



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS
DIRECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS E IRRIGACIONES



ADMINISTRACION TÉCNICA DEL DISTRITO DE RIEGO MALA – OMAS –
CAÑETE

SUB - ADMINISTRACION TÉCNICA DEL SUB - DISTRITO DE RIEGO MALA –
OMAS

“EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO MALA”

ESTUDIO HIDROLOGICO



Mala, abril 2,007

I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

La fuente de agua superficial representa el elemento vital para la supervivencia del hombre, mas aún cuando este lo utiliza para los distintos usos, entre los de mayor importancia están los de abastecimiento para uso poblacional, agrícola, pecuario, minero, energético y otros de menor envergadura como para el uso y mantenimiento de las especies silvestres de flora y fauna existentes (uso ecológico), por lo tanto es necesario definir, su ubicación, cantidad, calidad, y distribución dentro de la cuenca.

Para ello, se ha visto la necesidad de efectuar en la Cuenca del Río Mala un proyecto denominado Evaluación de Recursos Hídricos, cuyos componentes son un Estudio Hidrológico y el estudio del Inventario de Fuentes de Agua Superficiales, contando para este fin, con profesionales especialistas y un equipo técnico de campo

Mediante el Estudio Hidrológico podemos conocer y valorar sus características físicas y geomorfológicas de la cuenca, analizar y tratar la información hidrometeorológica existente de la cuenca, analizar y valorar la escorrentía mediante registros históricos y obtener caudales sintéticos, encontrar el funcionamiento del hidrológico de la cuenca, hallar la demanda de agua para las áreas de riego, encontrar el balance hídrico de la cuenca, se complementará al estudio el apoyo logístico del Sistema de Información Geográfica para la obtención de los planos georeferenciados de los resultados e información de campo.

Con el Inventario de Fuentes de Agua Superficial, se delimitará y codificará hidrográficamente a la cuenca, utilizando para ello el apoyo logístico del Sistema de Información Geográfica SIG, el mismo que permitirá contar con una base de datos de información básica georeferenciados de las diferentes fuentes de aguas superficiales (ríos, riachuelos, quebradas, lagunas, manantiales, etc.) dentro del ámbito de la cuenca del río Mala, permitiéndonos conocer además su uso y volumen de sus aguas.

Desde esta manera, la **Administración Técnica del Distrito de Riego Mala - Omas - Cañete**, es la entidad encargada de administrar legalmente y por ende promover una gestión inter-institucional del uso equitativo del agua, promoviendo de esta forma el desarrollo y manejo de la cuenca, bajo esta perspectiva se ha programado el año 2,006, bajo la Supervisión Técnica de la **Intendencia de Recursos Hídricos (IRH)** del **INRENA** y en coordinación con las Organizaciones de Usuarios, efectuar el presente proyecto denominado “**Evaluación de Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Mala**”.

1.2 Antecedentes

A partir de los años 1,960, en el Perú se han iniciado estudios hidrológicos para la evaluación y cuantificación de los recursos hídricos en cuencas de mayor y menor importancia para el desarrollo agropecuario de nuestro país.

El año 1,973, el Ministerio de Agricultura asumió oficialmente esta disciplina, creando en La Dirección General de Aguas una Subdirección de Manejo de Cuencas con tres unidades: Ordenación de Cuencas, Sistema de Conservación y Sistema de Protección; caracterizando y enfatizando la primera como parte del presente trabajo.

Entre los años 1,973 a 1,974 como consecuencia de solicitudes dirigidas al Ministerio de Agricultura, por parte de usuarios e interesados por el uso del agua, se creó el Proyecto de Asistencia Técnica a cargo de la Dirección de Aguas, a través de la Subdirección de Manejo de Cuencas.

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el año 1,976, realizó el estudio de Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la costa, cuencas de los ríos Chilca, Mala y Asia.

En el año 2,002 el INRENA - Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete realizó el Inventario y Monitoreo de las Aguas Subterráneas.

El año 2,004 el PROFODUA Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete realizó La Propuesta de Asignaciones de Agua en Bloque (volúmenes anuales y mensuales) para la Formalización de los Derechos de Uso de Agua en el Valle Mala.

La entidad encargada de la Administración y Distribución de las aguas del río Mala, es la Administración Técnica del Distrito de Riego Mala – Omas – Cañete a cargo del Ing. Albar Lucio Albar Estrada Arrasco; la que a su vez se divide en la Sub Administración del Distrito de Riego Mala - Omas, a cargo del Ing. Luís Antonio Ancajima con sede en el local del Ministerio de Agricultura de Mala cito en la Urbanización Villa Condestable Av. Tupac Amaru Mz D L-1, en cuyo ámbito operan 08 Juntas de Usuarios.

La Intendencia de Recursos Hídricos (IRH) del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) en coordinación con la Administración Técnica del Distrito de Riego Mala – Omas – Cañete (ATDR – MOC) y la Sub Administración Técnica del Distrito de Riego Mala – Omas – Cañete, programó efectuar a partir de la segunda quincena del mes de julio, el Proyecto Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Mala, para esto se asignó a 3 profesionales para desarrollar el Estudio Hidrológico e Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales, los mismos que comenzaron normalmente el desarrollo de sus funciones a partir del 15 de Julio y culminaran la última semana del mes de enero 2,007.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

Una generalidad del objetivo es describir, evaluar, cuantificar y simular el funcionamiento de la cuenca como un sistema hidrológico integral de los sucesos del ciclo hidrológico, analizando las principales componentes hidrometeorológicas como precipitación, temperatura, evapotranspiración y la escorrentía superficial como parámetro principal e importante.

Encontrar y hallar el balance hídrico en situación actual y futura para cada unidad hidrográfica de la cuenca y a nivel de los distintos sistemas consumidores de agua, prebendo el uso y demanda total del uso del agua.

1.3.2 Objetivos Específicos

Entre los objetivos más importantes tenemos:

- Diagnóstico de las características generales de la cuenca: Ecología, geología, edafología, geomorfología, medios de comunicación y socioeconomía.
- Estudio de la climatología de la cuenca.
- Estudio de la temperatura y evapotranspiración en la cuenca.
- Estudio de la precipitación en la cuenca, como una base para la modelación matemática precipitación – escorrentía.
- Estudio del funcionamiento de la cuenca como un sistema integral, cuantificación de los componentes del ciclo hidrológico de la cuenca (precipitación, evaporación, infiltración, escorrentía, etc.)
- Determinar la capacidad del almacenamiento en la cuenca y su aporte a la disponibilidad.
- Determinar la demanda hídrica a nivel mensual de las diferentes comisiones de regantes que se encuentran dentro de la cuenca.
- Realizar el balance hídrico a nivel mensual para cada sector de riego dentro de la cuenca del río Mala.
- Estimar los caudales máximos y mínimos en los puntos de interés del río principal.

