85
MEDIA	49.63	75.43	56.20	11.56	0.04	0.01	0.19	0.73	0.25	1.22	3.20	16.32	226.17
MINIMO	22.00	22.00	22.80	22.69	22.98	22.89	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
SUMA	1,096.36	1,081.37	1,327.65	454.15	0.81	0.30	3.81	16.80	1.67	26.89	18.52	109.19	2,991.19
MAXIMO	276.90	123.64	146.28	52.69	0.58	0.38	15.90	4.20	10.80	23.41	46.30	0.00	1,000.00
MINIMO	2.75	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MEDIANA	21.60	75.81	54.67	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21	0.21	14.25	144.25
DESVMC.	62.10	40.34	34.44	13.18	0.32	0.06	0.64	3.59	1.80	2.73	5.00	13.89	133.89
VARIANZA	3,856.27	2,326.28	1,995.05	175.57	0.01	0.00	0.41	11.48	0.99	7.45	14.36	189.58	1,000.00

CUADRO N° 16
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL (mm)

Código: 00107280
Estación: HUAC-HUAC

Longitud: 75° 50' 20"
Latitud: 14° 1' 35"
Altura: 3150 m s.n.m.

Departamento: AYACUCHO
Provincia: LUCANAS
Distrito: HUAC-HUAC

AÑO	JAN.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1993	136.64	175.19	238.43	10.85	8.72	0.00	0.00	8.83	0.83	3.15	8.27	33.68	696.46
1994	200.68	296.81	98.82	26.84	8.73	0.00	0.00	8.80	0.80	2.97	4.71	37.22	997.73
1995	138.62	22.45	187.53	9.94	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	35.70	23.22	493.86
1996	81.22	180.80	78.58	73.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	8.88	18.13	429.86
1997	92.84	82.75	42.58	8.88	8.80	0.00	0.00	2.20	3.80	2.50	4.58	64.68	391.67
1998	345.48	245.20	213.20	8.88	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	8.88	48.68	884.85
1999	144.78	262.80	198.80	8.78	8.80	0.00	0.00	8.87	0.22	1.58	4.72	55.28	874.83
2000	288.28	288.80	198.80	34.90	1.70	0.00	0.00	8.88	0.80	7.00	8.18	183.48	807.86
2001	165.48	184.20	281.80	54.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	2.20	8.88	8.80	1,816.28
2002	68.21	180.88	187.81	88.43	2.80	1.70	0.00	8.80	0.80	8.80	37.80	18.68	494.81
2003	52.19	151.12	130.70	3.43	2.54	0.00	0.00	8.80	0.80	1.68	11.50	43.51	484.88
2004	132.25	170.30	173.20	33.80	8.80	0.00	1.00	8.85	2.80	1.01	8.81	85.41	576.21
2005	131.02	129.81	98.81	8.24	8.80	0.00	0.00	8.80	2.70	8.00	8.81	34.84	453.83
2006	218.48	286.40	288.70	15.70	8.80	0.00	0.00	8.81	1.81	2.43	33.85	25.61	882.88
2007	37.82	88.80	188.70	11.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.81	8.00	1.88	32.70	388.75
2008	388.68	431.30	338.30	78.70	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	2.68	1.78	0+88	1,173.68
2009	202.08	170.20	184.80	34.81	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	7.82	20.84	14.74	633.34
2010	52.13	178.80	183.30	26.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	1.88	34.81	414.88
2011	318.38	184.82	188.70	88.88	8.80	0.00	1.21	8.80	0.83	8.00	4.82	58.72	838.80
2012	118.03	478.21	231.21	128.33	8.81	0.00	0.00	8.80	0.84	28.81	8.00	85.24	1,847.94
2013	88.82	477.30	187.80	8.78	8.80	2.80	8.38	8.80	0.80	11.88	4.78	49.00	782.88
2014	138.08	88.40	218.70	10.84	8.40	0.00	0.00	8.88	0.77	1.14	1.14	18.33	488.86
MEDIA	183.21	236.47	183.86	31.21	8.88	6.18	9.16	8.58	6.39	3.77	9.85	47.58	651.52
NUMERO	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	
SUMA	3,586.68	5,679.29	3,868.48	888.88	14.88	4.82	3.52	3.88	12.52	82.88	216.70	1,046.35	
MAXIMO	345.48	484.20	291.80	128.33	8.80	0.00	1.00	8.80	0.80	8.00	35.81	37.80	183.48
MINIMO	37.82	22.45	42.58	8.88	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	8.00	8.88	8.80	
MEGANA	138.62	180.80	180.88	78.81	8.80	0.00	0.00	8.80	0.80	2.68	4.77	48.68	
BSVANC	18.80	138.80	78.47	21.84	1.43	0.85	8.47	8.88	1.88	8.51	12.36	33.68	
VARIANZA	8,843.88	18,717.53	4,883.88	1,813.73	2.41	6.42	6.32	6.47	1.88	42.31	182.73	848.57	

CUADRO N° 16
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL (mm)

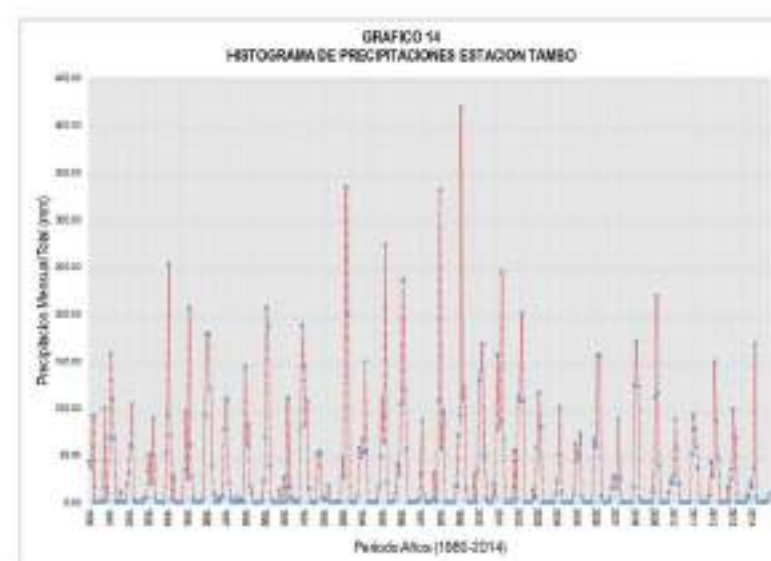
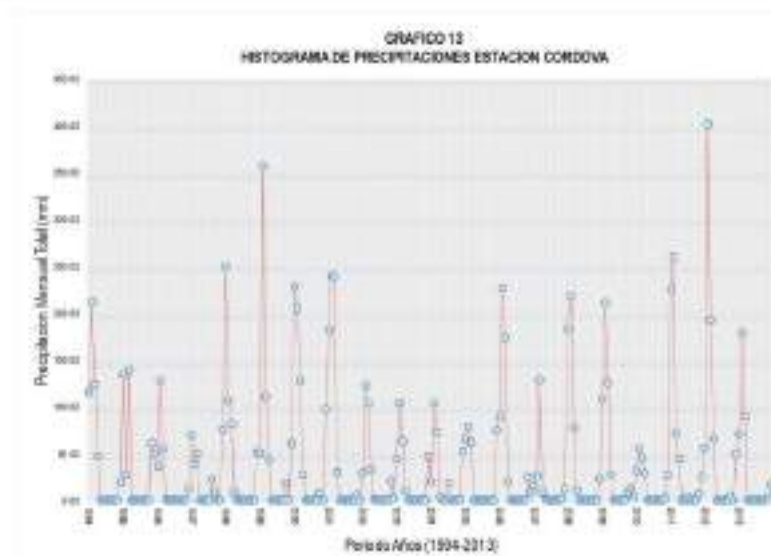
Código: 00101208
Estación: LLAUTA

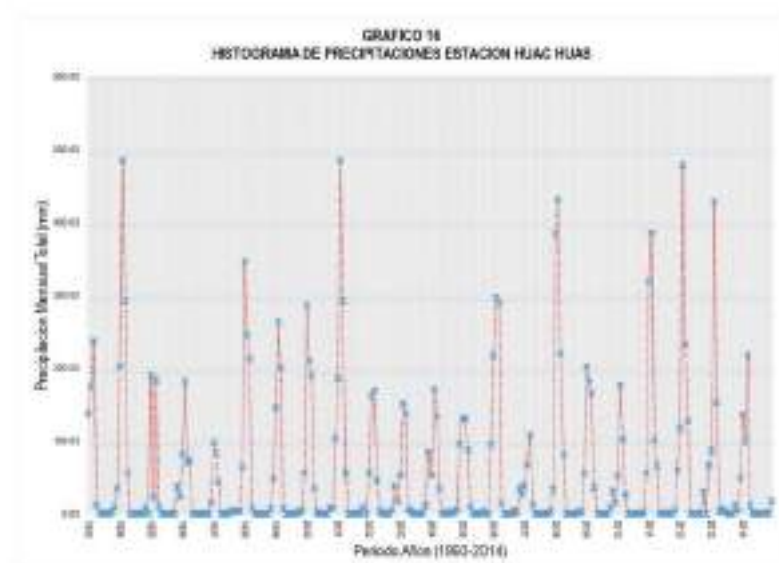
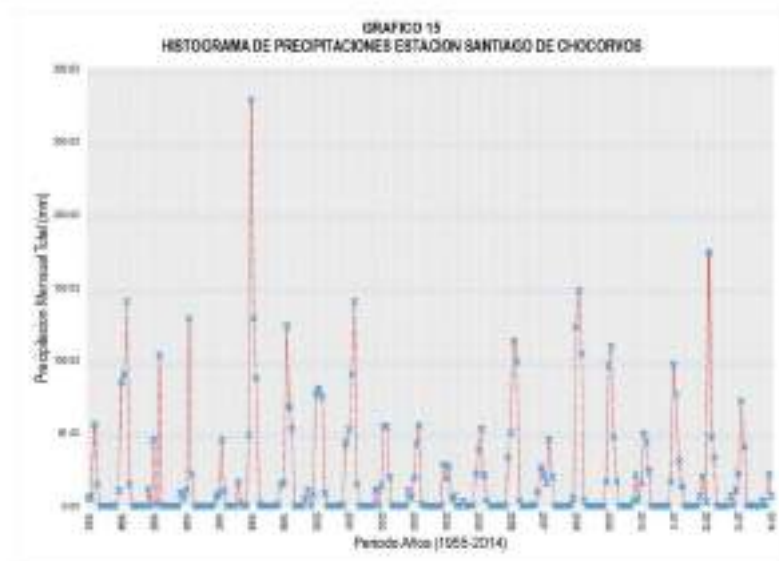
Longitud: 19° 55' 32"
Latitud: 14° 14' 47"
Altura: 3845 metros

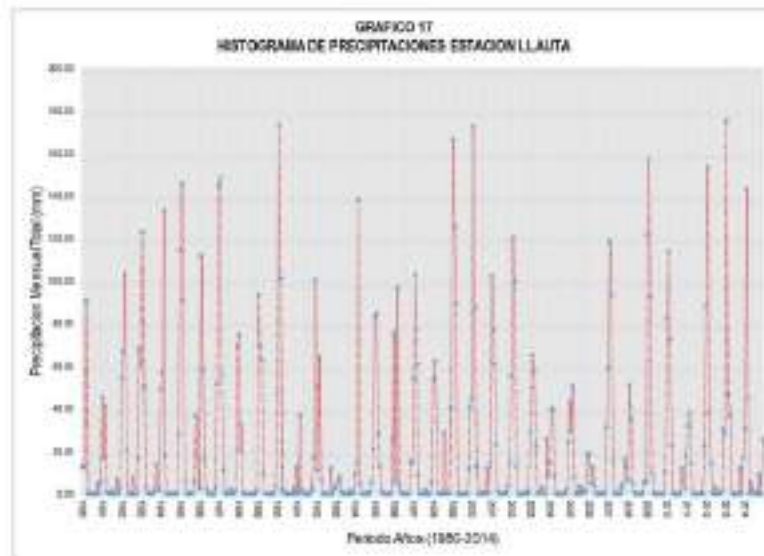
Departamento: AYACUCHO
Provincia: LUCANAS
Distrito: LLAUTA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1998	12.20	12.40	36.40	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	5.70	125.30
1999	40.30	16.30	41.10	9.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	5.50	0.00	3.30	113.30
2000	61.00	88.70	101.10	20.80	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	8.00	17.00	88.30	337.50
2001	66.00	123.20	48.80	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	15.80	3.00	1.00	235.80
2002	45.00	58.80	131.20	19.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.30	283.30
2003	116.80	166.80	96.70	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	36.50	16.30	416.10
2004	2.40	111.00	58.40	36.20	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	51.30	244.30
2005	148.80	148.10	58.50	11.20	0.20	0.00	0.00	2.00	0.00	0.80	1.80	89.80	432.80
2006	12.80	33.00	32.30	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	121.30
2007	89.50	89.70	62.80	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.47	236.37
2008	47.00	173.40	100.80	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	325.30
2009	12.40	0.00	36.30	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	17.20	180.40	176.50
2010	50.60	11.00	64.10	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	12.30	0.00	2.70	0.00	138.60
2011	2.50	5.40	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	17.60
2012	8.80	13.50	137.50	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	21.30	191.40
2013	60.00	84.70	28.10	12.50	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.80	215.40
2014	74.00	9.90	30.10	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	15.80	216.30
2015	63.00	182.80	66.70	8.70	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	255.30
2016	52.40	82.10	33.30	9.90	0.00	0.00	20.80	0.00	0.00	0.00	0.00	40.30	215.30
2017	148.30	124.80	88.20	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	39.80	433.50
2018	46.30	173.80	80.30	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.90	0.00	13.80	344.30
2019	182.30	76.40	61.40	23.70	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	3.00	15.30	293.70
2020	64.00	129.40	98.60	12.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	296.80
2021	28.70	89.00	27.80	22.30	0.00	0.00	1.10	2.70	0.00	0.00	26.40	8.10	271.60
2022	14.40	19.60	36.50	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	23.80	128.20
2023	43.20	29.30	56.30	8.80	0.00	0.00	3.80	0.00	2.20	0.00	0.00	17.30	150.70
2024	18.80	6.80	12.30	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.80	73.30
2025	59.50	118.80	93.40	19.20	0.00	0.00	0.00	2.80	4.20	18.10	13.90	120.50	325.50
2026	6.30	50.90	34.40	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	101.40
2027	121.40	180.80	92.30	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40	394.70
2028	62.10	113.70	12.70	22.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.70	0.00	2.30	311.50
2029	17.00	37.80	37.80	13.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.30	121.30
2030	88.10	183.20	38.20	14.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	30.80	359.60
2031	27.90	173.90	48.50	36.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.70	0.00	16.90	376.80
2032	50.00	143.00	44.80	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10	0.00	26.40	249.40

MEDIA	55.55	88.15	64.30	9.58	0.33	0.06	0.24	1.24	0.22	2.76	4.29	20.91	246.10
NUMERO	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
SUMA	1,944.23	2,286.63	2,240.18	335.28	11.53	2.06	8.38	43.20	7.71	96.51	154.78	734.85	
MAXIMO	188.30	124.80	137.50	36.73	5.52	2.04	3.80	20.80	2.82	15.80	18.50	180.40	
MINIMO	2.30	5.40	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DESVIAN	58.60	89.70	58.40	8.78	0.89	0.08	0.80	0.08	0.00	0.03	1.00	15.80	
COEFIC.	0.662	0.738	0.713	0.88	1.81	0.34	0.72	0.08	0.02	0.52	0.52	20.89	
VARIANZA	1,649.30	3,338.15	1,806.08	74.55	1.83	0.12	0.59	25.81	0.30	20.45	72.64	564.53	







E. Análisis Gráfico

Las estaciones pluviométricas de mayor importancia en la subcuenca de estudio son, Córdova, Tambo, Santiago de Chochorvos, Huac Huas y Llauta, puesto que se encuentran ubicadas en la parte alta de la subcuenca, zona de mayor precipitación, por lo que se analizará en estas estaciones la variación temporal de la precipitación.

Puede notarse que las 04 estaciones tienen similar variación temporal de la precipitación mensual, además, años húmedos y años secos también coincidentes, salvo algunos puntos que presumiblemente podría tratarse de un salto.

Se elaboraron histogramas a nivel mensual y anual con la finalidad de investigar posibles saltos o tendencias durante el periodo de registro de la información, así como para detectar valores extremadamente altos o bajos que no reflejen el comportamiento de la variable en el periodo de registro.

Los histogramas se usaron también con la finalidad de establecer el periodo de registro más confiable en cada serie, es decir estos fueron comparados simultáneamente con la finalidad de visualizar si tenían un comportamiento similar.

F. Análisis de Doble Masa

El análisis de doble masa, es una herramienta muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencias en los datos hidrológicos múltiples (cuando se disponen de dos o más series de datos) en lo que respecta a errores que pueden haberse producido durante la obtención de los mismos, pero no para realizar una corrección a partir de la curva de doble masa.

Los posibles errores se pueden detectar por el quiebre o quiebres que presenta la recta de doble masa; considerándose un registro de datos con menos errores sistemáticos, en la medida que presenta un menor número de puntos de quiebre.

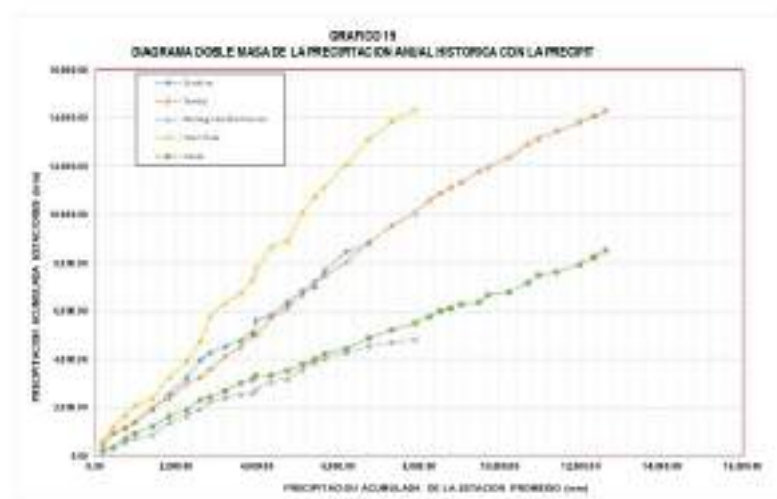
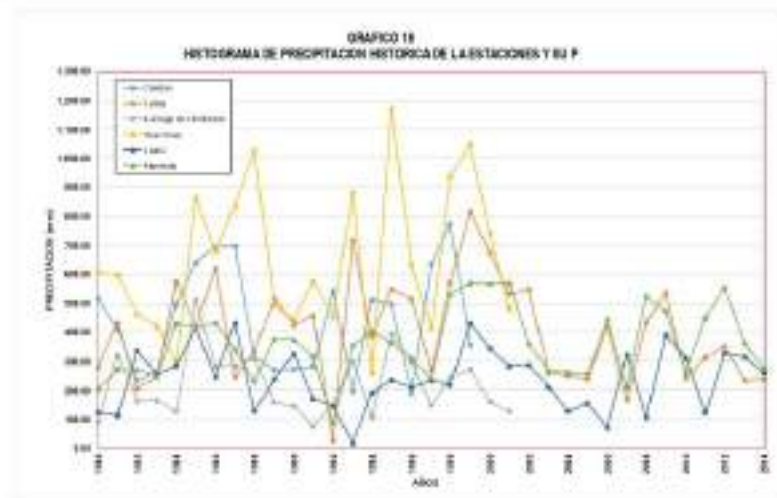
Un quiebre de la recta de doble masa o un cambio de pendiente, puede o no ser significativo, ya que si dicho cambio está dentro de los límites de confianza de la variación de la recta para un nivel de probabilidades dado (tal es el caso de las estaciones en estudio), entonces el salto no es significativo, el mismo que se comprobará mediante un análisis estadístico.

Para el análisis de doble masa de las estaciones, observando los gráficos, se seleccionó la estación Tambo como estación base, puesto que presenta mayor regularidad, vale decir tiene menor número de puntos de quiebre, por tanto, se considera como la más confiable.

Luego, la estación seleccionada como la más confiable se plotó en el eje de las abscisas y en las ordenadas cada una de las demás estaciones, obteniéndose así tantas rectas como números de series se tengan menos uno. En estos gráficos se definen el o los quiebres que pueden ser significativos para su posterior análisis estadístico.

El análisis de doble masa se basó con el criterio de que los valores acumulados de la precipitación, en cada estación, graficados con los valores acumulados de una estación modelo o base, para un período considerado, deben ser una línea recta de pendiente constante, además se debe tener cuidado, pues los cambios en la ubicación de las estaciones, toma de datos (metodología, instrumentación, personal operador), puedan afectar tal relación.

Para efectuar el análisis de doble masa, se optó por agruparlas teniendo como criterio la distribución espacial dentro de las subcuencas, régimen pluviométrico y período de registro concurrente.



G. Análisis Estadístico de Saltos y Tendencias

En los Cuadros siguientes se presenta el análisis y tratamiento estadístico completo de las 05 estaciones utilizadas en el estudio de la subcuenca Santiago incluido el análisis de saltos y tendencias, así como las respectivas correcciones.

CUADRO N° 18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS
ESTACION CORDOVA

Se plantea la hipótesis de que existe un salto en el año de 1999, para el cual se le realizará el análisis estadístico, es decir el análisis de saltos y tendencias para los periodos citados.

NUMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR PARA LOS PERIODOS DE ANALISIS DE LA ESTACION CORDOVA

PERIODO	N	MEDIA	DESV. ESTANDAR	$\Sigma(x-\bar{x})^2$
1994 - 1998	72	35.63	64.61	4174.49
2000 - 2013	168	37.11	68.41	4699.56

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparac.	Diferencia Signific.
67.30	6.48	0.16	0.05	238	1.980	$T_c < T_t$	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR

$$\begin{aligned} \text{Si } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c &= \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_1 - 1 \\ G.L.D. &= n_2 - 1 \end{aligned} \\ \text{Si } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c &= \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_2 - 1 \\ G.L.D. &= n_1 - 1 \end{aligned} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
0.89	0.05	71	167	1.00	$F_c > F_t$	NO CORREGIR

Nota

Se observa que en el análisis de consistencia de la desviación estandar, el F tabular (Valor crítico) para una probabilidad del 95%, con un nivel de significación del 5% es menor que el Fc de la prueba, por lo tanto necesita corrección.

CUADRO N° 19
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS
ESTACION TAMBO

Se plantea la hipótesis de que existe un salto en el año de 1999, para el cual se le realiza el análisis estadístico, es decir el análisis de saltos y tendencias para los periodos citados.

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION TAMBO

PERÍODO	N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	S(x) ²
1990 - 1999	240	35.90	64.39	4145.91
2000 - 2014	180	30.24	50.23	2523.48

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
55.73	5.79	0.96	0.05	418	1.960	Tc < Tt	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} &\text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces } F_c = \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{matrix} G.L.N. = n_1 - 1 \\ G.L.D. = n_2 - 1 \end{matrix} \\ &\text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces } F_c = \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{matrix} G.L.N. = n_2 - 1 \\ G.L.D. = n_1 - 1 \end{matrix} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
1.64	0.05	239	179	1.00	Fc > Ft	SI CORREGIR

Nota

Se observa que en el análisis de consistencia de la desviación estándar, el F tabular (Valor crítico) para una probabilidad del 95%, con un nivel de significación del 5% es menor que el Fc de la prueba, por lo tanto necesita corrección.