1.4 Justificación

El estudio hidrológico se justifica por:

- Evitar fuertes conflictos entre usuarios que habitan en la cuenca baja y cuenca media y alta que usufructúan el agua del río Mala, distribuyendo una mayor disponibilidad hídrica en los meses secos (máximo déficit).
- La agricultura en la cuenca constituye la principal actividad socio-económica, por tanto requiere un reparto equitativo de sus aguas.

- La dotación de agua asignada a las comisiones de regantes, solo esta dada a siete comisiones de regantes, se requiere integrar al total de ocho comisiones de regantes.
- La Estación La Capilla Tipo Limnigráfica (HLG) que opera en el sector del distrito de Calango, ha cambiado de operadores en varias ocasiones; por lo que requiere ser conocer su confiabilidad.
- El estudio hidrológico esta orientado principalmente a la evaluación, cuantificación y simulación de la cuenca, mediante el estudio de los procesos de funcionamiento de la cuenca; así como de sus componentes geomorfológicos, coadyuvando a ellos, los elementos meteorológicos y la escorrentía superficial

1.5 Conceptos Generales - Definición de Términos Empleados en el Estudio

Para una mayor comprensión en el proceso y desarrollo del presente Proyecto, es necesaria la explicación de algunos términos o conceptos básicos:

- IGN: Instituto Geográfico Nacional.
- INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- IRH: Intendencia de Recursos Hídricos.
- ERHICMA-EH: Evaluación de los Recursos Hídricos en la cuenca del río Mala – Estudio Hidrológico
- ATDR-MOC: Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete.
- SATDR-MOC: Sub-Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete.
- CUENCA: Área de drenaje en un curso de agua, río o lago
- CUENCA HIDROGRAFICA: Área que tiene una salida única para su escorrentía superficial.

Cuenca que permite el estudio del ciclo hidrológico en una región sin modificaciones importantes de su régimen natural mediante la observación simultanea de datos climáticos e hidrológicos.

Cuenca donde se efectúan estudios hidrológicos intensivos bajo condiciones relativamente estables

- CUENCAS E INTERCUENCAS: Unidad adecuada para la planificación y gestión de los recursos naturales.

Según la metodología PFAFSTTETER a las cuencas se les reconoce como Cuenca o Intercuenca por niveles, es decir, cuenca de Nivel 5, 6, 7 o de otro nivel.

- CUENCA N4, N5, N6, N7: En adelante se denominara Cuenca de Nivel 5, Cuenca de Nivel 6, Cuenca de Nivel 7, etc.
- INTERCUENCA N4, N5, N6, N7: En adelante se denominara Intercuenca de Nivel 5, Intercuenca de Nivel 6, Intercuenca de Nivel 7, etc.
- RIOS: Corriente de agua que sirve de canal natural de drenaje de una cuenca.

- RIACHUELOS: Cursos naturales de agua normalmente pequeño y tributario de un río.
- QUEBRADAS: Abertura estrecha entre dos montañas causada por el agua, llamado también riachuelo o arroyo
- LAGUNAS: Deposito natural de agua de menores dimensiones que un lago.
- MANANTIALES: Agua que aflora en un lugar de la corteza terrestre, también se les conoce como manantes.
- ISOYETA: Línea que une los puntos de igual altura de precipitación en un periodo dado
- RED HIDROGRAFICA: Conjunto de ríos y otros cursos de agua permanentes o temporales, incluyendo lagos , lagunas, embalses en una zona determinada
- AÑO HIDROLOGICO: Periodo continuó de doce meses seleccionados de manera que los cambios globales en el almacenamiento san mínimos, por lo que la cantidad sobrante se reduce al mínimo.

1.6 Descripción de la Metodología empleada

El presente estudio se viene elaborando siguiendo la programación del Plan de Trabajo propuesta para su elaboración conjunta, con participación del equipo profesional y técnico.

Para cumplir con las metas trazadas se plantea la metodología siguiendo los pasos siguientes:

Fase I

- Una de las primeras acciones para iniciar el Proyecto fue efectuar coordinaciones entre las autoridades locales ubicadas dentro y fuera del ámbito de la cuenca, entre ellas: MINISTERIO DE AGRICULTURA, INRENA, ATDRs, JUNTA DE USUARIOS, PSI, PETT, PROFODUA, SENAMHI, IGN, etc.
- Recopilación de Información Básica
- Programación de Actividades (plan de Trabajo)

Fase II

- Reconocimiento de la Cuenca en Campo
- Evaluación Hidrológica de la Cuenca
- Delimitación hidrográfica por usos: Caracterización de los principales usuarios del agua, Inventario de Fuentes de Agua Superficial.
- Evaluación y análisis de Estaciones Hidrometeorológicas

Trabajos de gabinete

- Procesamiento de la Información
- Cálculos y deducciones hidrológicas
- Confección de Mapas Temáticos de la Cuenca
- Informe Final de Resultados

1.6.1 Métodos de recolección de datos

Las metodologías y/o técnicas de recolección de datos y manejo de información que han contribuido en el desarrollo del estudio son:

- Herramientas: Para el tratamiento de la información hidrometeorológica se tiene el soporte de herramientas como: Software Sistema de Información Hidrológica “SIH” proporcionado por la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA.
- Métodos de recolección de Información de campo: En un estudio hidrológico lo primero que hace el especialista, es el recorrido y reconocimiento físico de la cuenca, donde evalúa sus características geomorfológicas e hidrológicas; en las geomorfológicas se observan in situ la forma de la cuenca, variaciones altitudinales, se toman las características de los ríos, entre otras y en las hidrológicas se miden los caudales de los ríos, se anotan las huellas históricas de máximas y mínimas de los ríos.
- Durante la visita de campo, también se realizan entrevistas a los pobladores de los lugares, a quienes se les solicita información referente a aspectos hidrológicos y geomorfológicos, evaluando las características históricas de los ríos (Caudales máximos y mínimos), evaluaciones de algunos acontecimientos extranaturales como fenómenos del niño, entre otros.
- Recolección de Información en entidades estatales y no estatales: Se efectúan con la en dos etapas, la primera mediante la bibliografía de estudios hidrológicos realizados dentro de la cuenca, y otros estudios afines al uso del agua; la segunda se refiere a información adquirida, ya sea del SENAIM, IGM, Ministerio de Agricultura INRENA.

1.6.2 Actividades preliminares

Es la actividad más importante en el proceso de inicio de un estudio hidrológico, por cuanto, generalmente se efectúan coordinaciones interinstitucionales en general; entre las actividades preliminares más resaltantes tenemos:

- Coordinación con la Administración Técnica del Distrito de Riego para la ejecución física y económica del estudio hidrológico, y diseño de una estrategia, plan y cronograma de trabajo.
- Coordinaciones en los principales poblados y sectores de trabajo del ámbito de la cuenca con autoridades provinciales, distritales, comunales, sectores de riego, con credencial proporcionado por ATDR mediante oficios de solicitud de apoyo al trabajo, entre otros
- Elaborar documentos de presentación por parte del ATDR-MOC (oficio de solicitud de apoyo al trabajo).
- Solicitar el apoyo a las diferentes entidades relacionadas con el uso del agua, como SENAMHI, PRONAMACHCS, PETT, PSI, Sedes Agrarias, Municipios Distritales y Comunidades Campesinas, para efectuar un trabajo participativo que coadyuvar a obtener resultados, optimizando las diferentes actividades.
- Recopilación de información básica necesaria de estudios anteriormente realizados, como estudios hidrológicos de la cuenca

y/o cuencas aledañas, otros estudios inherentes al uso del agua como obras hidráulicas entre otros.

- Coordinaciones para la adquisición de información hidrometeorológica y cartográfica ya sea digital o impresa de entidades como el SENAMHI, Electro Perú, ATDRs, Juntas de Usuarios, Dirección Regional Agraria, IGN, PETT y otras entidades.
- También en esta etapa se elabora el Plan de Trabajo, donde se proyecta el plan a ejecutarse el Estudio Hidrológico, considerando dentro de él aspectos como: Los Objetivos del Proyecto, Información Básica, Descripción General de la Cuenca, Recursos Hídricos de la Cuenca, Presupuesto de la Obra y el Plan de Elaboración del Estudio.

1.6.3 Trabajos de campo

Después de efectuar el Plan de Trabajo, el siguiente paso viene a ser los trabajos de campo, donde el profesional responsable del Estudio Hidrológico entra en contacto con los elementos físicos y geomorfológicos de la cuenca, observando in situ los elementos más importantes que se pueden obtener en campo, y para ello, indico los aspectos más importantes a tomar en la fase de campo:

- Se evaluarán las características geomorfológicas, geológicas, edafológicas, cobertura vegetal y de sus suelos, entre otros.
- Evaluación de todo el sistema hidrográfico de la cuenca, densidad de drenaje, características más importantes de las fuentes hídricas superficiales, aportes de los glaciares, ríos, lagunas, manantiales y humedales.
- Se hará una visita a las estaciones hidrometeorológicas de la cuenca y cuencas vecinas, donde se evaluará su estado actual de funcionamiento, describiendo el tipo de mediciones que realizan, estado de conservación y operación, frecuencia de mediciones, periodo y tiempo de sus registros.
- Evaluación de los aportes de cuencas vecinas y/o trasvase de otras cuencas.
- Evaluar la existencia de obras de represamiento y/o almacenamientos, infraestructuras de riego, centrales hidroeléctricas, obras de uso minero, obras de uso poblacional, recreación, entre otros.
- Visitar a las entidades que están vinculadas con la gestión, planificación y uso del agua en el ámbito de la cuenca.

1.6.4 Trabajos de gabinete

Después de efectuar los trabajos preliminares y de campo se inicia la labor de gabinete, en el cual se efectúan las actividades más importantes como son:

- Revisión de todos los estudios y expedientes recabados de entidades solicitadas, de los cuales se recopilará la información de mayor importancia.
- Se hará una caracterización y zonificación de la cuenca mediante el uso de las cartas nacionales digitales con ingreso directo sobre la pantalla de un ordenador, utilizando el software Arcview como herramienta de digitalización
- Aprovechando el software SIG se efectuarán los mapas temáticos como el ecológico, geológico, edafológico, usos de suelo entre otros.
- Se efectuara un estudio a detalle variables climáticas, como precipitación, temperatura, humedad atmosférica, velocidad - dirección del viento, radiación solar y/o horas de sol y evaporación, en base a información adquirida de las estaciones meteorológicas ubicadas dentro y fuera de la cuenca.
- Se desarrollará la clasificación climática de la cuenca, según zonas o unidades hidrográficas, utilizando la información climatológica disponible.
- Se hará una descripción detallada del sistema hidrográfico de la cuenca considerando a sus principales elementos naturales como son los nevados, lagunas, ríos, quebradas, manantiales y otros.
- Se describirán las cuencas hidrográficas según niveles, considerando las características geomorfológicas, tipos de suelo, cobertura vegetal, poblados, vías de acceso, etc.
- Se obtendrán las características fisiográficas de la cuenca, en base a los planos digitales a escala 1:100,000.
- Se obtendrá la clasificación ordinal de los ríos, frecuencia de los ríos, longitud del cauce principal, rectángulo equivalente, altitud media de la cuenca, curva hipsométrica y de distribución de frecuencias, pendiente media de la cuenca, pendiente media del río, pendiente equivalente constante, densidad de drenaje, coeficiente de compacidad o índice de gravelius, factor de forma, extensión media del escurrimiento, coeficiente de torrencialidad, coeficiente de pasividad.
- Se hará un análisis de los registros históricos climáticos e hidrométricos disponibles para el estudio, presentando en el volumen de anexos los cuadros y gráficos.
- Se efectuará un análisis de consistencia (análisis gráfico de histogramas y de Doble Masa, análisis estadístico de saltos y tendencias, completación y extensión de las series, mediante métodos adecuados como correlación cruzada, autocorrelación, correlación múltiple.
- Proponer la instalación de nuevas estaciones hidrometeorológicas en la cuenca, identificando su ubicación y plasmándolo en el mapa respectivo.