CUADRO N° 18
ESTACION TAMBO CORREGIDA POR SALTO

PERIODO	N	MED	DESV	ESTAND	5x12
1992	1999	240	38.90	64.39	4545.81
2000	2014	198	38.24	58.23	2523.88

Corrección de la subinversión
de terreno (x)

Corrección de la
subinversión de terreno (x)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1999	34.92	31.09	73.30	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	3.45	79.70	2.23	8.87	245.81
1991	68.30	65.24	66.73	56.85	2.23	2.23	2.23	11.12	2.23	2.23	2.85	16.43	363.15
1992	26.57	83.36	82.82	7.76	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	3.87	4.80	6.56	187.84
1993	27.97	87.24	18.40	71.27	9.95	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	42.33	215.86
1994	74.14	68.83	57.23	3.84	20.28	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	18.26	77.24	475.26
1995	21.13	64.13	48.94	23.29	4.57	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	6.21	73.27	351.32
1996	141.30	542.55	98.93	32.97	18.89	2.23	2.23	6.21	2.23	5.88	6.89	85.36	971.22
1997	67.97	85.34	17.13	4.88	2.23	2.23	6.29	2.23	2.23	5.43	2.23	2.23	226.30
1998	194.66	83.27	64.64	54.32	9.64	2.23	2.26	2.23	2.23	2.23	2.23	19.30	281.50
1999	54.22	161.89	62.36	22.81	4.14	2.23	2.23	2.23	2.23	12.46	2.23	2.23	438.32
1990	23.96	0.23	67.88	15.62	6.85	2.23	2.23	3.94	2.23	2.23	62.61	148.82	358.47
1991	19.89	64.97	84.86	13.86	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	32.33	44.12	4.44	381.80
1992	3.88	4.72	4.23	76.73	2.23	2.23	2.23	2.23	2.82	2.88	2.89	2.89	47.54
1993	38.67	22.54	262.71	157.48	2.23	2.23	2.23	3.81	8.24	47.17	35.93	587.64	987.64
1994	55.44	42.80	119.21	44.12	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.48	14.32	30.85	328.66
1995	60.73	51.71	314.21	18.67	2.23	2.23	2.23	2.23	4.57	10.08	13.96	24.70	495.44
1996	62.59	184.97	90.12	45.61	2.23	2.23	2.23	2.23	2.38	2.23	2.46	4.31	428.80
1997	25.95	78.40	8.31	2.23	2.79	2.23	2.23	4.98	27.04	2.38	3.16	86.96	237.85
1998	289.82	89.80	18.20	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	16.28	56.61	471.26
1999	71.65	324.42	96.64	88.42	13.76	2.23	2.23	2.23	2.36	34.54	2.23	26.21	644.37
2000	136.50	129.82	168.30	49.10	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	6.89	156.50	873.50
2001	77.00	87.00	245.36	66.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.00	3.00	533.80
2002	111.20	106.00	206.54	156.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	4.31	4.31	547.81
2003	54.00	115.50	46.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.88	261.76
2004	21.00	49.80	100.80	11.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.80	252.80
2005	44.00	51.00	12.80	6.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	238.80
2006	68.00	187.20	159.80	7.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	18.00	27.80	421.80
2007	28.00	14.90	87.30	24.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.80	188.80
2008	125.80	171.80	123.80	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.88	0.00	11.80	434.80
2009	111.80	279.00	114.80	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.80	23.00	19.80	536.80
2010	28.00	88.00	15.36	78.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.80	241.80
2011	92.00	77.00	58.00	26.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	42.00	312.20
2012	27.00	165.00	96.00	88.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	31.00	351.80
2013	34.71	98.81	67.50	3.88	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	7.54	4.80	20.80	232.72
2014	13.51	35.80	158.20	5.57	0.82	0.00	0.03	0.11	0.19	1.94	1.88	8.64	238.89
MEDIA	67.96	98.87	106.44	30.77	5.51	1.27	1.39	1.77	2.15	8.27	13.88	36.27	362.85
NÚMERO	35.00	25.80	35.80	25.89	35.86	25.89	35.06	35.80	35.04	35.80	35.00	35.80	
SUMA	2,364.49	2,612.52	3,815.29	1,876.90	108.78	46.56	48.68	62.80	74.63	289.77	412.96	1,309.49	
MAXIMO	259.92	326.42	262.71	157.48	23.29	2.23	6.29	11.12	27.04	79.70	62.61	156.50	
MINIMO	3.88	2.23	4.23	6.88	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	8.88	0.00	2.23	
MEDIANA	56.22	85.34	96.64	58.87	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.38	4.80	24.80	
DESVIAC.	56.57	71.34	62.36	25.87	4.72	1.12	1.40	2.25	4.55	15.14	16.94	37.52	
VARIANZA	3,207.17	5,099.06	3,889.58	1,230.57	22.27	1.29	1.95	5.06	26.49	229.30	287.52	1,408.24	

CUADRO N° 21
ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y TENDENCIA
ESTACION TAMBO CORREGIDA

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION TAMBO CORREGIDA

PERÍODO	N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	S(x)²
1985 - 1999	240	28.91	46.92	2201.94
2000 - 2014	180	31.81	53.86	2901.06

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
50.01	4.93	0.59	0.05	418	1.980	Tc < Tt	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} \text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces } F_c &= \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_1 - 1 \\ G.L.D. &= n_2 - 1 \end{aligned} \\ \text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces } F_c &= \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_2 - 1 \\ G.L.D. &= n_1 - 1 \end{aligned} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
0.76	0.05	239	179	1.00	Fc > Ft	NO CORREGIR

ANÁLISIS DE TENDENCIA

TENDENCIA EN LA MEDIA

$$\begin{aligned} n &= 420 & STm &= 50.17 \\ Tm &= 30.24 & St &= 121.36 \\ t &= 240.50 & Tm^2 &= 6322.76 \end{aligned}$$

R	B	A	Tc Calculado	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
-0.01	-0.003	30.84	0.14	418	1.980	Tc < Tt	NO CORREGIR

TENDENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} n &= 35 & STm &= 19.58 \\ Tm &= 40.99 & St &= 10.25 \\ t &= 18.00 & Tm^2 &= 871.80 \end{aligned}$$

R	B	A	Tc Calculado	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
0.13	0.248	42.53	-0.77	33	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

Nota:

No requiere corrección por tendencia

CUADRO N° 22
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS
ESTACION SANTIAGO DE CHOCORVOS

Se plantea la hipótesis de que existe un salto en el año de 1999, para el cual se le realiza el análisis estadístico, es decir el análisis de saltos y tendencias para los periodos citados.

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION SANTIAGO DE CHOCORVOS

PERÍODO	N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	S(x) ²
1993 - 1999	04	19.82	43.76	1915.05
2000 - 2014	150	17.88	32.38	1047.13

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
36.36	4.80	0.45	0.05	202	1.960	Tc < Tt	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} \text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c &= \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_1 - 1 \\ G.L.D. &= n_2 - 1 \end{aligned} \\ \text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c &= \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_2 - 1 \\ G.L.D. &= n_1 - 1 \end{aligned} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
1.83	0.05	83	179	1.00	Fc > Ft	SI CORREGIR

Nota

Se observa que en el análisis de consistencia de la desviación estándar, el F tabular (Valor crítico) para una probabilidad del 95%, con un nivel de significación del 5% es menor que el Fc de la prueba, por lo tanto necesita corrección.

CUADRO N° 23
ESTACION TUNEL CERO CORREGIDA POR SALTO

PERIODO	N	MEIA	DESV. ESTANDAR	SDx2
1993 - 1998	64	15.82	43.75	1815.98
2000 - 2014	155	17.68	32.36	1947.13

Corrección de la submuestra de tamaño n1

Corrección de la submuestra de tamaño n2

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1993	6.63	7.43	44.27	13.73	3.99	3.08	3.80	3.08	3.80	3.08	3.80	16.63	993.89
1994	68.06	89.06	67.41	16.91	3.92	3.08	3.80	3.08	3.80	3.08	3.80	15.41	273.41
1995	26.60	4.19	79.86	3.88	3.89	3.08	3.80	3.08	3.80	3.08	9.36	7.29	152.46
1996	18.99	88.17	19.27	3.88	3.89	3.08	3.80	3.08	3.80	3.08	3.80	7.07	198.53
1997	8.71	36.75	19.91	3.88	3.92	3.08	3.80	34.76	4.70	3.08	3.80	38.61	538.38
1998	298.94	97.95	67.54	3.67	3.08	3.00	3.80	3.08	3.80	3.98	3.82	13.60	413.61
1999	18.00	123.49	68.98	52.80	0.99	6.08	0.80	6.08	4.30	10.80	0.80	7.01	292.91
2000	17.10	79.82	14.58	8.38	0.99	6.08	0.80	6.08	0.80	9.08	0.80	62.90	291.62
2001	52.30	89.90	148.28	15.81	0.99	6.08	0.80	6.08	0.80	9.08	11.08	2.08	398.41
2002	13.61	54.34	53.91	19.60	0.99	6.08	0.80	6.08	0.81	8.61	9.91	5.58	197.96
2003	19.01	82.81	56.40	1.81	0.91	6.08	0.80	6.08	0.80	8.08	0.81	26.81	165.96
2004	13.00	26.84	5.85	6.02	0.99	6.08	3.00	6.08	0.81	8.01	0.40	22.32	77.81
2005	38.63	52.85	26.94	3.64	0.99	6.08	0.80	6.08	0.80	8.08	0.80	32.95	148.51
2006	49.95	112.72	99.93	3.83	0.99	6.08	0.80	6.01	0.90	8.51	9.95	25.73	391.42
2007	21.33	15.36	48.44	19.89	0.99	6.08	0.80	6.08	0.80	9.01	1.81	9.03	198.93
2008	132.65	147.22	104.13	3.77	0.08	6.00	0.80	6.08	0.80	8.98	0.81	16.63	393.75
2009	58.32	165.72	47.13	16.44	0.99	6.08	0.80	6.08	0.80	3.22	21.41	4.14	297.76
2010	14.54	89.34	43.66	23.64	0.99	6.08	0.80	6.08	0.80	9.08	0.82	17.81	148.16
2011	58.97	75.25	36.37	13.15	0.99	6.08	0.81	6.08	0.81	8.01	6.71	19.91	263.81
2012	2.70	173.84	47.34	12.84	0.99	6.08	0.80	6.08	8.81	9.92	0.22	18.26	273.65
2013	22.16	71.62	48.81	0.88	0.53	8.38	0.80	6.08	0.80	3.64	0.20	22.80	161.31
2014	6.86	31.40	67.26	1.81	0.99	6.08	0.80	6.08	8.83	8.38	0.80	1.69	128.85
MEIA	45.54	72.20	56.80	11.80	0.86	8.83	0.96	1.38	1.38	2.04	3.80	15.80	213.62
NUMERO	22.00	22.80	22.80	22.83	22.98	22.89	22.08	22.80	22.08	22.80	22.08	22.80	
SUMA	1,805.85	1,588.35	1,258.67	26.346	18.83	16.32	21.03	20.80	25.09	44.81	65.61	151.53	
MAXIMO	298.94	173.64	148.28	52.68	3.08	3.08	3.80	14.76	4.70	10.80	18.61	40.90	
MINIMO	2.70	4.19	5.85	0.98	0.08	6.08	0.80	6.08	8.80	8.98	0.80	9.08	
DESVIA	21.80	71.81	58.61	7.11	0.89	6.08	0.80	6.08	8.81	8.18	2.81	11.54	
DESVAC.	58.62	45.14	32.54	52.81	1.35	1.38	1.43	1.23	5.85	2.63	5.49	11.82	
VARIANZA	2,592.42	2,631.39	1,058.82	198.99	1.83	1.88	2.85	10.99	2.71	7.23	29.13	142.16	

CUADRO N° 24
ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y TENDENCIA
ESTACION SANTIAGO DE CHOCORVOS CORREGIDA

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION SANTIAGO DE CHOCORVOS CORREGIDA CORREGIDA

PERÍODO		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	S(x)²
1994	1999	72	18.11	33.77	1140.51
2000	2014	180	17.66	32.36	1047.13

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
32.77	4.57	0.10	0.05	250	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} \text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces } F_c &= \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_1 - 1 \\ G.L.D. &= n_2 - 1 \end{aligned} \\ \text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces } F_c &= \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_2 - 1 \\ G.L.D. &= n_1 - 1 \end{aligned} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
1.09	0.05	71	179	1.22	Fc > Ft	NO CORREGIR

ANÁLISIS DE TENDENCIA

TENDENCIA EN LA MEDIA

$$\begin{aligned} n &= 264 \\ Tm &= 17.00 \\ t &= 132.50 \\ STm &= 32.75 \\ St &= 70.30 \\ Tm \cdot t &= 2306.53 \end{aligned}$$

R	B	A	Tc Calculado	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
-0.02	-0.009	18.99	0.33	250	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

TENDENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} n &= 22 \\ Tm &= 20.00 \\ t &= 11.50 \\ STm &= 14.00 \\ St &= 6.40 \\ Tm \cdot t &= 352.72 \end{aligned}$$

R	B	A	Tc Calculado	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
0.10	0.238	27.07	0.48	20	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

Nota:

No requiere corrección por tendencia

CUADRO N° 25
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS
ESTACION HUAC-HUAS

Se plantea la hipótesis de que existe un salto en el año de 2001, para el cual se le realiza el análisis estadístico, es decir el análisis de saltos y tendencias para los periodos citados

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION HUAC-HUAS

PERÍODO	N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	S(x) ²
1983-2001	108	53.65	93.67	8811.09
2002-2014	156	54.74	95.94	9205.24

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
95.10	11.90	0.08	0.05	202	1.960	Tc < Tt	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} & \text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c = \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{matrix} G.L.N. = n_1 - 1 \\ G.L.D. = n_2 - 1 \end{matrix} \\ & \text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c = \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{matrix} G.L.N. = n_2 - 1 \\ G.L.D. = n_1 - 1 \end{matrix} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
0.96	0.05	155	107	1.00	Fc > Ft	NO CORREGIR

Nota

Se observa que en el análisis de consistencia de la desviación estándar, el F tabular (Valor crítico) para una probabilidad del 95%, con un nivel de significación del 5% es menor que el Fc de la prueba, por lo tanto NO necesita corrección.

CUADRO N° 26
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS
ESTACION LLAUTA

Se plantea la hipótesis de que existe un salto en el año de 1990, para el cual se le realiza el análisis estadístico, es decir el análisis de saltos y tendencias para los periodos citados.

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION LLAUTA

PERÍODO	N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	$S(x)^2$
1990	1990	132	22.00	39.00
1991	2014	288	19.90	35.22
				1521.15
				1249.77

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
36.45	3.83	0.76	0.05	418	1.960	$T_c < T_t$	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} \text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c &= \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_1 - 1 \\ G.L.D. &= n_2 - 1 \end{aligned} \\ \text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \text{Entonces} \quad F_c &= \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} G.L.N. &= n_2 - 1 \\ G.L.D. &= n_1 - 1 \end{aligned} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
1.23	0.05	131	287	1.00	$F_c > F_t$	SI CORREGIR

Nota

Se observa que en el análisis de consistencia de la desviación estándar, el F tabular (Valor crítico) para una probabilidad del 95%, con un nivel de significación del 5% es menor que el Fc de la prueba, por lo tanto necesita corrección.

CUADRO N° 27
ESTACION LLAUTA CORREGIDA POR SALTO

PERIODO	N	MEDIA	DESK. ESTANDAR	5x12
1990	1990	130	22.06	13890
1991	2014	268	18.16	3232

Correccion de la subjepto de tamaño x1

Correccion de la subjepto de tamaño x2

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1990	12.20	12.80	16.36	0.36	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	6.75	126.36
1991	45.30	15.30	41.10	0.30	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	6.50	0.00	3.30	113.30
1992	53.00	16.70	101.10	20.50	0.90	0.00	0.00	7.70	0.00	0.00	17.00	60.30	331.50
1993	66.00	12.20	45.80	3.20	0.90	0.00	0.00	0.00	1.00	15.80	0.00	1.00	239.80
1994	45.00	16.80	130.20	19.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.30	289.30
1995	114.80	145.80	16.70	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	16.50	16.80	416.10
1996	2.40	111.80	16.40	10.20	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	11.00	244.30
1997	148.30	145.30	32.30	11.20	0.20	0.00	0.00	2.00	0.00	0.30	1.00	60.60	433.80
1998	14.80	29.00	32.30	0.80	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	127.80
1999	50.50	13.70	62.50	0.30	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	238.10
1990	47.00	13.40	106.30	1.80	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	325.30
1991	62.00	102.84	112.50	2.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.84	0.00	371.84
1992	14.60	0.30	41.70	2.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	19.00	112.62	188.30
1993	56.80	13.00	11.80	4.30	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	14.36	0.00	3.22	112.76
1994	3.40	6.30	9.20	1.30	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.30	1.10	23.70
1995	18.60	15.84	163.64	6.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	5.28	0.00	24.20	420.16
1996	10.00	15.00	31.90	14.30	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.10	276.90
1997	63.10	7.30	100.30	0.30	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.60	15.90	241.70
1998	64.42	114.67	16.80	10.40	0.80	0.00	0.00	3.96	0.00	0.00	0.00	6.60	288.18
1999	55.50	13.60	36.30	0.80	0.80	0.00	0.00	32.74	1.00	0.00	0.00	45.30	253.80
2000	184.80	120.14	166.60	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.56	67.60	488.60
2001	51.00	152.10	37.50	14.80	0.80	0.00	0.00	0.00	1.40	14.80	0.00	16.24	331.40
2002	114.12	85.44	168.62	27.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	4.72	17.40	324.32
2003	61.64	133.16	111.70	16.60	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16	0.00	338.80
2004	32.00	72.80	64.80	25.00	0.80	0.00	2.00	1.00	0.00	2.00	23.00	0.00	244.80
2005	16.00	44.70	44.60	10.32	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	27.30	152.10
2006	48.10	33.30	16.90	0.70	0.80	0.00	4.84	0.00	3.30	1.56	1.40	20.50	182.60
2007	21.10	6.40	14.34	4.70	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.70	83.30
2008	68.70	132.32	104.20	17.30	0.80	0.00	0.00	0.00	3.90	5.50	18.74	15.80	318.40
2009	7.70	57.20	16.90	5.70	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	7.30	120.70
2010	135.20	124.40	103.30	11.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.40	466.80
2011	91.84	124.78	81.30	25.84	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	13.80	1.80	3.40	310.14
2012	28.50	35.80	42.50	16.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80	146.70
2013	58.40	175.62	43.10	16.62	1.80	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	2.30	34.70	374.80
2014	31.82	184.52	52.30	41.82	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	13.82	0.00	19.80	338.80
MEDIA	64.67	87.44	16.76	10.88	0.76	0.08	0.84	1.92	0.82	3.25	6.80	22.38	216.08
NUMERO	35.00	35.00	35.00	25.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
SUMA	2,116.40	3,060.32	1,216.40	864.00	26.70	26.40	28.50	67.20	28.80	113.80	218.40	776.40	7,764.00
MAXIMO	184.80	184.52	153.54	41.52	2.30	0.00	4.84	32.74	3.90	14.36	16.56	112.62	488.60
MINIMO	2.40	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVIAC.	43.11	63.40	34.52	6.40	0.69	0.48	0.99	5.54	0.85	4.74	6.52	24.33	114.88
VARIANZA	1,859.08	4,009.35	1,194.00	40.98	0.37	0.16	0.97	30.73	0.72	22.51	78.56	589.40	13,284.00

CUADRO N° 28
ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y TENDENCIA
ESTACION LLAUTA CORREGIDA

NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS PERÍODOS DE ANÁLISIS DE LA ESTACION LLAUTA CORREGIDA

PERÍODO		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	S(x)²
1980	1990	132	22.00	30.00	1521.15
1991	2014	288	22.25	30.80	1580.03

ANÁLISIS DE SALTOS

CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Sp	Sd	Tc	Alfa	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
30.59	4.16	0.06	0.05	418	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} \text{Si: } S_1^2(X) > S_2^2(X) & \quad \text{Entonces } F_c = \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} &G.L.N. = n_1 - 1 \\ &G.L.D. = n_2 - 1 \end{aligned} \\ \text{Si: } S_2^2(X) > S_1^2(X) & \quad \text{Entonces } F_c = \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)} \quad \text{y} \quad \begin{aligned} &G.L.N. = n_2 - 1 \\ &G.L.D. = n_1 - 1 \end{aligned} \end{aligned}$$

Fc Calculado	Alfa	G.L.N.	G.L.D.	Ft (95%) Tabla	Comparación	Diferencia Signific.
0.98	0.05	287	151	1.00	Fc > Ft	NO CORREGIR

ANÁLISIS DE TENDENCIA

TENDENCIA EN LA MEDIA

$$\begin{aligned} n &= 420 & STm &= 39.54 \\ Tm &= 22.17 & St &= 121.30 \\ t &= 210.50 & Tm^2 &= 4743.82 \end{aligned}$$

R	B	A	Tc Calculado	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
0.02	0.005	21.08	0.33	418	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

TENDENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\begin{aligned} n &= 35 & STm &= 10.00 \\ Tm &= 30.83 & St &= 10.25 \\ t &= 18.00 & Tm^2 &= 870.05 \end{aligned}$$

R	B	A	Tc Calculado	G.L.	Tt (95%) Tabla	Comparc.	Diferencia Signific.
0.05	0.070	35.47	0.29	33	1.990	Tc < Tt	NO CORREGIR

Nota:

No requiere corrección por tendencia

H. Completar y Extender la Información Pluviométrica

Para Completar y extensión de datos, se utilizó los modelos de regresión lineal simple y múltiple mediante una correlación espacial que se muestran en los Cuadros que se detallan a continuación.

Realizado el análisis de consistencia de la información histórica, se procedió a la Completar de datos faltantes y extensión de los registros a un período común 1980 – 2014, que corresponde a 35 años, tomando como base la estación corregida y completada de Tambo.

CUADRO N° 29
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL ESTACION TAMBO CORREGIDA (mm)

Código: 80106122 Longitud: 75° 16' 27" Departamento: AYACUCHO
 Estación: TAMBO Latitud: 13° 41' 38" Provincia: HUAYTANA
 Altura: 2108 msnm Fecha: TAMBO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1988	41.80	37.00	91.70	8.00	8.30	8.80	0.00	0.00	1.00	00.40	8.80	9.80	280.80
1989	68.90	157.70	128.30	87.20	8.30	8.80	0.00	11.40	8.00	8.30	8.30	19.20	431.20
1990	31.30	66.40	103.30	3.00	8.80	8.80	0.00	0.00	8.80	2.10	1.30	4.20	285.50
1991	33.80	48.00	18.20	88.30	4.00	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	8.80	91.40	249.70
1992	80.30	203.10	70.40	3.20	27.80	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	33.40	96.20	574.80
1993	29.80	247.80	40.80	27.80	3.80	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	8.80	91.00	478.80
1994	178.80	178.80	120.10	39.40	90.80	0.00	0.00	8.80	8.80	4.40	8.80	78.10	621.80
1997	108.80	108.40	19.10	3.40	8.80	0.00	9.20	8.80	8.80	4.10	8.80	0.80	248.10
1998	144.10	69.30	82.40	15.80	8.80	0.00	0.04	8.80	8.80	0.80	8.80	22.40	334.24
1999	69.30	207.10	188.20	89.20	2.80	8.80	0.00	8.80	8.80	13.10	8.80	0.00	517.20
2000	29.80	3.80	188.80	16.40	4.80	8.80	0.00	2.10	8.80	8.80	77.40	87.80	425.20
2001	145.10	45.10	165.80	74.40	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	51.40	53.10	6.40	451.80
2002	1.70	1.30	2.87	17.30	8.80	8.80	0.00	0.00	8.80	0.20	0.21	0.80	28.40
2003	48.70	29.04	202.80	188.80	8.80	8.80	0.00	0.00	1.00	7.70	87.40	47.00	718.80
2004	68.30	53.00	188.10	83.70	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	19.10	47.20	387.80
2005	108.80	63.50	273.80	20.30	8.80	0.00	0.00	8.80	3.00	19.70	48.00	28.00	549.50
2006	103.80	236.80	115.80	95.80	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	0.80	8.80	2.70	515.80
2007	35.40	87.00	7.80	8.80	8.80	8.80	0.00	3.10	21.80	2.20	1.20	108.10	270.80
2008	210.30	58.10	87.80	8.80	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	0.80	16.10	68.10	576.80
2009	91.80	418.10	188.20	123.30	14.80	8.80	0.00	8.80	8.80	28.80	8.80	32.10	871.80
2010	138.80	138.80	188.80	49.10	4.80	0.00	0.00	8.80	8.80	18.80	8.80	108.80	873.80
2011	17.80	87.00	248.80	80.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	95.00	3.00	673.80
2012	171.20	198.00	280.80	188.80	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	13.80	4.21	6.20	541.81
2013	98.80	118.80	80.80	8.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.80	0.40	281.70
2014	21.80	48.00	188.80	11.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.80	62.00	352.80
2015	44.80	91.00	72.80	5.00	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.80	66.00	238.80
2016	58.80	157.00	155.80	7.00	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	4.80	15.00	27.00	425.80
2017	28.80	14.80	87.30	24.20	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.80	16.00	188.80
2018	148.80	171.00	148.80	4.80	4.80	0.00	0.00	8.80	8.80	0.20	8.80	11.00	434.80
2019	117.80	278.00	118.20	39.80	8.80	0.00	0.00	8.80	8.80	18.80	23.00	18.00	588.80
2020	28.80	88.00	95.80	19.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.80	91.00	241.80
2021	52.80	17.00	86.80	36.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	7.20	42.00	312.80
2022	27.80	158.00	46.80	48.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	18.80	8.80	24.00	391.80
2023	34.71	98.61	87.80	8.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	7.80	4.80	19.00	232.79
2024	15.51	38.00	188.80	5.57	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	1.94	1.80	8.60	238.80
MEDIA	77.25	171.62	112.76	34.42	2.71	8.80	0.15	8.84	1.18	8.38	12.48	48.67	401.88
NUMERO	15.80	15.00	16.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80
SUMA	2,781.76	1,805.25	1,948.57	1,294.77	80.42	8.80	1.28	22.31	18.80	203.88	436.80	1,423.20	
MAXIMO	339.30	418.10	333.80	188.80	27.80	8.80	5.20	11.40	31.80	93.40	77.40	87.80	
MINIMO	1.70	1.30	2.87	8.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	8.80	8.80	0.80	
MODAL	63.90	47.00	181.30	19.80	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	6.20	1.20	14.00	
DESVIC.	62.32	88.78	71.44	42.00	8.80	8.80	0.00	8.80	8.80	7.80	18.80	28.10	46.40
VARIANZA	3,844.81	7,882.88	5,132.88	1,884.20	25.38	8.80	0.77	4.47	28.80	188.80	814.20	1,878.80	

CUADRO N° 38
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL ESTACION CORDOVA CORREGIDA (mm)