- Para hallar la disponibilidad del recurso hídrico a varios niveles de persistencia, se obtendrá a partir de la información histórica y/o caso contrario se obtendrá a partir de otros modelos.
- Se tomará en consideración los usos y necesidades de agua por uso minero, industrial, hidroenergético, poblacional, entre otros
- Se obtendrá la demanda de uso agrícola en base a los registros históricos de demanda proporcionados por la Autoridad Local de Aguas y en base a los planes de cultivos declarados por la Junta de Usuarios
- Se efectuará un análisis de oferta y demanda para escenarios de uso actual y futuro (10 y 20 años).
- Para la planificación futura se proyectará el uso del agua considerando el crecimiento poblacional, disminución o incorporación de áreas de cultivo, habilitación de infraestructura hidráulica.
- La información cartográfica será trabajada en el sistema de georeferenciación DATUM WGS-84.
- Mediante el método Pfafstetter se delimitará y codificará la cuenca a los niveles 6 y 7, preparando la impresión de sus planos a escalas adecuadas.

1.7 Información Básica

1.7.1 Fuentes de Información

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI), Instituto (HUAYUNA), Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Junta de Usuarios Mala (JUM), Proyecto Subsectorial de Irrigaciones (PSI), Programa de Formalización de los Derechos de Uso del Agua (PROFODUA).

1.7.2 Estudios de hidrología anteriormente realizados

De lo obtenido en las diferentes fuentes de información se cuenta con los siguientes estudios:

- En el año 1,976 la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), realizó el estudio de Inventario, Evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa, cuencas de los ríos Chilca, Mala y Asia, el mismo que considera varios aspectos como: clima, ecología, hidrología, geología, edafología, uso agrícola de la tierra, uso actual del agua, sistemas de riego, vías de comunicación, entre otros relevantes del valle.
- En el año 1,980 la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), realizó el estudio “Inventario y Evaluación Nacional de Aguas Superficiales”, el mismo que considera varios aspectos como: Introducción, características generales del Perú,

metodología, resultados del inventario, inventario nacional de ríos, conclusiones y recomendaciones.

- Estudio de Factibilidad para la Derivación de las Aguas del Río Mala a la Cuenca del Río Chilca” - INRENA, 1995. Se dispone de valores de coeficientes de uso consuntivo de los principales cultivos del valle.
- Estudio Básico de las Cuencas de los Ríos Chilca-Mala-Asia”, Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones. ALBORIC EIRL. 1,981. Información hidrológica disponible.
- Inventario y Monitoreo de las Aguas Subterráneas en el Valle Mala”- INRENA-Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete, 2,002. Se dispone de información que permitió la caracterización de la oferta hídrica subterránea del valle Mala.
- Informe de Factibilidad del “Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de Infraestructura de Captación y Conducción. Sector de Riego Bujama-Mala”. Ministerio de Agricultura, Programa Sub Sectorial de Riego-BID-Proyecto PER/95/007/C/01/99. Se dispone de información de coeficientes de uso consuntivo de los cultivos del valle Mala y eficiencias de riego.
- Asimismo, existe un convenio entre la Sub Administración Técnica del Sub Distrito de Riego Mala-Omas con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), cuya finalidad es disponer de información diaria de los registros hidrométricos del río Mala controlados en la estación hidrométrica La Capilla.

1.7.3 Datos hidrometeorológicos históricos

La relación de estaciones utilizadas en el presente proyecto se muestran en el **CUADRO N°1.7.1** y **GRÁFICO N°1.7.1**, donde se aprecia los periodos y longitudes con información disponible.

▪ Información pluviométrica

La información pluviométrica que se utilizará en el estudio hidrológico corresponden, cinco estaciones a la cuenca del río Mala, una a la cuenca del río Omas, Cuatro a la cuenca del río Lurín, seis a la cuenca del río Cañete y dos a la cuenca del río Rimac. Asimismo, la información es administrada por el SENAMHI, cuyo tiempo de intervalo de sus series varía entre los años 1,964 a 2,005, como se aprecia en el **CUADRO N°1.7.1**, en el **GRÁFICO N°1.7.1**, y la información histórica de las estaciones indicadas se presenta impresa en el **ANEXO 1.1**

Para efectuar el proyecto, se cuenta con información de precipitación total mensual, que varían entre los años 1,964 – 2,004 de las siguientes estaciones meteorológicas:

- Cuenca del río Mala: Estaciones Pluviométricas (PLU) de Huancata, Huañec, Huarochirí, La Capilla y la (CP) de Ayavirí.
- Cuenca del río Omas: Estación (PLU) de San Pedro de Pilas
- Cuenca del río Lurin: Estaciones (PLU) de Antioquia, Langa, San Lorenzo de Escama y Santiago de Tuna.

- Cuenca del río Cañete: Estaciones (PLU) Cañete, Catania, Huantan, Tanta, Vilca y Yauyos.
- Cuenca del río Rimac: Estaciones (OLU) San Juan de Parac y Matucana.

– Información Hidrométrica

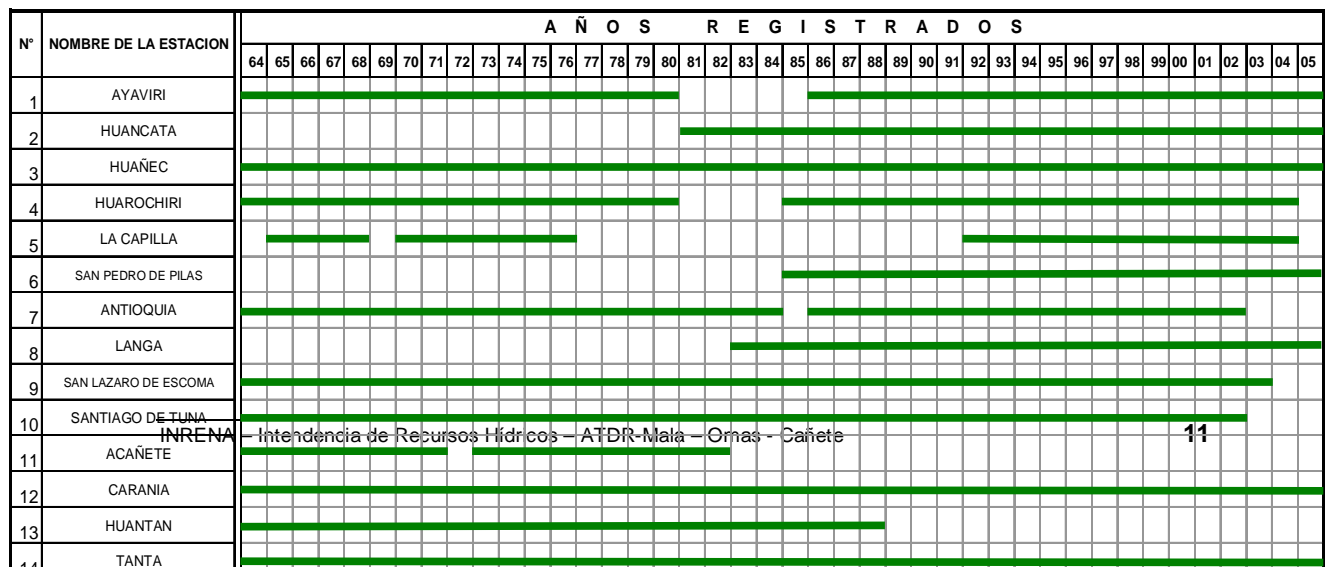
En la cuenca del río Mala, se tiene una estación hidrométrica La Capilla, que mide el escurrimiento superficial originado por la precipitación que se produce en la parte alta de la cuenca.

CUADRO N° 1.7.1 ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS CUENCA DEL RIO MALA Y CUENCAS VECINAS

N°	NOMBRE ESTACION	CODIGO	CUENCA DEL	TIPO DE EST.	INICIO FUNC.	AÑOS DE OBSERV.	UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN GEOGRAFICA			INST. RESP.	OBSERVACIONES
							DPTO	PROV.	DIST.	LAT.	LONG.	ALT.		
1	AYAVIRI	000776	Río Mala	CP	1,964	41	Lima	Yauyos	Ayaviri	12° 23'	76° 08'	3,228	Senamhi	Funciona
2	HUANCATA	151207	Río Mala	PLU	1,980	26	Lima	Huaroquí	San Lorenzo de Quinti	12° 13'	76° 13'	2,700	Senamhi	Funciona
3	HUAÑEC	156103	Río Mala	PLU	1,964	42	Lima	Yauyos	Huañec	12° 17'	76° 08'	3,205	Senamhi	Funciona
4	HUAROCHIRI	155149	Río Mala	PLU	1,964	35	Lima	Huaroquí	Huaroquí	12° 08'	76° 14'	3,154	Senamhi	Funciona
5	LA CAPILLA	000631	Río Mala	CP	1,965	23	Lima	Vañete	Calango	12° 31'	76° 29'	442	Senamhi	Funciona
6	SAN PEDRO DE PILAS	151212	Río Omas	PLU	1,986	20	Lima	Yauyos	San Pedro de Pilas	12° 27'	76° 13'	2,600	Senamhi	Funciona
7	ANTIOQUIA	156100	Río Lurín	PLU	1,965	37	Lima	Huaroquí	Antioquia	12° 05'	76° 30'	1,839	Senamhi	Funciona
8	LANGA	151214	Río Lurín	PLU	1,983	23	Lima	Huaroquí	Lahuaytambo	12° 06'	76° 24'	2,860	Senamhi	Funciona
9	SAN LAZARO DE ESCOMA	156102	Río Lurín	PLU	1,964	40	Lima	Huaroquí	Langa	12° 11'	76° 21'	3,600	Senamhi	Funciona
10	SANTIAGO DE TUNA	155224	Río Lurín	PLU	1,964	39	Lima	Huaroquí	Carampoma	11° 59'	76° 31'	2,921	Senamhi	Funciona
11	CAÑETE	2000	Río Cañete	PLU	1,964	18	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete	12° 04'	76° 21'	150	Senamhi	Funciona
12	CARANIA	156109	Río Cañete	PLU	1,964	42	Lima	Yauyos	Carania	12° 20'	75° 52'	3,875	Senamhi	Funciona
13	HUANTAN	156112	Río Cañete	PLU	1,964	26	Lima	Yauyos	Huantan	12° 27'	75° 49'	3,272	Senamhi	Funciona
14	TANTA	156106	Río Cañete	PLU	1,964	40	Lima	Yauyos	Tanta	12° 08'	76° 01'	4,505	Senamhi	Funciona
15	VILCA	156111	Río Cañete	PLU	1,964	42	Lima	Yauyos	Huancaya	12° 06'	75° 49'	3,864	Senamhi	Funciona
16	YAUYOS	155196	Río Cañete	PLU	1,964	34	Lima	Yauyos	Yauyos	12° 29'	75° 54'	2,327	Senamhi	Funciona
17	SAN JOSE DE PARAC	155225	Río Rimac	PLU	1,995	10	Lima	Huaroquí	San Mateo	11° 48'	76° 15'	3,800	Senamhi	Funciona
18	MATUCANA	155138	Río Rimac	PLU	1,964	39	Lima	Huaroquí	Matucana	11° 50'	76° 23'	2,378	Senamhi	Funciona

CP = CLIMATOLOGICA PRINCIPAL
S = SINOPTICA
CO = CLIMATOLOGICA ORDINARIA
PLU = METEOROLOGICA PLUVIOMETRICA

GRAFICO N°1.7.1 PERIODO Y/O LONGITUD ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS DISPONIBLES



La Junta de Usuarios Mala Omas realiza aforos puntuales esporádicos del río Mala. Estos aforos son generalmente en épocas de bajo caudal y máximo requerimiento. La zona donde realiza estos aforos la Junta de Usuarios se ubica entre el canal La Cringa y el canal Totoral en la progresiva Km 34+00. Las mediciones lo efectúan mediante correntómetro de tipo OTT.

El SENAMHI, sólo efectúa mediciones de nivel del río tres veces por día y contrasta estas mediciones con un correntómetro en la misma estación. Para efectuar el estudio Hidrológico, se cuenta con información hidrométrica de siete estaciones que registran caudales medios mensuales; de las cuales una pertenece a la cuenca del río Mala (La Capilla), tres pertenecen a la cuenca del río Cañete (Imperial, Socsi y Chavín), dos a la cuenca Lurín (Manchay, Manchay Bajo) y una a la cuenca Pisco (Letrayoc). La información disponible se presenta impresa en el **ANEXO 1.2**.

Asimismo, se cuenta con información de caudales medios diarios del río Mala, de la estación La Capilla, periodo 1,960 – 2,005, río Cañete cuenta con información de caudales medios diarios de la estación Imperial y Socsi de los años 1,926 al 2,000, río Lurín cuenta con información de caudales medios diarios de la estación Manchay y Manchay Bajo de los años 1,960 a 1,999 y 1,938 a 1,984 respectivamente. La información de caudales medios diarios se adjunta en el **ANEXO 1.3**.