Código: 00155123 Longitud: 75° 11' 13" Departamento: HUANCAVELICA
 Estación: CORDOVA Latitud: 14° 2' 28" Provincia: HUAYTARA
 Altura: 3225 msnm Distrito: CORDOVA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1988	65.22	167.75	20.32	9.33	0.19	0.00	0.00	0.00	0.43	45.57	1.34	17.53	345.26
1989	68.60	188.23	101.67	31.84	0.19	0.00	0.00	75.28	0.00	0.00	1.80	32.80	585.60
1990	61.27	123.55	98.78	103.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	3.51	14.68	352.84
1991	62.61	116.33	98.99	39.97	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74	42.57	318.95
1992	136.80	283.84	62.68	93.67	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	19.68	66.87	541.21
1993	68.66	222.86	77.67	18.37	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.47	65.00	485.26
1994	176.90	264.14	100.54	22.62	0.14	0.00	0.00	32.78	0.00	1.51	5.67	67.96	681.62
1995	178.76	154.80	157.54	70.47	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	1.74	12.24	337.72
1996	146.17	125.48	108.60	14.52	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	1.74	25.34	336.10
1997	68.51	222.58	140.20	22.46	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	1.74	12.24	434.65
1998	67.96	82.77	102.43	16.62	0.17	0.00	0.00	16.74	0.00	0.00	43.28	121.28	436.74
1999	146.96	137.93	106.46	14.16	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	25.32	38.58	15.17	438.86
2000	39.57	84.95	149.12	75.12	0.19	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	1.86	12.80	281.53
2001	72.60	169.35	213.75	75.98	0.19	0.00	0.00	0.00	0.21	3.08	12.60	39.62	536.60
2002	176.80	211.82	121.20	89.60	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	19.80	528.80
2003	134.80	27.30	139.40	9.88	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	61.68	49.80	452.80
2004	38.40	128.00	15.70	1.52	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.70	232.70
2005	69.60	37.80	158.50	9.90	0.09	0.00	0.00	22.90	8.60	0.00	0.30	75.80	265.20
2006	246.70	166.00	102.00	8.50	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	51.70	487.30
2007	68.80	167.00	110.80	43.80	0.04	0.00	0.00	0.00	0.31	16.20	0.00	40.72	641.46
2008	228.32	164.73	158.23	27.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.03	7.34	0.01	87.12	691.15
2009	181.43	239.31	239.92	30.36	0.06	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93	6.81	8.70	637.83
2010	29.04	123.63	103.62	32.43	1.83	0.00	0.00	0.01	0.02	0.63	21.25	1.95	211.17
2011	144.61	164.55	62.37	8.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	5.51	0.01	47.30	269.76
2012	119.94	164.22	73.34	3.82	0.09	0.00	18.40	0.04	0.03	0.01	0.81	63.52	274.54
2013	69.61	78.84	61.40	9.59	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.22	281.83
2014	69.64	256.62	173.71	20.22	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	28.10	8.26	543.81
2015	15.60	26.32	129.32	8.83	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.13	11.32	185.53
2016	182.82	276.60	77.11	10.40	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.22	22.80	552.86
2017	138.40	270.81	125.13	28.40	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	8.99	12.70	3.90	497.34
2018	32.00	55.31	44.81	28.81	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	27.45	1.90	136.46
2019	329.62	260.60	71.63	44.11	0.06	0.00	2.70	0.00	0.00	0.96	6.63	25.72	636.40
2020	164.23	487.80	182.70	66.31	0.09	0.00	0.00	0.01	0.00	4.83	0.01	60.64	771.32
2021	70.22	178.92	98.47	9.88	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	2.00	16.30	337.92
2022	45.01	167.68	131.34	11.30	0.15	0.00	0.00	0.73	0.05	0.29	2.34	17.30	326.50
MEDIA	95.49	158.66	103.80	20.86	0.19	0.06	0.61	4.18	0.29	3.68	8.43	35.84	431.23
MINIMO	35.00	35.80	35.98	15.89	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.80
SUMA	1,342.23	5,032.59	1,876.06	730.81	6.34	0.03	21.18	145.33	18.35	121.68	298.18	1,254.35	
MAXIMO	246.70	481.80	238.92	75.94	1.50	0.03	18.40	75.28	8.60	45.57	61.68	121.29	
MINIMO	15.60	26.32	64.81	6.88	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVIA	76.22	126.00	96.78	14.82	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.90	25.34	
DESVAC	62.92	86.38	46.38	15.25	0.14	0.01	3.13	15.89	5.45	8.93	14.34	28.79	
VARIANZA	3,846.97	7,460.95	2,943.09	333.22	0.13	0.00	9.80	193.62	2.10	79.75	205.49	626.46	

CUADRO N° 31
PRECIPITACIÓN MENSUAL TOTAL ESTACION SANTIAGO DE CHOCHORVOS CORREGIDA (mm)

Código:	00155123	Longitud:	75° 15' 3"	Departamento:	HUANCAVELICA
Estación:	SANTIAGO DE CHOCHORVOS	Latitud:	13° 45' 59"	Provincia:	HUAYTARA
		Altura:	2700 msnnm	Dominio:	SANTIAGO DE CHOCHORVOS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1988	15.52	52.47	58.21	5.73	0.84	0.00	0.00	0.00	0.37	27.51	1.11	3.45	196.40
1989	48.94	93.23	54.64	15.62	0.84	0.00	0.00	51.29	0.37	0.00	1.10	11.64	245.30
1990	18.17	64.29	53.38	8.33	0.84	0.00	0.00	0.00	0.37	0.38	1.80	7.99	186.53
1991	17.24	66.54	31.41	18.76	0.83	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.11	20.30	146.45
1992	60.65	126.17	44.80	6.88	0.89	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.14	21.89	273.15
1993	3.30	104.81	42.19	8.78	0.23	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	2.34	36.43	196.66
1994	136.80	87.31	107.68	11.62	0.18	0.00	0.00	33.12	0.37	1.83	23.84	27.37	351.37
1995	75.12	74.35	31.84	8.22	0.84	0.00	0.00	0.00	0.37	0.96	1.11	8.88	196.43
1996	183.88	53.76	47.97	8.91	0.01	0.00	0.00	0.00	0.37	0.98	1.11	12.74	232.93
1997	41.04	105.68	14.73	11.50	0.83	0.00	0.00	0.00	0.37	3.46	1.11	6.83	245.52
1998	7.01	80.89	54.33	8.14	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	19.11	66.31	196.37
1999	194.98	88.45	164.03	7.84	0.74	0.00	0.00	0.00	0.37	14.13	14.01	8.30	245.14
2000	8.00	41.89	27.38	8.27	0.84	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.36	7.75	88.13
2001	4.90	8.26	58.50	14.53	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	91.25
2002	94.60	114.43	107.18	18.60	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30	227.80
2003	45.30	1.88	100.98	9.88	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.89	8.89	184.20
2004	16.80	128.78	22.88	9.88	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.58	187.80
2005	7.80	44.80	9.58	9.89	0.89	0.00	0.00	15.90	2.30	0.00	0.00	48.30	128.40
2006	276.50	126.49	87.50	9.90	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.13	14.43	508.60
2007	16.00	121.48	58.38	12.60	0.89	0.00	0.00	0.00	4.30	10.80	0.00	7.01	282.81
2008	17.30	79.82	114.60	8.38	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.90	283.62
2009	62.30	89.80	148.28	19.81	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.08	8.08	388.41
2010	13.01	84.34	53.31	19.80	0.89	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.31	5.56	151.88
2011	19.01	42.81	56.43	1.41	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	26.83	145.90
2012	13.60	26.84	9.64	8.83	0.89	0.00	3.00	0.00	0.01	0.01	0.80	22.32	77.88
2013	38.83	82.85	29.54	3.84	0.89	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	37.89	148.51
2014	49.95	112.72	88.83	3.83	0.88	0.00	0.00	0.01	0.00	0.51	9.95	25.73	391.42
2015	21.33	15.26	45.44	19.95	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.81	1.03	188.83
2016	123.46	147.22	104.13	3.11	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.81	16.63	388.75
2017	98.32	189.12	47.13	16.44	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	3.22	23.41	4.14	297.76
2018	14.54	49.34	43.88	23.84	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	11.87	148.16
2019	98.97	75.23	38.37	13.15	0.88	0.00	0.89	0.00	0.81	0.01	6.71	19.95	243.41
2020	2.73	123.66	47.38	22.64	0.88	0.00	0.00	0.00	8.81	8.80	0.20	18.26	273.65
2021	22.26	71.62	48.81	9.88	0.55	0.38	0.00	0.00	0.00	3.68	0.30	22.80	181.31
2022	8.88	31.30	87.28	1.81	0.88	0.00	0.00	0.00	8.80	0.38	0.88	1.88	128.85
MEDIA	48.80	75.38	55.78	10.79	0.83	0.01	0.09	3.88	0.32	2.12	3.65	17.84	217.32
MINIMO	35.00	35.80	35.88	35.89	35.98	35.89	35.08	35.80	35.08	35.89	35.08	35.80	35.80
SUMA	1,798.07	2,658.37	1,892.01	374.71	1.17	8.30	3.81	180.55	11.32	14.39	127.98	388.23	398.23
MAXIMO	276.50	173.64	148.28	52.69	0.98	0.38	3.80	51.29	4.20	27.51	23.41	35.31	35.31
MINIMO	3.00	1.48	5.88	8.88	0.08	0.08	0.08	0.08	0.88	0.88	0.88	8.88	8.88
RESUMA	23.26	71.62	53.38	8.14	0.89	0.00	0.00	0.00	8.85	8.08	1.11	12.74	273.65
DESVIAC.	95.39	41.88	28.76	19.81	0.89	0.08	0.31	9.82	8.76	9.43	5.71	13.47	181.31
VARIANZA	3,957.62	5,087.75	826.80	112.55	0.81	0.08	0.25	96.40	8.82	25.45	12.61	181.36	398.23

CUADRO Nº 32
PRECIPITACION MENSUAL TOTAL ESTACION HUAC HUAS CORREGIDA (mm)

Código:	00015-0602	Longitud:	78° 00' 30"	Departamento:	AYACUCHO
Detectiva:	HUAC HUAS	Latitud:	14° 1' 00"	Provincia:	UCAYALI
		Altura:	3180 msnm	Distribución:	HUAC HUAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1966	128.75	200.23	145.90	28.85	0.72	0.00	0.96	0.00	0.98	38.08	0.00	32.73	585.54
1967	193.70	246.12	152.90	32.88	0.75	0.00	0.96	18.34	0.40	1.80	7.08	37.88	641.85
1968	118.01	211.54	140.48	28.96	0.70	0.00	0.96	0.00	0.40	2.57	7.75	30.88	586.32
1969	130.48	207.83	181.89	34.13	0.08	0.00	0.96	0.00	0.00	1.80	0.00	32.87	591.23
1970	171.90	280.23	132.33	28.88	0.00	0.00	0.96	0.00	0.40	1.80	15.28	8.02	711.36
1971	113.05	203.89	120.84	30.48	0.62	0.00	0.96	0.00	0.40	1.80	0.28	73.98	675.40
1972	296.24	254.83	198.20	11.78	0.43	0.00	0.96	4.84	0.40	5.40	8.48	67.43	781.87
1973	121.06	227.35	185.45	28.05	0.70	0.00	0.96	0.00	0.40	5.30	0.00	27.78	781.90
1974	223.73	211.45	130.65	29.77	0.44	0.00	0.96	0.00	0.40	1.80	0.00	38.14	632.37
1975	164.12	262.75	192.82	31.19	0.63	0.00	0.96	0.00	0.40	6.08	0.00	27.78	684.39
1976	114.53	180.85	152.88	28.82	0.57	0.00	0.96	2.82	0.40	1.80	26.28	103.23	641.79
1977	224.06	219.12	150.84	28.73	0.70	0.00	0.96	0.00	0.40	28.04	20.36	30.28	687.20
1978	50.42	131.58	98.81	28.88	0.70	0.00	0.96	0.00	0.40	1.80	0.00	30.28	447.77
1979	136.84	176.15	236.43	18.66	0.72	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.20	33.66	686.88
1980	202.86	256.87	94.42	28.84	0.72	0.00	0.96	0.00	0.40	2.57	1.11	37.22	787.75
1981	198.62	22.75	182.53	9.94	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	36.76	23.32	482.66
1982	61.22	180.80	70.80	73.88	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	420.80
1983	97.84	82.73	40.50	0.00	0.00	0.00	0.96	3.20	3.80	2.90	4.00	64.68	341.67
1984	385.48	246.20	273.20	6.90	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	964.85
1985	144.70	262.90	198.80	6.70	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	674.82
1986	296.28	209.30	188.90	34.99	0.70	0.00	0.96	0.00	0.00	7.80	8.10	103.48	837.80
1987	105.48	484.20	291.90	54.58	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	2.20	0.30	0.00	1,675.96
1988	58.31	180.83	107.91	45.43	2.88	1.40	0.96	0.00	0.96	5.83	57.80	45.68	484.11
1989	52.70	181.72	136.70	54.01	2.54	0.00	0.96	0.00	0.96	1.80	11.00	83.67	444.50
1990	130.23	170.30	133.20	53.88	0.00	0.00	1.82	0.00	0.00	1.80	1.80	96.47	525.21
1991	131.02	129.81	86.81	6.34	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	481.83
1992	216.40	296.40	289.70	13.73	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	3.91	2.43	55.83	880.59
1993	37.92	66.80	190.70	11.98	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	288.75
1994	383.66	431.30	220.30	18.78	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	2.80	7.70	64.88	1,113.08
1995	202.00	175.20	164.90	54.91	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	7.85	30.84	14.74	635.34
1996	53.13	170.80	183.30	38.88	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	404.30
1997	318.36	384.82	190.75	65.55	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	4.02	00.74	908.85
1998	116.02	435.21	231.21	128.35	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	28.81	0.00	00.74	1,662.94
1999	84.60	427.30	162.80	3.00	0.00	0.96	0.96	0.00	0.00	11.00	0.30	45.00	740.80
2000	136.06	80.80	276.70	19.44	0.40	0.00	0.96	0.00	0.00	1.14	1.14	80.32	488.96
MEDIA	90.101	229.74	156.43	38.89	0.64	0.11	0.15	0.41	0.30	4.85	10.85	46.41	640.84
NÚMERO	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89	35.89
SUMA	3,256.29	8,086.79	5,484.96	1,381.58	22.37	4.00	5.38	21.33	18.55	178.14	351.76	1,684.48	
MAXIMO	383.66	484.20	291.90	128.35	0.00	2.98	1.92	18.34	5.91	38.88	37.88	123.23	
MINIMO	37.92	22.75	40.50	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVIA.	136.84	211.58	150.84	28.73	0.62	0.00	0.96	0.83	0.23	1.31	6.30	20.14	
DESVIA.	83.85	187.27	98.78	25.04	1.15	0.52	0.37	1.36	1.86	0.30	18.41	35.48	
VARIANZA	6,877.06	15,586.97	3,455.39	627.29	1.32	0.27	0.16	3.83	0.89	66.90	408.36	819.97	

Outlets	00107200	Length	10' 0" 0"	Departamento	AVACORRO
Base.com	11.6174	Latitude	14° 12' 17"	Provincia	GUANAB
		Altura	2410 msn	Ciudad	GUAYMA

17

CUADRO N° 34
CUADRO DE CORRELACIONES

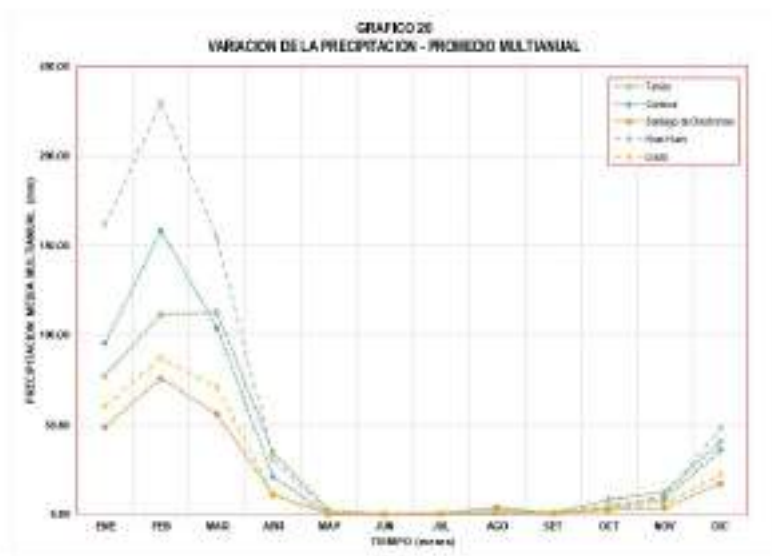
ESTACION BASE	CORDOVA	SANTIAGO DE CHOCHOVOS	HUAC HUAS	LLAUITA		
TAMBO	0.058	0.527	0.376	0.039		
Nº	AÑO	TAMBO	CORDOVA	SANTIAGO DE CHOCHOVOS	HUAC HUAS	LLAUITA
1	1980	290.60	345.23	166.40	583.14	129.30
2	1981	431.20	509.60	290.35	841.65	113.90
3	1982	208.50	312.64	140.53	559.32	337.10
4	1983	245.10	318.98	140.85	531.23	258.60
5	1984	374.90	541.21	273.15	711.30	265.50
6	1985	418.60	445.20	196.66	619.45	418.10
7	1986	621.00	601.62	351.47	783.67	244.90
8	1987	248.10	367.72	196.48	593.50	432.90
9	1988	334.24	388.10	292.89	452.37	127.80
10	1989	517.30	494.69	245.52	684.39	239.17
11	1990	425.20	436.74	196.97	641.75	325.90
12	1991	457.60	468.00	269.14	697.25	371.04
13	1992	26.69	283.53	80.19	447.77	166.98
14	1993	718.05	538.60	91.75	886.46	172.79
15	1994	387.00	515.90	321.80	597.73	36.71
16	1995	549.50	413.80	164.20	462.66	222.16
17	1996	515.10	232.70	167.50	422.05	270.84
18	1997	276.60	285.20	129.40	391.67	243.71
19	1998	378.40	487.30	510.80	864.45	268.18
20	1999	817.30	641.46	262.01	874.62	253.01
21	2000	673.50	689.13	283.82	837.80	489.07
22	2001	533.00	687.93	308.41	1,626.60	301.41
23	2002	547.61	311.17	167.99	484.11	324.32
24	2003	291.78	289.79	145.80	444.10	330.07
25	2004	252.00	274.14	77.06	576.21	244.07
26	2005	239.00	281.83	149.51	453.63	162.18
27	2006	423.00	543.81	301.42	882.19	162.63
28	2007	198.00	195.52	108.53	266.75	89.21
29	2008	434.00	512.00	393.75	1,173.00	366.46
30	2009	538.00	487.34	297.78	633.34	129.17
31	2010	241.00	199.40	148.16	414.50	442.88
32	2011	312.20	636.40	243.41	936.05	365.14
33	2012	351.00	771.32	273.65	1,847.94	146.73
34	2013	232.72	357.92	161.21	742.80	374.03
35	2014	238.60	326.59	128.85	486.96	356.85

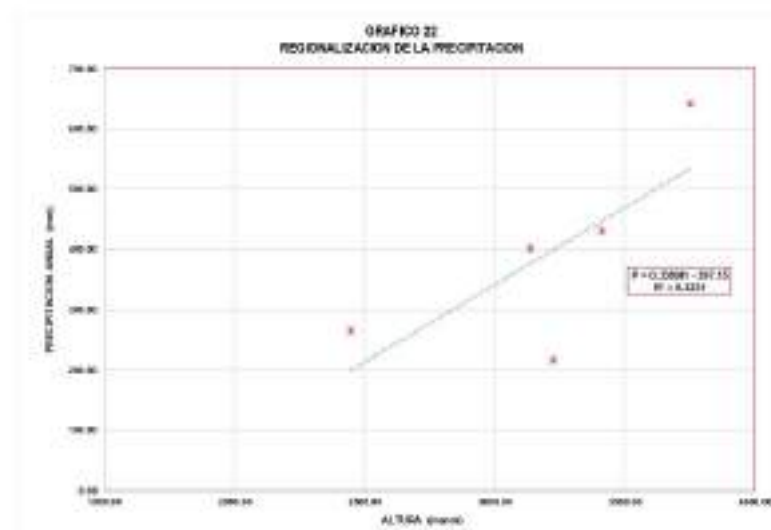
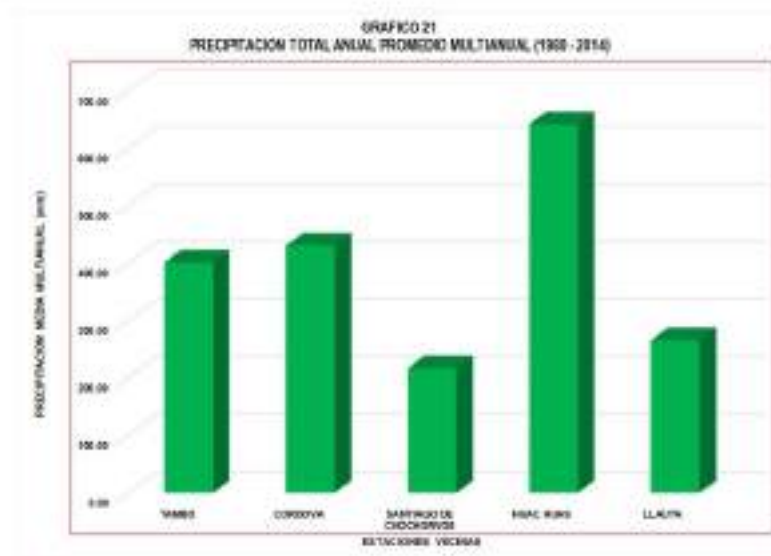
CUADRO N°15
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL - PROMEDIO MULTIMENSUAL (1980 - 2014)

N°	ESTACION	ALTURA (mm)	MESES												TOTAL ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	TABO	3158.00	71.35	111.52	112.74	34.42	1.31	0.00	0.15	6.64	7.19	9.39	12.45	42.97	491.89
2	GRODVA	2410.00	85.48	188.05	103.89	20.88	0.18	0.00	0.81	4.38	8.23	3.48	8.82	26.94	421.83
3	SANTO DOMINGO DE LOS RIOS	3225.00	48.85	75.78	55.79	19.79	0.00	0.01	0.89	3.89	6.32	2.12	9.90	17.34	217.92
4	HACHAS	2750.00	81.81	229.14	104.43	30.88	0.54	0.11	0.19	8.81	6.83	4.88	10.05	48.41	442.94
5	LAJEN	2445.00	88.47	87.44	70.15	10.88	0.15	0.58	0.94	1.81	6.82	0.25	6.00	22.24	288.28

CUADRO N°16
PORCENTAJE DE VARIACION DE LA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (%)

N°	ESTACION	ALTURA (mm)	MESES												TOTAL ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	TABO	3158.00	18.25%	27.75%	28.07%	8.57%	0.57%	0.00%	0.04%	0.19%	0.27%	2.89%	3.17%	10.33%	1.00
2	GRODVA	2410.00	22.14%	30.85%	24.03%	4.84%	0.34%	0.36%	0.14%	0.25%	0.67%	0.87%	1.88%	6.37%	1.00
3	SANTO DOMINGO DE LOS RIOS	3225.00	22.84%	34.87%	25.87%	4.87%	0.02%	0.06%	0.24%	1.20%	0.19%	0.89%	1.88%	7.86%	1.00
4	HACHAS	2750.00	28.17%	35.29%	24.03%	6.87%	0.19%	0.02%	0.02%	0.39%	0.69%	0.79%	1.57%	7.54%	1.00
5	LAJEN	2445.00	22.73%	32.86%	25.04%	4.12%	0.29%	0.22%	0.32%	0.72%	0.11%	1.27%	1.26%	6.86%	1.00





I. Precipitación Areal de la Subcuenca y Microcuencas

Determinar la precipitación Areal en una Subcuenca y Microcuencas, a partir de los registros históricos, es de suma importancia para cuantificar la disponibilidad hídrica de la Estas. En el presente estudio se determinó la precipitación Areal promedio de las Subcuenca y Microcuencas en estudio, tanto anual como mensual, mediante el método de la regionalización de la precipitación a partir de los datos de precipitación de las estaciones de estudio; luego de Completar y extensión de los datos y el análisis estadístico de las mismas.

La precipitación representativa de una cuenca hidrográfica es denominada precipitación Areal, existen varias metodologías para determinar la precipitación Areal de una cuenca entre las que destaca la de isoyetas.

De acuerdo a las características de las Subcuencas y microcuencas se optó por usar el método de la regionalización de la precipitación ya que es de mejor aproximación y representatividad al incluir el efecto espacial en las microcuencas, comportamiento debido a la buena correlación encontrada en relación precipitación vs altitud descrita en el ítem anterior.