Para efectuar el estudio Hidrológico se ha contado con información adquirida del SENAMHI, sin embargo, se ha conseguido información de de otras entidades que repercutirá favorablemente en la calidad del presente estudio. Esta información proviene de otros estudios efectuados en cuencas vecinas como la del Estudio Hidrológico del río Cañete y Pisco.

1.7.4 Cartografía general y detallada (impresa y digital)

Al iniciar el proyecto, se ha efectuado una recopilación de la información cartográfica existente, mas que todo lo concerniente a la cuenca del río Mala y cuencas colindantes, entre las más importantes detallo a continuación:

- Carta Nacional, a escala de 1:100,000, IGN – Año 2,002; Digital Perú, Versión 1.0
- Cartas Nacionales a escala 1:100,000 año 2,000, Áreas Naturales Protegidas Actualizados SINAMPE – INRENA 2,004
- El DATUM es WGS 84 / PROYECCIÓN UTM – Zona 18.

- Cartografía digital georeferenciada en el Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Mapa Físico Político del Perú a escala de 1:1'000,000 editado por el IGM en el año 1,973.

Además de esta Información se cuenta con cartografía complementaria encontrada en otros estudios y entidades publicas.

- Mapas temáticos de la cuenca del río Pisco
- Cartas Nacionales a escala 1/100,000 – 1,971. Hojas: 25j, 26j. 24k, 25k 26k y 25l.
- Hojas de la carta nacional 1/100,000 del IGN digitalizados como un Sistema de Información Geográfico (SIG); coberturas: Red hidrográfica, curvas de nivel, red hidrográfica, centros poblados, división política y red vial, importados de la base cartográfica digitalizada “Perú Digital”.
- Mapas temáticos de la cuenca del río Mala, elaborados por la ONERN (1,976), que contiene: Estudio hidrológico, Ecológico, Geológico, Grandes grupos de suelos, Capacidad de Uso, Sistema de Riego, Uso actual de la tierra, Suelos y Aptitud para el Riego y Transporte.
- Información cartográfica complementaria encontrada en la cede de la Sub-Administración, otros mapas proporcionados por la Junta de Usuarios, y los encontrados en el Ministerio de Agricultura Agencia Agraria Mala.

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

2.1 Delimitación y Codificación Hidrográfica de la Cuenca – Método Pfafstetter

Para la delimitación, planificación y gestión de la cuenca del río Mala, ubicada dentro del ámbito del ATDR/Mala-Omas-Cañete, se empleó la metodología desarrollada por PFAFSTETTER, el cual constituye un instrumento importante para la gestión y administración de la SATDR/Mala.

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), desarrolló en 1,984 un primer mapa de delimitación de cuencas en el Perú a partir del cual se determinaron 106 cuencas **hidrográficas**. Sobre esta información y con la base cartográfica del Proyecto “Digital Perú” del 2,001, la Dirección General de Aguas y Suelos del INRENA obtuvo el mapa a escala de impresión 1:1’800,000, en el cual se determina a 107 cuencas hidrográficas, de las cuales 53 pertenecen a la vertiente del pacífico, 45 a la vertiente del amazonas, y 9 a la vertiente endorreica del Titicaca.

Sin embargo, el año 2,003 la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, desarrollo una nueva delimitación y codificación de cuencas hidrográficas en el país; incorporando criterios estándares internacionales de delimitación, y codificación, tomando los lineamientos del Método elaborado por el Ing. Otto Pfafstetter y que fue adoptado además por la United States Geological Survey (USGS-EEUU).

El sistema de codificación de cuencas desarrollado por Ing. Otto Pfafstetter, en 1,989, se basa en una metodología para asignar códigos a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie del terreno. El sistema lo considera jerárquico, sin embargo las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos.

El estudio hidrológico adopta esta metodología de **Pfafstetter** para delimitar y codificar las cuencas dentro del ámbito de la ATDR/MOC, SATDR/Mala. La cuenca del río Mala dentro de las unidades hidrográficas del Perú por vertientes pertenece a la vertiente del Pacífico cuyos códigos de Nivel 3 son nueve, cuyos códigos están entre 131 al 139, entre ellas se tiene las cuencas de Tacna, Moquegua, Chili, Camaná, Ocoña y hasta Chira y Tumbes por el norte, ubicándose la cuenca del río Mala dentro código 137. Las cuencas de Nivel 4 códigos 1371 al 1379 entre ellas la cuencas del río Ica, Tambo, Piura y Santa de código 1375, donde se ubica la cuenca del río Mala. Las cuencas de Nivel 5 de códigos 13751 al 13759, Pisco, Cañete, Huaura, Pativilca y Santa de código 13755 donde pertenece la cuenca del río Mala.

Las cuencas de Nivel 6, del río Mala, río Rimac, Río Chillón, Chancay Huaral e intercuenas, de códigos 137551 al 137559, son las que se ubican dentro del nivel. La cuenca del río Mala de Nivel 6 con código 137552, de interés para nuestro proyecto, a su vez, de ubican a las cuencas de nivel 7 entre ellas, se tiene a cinco cuencas y cuatro intercuenas, las cuencas de Nivel 7 del río Quinches, río Tantarà, río Acacache, río Aguaquiri y la cuenca del río Alto Mala. Las intercuenas de Nivel 7 Bajo Mala, Medio Bajo Mala, Media Mala y Medio Alto Mala que pertenecen al sistema de la cuenca del río Mala.

En el **MAPA N° 09**, y el **CUADRO N° 2.2.1**, se aprecia a la Cuenca de Nivel 6 del río Mala y las Cuencas de Nivel 7 e Intercuenas de Nivel 7 con sus respectivos códigos PFAFSTETTER.