CUADRO N° 37
PRECIPITACION AREAL SUBCUENCA SANTIAGO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1986	118.10	364.21	118.64	23.42	0.53	0.00	0.11	0.32	0.07	61.46	0.18	29.22	936.85
1987	133.75	268.11	148.07	46.89	0.53	0.00	0.60	47.49	0.33	0.00	0.55	36.00	688.24
1988	65.41	479.03	128.45	15.81	0.53	0.00	0.11	0.00	0.33	2.24	0.45	0.00	491.66
1989	66.12	349.03	79.07	53.21	1.91	0.00	0.11	0.32	0.00	0.00	3.54	62.69	434.06
1990	161.62	219.66	69.25	16.74	4.23	0.00	0.11	0.32	0.33	1.76	24.37	65.94	688.65
1991	63.68	264.68	60.68	30.67	0.04	0.00	0.44	0.69	0.33	0.00	0.00	00.39	516.94
1992	284.79	245.58	155.74	30.81	0.96	0.00	0.11	21.35	0.33	3.85	7.66	62.94	888.67
1993	144.72	179.91	17.45	20.13	0.24	0.00	0.41	0.30	0.33	2.26	4.88	0.00	431.29
1994	214.50	197.66	133.62	26.89	1.82	0.00	0.04	0.32	0.33	1.76	0.18	40.47	621.95
1995	176.79	207.70	197.78	33.20	0.81	0.00	0.11	0.32	0.33	0.76	0.18	22.80	847.06
1996	62.29	30.58	128.12	25.44	1.20	0.00	0.11	0.30	0.33	1.76	48.55	195.74	553.67
1997	224.74	143.58	118.57	27.31	0.79	0.00	0.60	0.30	0.00	32.83	34.54	27.83	685.56
1998	68.29	364.96	75.79	26.37	0.79	0.00	0.60	0.00	0.76	0.71	0.00	0.00	133.76
1999	181.23	150.92	368.36	66.70	0.20	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	28.80	44.80	836.54
2000	232.49	276.75	128.32	46.73	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	4.65	41.39	788.89
2001	195.27	28.36	174.16	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.76	51.95	25.70	486.02
2002	47.47	150.46	76.09	60.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.76	371.10
2003	62.04	68.25	6.39	60.00	0.00	0.00	0.00	34.39	70.79	1.31	0.00	91.35	274.86
2004	496.39	389.79	176.01	3.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.41	61.80	941.64
2005	196.32	368.12	696.52	51.30	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00	54.30	2.71	46.30	778.63
2006	233.13	196.51	173.04	81.64	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	10.08	0.43	119.06	774.66
2007	178.93	359.17	308.96	54.24	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.22	0.00	931.12
2008	211.92	344.13	362.07	51.88	1.62	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	33.38	0.00	428.16
2009	38.76	119.41	90.28	1.12	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	6.31	75.09	336.52
2010	68.16	130.45	304.25	16.16	0.00	0.00	7.55	0.00	0.35	0.87	0.00	32.36	462.12
2011	178.11	115.26	77.14	23.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54	0.00	0.00	90.29	471.10
2012	324.17	312.68	215.68	16.46	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	1.76	36.87	21.64	836.91
2013	30.06	50.90	136.23	17.34	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.93	14.81	256.05
2014	336.96	367.22	172.05	46.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.00	967.64
2015	236.52	236.25	95.78	40.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	30.36	11.70	695.75
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	62.30	63.73
2017	298.03	324.18	75.14	57.82	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	816.16
2018	92.05	607.25	229.18	134.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.70	0.00	37.31	1,614.87
2019	53.18	306.15	134.72	6.00	3.06	1.61	0.00	0.00	0.00	8.73	3.22	31.89	540.15
2020	97.66	38.29	213.90	6.00	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	10.80	369.65
MEDIA	178.92	206.92	148.38	31.40	0.89	0.00	0.32	2.64	0.55	5.62	19.78	46.78	580.11
MINIMO	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08
MAXIMO	4,862.01	7,249.16	4,913.13	1,591.27	24.31	1.38	11.09	52.43	16.21	196.62	373.21	1,637.31	
MODULO	806.39	597.25	308.36	154.79	4.23	1.81	7.95	47.49	16.79	67.44	55.98	166.74	
MODULO	0.00	26.36	6.28	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MODIANA	115.10	189.79	133.52	25.88	0.20	0.00	0.68	0.00	0.00	1.30	4.38	41.48	
DESVIAC.	94.13	107.95	65.08	23.91	1.80	0.26	1.34	0.00	0.62	12.13	14.83	38.76	
VARIANZA	8,868.91	11,541.75	4,233.71	571.29	1.80	0.08	1.64	80.52	3.12	147.65	220.80	1,496.45	

CUADRO N° 37
PRECIPITACION AREAL SUBCUENCA SANTIAGO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1986	118.10	364.21	118.64	23.42	0.53	0.00	0.11	0.32	0.07	61.46	0.18	29.22	936.85
1987	133.75	268.11	148.07	46.89	0.53	0.00	0.60	47.49	0.33	0.00	0.55	36.00	688.24
1988	65.41	479.03	128.45	15.81	0.53	0.00	0.11	0.00	0.33	2.24	0.45	0.00	491.66
1989	66.12	349.03	79.07	53.21	1.91	0.00	0.11	0.32	0.00	0.00	3.54	62.69	434.06
1990	161.62	219.66	69.25	16.74	4.23	0.00	0.11	0.32	0.33	1.76	24.37	65.94	688.65
1991	63.68	264.66	60.66	30.67	0.04	0.00	0.44	0.69	0.33	0.00	0.00	96.39	516.94
1992	284.79	245.58	155.74	30.81	0.96	0.00	0.11	21.35	0.33	3.85	7.66	62.94	888.67
1993	144.72	179.91	17.45	20.13	0.24	0.00	0.41	0.30	0.33	2.26	4.88	0.00	431.29
1994	214.50	197.66	133.62	26.89	1.82	0.00	0.04	0.32	0.33	1.76	0.18	40.47	621.95
1995	176.79	207.70	197.78	33.26	0.81	0.00	0.11	0.32	0.33	0.76	0.18	22.80	847.06
1996	62.29	30.58	128.12	26.44	1.20	0.00	0.11	0.18	0.33	1.76	48.55	195.74	553.67
1997	224.74	143.58	118.57	27.31	0.79	0.00	0.60	0.30	0.00	32.83	34.54	27.83	685.56
1998	68.29	364.96	75.79	26.37	0.79	0.00	0.60	0.00	0.76	0.71	0.00	0.00	133.76
1999	181.23	150.92	368.36	66.70	0.20	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	26.80	44.80	636.54
2000	232.49	276.75	128.32	46.73	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	4.65	41.39	788.85
2001	195.27	28.36	174.16	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.76	51.95	25.70	486.02
2002	47.47	150.46	76.09	60.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.76	371.10
2003	62.04	68.25	6.39	60.00	0.00	0.00	0.00	34.39	76.79	1.31	0.00	91.35	274.86
2004	496.39	189.79	176.01	3.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.41	61.80	841.64
2005	196.32	368.12	696.52	51.36	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00	54.30	2.71	46.30	778.63
2006	233.13	196.51	173.04	81.64	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	10.08	0.43	119.06	774.66
2007	178.93	359.17	308.96	54.24	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.22	0.00	931.12
2008	211.92	344.13	362.07	51.88	1.62	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	33.38	0.00	428.16
2009	38.76	119.41	92.28	1.12	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	6.31	75.09	336.52
2010	68.16	130.45	304.25	16.16	0.00	0.00	7.55	0.00	0.35	0.87	0.00	32.36	462.12
2011	178.11	115.26	77.14	23.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54	0.00	0.00	96.29	471.10
2012	324.17	312.68	215.68	16.46	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	1.76	36.87	21.64	836.91
2013	30.06	58.90	136.23	17.34	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.93	14.81	256.05
2014	336.96	367.22	172.06	46.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.00	967.64
2015	236.52	236.25	965.78	40.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	36.36	11.70	695.75
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	62.36	63.79
2017	298.03	324.18	75.14	57.82	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	676.71
2018	92.05	607.25	229.18	134.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.70	0.00	37.31	1,604.87
2019	53.18	306.15	134.72	6.00	3.06	1.61	0.00	0.00	0.00	8.73	3.22	31.89	540.15
2020	97.66	38.29	213.96	6.00	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	10.80	369.65
MEDIA	178.92	206.92	148.38	31.40	0.89	0.06	0.32	2.64	0.55	5.82	19.78	46.78	580.11
MINIMO	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08
MAXIMO	4,862.01	7,249.16	4,913.13	1,591.27	24.31	1.38	11.09	52.43	19.23	196.82	373.23	1,637.31	
MODULO	0.00	26.36	6.28	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MODIANA	115.10	189.79	133.52	25.88	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	4.38	41.48	
DESVIAC.	94.13	107.95	65.08	23.91	1.80	0.26	1.34	6.88	3.62	12.13	14.83	36.76	
VARIANZA	8,868.91	11,541.75	4,233.71	571.29	1.80	0.08	1.64	46.52	13.14	147.65	220.85	1,356.45	

CUADRO N°38
PRECIPITACION AREAL MICROCUENCA TAMBILLOS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1986	76.40	82.65	86.02	4.48	0.00	0.00	0.01	0.00	0.52	37.61	0.95	18.97	236.42
1987	63.15	932.14	74.04	24.51	0.00	0.00	0.39	34.62	0.08	2.57	1.09	13.25	385.86
1988	46.25	62.38	56.15	12.78	0.00	0.00	0.01	0.91	0.08	0.77	0.63	32.42	363.36
1989	49.57	59.56	44.26	31.82	0.32	0.00	0.01	0.00	0.46	5.23	2.31	25.79	259.51
1990	77.68	754.92	58.28	12.53	5.77	0.00	0.01	0.00	0.00	0.52	12.86	62.66	471.99
1991	66.73	479.06	78.36	14.66	0.71	0.00	0.04	0.00	0.08	2.25	18.53	46.41	739.63
1992	138.85	146.87	88.58	22.21	3.05	0.00	0.01	19.75	0.08	1.06	4.29	54.31	426.53
1993	123.62	127.48	44.64	8.68	0.76	0.00	1.11	0.76	0.08	1.49	1.32	31.29	343.79
1994	176.66	68.75	67.08	9.00	2.08	0.00	0.01	0.00	0.08	0.70	0.04	14.58	248.91
1995	81.93	141.94	111.77	19.79	0.01	0.00	0.01	0.00	0.08	4.74	0.95	6.36	368.15
1996	41.18	38.97	59.75	10.32	1.11	0.00	0.01	4.84	0.09	0.52	29.55	77.30	366.34
1997	138.07	159.44	93.09	8.63	0.40	0.32	0.33	0.32	0.49	18.87	21.52	7.44	486.66
1998	17.58	33.79	36.28	19.46	0.40	0.32	0.32	0.32	0.54	1.26	0.62	0.66	158.23
1999	62.54	38.58	54.96	60.46	0.40	0.32	0.32	0.38	0.58	7.73	18.89	21.43	337.70
2000	63.18	85.17	75.15	24.41	0.37	0.32	0.32	0.32	0.32	1.74	3.93	18.96	273.17
2001	69.04	25.38	98.12	7.21	0.32	0.32	0.32	0.32	0.96	2.81	24.40	25.39	325.59
2002	66.90	162.63	64.11	22.25	0.78	0.32	0.32	0.32	0.34	0.30	0.38	16.49	387.52
2003	54.65	45.28	54.77	13.86	0.00	0.32	0.32	1.70	0.08	0.51	1.26	54.03	234.80
2004	287.60	112.47	98.08	6.80	0.32	0.32	0.32	1.11	0.32	0.32	4.81	31.61	494.17
2005	62.68	219.23	88.71	43.71	3.30	0.32	0.32	0.25	1.01	11.20	0.04	28.30	485.52
2006	146.00	162.36	118.78	18.75	1.89	0.32	0.32	0.32	0.32	4.11	7.25	80.12	540.04
2007	85.48	177.06	171.53	30.77	0.33	0.32	0.32	0.32	0.08	5.84	16.58	6.07	436.53
2008	77.58	54.53	708.98	44.82	1.26	0.40	0.33	0.32	0.33	3.81	10.36	10.43	348.86
2009	48.21	938.19	88.26	7.62	0.50	0.32	0.32	0.32	0.32	0.05	1.58	20.40	279.67
2010	31.42	75.25	68.67	16.32	0.32	0.33	4.24	1.46	0.48	0.48	13.44	35.72	248.79
2011	41.59	58.54	51.51	8.58	0.35	0.32	0.32	0.32	0.02	0.33	1.09	48.32	285.88
2012	68.63	125.76	119.11	9.08	0.32	0.32	1.82	0.33	1.82	1.78	11.56	21.44	358.35
2013	22.18	17.02	59.28	12.82	0.84	0.32	0.32	0.36	0.37	0.32	1.88	21.89	137.16
2014	128.66	119.69	112.12	15.86	0.32	0.32	0.32	0.32	1.50	2.27	7.22	18.88	463.11
2015	75.07	132.92	78.23	20.27	0.84	0.32	0.32	0.32	0.32	4.86	18.40	6.35	337.63
2016	68.17	114.50	70.79	19.69	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.79	26.46	381.59
2017	128.35	143.98	68.44	31.83	0.32	0.32	0.82	0.32	0.33	5.23	7.03	21.99	486.07
2018	38.27	171.48	87.90	41.74	0.32	0.32	0.32	0.32	0.34	7.83	0.38	28.75	368.31
2019	65.18	154.98	62.50	6.44	0.82	0.58	1.43	0.32	0.32	3.28	2.33	27.39	325.77
2020	21.21	938.67	936.72	19.63	0.65	0.32	0.33	0.48	0.45	5.83	1.32	13.25	291.60
MEDIA	73.93	118.57	87.48	16.77	0.86	0.25	0.47	2.87	0.69	4.27	7.97	28.98	335.89
MINIMO	35.08	35.08	35.08	35.80	25.80	35.08	35.00	35.80	35.80	35.80	35.00	35.80	35.80
SUMA	3,597.53	3,868.06	3,861.67	657.85	38.62	8.88	16.36	72.17	24.85	143.50	264.83	1,016.20	
MAXIMO	297.60	219.23	175.53	99.40	5.77	0.58	4.24	24.62	3.88	37.61	29.55	86.12	
MINIMO	17.58	17.02	35.48	5.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.08	0.52	0.38	6.36	
MEIANA	65.73	112.47	85.56	15.86	0.40	0.32	0.32	0.32	0.33	2.27	4.21	25.79	
DESVIAC.	48.59	48.79	32.73	13.22	1.83	0.96	0.76	4.82	1.52	6.96	7.72	18.75	
VARIANZA	1,674.21	2,383.18	1,071.58	176.66	1.28	0.83	0.58	23.25	2.38	48.79	58.55	350.22	

CUADRO N°39
PRECIPITACION AREAL MICROCUENCA TAMBO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1986	113.15	309.59	115.86	22.95	0.82	0.00	0.10	0.82	8.88	80.85	0.27	28.77	529.89
1987	132.00	263.98	547.12	46.33	0.82	0.00	0.00	48.94	0.32	0.00	0.44	36.62	678.65
1988	84.43	478.62	118.84	15.83	0.82	0.00	0.10	0.00	0.32	2.21	0.66	0.71	481.25
1989	84.23	547.06	18.27	52.78	1.97	0.00	0.10	0.82	0.00	0.00	3.89	61.76	429.87
1990	159.63	315.57	89.49	16.63	4.27	0.00	0.10	0.32	0.32	1.54	24.78	85.71	641.96
1991	63.68	248.66	90.66	30.43	0.00	0.00	0.46	0.46	0.32	0.00	0.00	85.40	513.36
1992	286.36	243.13	348.11	30.80	1.82	0.00	0.10	21.00	0.32	3.84	7.88	63.72	786.58
1993	184.20	177.73	18.68	19.87	0.24	0.00	0.42	0.00	0.32	3.86	3.88	0.00	426.41
1994	270.04	584.38	121.73	26.39	1.83	0.00	0.04	0.32	0.32	1.54	0.27	40.81	816.14
1995	174.94	278.23	396.64	32.93	0.87	0.00	0.10	0.82	0.32	8.94	6.27	22.27	899.62
1996	61.26	30.64	125.47	27.38	1.79	0.00	0.10	0.37	0.32	1.54	48.87	184.51	352.95
1997	321.83	143.48	118.13	26.87	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	32.48	34.22	27.32	684.58
1998	46.08	301.66	18.91	27.83	0.20	0.00	0.00	0.00	0.17	0.54	0.00	0.00	326.98
1999	795.07	548.12	365.67	46.96	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.58	44.37	858.85
2000	189.02	271.38	127.06	46.15	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	4.86	40.81	696.32
2001	132.73	28.29	174.03	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	1.54	51.31	29.65	483.94
2002	48.03	105.21	75.84	60.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	179.03
2003	62.18	20.08	7.49	6.08	0.00	0.00	0.00	14.30	76.75	7.29	0.00	96.80	271.20
2004	481.46	387.67	173.67	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.36	61.21	833.88
2005	188.24	364.26	93.66	51.17	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	54.23	2.86	48.74	778.54
2006	231.45	584.19	175.71	40.97	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.00	748.67
2007	198.37	354.64	305.15	53.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.76	0.00	918.91
2008	271.37	542.88	301.88	51.42	1.81	0.37	0.00	0.00	0.00	0.52	32.81	6.71	426.18
2009	38.02	113.38	92.18	1.28	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	6.19	77.62	328.20
2010	84.80	137.67	93.52	16.30	0.00	0.00	7.88	0.00	0.54	0.00	0.00	95.97	436.73
2011	198.27	113.86	78.49	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	13.71	0.00	0.00	94.30	486.82
2012	327.64	307.93	371.98	14.34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	1.76	38.48	21.64	844.84
2013	38.37	58.61	133.34	17.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89	76.95	255.00
2014	331.39	362.48	178.51	48.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.47	914.95
2015	213.64	227.63	93.62	40.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.87	36.81	686.75
2016	1.46	88.98	49.68	30.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	61.71	238.20
2017	298.00	379.62	74.92	50.37	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.39	56.99	886.58
2018	91.19	498.98	224.78	172.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.34	0.00	36.80	1,098.91
2019	53.48	302.43	132.93	6.00	3.90	1.99	0.00	0.00	0.00	8.68	3.20	31.70	537.54
2020	98.06	48.08	311.24	8.00	6.12	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.62	78.32	386.23
MEDIA	137.29	294.52	195.08	31.73	0.89	0.06	0.31	2.81	0.95	5.56	19.86	46.27	578.71
MINIMO	35.08	35.08	35.08	35.88	25.80	35.08	25.00	35.88	35.88	35.88	35.08	35.88	35.88
SUMA	4,865.16	7,158.26	4,867.67	1,889.53	24.32	1.86	16.97	91.29	18.95	184.69	373.87	6,619.08	
MAXIMO	811.45	498.98	305.15	152.87	4.27	1.59	7.88	46.91	76.75	88.85	50.31	164.51	
MINIMO	1.46	28.29	7.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MEIANA	113.15	387.67	135.73	26.28	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	4.89	40.81	
DESVANC.	92.68	936.18	64.86	23.68	1.80	0.27	1.34	6.88	5.81	52.80	14.65	37.68	
VARIANZA	8,578.75	11,274.50	4,264.52	557.89	1.80	0.87	5.88	70.95	3.29	143.97	214.51	5,416.85	

CUADRO N° 40
PRECIPITACION AREAL MICROCUENCA OLAYA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1986	178.27	369.51	117.74	24.55	0.00	0.00	0.11	0.02	0.00	02.40	0.00	29.90	949.16
1987	126.60	274.75	951.96	47.79	0.00	0.00	0.00	48.44	0.34	0.00	0.73	37.54	793.15
1988	66.08	492.92	121.42	16.04	0.00	0.00	0.11	0.00	0.34	2.30	0.12	0.00	458.00
1989	66.09	357.02	80.47	94.78	1.00	0.00	0.11	0.02	0.00	0.00	4.00	64.20	441.63
1990	146.00	326.26	83.77	16.03	4.17	0.00	0.11	0.02	0.34	1.20	24.84	87.39	736.69
1991	63.08	264.78	94.23	34.24	0.00	0.00	0.44	0.00	0.34	0.00	0.00	00.00	502.10
1992	291.95	249.58	953.30	31.76	0.00	0.00	0.11	21.68	0.34	3.77	7.80	63.20	821.90
1993	130.00	390.00	18.68	20.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.34	2.00	0.12	0.00	420.94
1994	278.47	203.01	106.42	20.00	1.01	0.00	0.00	0.02	0.34	1.20	0.04	41.70	638.31
1995	117.15	207.37	201.24	33.81	0.00	0.00	0.11	0.02	0.34	0.30	0.00	21.33	679.69
1996	64.19	30.29	117.26	23.78	1.20	0.00	0.11	0.37	0.34	1.20	48.31	170.34	365.62
1997	225.43	143.75	113.25	20.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.30	50.00	30.00	617.81
1998	75.26	179.14	72.21	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	340.00
1999	193.19	755.44	272.06	60.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.70	40.70	671.01
2000	238.10	204.46	130.46	47.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73	42.00	738.26
2001	290.50	28.48	174.36	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	53.30	20.94	494.61
2002	48.07	700.48	76.97	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31	124.30
2003	62.48	90.14	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	13.62	70.00	1.34	0.00	92.04	276.49
2004	434.39	392.90	179.47	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	63.22	899.42
2005	100.00	374.48	90.78	51.07	1.70	0.00	0.00	0.00	0.40	54.40	3.70	47.20	791.75
2006	230.00	107.66	175.18	42.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	40.30	0.10	120.60	781.83
2007	190.10	800.52	314.00	95.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.32	0.00	949.27
2008	190.00	348.12	300.20	51.07	1.04	0.37	0.00	0.00	0.00	0.03	34.31	0.07	471.30
2009	38.34	119.40	92.44	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	01.44	330.65
2010	88.37	135.00	305.78	16.11	0.00	0.00	0.10	0.00	0.07	0.00	0.00	04.00	458.85
2011	121.17	117.54	78.18	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	00.01	418.31
2012	379.42	430.30	302.18	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	1.70	36.01	21.00	856.18
2013	30.07	58.00	130.20	17.52	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	14.00	263.00
2014	344.91	374.00	374.47	50.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	988.62
2015	270.22	234.17	603.31	41.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.21	30.00	11.00	796.24
2016	0.00	00.00	00.00	01.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	03.30	23.85
2017	290.53	371.36	75.48	50.00	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	00.32	820.31
2018	90.10	620.77	233.04	117.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40	0.00	00.41	1,090.34
2019	52.70	312.20	137.64	0.00	3.07	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.24	32.07	550.29
2020	130.24	35.43	218.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	00.70	386.59
MEDIA	141.61	279.08	142.38	32.01	0.01	0.00	0.12	2.09	0.01	5.72	19.97	47.03	590.00
MINIMO	35.00	35.00	35.00	35.00	25.00	35.00	25.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
MAXIMO	436.31	3,317.67	4,907.63	1,526.27	24.10	3.02	11.20	34.25	10.35	209.27	303.36	1,667.15	
MAZON	014.09	520.73	314.00	117.00	4.57	1.05	0.10	40.44	10.00	02.40	03.10	170.34	
MIRAFLORES	0.00	20.48	4.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MEDIANA	117.15	192.50	136.42	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	5.00	40.00	
DESVIAC.	96.39	118.03	67.53	24.40	1.00	0.20	1.38	0.57	0.03	12.33	15.14	30.07	
VARIACION	5,313.74	12,305.76	4,560.70	190.62	1.01	0.00	1.01	86.17	3.10	152.10	209.70	1,510.51	

CUADRO N°41
PRECIPITACION AREAL MICROCUENCA SANGAYALCO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1986	182.99	363.38	111.82	20.40	0.46	0.00	0.00	0.02	0.01	57.85	4.67	26.32	486.12
1987	122.53	241.12	137.18	43.33	0.46	0.00	0.00	43.70	0.39	0.00	4.83	30.89	626.97
1988	79.19	903.06	119.58	15.41	0.46	0.00	0.00	0.00	0.39	2.81	1.71	0.07	384.50
1989	79.47	343.16	73.06	49.86	1.95	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	3.69	96.73	485.66
1990	138.26	293.46	85.97	76.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.29	1.00	22.63	80.63	632.84
1991	68.61	238.67	98.61	26.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	80.04	434.17
1992	238.49	228.89	348.37	29.44	1.30	0.00	0.00	19.09	0.29	3.36	7.12	61.67	746.51
1993	141.36	175.32	12.68	19.47	0.01	0.00	0.00	0.00	0.39	3.78	1.40	1.77	454.63
1994	198.16	176.53	122.08	26.73	1.86	0.00	0.04	0.02	0.29	1.00	4.67	36.41	567.68
1995	176.40	259.48	394.10	31.72	0.03	0.00	0.00	0.02	0.29	8.44	4.67	26.08	879.55
1996	176.06	24.38	121.61	25.51	1.78	0.00	0.00	0.46	0.29	1.00	45.53	152.52	326.66
1997	338.19	142.78	111.73	24.43	0.23	0.00	0.00	0.00	0.04	30.61	52.47	24.00	577.16
1998	66.29	344.21	68.17	25.46	0.23	0.00	0.00	0.00	0.32	0.29	0.00	0.00	490.99
1999	60.48	133.06	269.67	66.26	0.23	0.00	0.00	0.12	0.04	0.07	26.42	41.17	689.39
2000	180.34	246.29	119.08	43.95	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	4.57	37.58	632.06
2001	175.20	27.68	172.36	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	1.37	47.60	29.67	461.99
2002	61.04	184.51	72.68	16.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	341.65
2003	61.36	89.77	13.99	6.08	0.00	0.00	0.00	13.22	76.52	1.78	0.00	95.40	246.43
2004	374.78	177.58	962.34	3.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.11	57.05	781.88
2005	56.38	343.02	909.69	50.34	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	13.62	2.38	46.58	726.18
2006	233.44	167.06	164.67	37.81	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	8.46	1.51	112.87	730.66
2007	174.15	339.21	298.77	50.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.80	0.00	839.45
2008	38.77	138.24	763.91	92.46	1.86	0.37	0.00	0.00	0.00	5.28	28.72	7.22	475.96
2009	46.42	119.22	91.66	2.15	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	5.56	99.70	332.10
2010	77.46	123.38	58.28	16.39	0.00	0.00	7.34	0.00	0.00	0.01	0.00	83.37	402.64
2011	136.00	936.24	73.03	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	98.49	376.67
2012	347.37	262.32	260.96	13.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	1.78	31.31	21.63	766.29
2013	27.92	89.68	123.15	16.64	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.64	16.99	238.56
2014	303.54	338.32	962.48	43.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.30	885.73
2015	181.95	214.77	155.66	37.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.17	18.00	11.33	638.52
2016	166.67	169.26	469.65	26.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	48.26	745.20
2017	284.32	256.46	73.78	52.80	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.45	52.77	746.37
2018	82.73	403.86	206.09	183.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.67	0.00	52.70	926.92
2019	55.08	262.14	123.25	6.00	3.14	1.45	0.00	0.00	0.00	7.88	3.68	31.10	587.24
2020	67.43	49.64	198.86	8.00	5.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	11.34	347.17
MEDIA	128.56	195.08	175.87	25.32	0.81	0.81	8.38	2.44	8.54	5.24	19.82	41.81	544.54
MINIMO	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08	35.08
MAXIMO	4,506.16	6,705.08	4,810.79	1,826.23	24.30	1.82	18.33	85.33	18.84	183.38	356.66	1,526.39	
MODULO	374.78	850.86	288.77	193.89	4.47	1.85	7.38	43.78	16.52	57.65	47.66	152.52	
MODULO	14.62	27.68	13.99	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MODULO	892.59	175.53	522.08	25.73	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.57	37.58	
DESVIAC.	84.38	96.35	58.45	21.87	1.80	0.25	1.24	8.28	1.77	15.31	13.64	34.78	
VARIANZA	3,168.27	8,302.14	3,514.15	182.49	1.80	0.86	1.58	66.73	3.15	122.97	186.78	1,209.77	

3.5. OFERTA HIDRICA:

La estimación de la disponibilidad de agua en la Subcuenca y Microcuencas, se realizó por medio de modelos matemáticos. El uso de los modelos matemáticos en hidrología es muy amplio, tanto así que, prácticamente en cada especialidad hidrológica, se han desarrollado modelos matemáticos para la solución de problemas generales y específicos. En los últimos años las técnicas de simulación hidrológica han tenido una amplia difusión, algunos modelos son de aplicación específica, mientras que otros son de aplicación más general.