CUADRO N° 2.2.1 Cuencas e Intercuencas de Nivel 6 y 7 del río Mala

CUENCA N6	CODIGO PFAFSTETTER	EXTENSIÓN (Km.²)	CUENCA N7 INTERCUENCA N7	CODIGO PFAFSTETTER	EXTENSIÓN (Km.²)	AREA (%)
Río Mala	137552	2332.07	Baja Mala	1375521	804.93	34.52
			Río Quinches	1375522	568.36	24.37
			Medio Baja Mala	1375523	201.72	8.65
			Río Tantará	1375524	148.5	6.37
			Medio Mala	1375525	63.94	2.74
			Río Acacache	1375526	243.48	10.44
			Medio Alto Mala	1375527	16.86	0.72
			Río Aguaquirí	1375528	90.85	3.9
			Río Mala Parte Alta	1375529	193.43	8.29
T O T A L		2332.07	T O T A L		2332.07	100.00

2.2 Ubicación y demarcación de la Cuenca

La cuenca del río Mala, esta situada en parte central del territorio peruano y su ubicación geográfica, demarcación hidrográfica, demarcación política y administrativa es la siguiente:

2.2.1 Ubicación Geográfica

Coord. UTM Norte : 8'597,623 m. – 8'686,560 m.
 Coord. UTM Este : 319,650 m. – 397,695 m.
 Latitud Sur : 11°53'36" - 12°41'03"
 Longitud Oeste : 75°56'32" - 76°39'21".

2.2.2 Demarcación Hidrográfica

Ideográficamente la cuenca del río Mala tiene como limites:

Por el Norte : Cuenca del Río Lurín
 Por el Este : Cuenca del Río Mantaro
 Por el Sur : Cuenca del Río Cañete
 Por el Oeste : Océano Pacífico.

2.2.3 Demarcación Política

Políticamente la cuenca abarca tres provincias y veinte distritos, los mismos que se aprecian en la **IMAGEN N° 2.2.1**, a nivel provincial, en el **IMAGEN N° 2.2.2**, a nivel distrital; asimismo, se corrobora los distritos y provincias en el **CUADRO N° 2.2.2**.

2.2.4 Demarcación Administrativa

El ámbito del proyecto en la gestión del uso del agua abarca la cuenca del río Mala y tiene la siguiente estructura administrativa:

- Ministerio de Agricultura
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)
- Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS)
- Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete.
- Sub-Distrito de Riego Mala.

IMAGEN N° 2.2.1 UBICACIÓN POLÍTICA PROVINCIAL DE LA CUENCA DEL RÍO MALA

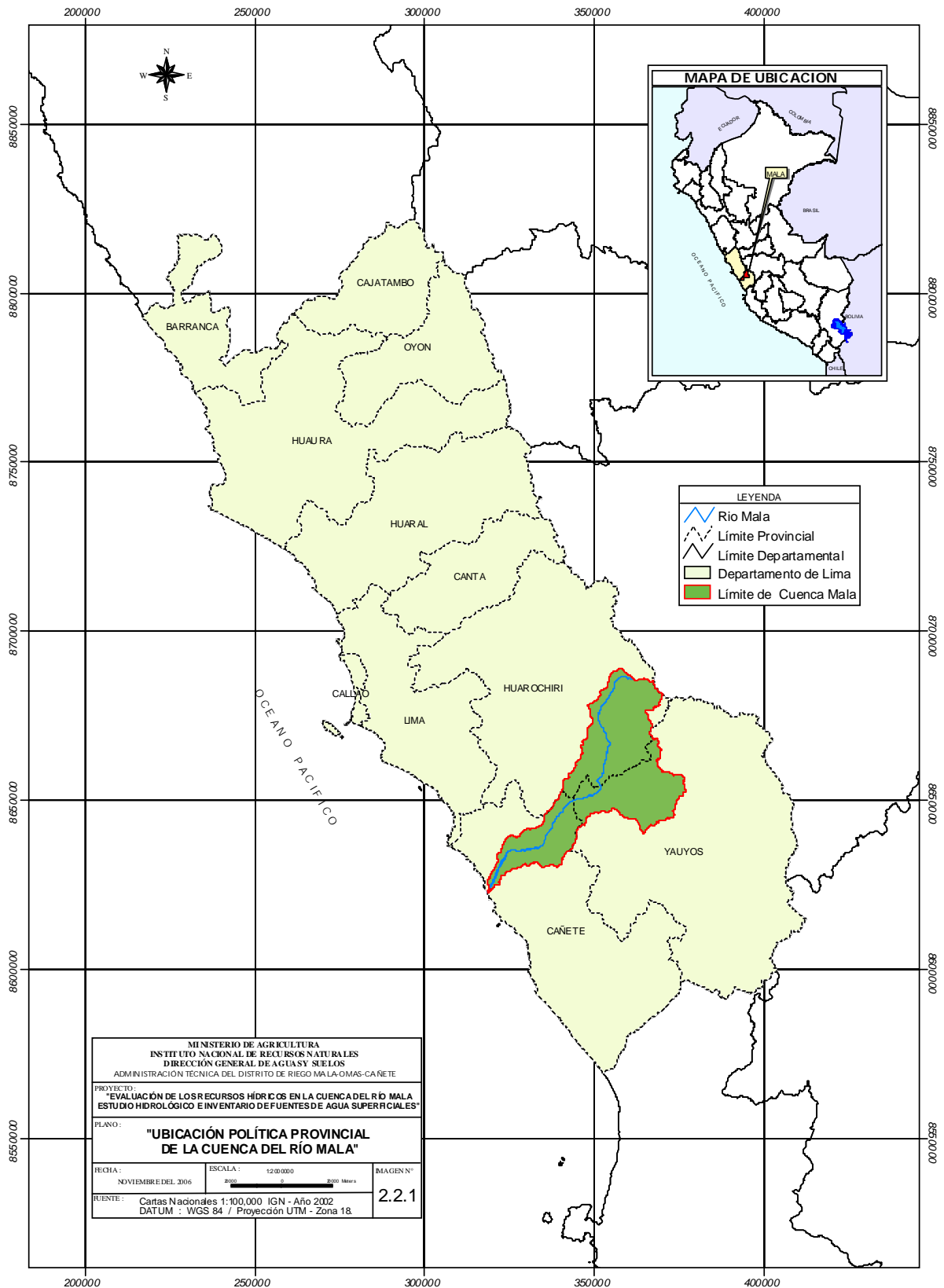
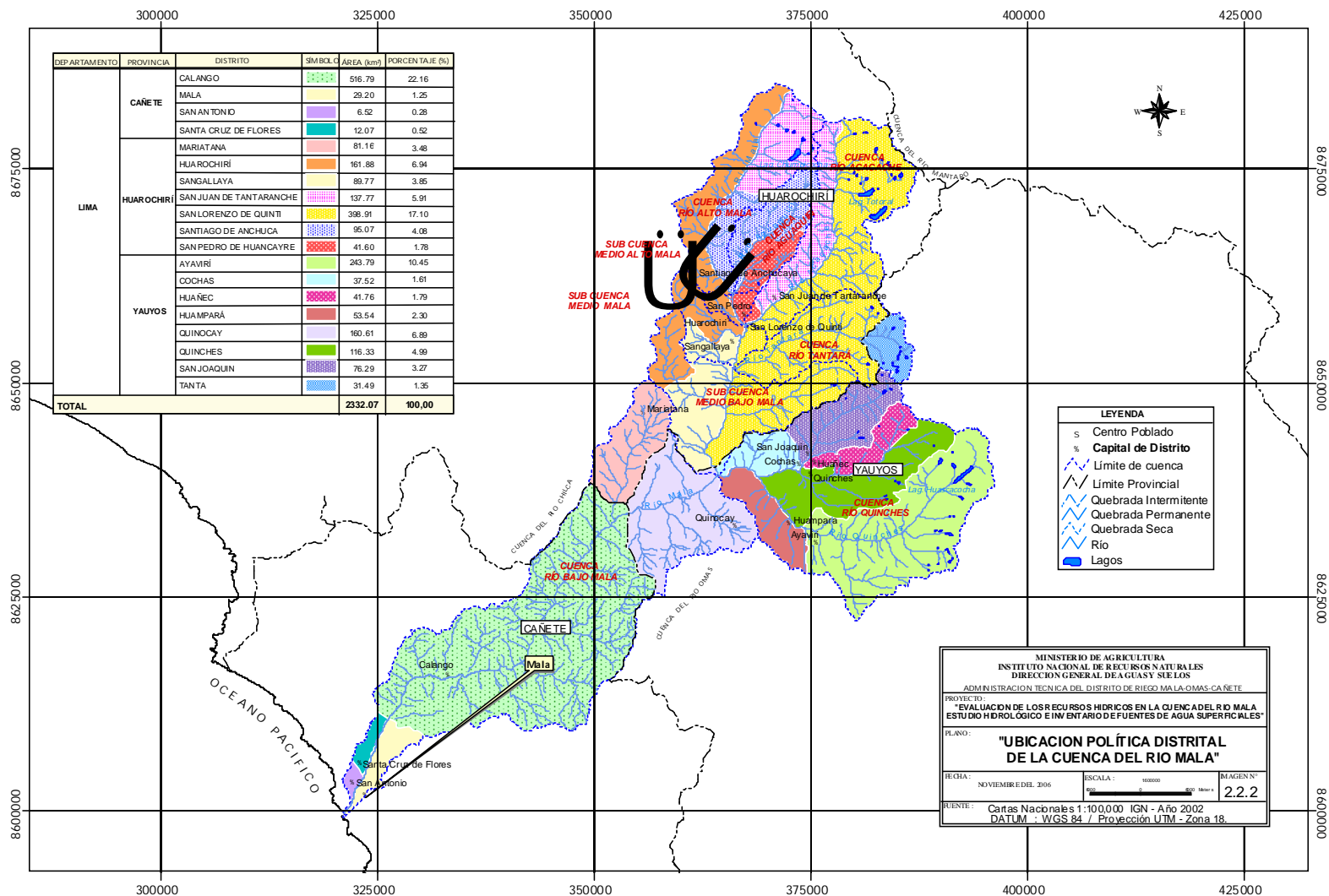