Existen asimismo una amplia variedad de formulaciones matemáticas adoptadas por diferentes modelos para describir los diversos componentes de los procesos de precipitación-escorrentía, pudiendo diferir éstas, no sólo en términos conceptuales sino también en nivel de complejidad, planificadores o diseñadores, quienes requieren información hidrológica, tendrán que elegir entre una amplia variedad de modelos disponibles.

Dado que no existe un modelo universal, apropiado para la solución de todos los problemas hidrológicos, la opción de realizar uno que satisfaga los problemas de la hidrología aplicada, en cualquier caso, se hace muy difícil.

La transformación de la Precipitación en Escorrentía, se ha realizado aplicando el método de "Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Lutz Scholz", desarrollado por el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones – Plan Meris II en 1980, cuyo cálculo está basado la modelación matemática del ciclo hídrico,

3.5.1. Modelo determinístico – Estocástico de Lutz Scholz

Este modelo hidrológico es combinado por que cuenta con una estructura determinístico 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).

Fue desarrollado por el experto en hidrología, Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana, entre los años 1979 – 1980, en el marco de Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II.

Determinado el hecho de la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la

determinación de la 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 con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo, 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.

3.5.2. Ecuación del balance hídrico

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

$$Q_{mi} = P_i - D_i + C_i - A_i$$

Donde:

- Q_i : Caudal mensual en mm/mes.
- P_i : Precipitación total mensual sobre la cuenca en mm/mes
- D_i : Déficit de escurrimiento en mm/mes
- C_i : Gasto de la retención en la cuenca (Aporte)
- A_i : Abastecimiento de la retención (Retención).

Asumiendo que para periodos largos (en este caso 1 año) el Gasto y Abastecimiento de la retención tienen el mismo valor, es decir $G = A$ y que, para el año promedio, una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación; luego reemplazando $(P-D)$ por (C^*P) , y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a m³/s) la ecuación se convierte en:

$$Q = c1 * C * P * AR$$

Que es la expresión básica del método racional, donde:

Q = Caudal (m³/s)

c1 = Coeficiente de conversión del tiempo (mes/s)

C = Coeficiente de escurrimiento

P = Precipitación total mensual (mm/mes)

AR = Área de la cuenca (m²)

3.5.3. 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 expresión:

$$D = \frac{P}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L}\right)^{1/2}}$$

Donde:

L = Coeficiente de Temperatura

T = Temperatura media anual (°C)

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

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:

$$\overline{C} = 3.16E12(P^{-0.111})(EP^{-3.496}); r = 0.96$$

$$\overline{D} = -1380 + 0.872(P) + 1.032(EP); r = 0.96$$

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

Plan Meris 8, 1980

Descripción	Valor del Coeficiente		
	Curva I	Curva II	Curva III
a_0	-0.01860	-8.02130	-0.0280
a_1	-0.01850	8.13580	0.2756
a_2	0.801105	-0.082296	-0.804103
a_3	-1.20E-05	4.36E-05	5.52E-05
a_4	1.44E-07	-8.00E-08	1.24E-07
a_5	-2.85E-10	-8.70E-11	-1.42E-09

$$C = 0.42$$

$$C_1 = -0.75 \quad 0.20$$

$$C_2 = 1.75 \quad 0.80$$

$$C_1 + C_2 = 1.00 \quad 1.00$$

La evapotranspiración potencial, se ha determinado por el Método de Hargreaves en función a la Humedad Relativa y Temperatura.

CUADRO N° 42
 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SUBCUENCA SANTIAGO

* Método de Hargreaves, en función a Humedad Relativa y Temperatura

PARAMETRO DE CALCULO	UNIDAD	MESES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Media Mensual	°C	13.89	13.88	13.85	13.92	13.78	13.81	13.41	13.23	13.35	13.45	13.83	13.71
TF - Temperatura Media Mensual	°F	57.0	56.9	56.9	57.0	56.7	56.8	56.1	55.8	56.0	56.2	56.5	56.7
HR - Humedad Relativa	%	79.2	78.8	78.8	78.2	77.6	77.3	76.7	76.5	75.7	76.1	76.3	76.5
CH - Factor de Corrección Humedad		8.708	8.708	8.703	8.705	8.705	8.701	8.706	8.701	8.697	8.707	8.702	8.708
CE - Factor de Corrección Altitud		1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071
MF - Factor Mensual de Evapotranspiración		2.657	2.336	2.341	1.983	1.737	1.548	1.652	1.888	2.145	2.485	2.363	2.703
ETp - Evapotranspiración Potencial	mm	131.45	137.26	134.26	131.45	127.79	123.48	124.48	127.43	135.28	148.47	149.36	158.26

Altitud (pies)

E

Factor de Corrección por Altitud

$$CE = 1.8 + 0.04 (2000)$$

Temperatura Media Mensual

°C

Temperatura °F

$$TF = 1.8 \cdot ^\circ C + 32$$

Factor de Corrección Humedad

$$CH = 6.108 \cdot (100 - HR)^{0.41}; \text{ Si } HR < 60\% \rightarrow CH = 1.8$$

Factor Mensual de Evapotranspiración

MF = Tabla N° 1

Evapotranspiración Potencial

$$ETp = TF \cdot CH \cdot MF \cdot CE$$

3.5.4. Precipitación efectiva

Para el cálculo de la Precipitación Efectiva, se supone que los caudales promedios 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.

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

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

Dónde:

PE = Precipitación efectiva (mm/mes)

P = Precipitación total mensual (mm/mes)

ai = Coeficiente del polinomio

Se muestra los valores límite de la precipitación efectiva y el cuadro siguiente muestra los tres juegos de coeficientes para, ai que permiten alcanzar por interpolación.

Límite superior para la Precipitación Efectiva.

Curva I: PE = P- 120.6 para P > 177.8 mm/mes

Curva II: PE = P-88.4 para P> 152.4 mm/mes

Curva III: PE = P -59.7 para P> 127.0 mm /mes

CUADRO N° 43
COEFICIENTES PARA EL CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

Descripción	Valor del Coeficiente		
	Curva I	Curva II	Curva III
a_0	-0.018	-0.0213	-0.028
a_1	-0.0185	0.1358	0.2750
a_2	0.001905	-0.002296	-0.004103
a_3	-1.20E-05	4.35E-05	5.53E-05
a_4	1.44E-07	-8.80E-08	1.24E-07
a_5	-2.80E-10	-8.79E-11	-1.42E-09

Los Coeficientes $a_0 - a_5$, se aplican en el polinomio de quinto grado:

$$PE_i = a_0 + a_1 P + a_2 P^2 + a_3 P^3 + a_4 P^4 + a_5 P^5$$

$$a_6 = 0$$

Los límites superiores para la precipitación efectiva son:

Curva I :	PE = P - 120.6 ;	para P >= 177.8 mm/mes
Curva II :	PE = P - 86.4 ;	para P >= 152.4 mm/mes
Curva III :	PE = P - 58.7 ;	para P >= 127.0 mm/mes

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

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{j=1}^{12} \frac{PE_j}{P}$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación Total anual

$$\sum_{j=1}^{12} \frac{PE_j}{P} = \text{Suma de la precipitación efectiva mensual}$$

3.5.5. Retención de la cuenca

Bajo la suposición de que para un año promedio 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:

$$R_i = CM_i - P_i$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

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).

3.5.6. 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.

3.5.7. 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.

Con fines prácticos se puede despreciar 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.

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

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

$$a = 3.1249 \cdot 10^6 A^{-0.144} EP^{19.336} T^{-3.169} R^{-1.429} ; \quad r = 0.86$$

Donde:

- a : Coeficiente de agotamiento por día.
- A : Área de la cuenca en Km².
- EP : Evapotranspiración potencial anual en mm/año.
- T : duración de la temporada seca en días.
- R : Retención total de la cuenca en mm/año.

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:

Cuencas con agotamiento muy rápido, debido a temperaturas elevadas (>10°C) y retención que va de reducida (50mm/año) a mediana (80 mm/año).

$$a = -0.00252 \ln A + 0.034$$

Cuencas con agotamiento rápido, cuya retención varía entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna).

$$a = -0.00252 \cdot Z_n \cdot A + 0.030$$

Cuencas con agotamiento mediano, cuya retención es alrededor de 80 mm/año y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados).

$$a = -0.00252 \cdot Z_n \cdot A + 0.026$$

Cuencas con agotamiento reducido por alta retención (>100mm/año) y vegetación mezclada.

$$a = -0.00252 \cdot Z_n \cdot A + 0.023$$

Donde:

- a = coeficiente de agotamiento por día
- AR = área de la cuenca (km²)
- EP = evapotranspiración potencial anual (mm/año)
- T = duración de la temporada seca (días)
- R = retención total de la cuenca (mm/año)

3.5.8. 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 almacena cada tipo de estos almacenes está dado por:

- **Acuíferos**

Siendo:

$$Z_n = -750 \cdot I + 3.15 \quad (\text{mm / año})$$

LA = lámina específica de acuíferos

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

- **Lagunas y Pantanos**

LL=500 (mm/año).

Siendo:

LL = Lámina específica de lagunas y pantano

- **Nevados**

LN = 500 (mm/año)

Siendo:

LN = lámina específica de nevados.

Las respectivas extensiones o áreas son determinadas 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.

3.5.9. Abastecimiento de la retención

El abastecimiento durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En la región Huancavelica el abastecimiento comienza en el mes de octubre con 10%, alcanzando hasta marzo el valor del 100% del volumen final. Los coeficientes mensuales expresados en porcentaje del almacenamiento total anual se muestran en el cuadro siguiente:

Almacenamiento hídrico durante la época de lluvias - (valores – al %)

CUADRO N° 44
COEFICIENTES ANUALES Y MENSUALES PARA EL CALCULO DE LA
CONTRIBUCION DE LA RETENCION

Lámina de agua acumulada en los tres tipos de almacen hídrico, en base a la cuenca de referencia:

TIPO	LAMINA ACUMULADA mm/Año		
	Pendiente de la Cuenca		
Napa Frédica	2%	8%	15%
	300	250	200
Lagunas y Pantanos	900		
Nevados	500		

REGION	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Suma
Cuzco	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 PEI. Se calcula mediante la ecuación:

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

Siendo:

A_i = abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)

a_i = coeficiente de abastecimiento (%)

R = retención de la cuenca (mm/año)

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:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Dónde:

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)

3.5.10. Ingreso de datos

Los datos de ingreso son la Precipitación Areal, los porcentajes mensuales de almacenamiento del acuífero (retención), los aportes del acuífero (aporte) y los Caudales de comparación.

Subcuenca del río Santiago

Área de la Cuenca = 1752.40 Km²

CUADRO N° 45
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
SUBCUENCA SANTIAGO

MES	PRECIPITACIONES (1980 - 2014)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m ³ /s	mm/mes
Ene	130.92	25.3	53.4	80.1	46.6	0.00	0.00
Feb	208.92	92.7	116.6	80.3	114.3	0.00	0.00
Mar	140.38	26.2	54.7	81.6	50.0	0.00	0.00
Abr	31.46	0.3	3.2	6.4	2.7	0.00	0.00
May	0.60	0.0	0.1	0.2	0.1	0.00	0.00
Jun	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Jul	0.32	0.0	0.0	0.1	0.0	0.00	0.00
Ago	2.64	0.0	0.3	0.7	0.3	0.00	0.00
Sep	0.55	0.0	0.1	0.1	0.0	0.00	0.00
Oct	5.62	0.0	0.7	1.4	0.6	0.00	0.00
Nov	10.76	0.0	1.2	2.5	1.0	0.00	0.00
Dic	46.78	0.9	5.3	9.8	4.6	0.00	0.00
	585.11	145.4	237.7	243.2	222.3	0.00	0.00

Microcuenca del río Tambillos

Área de la Cuenca = 250.05 Km²

CUADRO N° 46
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
MICROCUENCA TAMBILLOS

MES	PRECIPITACIONES (1980 - 2014)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m ³ /s	mm/mes
Ene	73.93	3.5	12.2	20.9	23.5	0.00	0.00
Feb	110.57	12.0	31.0	50.2	55.5	0.00	0.00
Mar	87.48	5.7	17.7	29.7	33.2	0.00	0.00
Abr	16.77	0.0	2.0	4.1	4.6	0.00	0.00
May	0.88	0.0	0.1	0.2	0.2	0.00	0.00
Jun	0.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Jul	0.47	0.0	0.0	0.1	0.1	0.00	0.00
Ago	2.07	0.0	0.3	0.5	0.6	0.00	0.00
Sep	0.69	0.0	0.1	0.2	0.2	0.00	0.00
Oct	4.27	0.0	0.5	1.1	1.2	0.00	0.00
Nov	7.57	0.0	0.9	1.8	2.0	0.00	0.00
Dic	26.56	0.2	3.0	5.9	6.6	0.00	0.00
	336.89	21.4	67.7	114.7	127.6	0.00	0.00

Microcuenca del río Tambo

Área de la Cuenca = 471.72 Km²

CUADRO N° 47
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
MICROCUEENCA TAMBO

MES	PRECIPITACIONES (1980 - 2014)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m ³ /s	mm/mes
Ene	137.29	24.4	52.0	78.5	48.1	0.00	0.00
Feb	204.52	89.4	116.8	87.0	112.8	0.00	0.00
Mar	139.00	25.4	53.6	80.3	48.6	0.00	0.00
Abr	31.13	0.2	3.2	6.3	2.8	0.00	0.00
May	0.89	0.0	0.1	0.2	0.1	0.00	0.00
Jun	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Jul	0.31	0.0	0.0	0.1	0.0	0.00	0.00
Ago	2.61	0.0	0.3	0.7	0.3	0.00	0.00
Sep	0.55	0.0	0.1	0.1	0.0	0.00	0.00
Oct	5.56	0.0	0.7	1.4	0.8	0.00	0.00
Nov	10.88	0.0	1.2	2.5	1.0	0.00	0.00
Dic	46.27	0.9	5.2	9.7	4.8	0.00	0.00
	578.71	140.3	232.9	246.6	219.9	0.00	0.00

Microcuenca del río Olaya

Área de la Cuenca = 338.00 Km²

CUADRO N° 48
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
MICROCUEENCA OLAYA

MES	PRECIPITACIONES (1980 - 2014)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m ³ /s	mm/mes
Ene	141.01	27.0	55.9	82.9	48.9	0.00	0.00
Feb	210.80	98.1	121.6	47.9	116.7	0.00	0.00
Mar	142.50	27.6	56.7	83.8	50.6	0.00	0.00
Abr	32.01	0.3	3.3	4.5	2.7	0.00	0.00
May	0.89	0.0	0.1	0.2	0.1	0.00	0.00
Jun	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Jul	0.32	0.0	0.0	0.1	0.0	0.00	0.00
Ago	2.69	0.0	0.3	0.7	0.3	0.00	0.00
Sep	0.55	0.0	0.1	0.1	0.0	0.00	0.00
Oct	5.72	0.0	0.7	1.4	0.5	0.00	0.00
Nov	10.97	0.0	1.2	2.6	1.0	0.00	0.00
Dic	47.63	1.0	5.5	10.1	4.5	0.00	0.00
	595.96	153.9	246.4	236.1	226.3	0.00	0.00

Microcuenca del río Sangayaico

Área de la Cuenca = 344.00 Km²

CUADRO N° 49
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
MICROCUEENCA SANGAYAICO

MES	PRECIPITACIONES (1980 - 2014)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m ³ /s	mm/mes
Ene	141.01	27.0	55.9	82.9	48.9	0.00	0.00
Feb	210.80	98.1	121.6	47.9	116.7	0.00	0.00
Mar	142.50	27.6	56.7	83.8	50.6	0.00	0.00
Abr	32.01	0.3	3.3	6.5	2.7	0.00	0.00
May	0.60	0.0	0.1	0.2	0.1	0.00	0.00
Jun	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Jul	0.32	0.0	0.0	0.1	0.0	0.00	0.00
Ago	2.69	0.0	0.3	0.7	0.3	0.00	0.00
Sep	0.55	0.0	0.1	0.1	0.0	0.00	0.00
Oct	5.72	0.0	0.7	1.4	0.5	0.00	0.00
Nov	10.97	0.0	1.2	2.6	1.0	0.00	0.00
Dic	47.63	1.0	5.5	10.1	4.5	0.00	0.00
	595.56	153.9	245.4	236.1	226.3	0.00	0.00

Plan Mens. R. 1980

Descripción	Valor del Coeficiente		
	Curva I	Curva II	Curva III
a_0	-0.01666	-0.02130	-0.0280
a_1	-0.01666	0.13680	0.2791
a_2	0.001405	-0.002266	-0.004103
a_3	-1.285-06	4.358-01	5.535-05
a_4	1.445-07	-9.905-06	1.245-07
a_5	-2.955-15	-4.795-11	-1.425-09

C = 0.38

$C_1 = 0.21$ -1.96
 $C_2 = 0.79$ 2.06
 $C_1 + C_2 = 1.00$ 1.00

GASTO DE RETENCION EN EL PERIODO SECO :

$$D_{\text{seco}} = b_0 / a^{*1}$$

Periodo Seco :

Mes inicial = Abril

Mes final = Octubre

CUADRO N° 50
CALCULO DE LA RETENCION PERIODO SECO
SUBCUENCA SANTIAGO

N°	N°	Mes	D_{seco}	G_{seco} mm/mes	$A_{\text{Región 2}}$	A_{seco} mm/mes
1		enero			65.0	0.0
2		febrero			15.0	0.0
3		marzo			5.0	0.0
4	1	abril	0.72	0.01	-	-
5	2	mayo	0.51	0.01	-	-
6	3	junio	0.37	0.01	-	-
7	4	julio	0.26	0.01	-	-
8	5	agosto	0.19	0.00	-	-
9	6	septiembre	0.13	0.00	-	-
10	7	octubre	0.10	0.00	10.0	0.0
11		noviembre			-	-
12		diciembre			5.0	0.0
TOTAL			2.27	0.04	100.00	0.04

3.5.11. Calibración del modelo

Consiste en el ajuste de los parámetros del modelo durante un periodo fijado, por comparación entre valores simulados y los caudales reales medidos en estaciones de aforo. Es la comprobación de la capacidad descriptiva del modelo.

Luego de realizar los mejores ajustes, dentro de la etapa de calibración del modelo, se han obtenido coeficientes de escorrentía que oscila entre 0.32 y 0.42, así mismo, se ha obtenido una retención anual de la subcuenca y microcuencas en el orden de 0.10, 0.12, 0.61, 0.37 y 0.38 mm/año los cuales están distribuidos en los siguientes porcentajes: 65% en el mes de Enero, 15% en el mes de Febrero, 5% en el mes de Marzo, 10% en el mes de Octubre y 5% en el mes de Diciembre.

CUADRO N° 51
CALCULO DE CAUDALES CALIBRACION DEL MODELO
SUBCUENCA SANTIAGO

N°	Mes	N° Dias	PE	Gasto de Retención	Abast. de la Retención	Caudal Generados			Caudales Aforados
		dias	mm/mes	Q _r (mm/mes)	A _r (mm/mes)	mm/mes	m³/s	Litros/Km²	m³/s
1	Ene	31	48.74	0.00	0.03	48.73	31.88	18.79	0.08
2	Feb	28	114.27	0.00	0.01	114.28	82.77	47.23	0.08
3	Mar	31	58.01	0.00	0.00	58.00	32.72	18.67	0.08
4	Abr	30	2.75	0.01	0.00	2.76	1.87	1.06	0.08
5	May	31	8.96	0.01	0.00	8.97	6.35	3.65	0.08
6	Jun	30	8.90	0.01	0.00	8.91	6.30	3.60	0.08
7	Jul	31	8.82	0.01	0.00	8.83	6.32	3.61	0.08
8	Ago	31	8.27	0.00	0.00	8.27	5.98	3.19	0.08
9	Sep	30	8.84	0.00	0.00	8.85	6.32	3.62	0.08
10	Oct	31	8.96	0.00	0.00	8.96	6.37	3.61	0.08
11	Nov	30	1.82	0.00	0.00	1.82	1.30	0.40	0.08
12	Dic	31	4.98	0.00	0.00	4.98	3.60	1.71	0.08
	Año	365	225.34	0.04	0.04	18.83	12.89	7.30	0.08

CUADRO N° 52
CALCULO DE CAUDALES CALIBRACION DEL MODELO
MICROCUENCA TAMBILLOS

N°	Mes	N° Dias	PE	Gasto de Retención	Abast. de la Retención	Caudal Generados			Caudales Aforados
		dias	mm/mes	Q _r (mm/mes)	A _r (mm/mes)	mm/mes	m³/s	Litros/Km²	m³/s
1	Ene	31	23.40	0.00	0.19	23.27	2.25	8.09	0.08
2	Feb	28	55.45	0.00	0.04	55.41	5.83	22.91	0.08
3	Mar	31	33.28	0.00	0.01	33.23	3.21	12.41	0.08
4	Abr	30	4.57	0.11	0.00	4.69	4.47	1.81	0.08
5	May	31	8.21	0.07	0.00	8.28	8.83	3.11	0.08
6	Jun	30	8.82	0.04	0.00	8.87	8.81	3.03	0.08
7	Jul	31	8.70	0.03	0.00	8.72	8.81	3.05	0.08
8	Ago	31	8.57	0.02	0.00	8.59	8.86	3.22	0.08
9	Sep	30	8.96	0.01	0.00	8.97	8.83	3.07	0.08
10	Oct	31	1.89	0.01	0.03	1.77	1.11	0.44	0.08
11	Nov	30	2.85	0.00	0.00	2.85	6.20	0.79	0.08
12	Dic	31	8.80	0.00	0.01	8.80	8.84	2.46	0.08
	Año	365	127.64	0.29	0.29	18.84	1.88	4.16	0.08

CUADRO N° 53
CALCULO DE CAUDALES CALIBRACION DEL MODELO
MICROCUENCA TAMBO

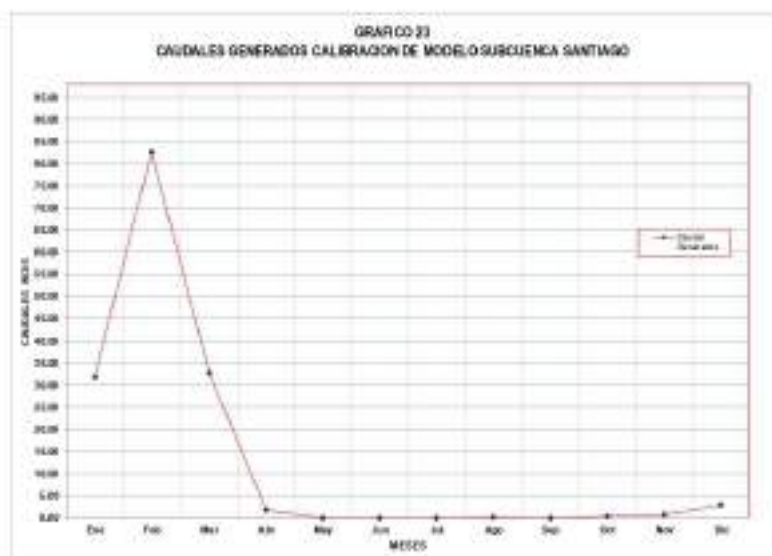
N°	Mes	N° Dias	PE	Gasto de Retención	Abast. de la Retención	Caudal Generados			Caudales Aforados
		dias	mm/mes	Q_r (mm/mes)	A_r (mm/mes)	mm/mes	m³/s	Ltsseg/Km2	m³/s
1	Ene	31	48.93	0.00	0.11	48.93	8.45	17.92	0.08
2	Feb	28	112.77	0.00	0.02	112.75	21.98	46.00	0.08
3	Mar	31	48.81	0.00	0.01	48.80	8.74	18.52	0.08
4	Abr	30	2.79	0.06	0.00	2.85	0.52	1.10	0.08
5	May	31	8.86	0.04	0.00	8.70	0.62	0.04	0.08
6	Jun	30	8.80	0.03	0.00	8.83	0.80	0.01	0.08
7	Jul	31	8.82	0.02	0.00	8.83	0.81	0.01	0.08
8	Ago	31	8.77	0.01	0.00	8.76	0.85	0.11	0.08
9	Sep	30	8.94	0.01	0.00	8.95	0.81	0.02	0.08
10	Oct	31	8.58	0.00	0.02	8.56	0.70	0.21	0.08
11	Nov	30	1.85	0.00	0.00	1.85	0.19	0.40	0.08
12	Dic	31	4.82	0.00	0.01	4.81	0.81	1.72	0.08
	Año	365	218.91	0.16	0.16	18.33	2.41	7.22	0.08

CUADRO N° 54
CALCULO DE CAUDALES CALIBRACION DEL MODELO
MICROCUENCA OLAYA

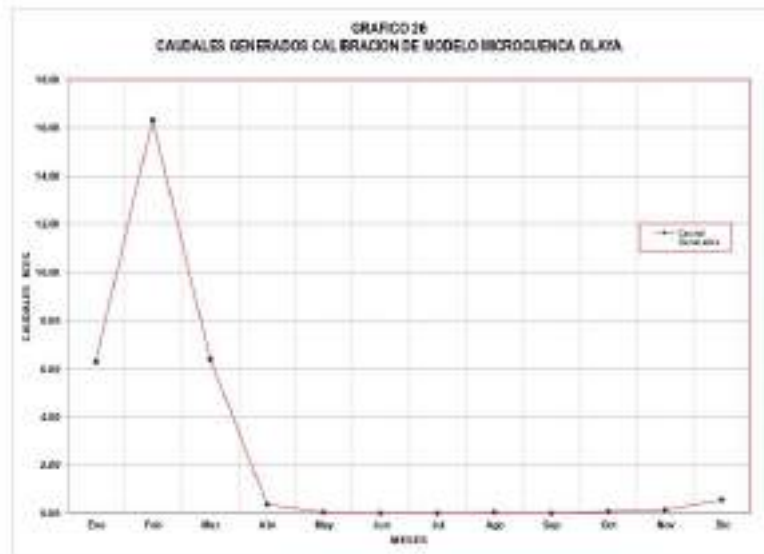
N°	Mes	N° Dias	PE	Gasto de Retención	Abast. de la Retención	Caudal Generados			Caudales Aforados
		dias	mm/mes	Q_r (mm/mes)	A_r (mm/mes)	mm/mes	m³/s	Ltsseg/Km2	m³/s
1	Ene	31	48.86	0.00	0.15	48.71	8.27	18.56	0.08
2	Feb	28	116.73	0.00	0.03	116.68	16.38	43.24	0.08
3	Mar	31	58.82	0.00	0.01	58.81	8.39	18.90	0.08
4	Abr	30	2.87	0.09	0.00	2.76	0.36	1.06	0.08
5	May	31	8.96	0.06	0.00	8.71	0.81	0.04	0.08
6	Jun	30	8.80	0.04	0.00	8.84	0.80	0.01	0.08
7	Jul	31	8.82	0.02	0.00	8.84	0.81	0.01	0.08
8	Ago	31	8.76	0.01	0.00	8.77	0.83	0.10	0.08
9	Sep	30	8.94	0.01	0.00	8.95	0.81	0.02	0.08
10	Oct	31	8.55	0.01	0.02	8.53	0.87	0.20	0.08
11	Nov	30	8.89	0.00	0.00	8.89	0.13	0.36	0.08
12	Dic	31	4.52	0.00	0.01	4.51	0.57	1.66	0.08
	Año	365	226.31	0.23	0.23	18.86	2.81	7.43	0.08

CUADRO N° 35
CALCULO DE CAUDALES CALIBRACION DEL MODELO
MICROCUEVA SANGAYMCO

N°	Mes	N° Dias	PE	Sinco de Retención	Abast. de la Retención	Caudal Generados				Caudales Aflores
		dias	mm/mes	Q _r (mm/mes)	A _r (mm/mes)	mm/mes	m³/s	LT/seg/Km2	m³/s	
1	Ene	31	48.80	0.00	0.15	49.71	8.35	18.50	0.00	
2	Feb	28	116.73	0.00	0.03	116.68	16.58	45.24	0.00	
3	Mar	31	58.62	0.00	0.01	59.61	8.90	18.90	0.00	
4	Abr	30	2.67	0.09	0.00	2.76	0.37	1.06	0.00	
5	May	31	0.96	0.06	0.00	0.11	0.01	0.04	0.00	
6	Jun	30	0.90	0.03	0.00	0.83	0.00	0.01	0.00	
7	Jul	31	0.82	0.02	0.00	0.84	0.01	0.01	0.00	
8	Ago	31	0.26	0.01	0.00	0.27	0.00	0.10	0.00	
9	Sep	30	0.94	0.01	0.00	0.85	0.01	0.02	0.00	
10	Oct	31	0.55	0.01	0.02	0.53	0.07	0.20	0.00	
11	Nov	30	0.39	0.00	0.00	0.39	0.13	0.38	0.00	
12	Dic	31	4.52	0.00	0.01	4.51	0.50	1.09	0.00	
	Año	365	326.31	0.23	0.23	18.88	2.86	7.43	0.00	







3.5.12. Simulación

Una vez realizada la calibración, podemos realizar la simulación de caudales en los puntos de interés, utilizando los valores de los parámetros ajustados previamente.

La simulación, para nuestro caso fue en la altitud de frecuencia media de la subcuenca y las microcuencas de los ríos mencionados respectivamente, tomando como estaciones de aforo los puntos de interés de la cuenca, el cual encierra un área de 1752.40, 259.05, 471.72, 338 y 344 Km².

Como resultados de La Simulación, se obtienen los caudales medios mensuales, para el período 1,980 – 2,014; las que se muestran en los Cuadros siguientes, oferta de agua en el ámbito del proyecto.

3.5.13. Generación de Caudales mensuales para periodos extendidos

A fin de generar una serie sintética de caudales para periodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, según la ecuación siguiente, con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación siguiente.

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

$$Q = g(PE_t)$$

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

$$Z = z(S)\sqrt{(1-r^2)}$$

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales es:

$$Q_t = B1 + B2(Q_{t-1}) + B3(PE_t) + z(S)\sqrt{1-r^2}$$

Donde:

Q_t = Caudal del mes t

Q_{t-1} = Caudal del mes anterior

PE_t = Precipitación efectiva del mes

$B1$ = Factor constante o caudal básico.

Se calcula los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión lineal 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 tales como el SilH).

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

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

Los valores generados de gasto de la microcuenca en estudio se presentan en los Cuadros siguientes Oferta de Agua en el Ámbito del Proyecto.

CUADRO N° 56
PARAMETROS DE REGRESION TRIPLE PARA EL CALCULO DE CAUDALES MENSUALES PARA PERIODOS ESTENDIDOS
SUBCUENCA SANTIAGO

N°	Mes	CAUDALES GENERADOS				PER	CALCULOS					
		Q1	Q11	Q1	Q11		Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	
		m3/s	m3/s	m3/s	m3/s							
1	Ene	21.06	3.00	49.73	4.58	33.43	224.79	223.28	283.71	38.99	244.81	284.81
2	Feb	83.11	31.88	114.26	48.75	118.57	1938.11	5367.94	16541.99	2324.73	5778.38	16059.47
3	Mar	33.73	83.77	50.00	114.38	54.75	286.47	5715.49	2271.86	15925.71	6255.41	2667.38
4	Abr	1.87	33.73	2.75	36.06	3.24	1.83	136.88	8.85	2588.47	182.18	19.53
5	May	8.08	1.87	6.97	3.34	6.97	0.00	0.19	0.00	1.82	0.29	9.88
6	Jun	8.08	0.88	6.08	0.01	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Jul	8.02	0.88	6.02	0.01	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Ago	8.18	0.82	6.17	0.03	6.32	0.01	0.08	8.89	0.03	0.01	8.19
9	Sep	8.03	0.18	6.35	0.27	6.35	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
10	Oct	8.37	0.35	6.38	0.06	6.88	0.33	0.00	6.38	0.00	0.33	8.46
11	Nov	8.89	0.37	1.38	0.58	1.23	1.85	0.58	1.38	6.32	0.89	1.38
12	Dic	1.00	0.88	4.38	1.82	5.18	26.89	4.89	24.34	1.25	5.44	28.23
SUMA =				221.34	221.34	221.88	17985.34	11848.23	18834.37	17985.34	12448.83	18862.41
Xn1 =	8.53		3.78	13840.88		322 =	13840.88		81 =	-8.028	1 =	1.88
Xn2 =	8.51		5.92	7528.56		323 =	8043.98		82 =	-8.874	5 =	8.85
Xn3 =	9.81		5.02	14535.46		325 =	8244.11		83 =	0.980		

CUADRO N° 67
PARAMETROS DE REGRESION TRIPLE PARA EL CALCULO DE CAUDALES MENSUALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS
MICRO CUENCA TAMBILLOS

N°	Mes	CAUDALES OBSERVADOS					FE II						
		Q1	Q11	Q1	Q11	FE1	CALCULO						
		m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17
1	Ene	3.25	0.04	22.27	0.58	11.19	541.55	152.21	383.08	41.38	35.28	148.58	
2	Feb	3.08	2.25	25.48	25.27	30.98	305.88	1289.54	1775.54	541.55	728.45	898.45	
3	Mar	3.21	5.93	30.29	56.44	11.74	1134.22	1845.38	946.52	3030.88	943.15	314.75	
4	Abr	3.41	3.21	4.89	35.23	2.08	25.35	155.88	9.35	1164.22	88.31	3.88	
5	May	3.08	0.67	9.25	4.89	9.88	0.04	1.39	0.04	21.55	8.44	8.91	
6	Jun	3.01	0.33	0.37	0.35	0.35	0.09	0.32	0.09	0.09	5.88	8.88	
7	Jul	3.04	0.31	0.12	0.67	9.98	0.01	9.95	0.01	0.01	8.88	8.88	
8	Ago	3.08	0.01	0.59	0.12	3.25	0.15	0.07	0.15	0.04	8.83	8.88	
9	Sep	3.02	0.08	0.17	0.59	9.97	0.03	0.19	0.01	0.35	8.84	8.81	
10	Oct	3.11	0.82	1.17	0.17	0.52	1.37	0.29	0.46	0.32	8.88	8.27	
11	Nov	3.30	0.11	2.35	1.17	9.89	4.19	2.49	1.83	1.37	3.85	8.88	
12	Dic	3.64	0.78	6.58	2.05	2.98	43.38	12.48	19.52	4.19	8.35	8.88	
TOTAL				121.44	121.44	47.14	4287.97	3487.48	2629.33	4191.17	1887.37	928.79	
N11 =		10.64		57.7	1400.18	582	2400.18		81	0.954		1	1.88
N12 =		10.64		57.8	2098.48	582	1132.38		82	0.022		5	8.25
N13 =		5.85		57.9	3989.77	582	1582.34		83	1.789			

CUADRO N° 09
PARAMETROS DE REGRESION TRIPLE PARA EL CALCULO DE CAUSALES MENSUALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS
NECROUS MCA OLAYA

N°	Mes	CAUSALES OBSERVADOS					FE S						CALCULO					
		Qr miles	Q+1 miles	Qr miles	Q+1 miles	FE miles	FE miles	FE miles	FE miles	FE miles	FE miles	FE miles	X11	X12	X13	X14	X23	X24
1	Ene	8.31	0.52	48.71	4.51	16.57	1405.80	228.32	277.71	30.37	252.76	827.57						
2	Feb	8.30	0.57	116.99	96.71	121.93	13811.21	6800.29	14199.17	3430.66	9095.62	14761.48						
3	Mar	8.30	18.28	53.52	116.60	90.69	2501.64	8906.13	2980.28	13017.21	6015.48	2713.83						
4	Abr	8.36	0.39	2.79	50.47	3.09	7.61	139.66	9.11	2961.94	97.17	12.91						
5	May	8.01	0.26	0.11	2.36	0.07	0.01	0.25	0.01	7.61	0.26	0.01						
6	Jun	8.00	0.31	0.36	0.11	0.09	0.09	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00						
7	Jul	8.01	0.38	0.94	0.04	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
8	Ago	8.03	0.31	0.27	0.04	0.03	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01						
9	Sep	8.01	0.01	0.36	0.07	0.05	0.09	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00						
10	Oct	8.07	0.01	0.53	0.05	0.08	0.28	0.03	0.36	0.36	0.04	0.47						
11	Nov	8.13	0.87	6.99	0.03	1.25	0.96	0.52	1.73	0.28	0.96	1.98						
12	Dic	8.07	0.13	4.52	0.96	5.45	20.37	6.45	16.93	0.96	0.96	29.79						
				330.31	330.31	342.36	14670.60	15595.74	14670.60	14670.60	14670.60	2701.04						
Xr1 =	8.80		S1 =	3460.74		S2 =	14410.74		S3 =	-0.280		S4 =	1.00					
Xr2 =	8.80		S1 =	1007.55		S2 =	3490.34		S3 =	-0.016		S4 =	1.00					
Xr3 =	20.46		S1 =	1521.40		S2 =	10154.87		S3 =	0.963								

CUADRO Nº 81
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA EN SUBSECUENCIA SANTIAGO

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1980	54.91	97.75	32.72	24.3	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.00	184.67
1981	48.98	127.67	52.72	5.21	0.05	0.00	0.00	0.44	0.02	0.00	0.00	0.00	246.67
1982	16.78	62.66	36.64	1.71	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	109.54
1983	16.46	62.76	14.71	6.23	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.56
1984	75.91	6.73	10.25	1.81	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	100.11
1985	6.50	186.86	30.71	0.76	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.08
1986	166.63	186.80	16.41	0.76	0.10	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	353.58
1987	16.17	11.49	11.46	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.50
1988	194.27	170.83	44.96	2.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	367.50
1989	34.96	171.80	110.80	0.49	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	396.88
1990	15.51	30.72	42.49	2.61	0.16	0.00	0.00	1.00	0.00	0.10	0.00	0.00	100.87
1991	100.00	17.65	30.63	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	210.54
1992	12.74	18.28	11.10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.14
1993	25.92	64.58	127.45	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.02
1994	194.70	189.58	44.28	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	388.66
1995	182.34	232	87.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	269.28
1996	6.81	109.71	12.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.58
1997	6.86	18.96	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.21	0.10	0.00	0.00	10.94
1998	0.00	103.94	80.27	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.14
1999	28.91	0.00	100.81	0.14	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.08
2000	184.35	109.57	86.98	4.90	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	374.98
2001	184.27	0.00	47.98	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	232.25
2002	2.28	88.98	78.44	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	167.70
2003	4.10	30.83	20.88	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.11
2004	17.10	48.88	36.88	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	103.78
2005	30.28	34.21	11.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	75.74
2006	87.10	11.71	119.88	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	219.78
2007	2.91	1.00	86.14	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.05
2008	0.00	0.00	86.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.50
2009	194.69	121.28	78.28	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	378.25
2010	0.00	18.61	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.81
2011	96.96	0.00	12.62	1.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.68
2012	20.27	0.00	122.30	30.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	153.45
2013	6.90	88.81	48.71	0.00	0.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	135.21
2014	22.96	4.08	121.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	148.88

CUADRO Nº 82
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA EN SUBSECUENCIA TAMBILLOS

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1980	32.91	97.75	32.72	24.3	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.00	184.67
1981	48.98	127.67	52.72	5.21	0.05	0.00	0.00	0.44	0.02	0.00	0.00	0.00	246.67
1982	16.78	62.66	36.64	1.71	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	109.54
1983	16.46	62.76	14.71	6.23	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.56
1984	75.91	6.73	10.25	1.81	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	100.11
1985	6.50	186.86	30.71	0.76	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.08
1986	166.63	186.80	16.41	0.76	0.10	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	353.58
1987	16.17	11.49	11.46	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.50
1988	194.27	170.83	44.96	2.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	367.50
1989	34.96	171.80	110.80	0.49	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	396.88
1990	15.51	30.72	42.49	2.61	0.16	0.00	0.00	1.00	0.00	0.10	0.00	0.00	100.87
1991	100.00	17.65	30.63	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	210.54
1992	12.74	18.28	11.10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.14
1993	25.92	64.58	127.45	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.02
1994	194.70	189.58	44.28	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	388.66
1995	182.34	232	87.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	269.28
1996	6.81	109.71	12.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.58
1997	6.86	18.96	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.21	0.10	0.00	0.00	10.94
1998	0.00	103.94	80.27	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.14
1999	28.91	0.00	100.81	0.14	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.08
2000	184.35	109.57	86.98	4.90	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	374.98
2001	184.27	0.00	47.98	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	232.25
2002	2.28	88.98	78.44	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	167.70
2003	4.10	30.83	20.88	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.11
2004	17.10	48.88	36.88	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	103.78
2005	30.28	34.21	11.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	75.74
2006	87.10	11.71	119.88	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	219.78
2007	2.91	1.00	86.14	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.05
2008	0.00	0.00	86.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.50
2009	194.69	121.28	78.28	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	378.25
2010	0.00	18.61	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.81
2011	96.96	0.00	12.62	1.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.68
2012	20.27	0.00	122.30	30.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	153.45
2013	6.90	88.81	48.71	0.00	0.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	135.21
2014	22.96	4.08	121.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	148.88

CUADRO 1F-13
CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN EFECTIVA DEL FRECUENCIA TRABAJO

[illegible]

CUADRO N° 16
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA DE MERCURIO Y DE AZÚCAR

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
1982	36.37	32.93	38.37	25.1	3.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	182.58
1983	31.34	32.94	36.59	34.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	205.86
1984	11.30	36.47	36.75	1.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	196.06
1985	11.30	34.68	34.67	6.71	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.10
1986	19.68	0.00	36.06	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.37
1987	6.40	120.27	21.30	5.23	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	153.20
1988	32.89	136.39	49.89	32.1	0.0	0.00	0.00	2.27	0.00	0.00	0.00	0.00	220.66
1989	30.61	34.38	11.06	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.80
1990	120.00	175.24	51.30	3.90	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	320.42
1991	39.58	32.70	111.77	37.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.35
1992	15.28	25.82	32.41	2.60	0.0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.70
1993	120.91	97.94	37.17	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	254.86
1994	11.30	81.66	11.00	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.95
1995	25.28	68.57	103.11	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.69
1996	19.44	107.39	46.00	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	253.23
1997	170.03	2.83	60.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	233.76
1998	5.28	107.50	13.30	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.28
1999	8.89	10.51	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.34	0.00	0.00	0.00	22.36
2000	0.00	3.86	38.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.50
2001	20.20	0.00	604.10	6.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	630.50
2002	170.27	130.92	39.14	4.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	344.63
2003	180.20	0.00	36.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.20
2004	1.30	60.92	18.10	1.24	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.76
2005	4.00	36.87	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.87
2006	19.10	50.81	27.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.61
2007	30.00	30.87	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.17
2008	62.30	1.31	110.80	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.01
2009	1.00	1.67	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67
2010	0.00	0.00	07.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
2011	100.00	120.70	30.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	250.70
2012	21.30	0.00	114.50	36.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	172.10
2013	6.00	31.46	52.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.76
2014	18.44	1.70	120.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	141.94

CUADRO N° 15
CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DIRECTA POR MICROCUENCA SANCAYAC

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1998	25.81	38.76	37.36	2.71	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	7.47	0.57	2.71	91.42
1999	39.54	136.26	131.41	4.77	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	275.89
2000	14.74	71.54	36.77	1.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	122.29
2001	12.36	39.44	13.08	0.88	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.94
2002	52.36	93.36	17.94	1.74	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	2.38	14.71	200.89
2003	8.38	120.88	16.24	2.08	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.68
2004	138.68	133.71	14.32	0.38	0.18	0.00	0.00	0.00	2.07	0.01	0.01	0.00	273.87
2005	55.61	84.96	17.72	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	157.46
2006	77.24	36.76	38.26	0.26	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.57	0.00	163.20
2007	26.48	133.41	68.64	5.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	211.29
2008	13.86	21.74	28.46	2.64	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.00	65.11
2009	177.97	98.96	34.98	2.74	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	205.05
2010	8.26	24.24	0.41	2.04	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	34.91
2011	20.71	48.26	136.20	3.47	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	205.68
2012	65.61	136.87	37.86	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	240.68
2013	55.35	2.87	96.96	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	154.08
2014	8.38	98.93	17.12	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	121.68
2015	8.26	14.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.05
2016	18.26	17.12	74.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.70
2017	25.94	0.00	48.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.15
2018	109.39	108.94	78.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	296.38
2019	87.71	0.00	103.13	6.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.72
2020	1.17	91.52	47.48	0.07	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.82
2021	4.34	30.70	15.77	0.26	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.58
2022	12.48	46.32	22.17	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82.63
2023	27.98	34.76	11.91	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.77
2024	70.98	0.00	738.18	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	810.03
2025	0.00	0.00	46.13	1.80	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00
2026	50.54	0.00	75.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	125.80
2027	39.48	134.48	95.12	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	1.26	269.32
2028	7.27	33.81	8.87	5.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.42
2029	139.03	89.11	12.71	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	241.25
2030	15.91	0.00	117.03	26.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	0.00	0.00	160.01
2031	8.38	178.94	48.38	0.38	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	237.95
2032	11.77	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00

CUADRO Nº 18
CARGALES GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS SUBCUEVA SANTIAGO (metres)
MODELO DE LITZ SCHULZ

Ann	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
1986	52.54	91.58	119.56	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.67	8.57	294	712.00
1987	46.56	121.31	96.00	4.00	0.00	0.00	0.00	4.57	0.00	0.00	0.41	544	665.00
1988	15.88	85.64	36.27	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300	90.00
1989	15.11	95.73	11.29	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	111	99.00
1990	7.13	5.86	15.43	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00
1991	12.77	138.80	116.64	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.36	374.00
1992	55.27	139.31	61.00	2.36	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.04	111	369.00
1993	56.11	98.54	11.71	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300	105.00
1994	798.00	105.80	60.57	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	153	214.00
1995	32.86	104.81	125.86	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	209	357.00
1996	14.42	11.76	46.37	2.94	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.20	8.31	56.00
1997	125.10	91.09	34.91	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	126	291.00
1998	8.62	75.21	10.42	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300	91.00
1999	22.75	61.76	121.19	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	269.00
2000	100.25	171.59	42.30	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	422	270.00
2001	103.12	2.57	89.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	268	99.00
2002	4.96	91.22	11.39	5.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31	30.00
2003	7.34	17.14	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	16.61	66.00
2004	0.36	92.83	86.70	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	736	76.00
2005	26.55	0.00	85.73	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152	102.00
2006	188.66	104.80	48.86	8.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.26	360.00
2007	36.89	4.08	65.96	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142	100.00
2008	1.39	10.61	11.31	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	318	150.00
2009	3.17	21.33	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	134	12.00
2010	19.29	40.25	35.94	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.91	70.00
2011	36.36	11.67	11.60	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.48	70.00
2012	49.10	12.89	114.50	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	227	159.00
2013	2.75	9.79	47.93	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	139	104.00
2014	0.00	0.00	89.67	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	134	84.00
2015	775.66	125.76	35.44	4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.07	914.00
2016	8.96	11.96	1.34	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	582	10.00
2017	50.75	0.00	11.85	58.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	827	71.75
2018	19.16	0.00	136.79	35.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	696	369.00
2019	6.52	53.16	17.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	209	366.00
2024	21.94	1.19	148.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	365.00

CUADRO 1F-17
CÁLCULOS GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS MICROSENYA TAMILLOS (continúa)
MODELO DE LUTZ SCHOLZ

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1980	81.32	152.91	22.67	5.70	0.65	0.07	0.34	0.38	0.01	15.28	1.32	0.70	303.81
1981	81.38	227.59	112.89	28.4	0.65	0.38	0.78	0.88	0.31	7.38	1.37	1.18	485.22
1982	10.61	98.79	68.03	1.64	0.48	0.18	0.91	0.37	0.58	11.12	0.48	0.37	261.61
1983	20.04	112.18	25.47	12.08	0.80	0.39	0.58	0.38	0.38	0.57	1.19	0.87	265.08
1984	19.30	11.88	24.38	2.06	1.28	0.38	0.40	0.38	0.31	5.15	4.85	20.64	260.61
1985	12.14	242.95	27.28	5.88	0.87	0.17	0.48	0.48	1.08	8.28	0.34	0.08	318.45
1986	190.35	240.51	114.85	28.4	0.54	0.38	0.47	0.38	1.15	8.80	1.38	0.88	588.25
1987	198.88	161.88	21.24	1.75	0.24	0.88	0.88	0.38	8.75	1.11	1.38	0.37	471.11
1988	227.85	187.88	91.88	0.64	0.74	0.37	0.87	0.40	0.40	9.85	1.40	0.12	581.45
1989	42.98	188.81	187.27	0.48	0.68	0.17	0.87	0.40	0.80	13.88	1.38	0.58	483.34
1990	28.14	112.21	18.38	0.87	0.59	0.17	0.88	2.28	0.31	11.17	10.58	141.11	394.28
1991	228.02	221.88	49.87	0.38	0.11	0.38	0.88	0.87	3.02	13.88	4.77	0.42	483.88
1992	18.88	188.88	28.12	0.87	0.18	0.17	0.88	0.80	0.47	10.28	0.37	0.38	383.88
1993	44.38	118.38	127.26	11.38	0.35	0.38	0.58	0.34	0.27	4.74	5.15	0.25	464.28
1994	288.01	271.37	78.38	0.81	0.38	0.38	0.48	0.48	0.88	9.88	1.38	0.30	581.08
1995	190.39	1.54	188.47	1.91	0.35	0.38	0.57	0.37	0.57	12.25	11.49	0.82	388.05
1996	10.28	188.28	24.42	11.15	0.38	0.38	0.85	0.82	0.38	8.87	0.25	0.12	261.28
1997	15.15	21.98	1.72	0.17	0.35	0.38	0.97	1.14	3.88	8.88	0.35	0.12	161.11
1998	2.38	188.81	158.78	1.85	0.42	0.38	0.47	0.38	7.11	3.12	1.75	15.88	387.18
1999	10.48	0.38	178.38	11.18	0.78	0.48	0.41	0.48	0.88	11.28	0.82	0.88	383.17
2000	228.12	181.58	154.48	0.38	0.71	0.38	0.82	0.37	0.58	8.27	0.44	0.18	482.14
2001	188.08	0.38	181.74	12.38	0.18	0.38	0.88	0.38	1.97	15.22	0.80	0.38	383.38
2002	4.38	181.88	188.48	11.28	0.30	0.48	0.88	0.48	0.11	4.38	0.12	0.17	482.22
2003	7.38	181.27	18.38	0.88	0.17	0.82	0.34	0.27	0.72	1.88	21.48	0.38	383.88
2004	20.88	181.88	48.15	2.47	0.25	0.34	2.18	0.42	1.15	2.58	0.38	0.21	383.88
2005	55.38	112.25	24.15	1.88	0.27	0.27	0.42	0.28	1.42	5.88	0.25	0.87	261.28
2006	188.11	181.54	110.31	5.18	0.34	0.38	0.48	0.37	1.11	8.14	0.88	4.58	482.14
2007	8.38	112.27	89.88	0.88	0.25	0.27	0.88	0.50	0.42	10.22	0.88	1.28	383.38
2008	8.12	1.38	182.81	10.18	0.24	0.38	0.88	0.42	0.22	8.28	0.38	0.78	383.37
2009	219.30	212.31	181.48	8.88	0.29	0.27	0.42	0.38	0.21	8.22	5.90	0.12	483.14
2010	0.82	21.88	15.84	0.88	0.38	0.38	0.88	0.80	0.42	1.88	0.48	11.81	484.2
2011	170.80	0.27	21.88	11.42	0.17	0.27	0.84	0.25	0.58	2.28	1.47	0.14	383.55
2012	18.18	0.38	228.88	88.88	0.88	0.38	0.38	0.88	0.87	8.88	0.38	11.82	383.88
2013	15.28	181.31	88.88	0.34	1.15	0.15	0.58	0.37	0.87	18.12	1.38	0.24	283.88
2014	41.21	1.81	228.71	0.35	0.38	0.38	0.38	0.38	0.47	0.25	0.15	3.55	283.88

CUADRO 1F-18
CÁLCULOS GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS MICROSENYA TAMILLOS (continúa)
MODELO DE LUTZ SCHOLZ

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1980	21.22	88.98	32.17	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.75	0.40	0.07	188.28
1981	16.44	128.87	88.98	4.88	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.88	0.48	1.44	283.18
1982	11.11	88.78	88.98	1.48	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.88	0.00	0.00	188.18
1983	15.88	88.78	11.11	0.81	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.34	1.08	283.00
1984	10.98	11.81	18.81	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.28	18.88	283.48
1985	6.28	112.21	15.84	2.81	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.48	0.88	283.14
1986	188.00	111.38	18.28	2.88	0.00	0.00	0.00	1.38	0.88	0.88	0.87	0.24	383.00
1987	88.88	87.77	11.82	1.81	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.44	0.00	383.88
1988	178.82	181.37	48.24	2.84	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.48	0.08	483.48
1989	12.18	112.28	181.54	0.18	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.08	283.88
1990	14.18	18.88	48.28	2.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.44	0.08	383.88
1991	58.11	82.27	14.88	2.48	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	1.12	0.34	0.12	383.78
1992	1.38	112.24	181.54	2.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.08	483.88
1993	25.71	188.48	181.78	9.11	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	2.48	4.58	283.88
1994	181.58	181.34	41.88	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.08	383.88
1995	181.38	2.48	181.78	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.18	383.88
1996	8.12	188.88	11.34	5.82	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.48	483.88
1997	0.28	181.75	0.47	0.88	0.00	0.00	0.88	1.00	0.88	0.88	0.88	0.27	383.88
1998	0.38	81.44	81.88	0.18	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.08	383.88
1999	25.27	0.88	18.78	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.40	0.08	383.88
2000	188.88	181.28	18.88	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2001	181.88	0.88	18.87	0.17	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	1.72	0.08	383.88
2002	1.18	14.78	11.11	5.72	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.14	0.18	383.88
2003	2.77	181.58	18.15	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2004	15.18	48.38	18.18	1.88	0.00	0.00	0.78	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2005	10.41	11.81	11.48	0.18	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2006	81.78	48.88	181.32	1.34	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2007	2.82	8.88	48.37	1.81	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.42	383.88
2008	8.88	0.88	18.78	5.14	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2009	112.22	11.17	12.15	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	1.12	383.88
2010	0.38	181.82	1.88	2.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2011	181.47	0.88	11.82	0.12	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.48	383.88
2012	181.38	0.88	181.88	18.18	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2013	8.88	181.78	48.24	0.88	0.25	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88
2014	21.38	1.88	112.21	0.88	0.00	0.00	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	383.88

CUADRO Nº 8
CAUDALES GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS DE FRECUENCIA ALTA (mm/h)
MODELO DE LETZ-SCHOLZ

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
1980	33.36	81.73	28.88	2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.99	0.00	0.00	169.11
1981	38.62	110.89	32.76	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	255.17
1982	45.19	91.89	36.98	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	183.09
1983	15.21	81.68	13.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1984	71.15	0.00	79.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	151.52
1985	8.82	120.82	78.81	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	210.40
1986	65.14	129.70	35.93	2.74	0.00	0.00	0.00	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	245.69
1987	85.82	85.82	12.00	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.69
1988	120.12	109.59	48.48	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	280.65
1989	10.48	87.88	108.87	7.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	206.35
1990	15.00	93.37	44.98	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	155.42
1991	105.28	54.85	35.71	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.47
1992	70.39	78.64	10.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.78
1993	23.86	85.42	178.28	8.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	296.13
1994	170.42	101.79	42.43	4.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	319.20
1995	107.32	2.33	85.72	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.92
1996	4.77	162.30	12.38	6.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.92
1997	7.38	17.78	0.34	0.00	0.00	0.00	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.68
1998	0.00	109.86	86.42	3.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.20
1999	27.48	0.00	88.80	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.31
2000	129.43	100.28	86.32	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	317.51
2001	102.80	0.00	38.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	141.74
2002	1.00	98.98	14.64	5.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.73
2003	3.86	29.11	78.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111.85
2004	78.88	48.87	38.38	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	167.37
2005	36.10	113.77	12.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	162.69
2006	87.42	1.84	101.44	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	190.94
2007	2.34	8.87	80.27	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.95
2008	3.28	0.00	95.35	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.03
2009	164.47	129.39	78.83	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	378.97
2010	0.00	11.88	7.47	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.12
2011	78.23	0.00	71.88	88.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00
2012	20.20	0.00	111.81	36.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	168.31
2013	0.00	71.28	46.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.85
2014	20.38	1.58	110.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	132.78

CUADRO Nº 9
CAUDALES GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS DE FRECUENCIA BAJA (mm/h)
MODELO DE LETZ-SCHOLZ

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
1980	24.78	11.86	28.97	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.54
1981	27.48	129.74	48.12	4.12	0.00	0.00	0.00	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	185.70
1982	11.72	71.23	18.27	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.28
1983	11.20	52.05	11.32	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.62
1984	85.75	84.88	19.91	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.74
1985	8.86	128.23	10.71	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250.76
1986	127.98	129.82	10.43	2.98	0.00	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	273.94
1987	52.85	95.57	10.84	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	159.48
1988	189.00	89.88	27.22	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	299.38
1989	20.08	128.80	32.78	2.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	264.30
1990	12.03	78.88	38.78	2.24	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	124.57
1991	112.10	11.88	12.82	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138.88
1992	7.32	89.28	8.91	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.30
1993	19.41	41.78	113.20	8.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	182.42
1994	88.88	109.88	8.88	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	209.55
1995	84.28	1.20	82.51	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	171.39
1996	5.54	81.28	10.84	4.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.37
1997	7.98	11.82	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	21.53
1998	8.86	88.51	71.82	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.20
1999	72.98	0.00	10.87	5.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.19
2000	122.82	85.48	14.87	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	225.37
2001	85.28	0.00	88.88	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.97
2002	2.71	88.88	88.88	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	186.28
2003	5.81	88.88	18.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.50
2004	11.88	38.84	21.88	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.59
2005	88.88	28.83	11.88	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.69
2006	87.23	105.10	118.27	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	311.68
2007	2.84	4.37	21.81	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.35
2008	60.28	0.00	11.18	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.46
2009	88.78	118.27	82.88	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	293.74
2010	8.87	10.33	7.87	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.16
2011	108.25	88.88	11.18	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.15
2012	14.48	0.00	111.88	24.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	151.34
2013	3.86	105.51	88.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	198.25
2014	15.18	0.78	104.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	120.21

CUADRO Nº 71
CAUDALES GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS SUBCUENCA SANTIAGO (m³/s)
MODELO DE LETZ-SCHOLZ

Año de Cuenca =		TTELA KM²												Promedio
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
1986	21.26	67.86	21.91	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.74	0.28	1.74	9.87	
1987	30.52	88.63	30.21	3.30	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	2.07	10.65	
1988	10.38	64.21	22.75	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.27	
1989	10.38	43.56	6.78	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	3.35	8.85	
1990	14.38	4.28	10.05	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	6.58	4.25	
1991	0.00	34.46	11.88	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.12	
1992	55.77	54.64	48.32	1.88	0.00	0.00	0.00	7.25	0.00	0.00	0.46	5.58	17.81	
1993	36.98	64.10	8.24	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	9.22	
1994	77.80	76.68	36.43	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.58	10.60	
1995	21.52	77.40	18.36	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	1.50	14.55	
1996	9.50	14.23	30.33	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	50.24	8.86	
1997	81.98	38.89	22.87	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	2.28	1.66	10.89	
1998	6.30	34.35	8.83	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.77	
1999	15.52	44.70	19.87	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	3.02	10.59	
2000	11.94	82.29	27.88	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	2.08	10.66	
2001	67.94	1.67	54.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	10.88	
2002	3.38	13.33	8.81	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.38	
2003	0.00	12.41	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.16	2.80	
2004	0.00	17.88	16.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	
2005	17.54	0.00	42.65	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.38	
2006	34.18	10.21	34.36	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.98	10.60	
2007	65.71	0.00	25.99	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.00	8.36	
2008	1.22	40.28	17.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	7.87	
2009	2.97	27.28	12.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.72	9.78	
2010	10.60	23.81	16.76	0.07	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	13.47	8.20	
2011	22.94	23.88	8.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.70	8.78	
2012	34.50	27.28	18.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	1.28	12.10	
2013	1.88	4.91	11.32	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.24	
2014	0.00	0.00	10.54	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	
2015	14.27	52.48	48.81	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	0.71	10.44	
2016	0.00	12.78	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	
2017	60.60	0.00	7.75	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.57	6.68	
2018	12.52	0.00	10.98	18.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73	10.18	
2019	2.82	30.48	11.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	8.27	
2020	14.29	7.64	17.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	
MED	36.79	34.64	22.88	2.79	0.00	0.00	0.40	0.28	0.07	0.74	0.88	6.38	10.88	
MDH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	
PRON	28.90	41.12	34.71	2.89	0.00	0.00	0.12	0.10	0.11	0.11	0.00	5.78	9.46	
PM (0.0000)	10.63	21.47	18.47	1.44	0.00	0.00	0.01	0.18	0.01	0.18	0.28	0.29	6.48	
Q (75%)	4.88	4.88	11.58	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	6.22	
Q (85%)	1.67	0.00	1.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	4.18	
Q (95%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	

CUADRO HP 72
CAUDALES GENERADOS PARA PERIODOS EXTENDIDOS MICROCUENCAS TAMBILLOS (m³/s)
MODELO DE LITZ SCHULZ

Año de Cuenca = 25.81 Km²													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
1986	9.36	14.67	8.08	9.47	8.36	8.04	8.81	8.34	8.05	7.46	8.15	8.54	8.79
1987	8.46	14.37	8.93	9.46	8.36	8.04	8.87	8.37	8.05	8.74	8.15	8.75	8.98
1988	2.34	17.88	8.08	9.34	8.85	8.04	8.85	8.36	8.05	7.88	8.36	8.05	8.81
1989	2.01	12.86	1.47	1.35	8.85	8.04	8.86	8.36	8.04	8.64	8.12	1.54	1.75
1990	12.36	1.25	1.83	8.86	8.12	8.05	8.85	8.85	8.04	8.86	8.46	2.86	1.81
1991	1.81	10.87	1.85	8.85	8.85	8.04	8.85	8.36	8.11	8.81	8.36	8.05	8.85
1992	18.46	26.86	11.12	8.85	8.85	8.04	8.85	8.42	8.11	8.84	8.15	1.58	4.86
1993	10.16	17.87	2.38	8.41	8.85	8.04	8.87	8.34	8.87	7.38	8.14	8.05	2.78
1994	21.42	27.16	8.47	8.87	8.85	8.86	8.86	8.84	8.84	8.73	8.15	8.78	4.85
1995	8.36	27.21	19.86	8.85	8.85	8.85	8.85	8.84	8.86	7.35	8.15	8.44	4.18
1996	2.03	3.88	1.35	8.36	8.85	8.04	8.86	8.32	8.85	1.18	1.85	11.86	1.85
1997	22.34	11.83	8.34	8.84	8.86	8.04	8.86	8.85	8.85	1.36	8.87	8.82	8.82
1998	1.85	14.86	1.85	8.85	8.85	8.04	8.86	8.85	8.85	8.87	8.85	8.85	1.71
1999	4.38	12.34	27.87	1.38	8.85	8.04	8.86	8.86	8.84	8.46	8.82	8.85	1.84
2000	19.86	22.83	7.88	8.86	8.86	8.85	8.84	8.85	8.86	8.86	8.14	8.85	4.82
2001	18.77	8.88	18.12	8.18	8.86	8.86	8.88	8.88	8.85	1.18	1.15	8.88	3.14
2002	8.87	26.16	2.87	1.11	8.85	8.04	8.88	8.88	8.85	8.87	8.85	8.15	2.15
2003	1.34	1.48	8.18	8.86	8.86	8.04	8.85	8.85	8.86	8.88	8.85	8.41	8.82
2004	8.88	18.76	15.46	8.18	8.86	8.86	8.88	8.88	8.11	8.25	8.17	1.85	3.12
2005	4.86	8.84	11.35	1.11	8.87	8.86	8.84	8.86	8.88	7.88	8.88	8.88	2.14
2006	22.18	38.73	14.84	8.84	8.87	8.86	8.88	8.86	8.86	8.88	8.84	8.42	8.85
2007	19.86	8.84	8.88	1.21	8.86	8.86	8.88	8.88	8.18	1.47	8.88	8.84	2.48
2008	8.46	11.12	11.88	1.11	8.87	8.86	8.87	8.86	8.84	8.81	8.85	8.17	2.32
2009	8.77	8.81	1.48	8.86	8.85	8.85	8.85	8.85	8.84	8.85	8.17	2.48	1.18
2010	2.38	8.88	4.88	8.36	8.86	8.84	8.21	8.86	8.11	8.34	8.86	8.85	1.88
2011	8.28	8.88	2.34	8.11	8.86	8.86	8.84	8.85	8.15	8.48	8.86	8.84	1.88
2012	15.12	8.48	28.82	8.22	8.85	8.86	8.84	8.85	8.15	8.88	8.85	8.42	1.78
2013	8.36	1.48	8.88	8.27	8.86	8.86	8.88	8.88	8.84	1.88	8.18	8.32	1.86
2014	8.84	8.84	14.36	1.35	8.86	8.86	8.88	8.86	8.84	8.21	8.86	8.85	1.84
2015	20.44	25.42	11.88	8.87	8.85	8.86	8.84	8.86	8.86	8.81	8.88	8.26	8.17
2016	8.36	1.88	1.44	8.88	8.85	8.86	8.88	8.88	8.84	7.35	8.87	1.12	8.78
2017	18.12	8.84	2.21	1.34	8.86	8.85	8.88	8.86	8.86	8.21	8.15	1.32	1.88
2018	2.18	8.84	28.82	8.86	8.85	8.86	8.84	8.86	8.87	8.87	8.85	1.38	2.81
2019	1.28	18.87	8.88	8.28	8.17	8.87	8.88	8.86	8.87	8.88	8.18	8.88	1.88
2020	8.36	8.82	21.35	8.28	8.86	8.86	8.88	8.86	8.85	8.81	8.88	8.25	8.27
MED	25.18	24.88	25.82	4.88	8.12	8.87	8.21	8.87	8.88	1.48	1.18	11.88	8.88
MIN	8.28	8.84	8.18	8.28	8.85	8.85	8.85	8.88	8.84	8.28	8.88	8.08	8.12
PROM	8.28	11.48	8.42	8.78	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.28	1.82	1.72
PM (100%)	31.82	42.81	38.88	8.47	8.18	8.18	8.32	8.38	8.12	2.28	8.88	8.38	18.44
Q (75%)	1.88	1.48	2.18	8.81	8.86	8.86	8.85	8.86	8.85	8.81	8.84	8.37	1.88
Q (85%)	8.81	8.84	1.28	8.88	8.88	8.88	8.84	8.86	8.84	8.38	8.84	8.87	1.38
Q (90%)	8.88	8.84	1.88	8.84	8.88	8.88	8.84	8.88	8.84	8.38	8.82	8.88	8.88

CUADRO 1F7)
CAUDALES GENERADOS PARA PERIODOS EXTENDIDOS MICROCUENCA TAMBO (m³/s)
MODELO DE LUTZ SCHOLZ

Año de Simulación =		2017												Promedio
Año	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio	
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	
1996	5.32	17.73	3.94	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.47	1.62	
1997	9.30	24.54	10.21	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	
1998	2.75	16.96	6.35	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	
1999	2.23	11.54	2.91	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	
1999	12.30	4.25	3.74	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	3.80	1.81	
1999	1.85	22.58	3.44	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	
1999	19.35	25.62	16.63	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	4.05	
1997	6.94	17.12	2.21	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	
1998	20.75	20.98	1.67	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	
1998	5.75	21.98	16.47	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82	
1998	2.58	1.67	3.08	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.20	1.20	
1999	21.30	16.78	6.12	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	1.07	
1999	1.00	14.68	1.81	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	
1999	4.39	11.66	21.67	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	1.38	
1999	16.71	22.27	7.38	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.26	
1999	17.34	0.51	14.82	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	0.44	2.90	
1999	0.00	16.61	1.74	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	
1997	1.01	1.38	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.70	
1998	0.00	16.86	14.86	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	
1999	4.02	0.00	16.58	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	
2000	22.96	26.74	16.43	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.11	3.34	
2001	17.22	0.00	6.95	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	
2002	0.00	16.67	12.76	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	
2003	0.00	0.75	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	
2004	2.77	6.64	4.43	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	
2005	0.00	0.28	2.18	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	
2006	16.41	0.27	21.82	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	
2007	0.00	1.38	8.18	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	
2008	0.00	0.00	14.23	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	
2009	19.01	24.86	11.88	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.01	
2010	0.00	2.10	1.37	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	0.58	
2011	17.78	1.18	2.18	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	
2012	3.26	0.00	22.74	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	1.70	
2013	1.00	12.13	8.74	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
2014	3.71	0.77	26.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	
MED	22.46	24.62	22.74	0.67	0.06	0.06	0.12	0.07	0.11	0.07	1.04	13.29	3.34	
MIN	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	
PROM	7.704	11.320	9.167	0.046	0.000	0.000	0.004	0.006	0.000	0.000	0.004	1.012	1.50	
PM (6 HORAS)	16.40	24.91	16.43	1.47	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.43	
Q (75%)	1.23	1.09	1.09	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	
Q (85%)	0.42	0.28	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	
Q (95%)	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

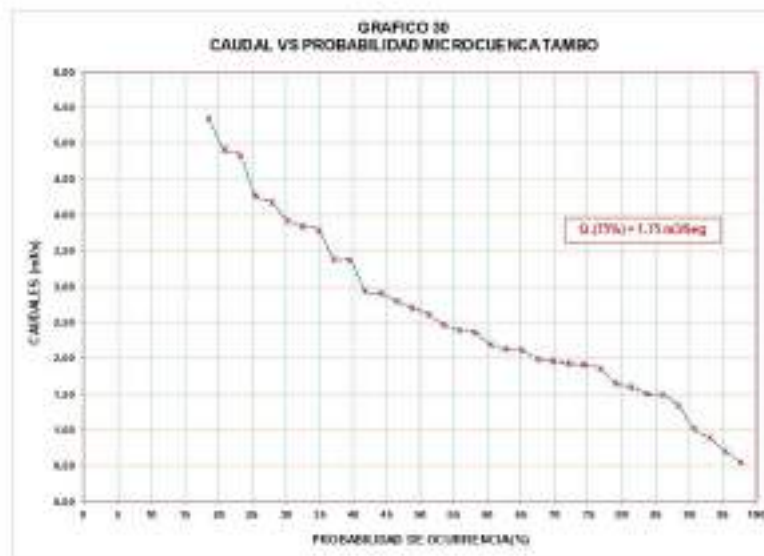
CUADRO Nº 74
CAUDALES GENERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS MICROESTADÍSTICA (m³/s)
MODELO DE LETZSCHOLZ

Área de Cuenca *		100 Km²												Promedio
Año	Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	31	28	27	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
1980	4.58	13.68	4.29	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
1981	0.11	10.00	1.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	13.01	4.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.04	0.07	1.72	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	0.70	12.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986	11.10	10.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	7.11	12.53	1.04	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1988	15.20	10.31	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	4.20	10.54	10.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	1.00	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	15.00	1.00	4.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
1992	1.00	11.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1993	0.00	0.04	14.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1994	14.00	14.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1995	10.04	0.00	10.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	0.00	14.20	1.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1997	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1998	0.00	14.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1999	0.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	10.20	14.00	10.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	11.04	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	11.71	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Med	10.21	10.11	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRON	0.000	1.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PR (6.000)	10.00	11.00	10.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q (75%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q (50%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q (25%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

QUADRO N° 75
CALORES GERADOS PARA PERÍODOS EXTENDIDOS MICROFREQUÊNCIA SAWTOOTH (mHz)
MODELO DE LETI SCHOLT

[illegible]







4. CONCLUSIONES:

- ✓ La lluvia es la principal fuente de agua.
- ✓ Se ha encontrado suelos con severo proceso erosivo por la escasa cobertura vegetal teniendo como consecuencia bajos índices productivos en la limitada actividad agropecuaria.
- ✓ Se ha visto dentro de la subcuenca y Microcuencas en estudio la presencia de agua de escorrentía no aprovechada eficientemente por la escasa infraestructura de almacenamiento.
- ✓ Se ha encontrado la subsistencia de alta ruralidad con bajos ingresos económicos.
- ✓ Se observa detalladamente la disminución de áreas naturales de recarga hídrica y de aguas manantes.
- ✓ La agricultura tradicional crea desertificación antrópica por uso de tecnologías tradicionales no conservacionistas.
- ✓ En la educación no se está formando capital humano competitivo.
- ✓ Los caudales; suben en los meses lluviosos y bajan o desaparecen en los meses de estiaje.
- ✓ Recursos hídricos mal gestionados.
- ✓ Recarga de acuíferos que fluyen hacia la parte media y baja de la cuenca, que no satisfacen la demanda de agua por las poblaciones para poder sobrevivir y desarrollar sus actividades productivas propias de la sierra como la agricultura y la crianza de animales.

2024

INFORME TOPOGRAFICO

"Evaluación de recuperación de servicios de regulación hídrica en la cabecera de la cuenca río Ica, Tambo - Huancavelica 2024."



2024

INDICE

INFORME TOPOGRAFICO	2
1. OBJETIVOS:	2
2. UBICACIÓN Y GENERALIDADES:	2
3. TRABAJOS DE CAMPO	5
3.1 RED DE CONTROL HORIZONTAL	5
3.2 RED DE CONTROL VERTICAL	5
3.3 TRABAJOS DE CAMPO:	5
3.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	6
PUNTO DE PARTIDA (ESTACION DE CONTROL E-1)	6
ESTACIONES DE CONTROL Y BMS	6
PUNTOS DE RELLENOS Y OTROS	10
3.5 ESTACIÓN TOTAL TOPCON GTS 102	10
ESPECIFICACIONES TECNICAS	11
4. TRABAJOS DE GABINETE	12
4.1 SOFTWARE	16
5. PERSONAL Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL CAMPO	17
Equipos Utilizados	17
Equipo de cómputo de campo	17
6. PANEL FOTOGRAFICO	20

INFORME TOPOGRAFICO

1. OBJETIVOS:

- ✓ Documentación de Puntos BMs de estación en la zona de Estudio.
- ✓ Levantamiento topográfico de todos los puntos de interés, el relleno lo más denso posible a fin de lograr una buena configuración de la superficie del terreno que permita a su vez realizar proyectos de ingeniería.

2. UBICACIÓN Y GENERALIDADES:

Ubicación del Proyecto:

El Informe topográfico en mención, se encuentra ubicado de acuerdo a la siguiente información:

- | | |
|------------------|----------------|
| ✓ Región | : Huancavelica |
| ✓ Región Natural | : Sierra |

Ubicación Natural:

Las comunidades campesinas intervenidas para el estudio topográfico están en la región sierra entre las alturas de 3,500 – 4,500 m.s.n.m.

Ubicación Geográfica:

- | | |
|----------------|--|
| ✓ Distritos | : Santiago de Chocorvos, San Francisco Sangayayco, Santo Domingo de Capillas, Tambo, Ayavi y Huaytara. |
| ✓ Provincia | : Huaytará |
| ✓ Departamento | : Huancavelica |

Sectores:

- ✓ Comunidad Campesina Santo Domingo de Capillas.
- ✓ Comunidad Campesina Santiago de Chocorvos.
- ✓ Comunidad Campesina San Francisco de Sangayaico.
- ✓ Comunidad Campesina Santa Rosa de Tambo.
- ✓ Comunidad Campesina Ayavi.
- ✓ Comunidad Campesina San José de Tambillos.



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL
DE HUANCVELICA



UBICACIÓN DE PROVINCIA DE HUAYTARA



UBICACIÓN DE SECTORES

3. TRABAJOS DE CAMPO

3.1 RED DE CONTROL HORIZONTAL

Para los trabajos de campo se establecieron los puntos de control PC (punto de cambio).

El levantamiento topográfico fue realizado con coordenadas, se utilizó puntos de referencia, con coordenadas UTM obtenidas con el GPS navegador, puntos con los cuales se posicionó la poligonal cerrada establecida para el levantamiento, la cual utilizó como base los vértices que han sido monumentados y dejados como hitos para los posteriores trabajos de replanteo de las obras proyectadas.

3.2 RED DE CONTROL VERTICAL

El objeto de la red de control vertical en un levantamiento topográfico consiste en establecer puntos de referencia convenientemente espaciados sobre el terreno, que sirvan de puntos de partida y llegada para los circuitos de nivelación en la toma de detalles, y de puntos de referencia para trabajos ulteriores.

Se realizó nivelación geométrica entre los vértices de las poligonales básicas.

3.3 TRABAJOS DE CAMPO:

El trabajo de campo consistió en establecer el emplazamiento real del terreno. El trazo se realizó, tomando como referencia la Topografía existente del terreno para conocer el verdadero relieve de terreno.

Los BM se encuentran indicados en el plano de topografía elaborado. Para el control topográfico se utilizó GPS (navegador), con el cual se obtuvieron coordenadas UTM para las estaciones bases del levantamiento y la taquimetría del terreno, el equipo digital utilizado para este trabajo es una estación total Topcon GTS 102 con sus respectivos accesorios.

De acuerdo al proyecto es indispensable contar con puntos de control de las estaciones documentadas como es el caso del levantamiento topográfico. Por tal razón se agrupó en tres cuadrillas de personal para efecto del proceso del trabajo.

A) BRIGADA # 01: Integrada 02 operador de la estación total y 08 Prismeros (auxiliares en topografía) que se ubicaran en cada punto en que se les indiquen.

B) BRIGADA # 02: Integrada por un auxiliar en topografía que tiene a cargo la medición de algunos detalles existentes que existe en el lugar y 1 personal de apoyo para el winchado correspondiente.

C) BRIGADA # 03: En esta Brigada está el Técnico Cadista especializado en procesar información de campo a través del equipo digital y planos computarizados (este proceso de desarrollo se ha de realizar integro en Gabinete).

3.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Con las coordenadas compensadas de las poligonales básicas se procedió al levantamiento topográfico general de la zona, tomando detalles como niveles, borde de camino existente, propiedades, poste de luz, compuerta de riego, puente, zona de estudio de calicata , canales , acequias.

PUNTO DE PARTIDA (ESTACIÓN DE CONTROL E-1)

La ubicación del punto de control como punto de partida para el efecto de replanteo. Pintado con esmalte rojo. Esta información nos va a ayudar a ubicar más rápido la estación E-01 de partida en el terreno, para el caso del replanteo topográfico.

ESTACIONES DE CONTROL Y BMS

Las estaciones de control son puntos de control de donde se ha de estacionar el Equipo para el visado de las estructuras existentes y la topografía del terreno, estos puntos deberán estar bien monumentados sobre rocas fijas en el suelo y fierros clavadas, debidamente pintada con esmalte, los BMS. Son puntos de referencia para el proceso de replanteo en obra ya que se toma como referencia las cotas de partida para el proceso de levantamiento topográfico.

Cuadro de coordenadas:

BM	COMUNIDAD CAMPESINA SANTO DOMINGO DE CAPILLAS			
	COORDENADAS DATUM UTM WGS 84			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	478766.602	8480324.31	4080.986	ROCA FUA
2	478770.24	8480217.99	4077.649	ROCA FUA
3	478500.515	8480040.15	4046.438	ROCA FUA
4	478218.843	8480046.63	4018.712	ROCA FUA
5	478874.161	8480382.05	4074.76	ROCA FUA
6	479550.31	8480488.4	4074.291	ROCA FUA
7	479875.954	8480479.88	4093.099	ROCA FUA
8	478662.705	8481085.95	3992.063	ROCA FUA
9	479276.179	8480976.82	4019.522	ROCA FUA

BM	COMUNIDAD CAMPESINA SANTIAGO DE CHOCORVOS			
	COORDENADAS DATUM UTM WGS 84			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	477135.163	8463724.83	3929.7125	ROCA FUA
2	477075.721	8463741.59	3929.795	ROCA FUA
3	477077.893	8463757.18	3928.3025	ROCA FUA
4	476926.593	8463739.06	3937.0831	ROCA FUA
5	477771.017	8464504.07	3890.224	ROCA FUA
6	477792.933	8464476.93	3891.8661	ROCA FUA
7	478323.781	8464399.27	3934.6233	ROCA FUA
8	478356.629	8464399.98	3932.0683	ROCA FUA
9	478516.07	8463726.93	3884.2555	ROCA FUA
10	478516.025	8463726.86	3884.1354	ROCA FUA
11	478568.454	8463795.96	3879.5942	ROCA FUA
12	477806.277	8463732.6	3932.0157	ROCA FUA
13	479265.416	8463904.28	3868.247	ROCA FUA
14	479237.828	8463898.66	3863.6906	ROCA FUA
15	479426.18	8463581.05	3879.5502	ROCA FUA

BM	COMUNIDAD CAMPESINA SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO			
	COORDENADAS DATUM UTM WGS 84			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	476134.723	8477615.46	4099.8759	ROCA FUA
2	475879.186	8477358.1	4063.0798	ROCA FUA
3	476385.559	8477524.7	4064.4084	ROCA FUA
4	476886.057	8477372.9	4027.2015	ROCA FUA
5	476998.282	8477373.05	4022.7784	ROCA FUA
6	477488.463	8477306.41	4012.5794	ROCA FUA
7	477314.015	8476818.9	3982.1225	ROCA FUA
8	477339.923	8476239.28	3879.0352	ROCA FUA

BM	COMUNIDAD CAMPESINA SANTA ROSA DE TAMBO			
	COORDENADAS DATUM UTM WGS 84			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	468516.815	8485499.11	3416.9392	ROCA FUA
2	468135.562	8485483.26	3513.8881	ROCA FUA
3	468220.814	8485684.5	3547.9369	ROCA FUA
4	468071.009	8485800.46	3609.0439	ROCA FUA
5	468564.178	8486123.83	3628.2047	ROCA FUA
6	468872.493	8485792.41	3514.8732	ROCA FUA
7	468819.819	8485973.6	3573.9009	ROCA FUA
8	469010.852	8486100.61	3592.0826	ROCA FUA

BM	COMUNIDAD CAMPESINA AYAVÍ			
	COORDENADAS DATUM UTM WGS 84			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	462608.843	8485944.13	3720.7193	ROCA FIJA
2	462875.186	8485872.01	3768.8425	ROCA FOJA
3	463294.369	8485936.8	3747.8416	ROCA FIJA
4	463343.002	8486095.58	3755.3496	ROCA FIJA
5	463335.03	8486799.98	3741.092	ROCA FIJA
6	463632.20	8486780.81	3807.0539	ROCA FIJA
7	463809.117	8486430.29	3794.4569	ROCA FIJA
8	463894.858	8485881.31	3799.44	ROCA FIJA
9	463447.845	8485599.7	3807.2596	ROCA FIJA

BM	COMUNIDAD CAMPESINA SAN JOSÉ DE TAMBILLOS			
	COORDENADAS DATUM UTM WGS 84			
	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	455679.075	8490320.79	3783.7126	ROCA FIJA
2	455071.314	8489934.81	3762.8634	ROCA FIJA
3	455167.362	8489557.95	3609.7146	ROCA FIJA
4	455339.963	8489336.47	3578.5253	ROCA FIJA

PUNTOS DE RELLENOS Y OTROS

Apoyados en los vértices de las Poligonales de Control, se levantaron en campo los detalles planímetros compatibles con la escala de presentación de los diseños, tales como: calles, postes, construcciones existentes etc.

Se caracterizaron todos los puntos bajos y puntos altos, tomados a partir de la lectura de puntos intermedios entre las plantillas. Todo esto se ha de sumar todo un conjunto de puntos de relleno para tener una superficie de terreno real y compatible.

3.5 ESTACIÓN TOTAL TOPCON GTS 102

La Estación Total Topográfica, está indicada para uso en Inspecciones de Obras o en Levantamientos Topográficos de importancia.

Alta capacidad de memoria, la **GTS 102** puede almacenar 24.000 puntos en su memoria interna.

Codificación ABSOLUTA en los CIRCULOS Horizontal y Vertical. Esta tecnología, exclusiva y única de TOPCON, permite una mejor medición angular, con sistema de lectura doble, complementario en ambos ejes, lo que elimina cualquier tipo de error por desgaste mecánico u óptico del equipo, siendo chequeado en tiempo real por el microprocesador de control y diagnóstico del instrumento.

Sofisticado Compensador, que garantiza medidas de ángulos precisos y corrige las desviaciones verticales y horizontales ocasionadas por desnivelación de la estación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Telescopio

Longitud	: 50mm
Lente objetivo	: 45mm (EDM: 50mm)
Magnificación	: 30x
Imagen	: Normal
Rango de visión	: 1° 30'
Resolución de energía	: 2.8"
Enfoque mínimo	: 1.3m

Medición de Distancia

Rango de medición

Modo Prisma

Prisma	Condiciones atmosféricas
	Condición 1
1 prisma	2000 m

Condición 1: Visión nublada con visibilidad a 20km luz solar moderada.

Precisión de la Medición

Modo Con Prisma (Superficie Difusa)

1.5m a 25 m : $\pm (10\text{mm})$ m.s.e.

25m o más : $\pm (5\text{mm})$ m.s.e.

Modo Prisma : $\pm(2\text{mm}+2\text{ppmxD}^*)$ m.s.e. fino

N/A

D: Distancia medida (mm)

Pantalla de medición : 12 dígitos: muestra máxima
99999999.9999

Tiempo de Medición

Modo Medición Fina : Aprox 0.7 seg (Inicial 4.0 seg)

Modo Medición Gruesa : Aprox 1.2 seg (Inicial 3.0 seg)

Modo Medición Continua : Aprox. 0.4 seg (Inicial 3.0 seg)

El tiempo de medición depende de la condición y de la configuración del tiempo de apagada del EDM.

Corrección de inclinación

Método : Absoluto

Rango de compensación : $\pm 3''$

Medición de distancias

Con Un Prisma: 2,000 mts.

Con Tres Prismas: 2,700 mts.

Batería bt-l1

Medición ángulos y distancias: 60 horas (solo ángulos) y 14 horas (ángulos y distancias).

Pantalla

Doble Pantalla, Teclado

Alfanumérico con 24 Teclas

Pantalla Matriz de Punto LCD

(160×24puntos)

Otros

Memoria de Almacenamiento:

24,000 puntos

Compensador de un solo eje,

Plomada óptica.

Protección contra agua: IP54,

Margen

4. TRABAJOS DE GABINETE

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica, descargando la información en el Programa TOPCON LINK, de la Estación Total, la cual posee una lluvia de puntos numerados en 3D, con la descripción señalada al momento del levantamiento. Dicha Información se procesa en el software Autocad 2018 y Civil 3D. Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- ✓ Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- ✓ Georeferenciación de la data
- ✓ Elaboración de planos topográficos a escalas adecuadas.
- ✓ Además del procesamiento de imágenes satelitales.

Procesamiento de la información de campo

Los datos se acumularon en la memoria electrónica de la estación total Topcon GTS 102 (cuya capacidad soporta 10,000 puntos) y transferidos al computador mediante el software Topcon Link (versión 7.2) propio de los equipos, para después ser procesadas con hojas de cálculo y Dibujo Asistido por Computador (CAD).

Para el desarrollo de este trabajo se tomó como base el sistema de topografía.

Para adecuación de la información en el uso de los programas de diseño asistido por computadora se realizó una hoja de cálculo que permitió tener la información.

Lo que hizo posible utilizar el programa "Colección de Datos", rutina hecha en Formato CVS, para los efectos de utilizar luego los programas que trabajan en plataforma "Auto CAD 2015" para la confección de los mapas de curvas de nivel.

Para el cálculo de la poligonal en el Sistema UTM se requirió lo siguiente:

- ✓ Resumen de las Direcciones Horizontales.
- ✓ Zenitales, que como el anterior es un extracto de las distancias inclinadas observadas y los ángulos verticales observados en el campo.
- ✓ Para el cálculo de reducción de distancias, se trasladaron los datos del formato de campo al formato de cálculo de elevaciones, tanto de los ángulos verticales observados así como de las distancias inclinadas corregidas.

Se procedió a calcular la excentricidad vertical debido a la diferencia existente entre la altura del instrumento y altura de la mira visada.

Las distancias horizontales y verticales o desniveles se obtuvieron por las fórmulas:

$$DH=st.\cosh$$

$$DV=st.\sinh$$

Dónde:	DH	=	Distancia Horizontal
	DV	=	Distancia Vertical o Desnivel
	st	=	Distancia inclinada corregida
	h	=	Angulo medio

Considerando que el error de cierre vertical está dado por la suma de desniveles positiva y negativa que en una poligonal cerrada debe ser igual a cero. Este error de cierre vertical debe ser compensado distribuyéndose la corrección proporcional a las longitudes de los lados de la poligonal.

Cálculo de Coordenadas Planas

Con los Azimuts planos o de cuadrícula y realizados los ajustes por cierre azimutal y hechas las correcciones necesarias a los ángulos observados y a las distancias horizontales se transformaron los valores esféricos a valores planos procediéndose luego al cálculo de las coordenadas planas mediante la fórmula

$$DN = d \cos ac$$

$$DE = d \sin ac$$

Dónde:

ac	=	Es el azimut plano o de cuadrícula
d	=	Distancia de cuadrícula
DN	=	Incremento o desplazamiento del Norte
DE	=	Incremento o desplazamiento del Este

Estos valores se añaden a las coordenadas de un vértice para encontrar la del vértice siguiente y así sucesivamente hasta completar la poligonal.

Compensación

Debido al Error de Cierre Lineal, las coordenadas calculadas deben corregirse mediante una compensación, que consiste en distribuir ese error proporcionalmente a la longitud de cada lado.

Se usó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{d \times eN}{\sum d} \quad \text{ó} \quad \frac{d \times eE}{\sum d}$$

Dónde:

"d" = Es la distancia de un lado

$\sum d$ = Es la suma de las distancias o longitud de la poligonal;

eN= son los errores en Norte

eE =son los errores en Este

DIGITALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Mediante los utilitarios de Software, para transferir información de Levantamiento Topográfico, almacenada en la memoria del equipo,

Seguidamente se verifica la conformación de datos, y procesa para determinar las coordenadas U.T.M. de los puntos de apoyo de la red y para la conformación del relieve topográfico (Curvas de Nivel).

Finalmente la información modelada del relieve del terreno, se utiliza para las diversas aplicaciones específicas de cada trabajo.

CONFECCIÓN DE MAPAS DE CURVAS DE NIVEL

Luego de los pasos anteriores y con el uso del programa "Autocad Civil 2018", se procesaron los datos para la elaboración del Mapa a Curvas de Nivel, de acuerdo a las necesidades del proyecto.

De esta manera se confeccionaron los planos en un ambiente gráfico de computadoras.

Se ha tenido cuidado al tomar la información del terreno a fin de obtener un módulo que representa lo más posible al terreno existente para el diseño de estructuras.

Los puntos tomados conforman una especie de reticulado para que las curvas reflejen exactamente la configuración del terreno existente.

SIMBOLOGÍA TOPOGRAFICA

INICIALES TOPOGRAFICAS		
N #	ITEMS	DESCRIPCION
1	E-1	ESTACIONES DE CONTROL
2	BM	BENCH MARK
3	PC	ESTACION AUXILIAR

4.1 SOFTWARE

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:

- ✓ 02 computadora laptop
- ✓ 02 computadora de escritorio
- ✓ 01 Impresora HP Deskjet Ink Advantage 4625.
- ✓ 01 plotter DesingJet 550 marca Hemlet Packard
- ✓ Software TOPCON LINK, para transmitir toda la información tomada en el campo a una PC.
- ✓ Software AutoCAD y Civil 3D para el procesamiento de los datos topográficos y elaboración de los planos correspondientes.

5. PERSONAL Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL CAMPO

Equipos Utilizados

- ✓ 02 Estación Total TOPCON GTS
- ✓ 08 Porta prismas
- ✓ 08 Prismas
- ✓ 02 GPS GARMIN MAP 6290 (capta hasta 12 satélites)
- ✓ 02 Wincha metálica 50m.
- ✓ 02 Wincha de fibra de vidrio de 50m.
- ✓ 10 Radios de 5 km de alcance
- ✓ 02 Camioneta Toyota y Nissan Frontier
- ✓ 02 Cámara fotográfica digital marca CANON

Equipo de cómputo de campo

- ✓ 02 computadora laptop TOSHIBA modelo 555 – A5169, 12 GB de RAM de memoria

- Estación total marca TOPCON GTS 102



-
- 02 GPS map Garmin 62 sc



- 08 prismas y 08 porta prismas



-
- 02 wincha de fibra de vidrio de 60 mt.



- 10 Radio de comunicación



6. PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRÁFICO
COMUNIDAD CAMPESINA SANTO
DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA PANORAMICA DESDE UN DRON – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA DE INFLUENCIA DE ESTUDIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA DE INFLUENCIA DE ESTUDIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



UBICACIÓN DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



PUNTOS DE ESTACION EN CAMPO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



PINTADO DE PUNTOS DE CONTROLES EN ROCA FIJA – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS





BRIGADA DE TOPOGRAFIA – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



OPERADOR DE BRIGADA – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



SECTORIZACION DE CADA RESERVORIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



CHUTA DE PIEDRA, CENTRO DE CADA RESERVORIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA DE INFLUENCIA AL AREA DEL FUTURO VVERO FORESTAL – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



CANAL DE RIEGO EXISTENTE EN EL AREA DEL VVERO DE PROYECTO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



BRIGADA DE TOPOGRAFIA – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



BRIGADA DE TOPOGRAFIA – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA PARA EL PROYECTO DE VIVERO FORESTAL -SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



AREA PARA EL PROYECTO DE VIVERO FORESTAL -SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA AEREA DEL FUTURO VIVERO FORESTAL – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA AEREA DEL FUTURO VIVERO FORESTAL – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA DE CANAL COLINDANTE AL AREA DE VIVERO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA AEREA DEL FUTURO VIVERO FORESTAL – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA DE CANAL COLINDANTE AL AREA DE VIVERO – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS



VISTA AEREA DEL FUTURO VIVERO FORESTAL – SECTOR SANTO DOMINGO DE CAPILLAS

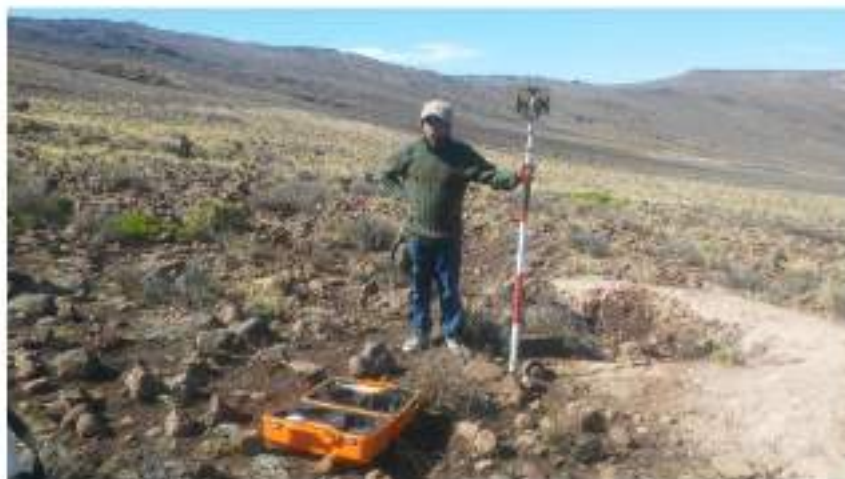
**PANEL FOTOGRÁFICO
COMUNIDAD CAMPESINA SANTIAGO
DE CHOCORVOS**



SEÑALIZACION DE LUGAR – SECTOR SANTIAGO DE CHOCORVOS



VISTA PANORAMICA DEL AREA DE INFLUENCIA – SECTOR SANTIAGO DE CHOCORVOS



TRABAJOS DE TOPOGRAFIA – SECTOR SANTIAGO DE CHOCORVOS



PUNTOS DE CONTROLES DEL LUGAR – SECTOR SANTIAGO DE CHOCORVOS



BRIGADA DE TOPOGRAFIA - SECTOR SANTIAGO DE CHOCORVOS



SEÑALIZACION DE LUGAR - SECTOR SANTIAGO DE CHOCORVOS

PANEL FOTOGRÁFICO
COMUNIDAD CAMPESINA SAN
FRANCISCO DE SANGAYAICO



SEÑALIZACION DE LUGAR – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



ESTADO ACTUAL DEL CAMPO – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



PUNTOS DE CONTROLES – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



PUNTO DE CONTROL EN ROCA FLJA – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



PUNTO DE ESTACION – SAN FRANCISCO DE SANGAYACO



BRIGADA DE TOPOGRAFIA – SAN FRANCISCO DE SANGAYACO



PUNTO DE ESTACION – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



ESTADO DE TROCHA CARROZABLE – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



ZONA DE INFLUENCIA DE ESTUDIO – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO



ZONA DE INFLUENCIA DE ESTUDIO – SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO

**PANEL FOTOGRÁFICO
COMUNIDAD CAMPESINA SANTA
ROSA DE TAMBO**



AREA DE FUTURO RESERVOIR - SANTA ROSA DE TAMBO



PUNTO DE ESTACION - SANTA ROSA DE TAMBO



PUNTO DE ESTACION – SANTA ROSA DE TAMBO



LADERA DE CERRO – SANTA ROSA DE TAMBO



LADERA DE CERRO – SANTA ROSA DE TAMBO



AREA DE INFLUENCIA – SANTA ROSA DE TAMBO



PUNTO DE CONTROL - SANTA ROSA DE TAMBO



PUNTO DE CONTROL - SANTA ROSA DE TAMBO

**PANEL FOTOGRÁFICO
COMUNIDAD CAMPESINA AYAVÍ**



PUNTO DE ESTACION – SECTOR DE AYAVI



AREA DE INFLUENCIA – SECTOR DE AYAVI



AREA DE INFLUENCIA – SECTOR DE AYAVI



PUNTO DE CONTROL – SECTOR DE AYAVI



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR DE AYAVI



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR DE AYAVI



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR DE AYAVI



PUNTO DE CONTROL – SECTOR DE AYAVI

PANEL FOTOGRÁFICO
COMUNIDAD CAMPESINA SAN JOSE DE
TAMBILLOS



PUNTO DE CONTROL – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



PUNTO DE CONTROL – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



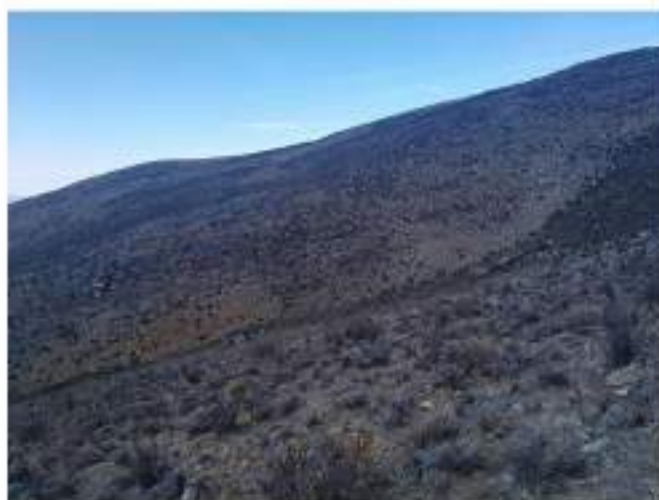
PUNTO DE CONTROL – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



PUNTO DE CONTROL – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



AREA DE FUTURO RESERVORIO - SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



AREA DE FUTURO RESERVORIO - SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS



AREA DE FUTURO RESERVORIO – SECTOR SAN JOSE DE TAMBILLOS