IMAGEN N° 2.2.2 UBICACIÓN POLÍTICA DISTRITAL DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



En la **IMAGEN N° 2.2.3**, se muestra la ubicación administrativa de la cuenca del río Mala. El organigrama de la estructura administrativa de la Administración Técnica del Distrito de Riego Mala - Omas – Cañete, se puede apreciar en el **ESQUEMA N° 2.2.1**

CUADRO N° 2.2.2 DEMARCACIÓN POLÍTICA DE LA CUENCA MALA

DEPARTAMENTO	PROVINCIAS	DISTRITOS
1.- LIMA	1.- YAUYOS	1.- Ayaviri
		2.- Cochas
		3.- Huampara
		4.- Huañec
		5.- Quinchés
		6.- Quinocay
		7.- San Joaquín
		8.- Tanta
		9.- Omas
	2.- CAÑETE	1.- Calango
		2.- Mala
		3.- San Antonio
		4.- Santa Cruz de Flores
	3.- HUAROCHIRI	1.- Huarochiri
		2.- Mariatana
		3.- San Juan de Tantarache
		4.- San Lorenzo de Quinti
		5.- San Pedro de Huancayre
		6.- Sangallaya
		7.- Santiago de Anchucaya

ESQUEMA N° 2.2.1. ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO DEL SATDR/MOC

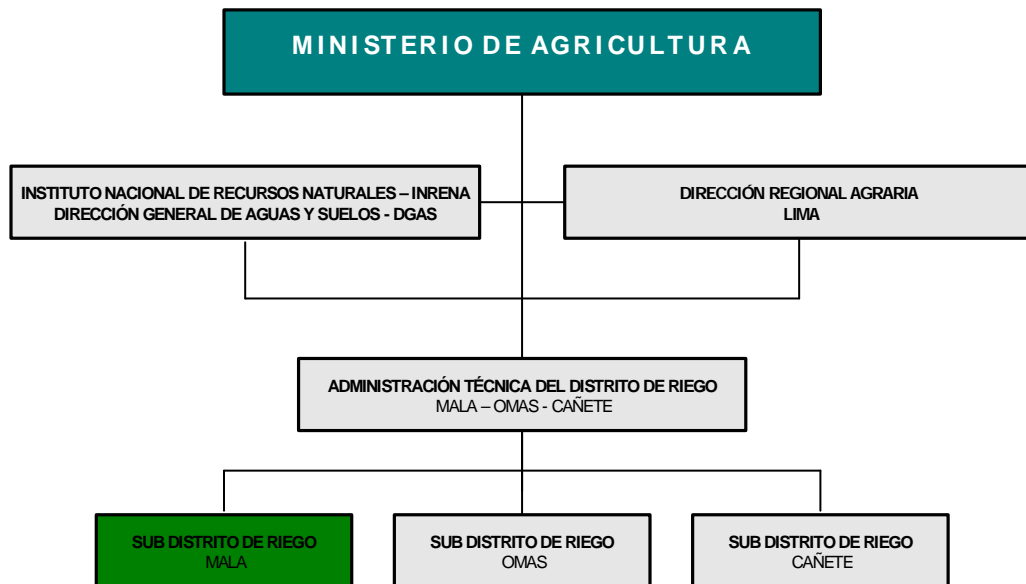
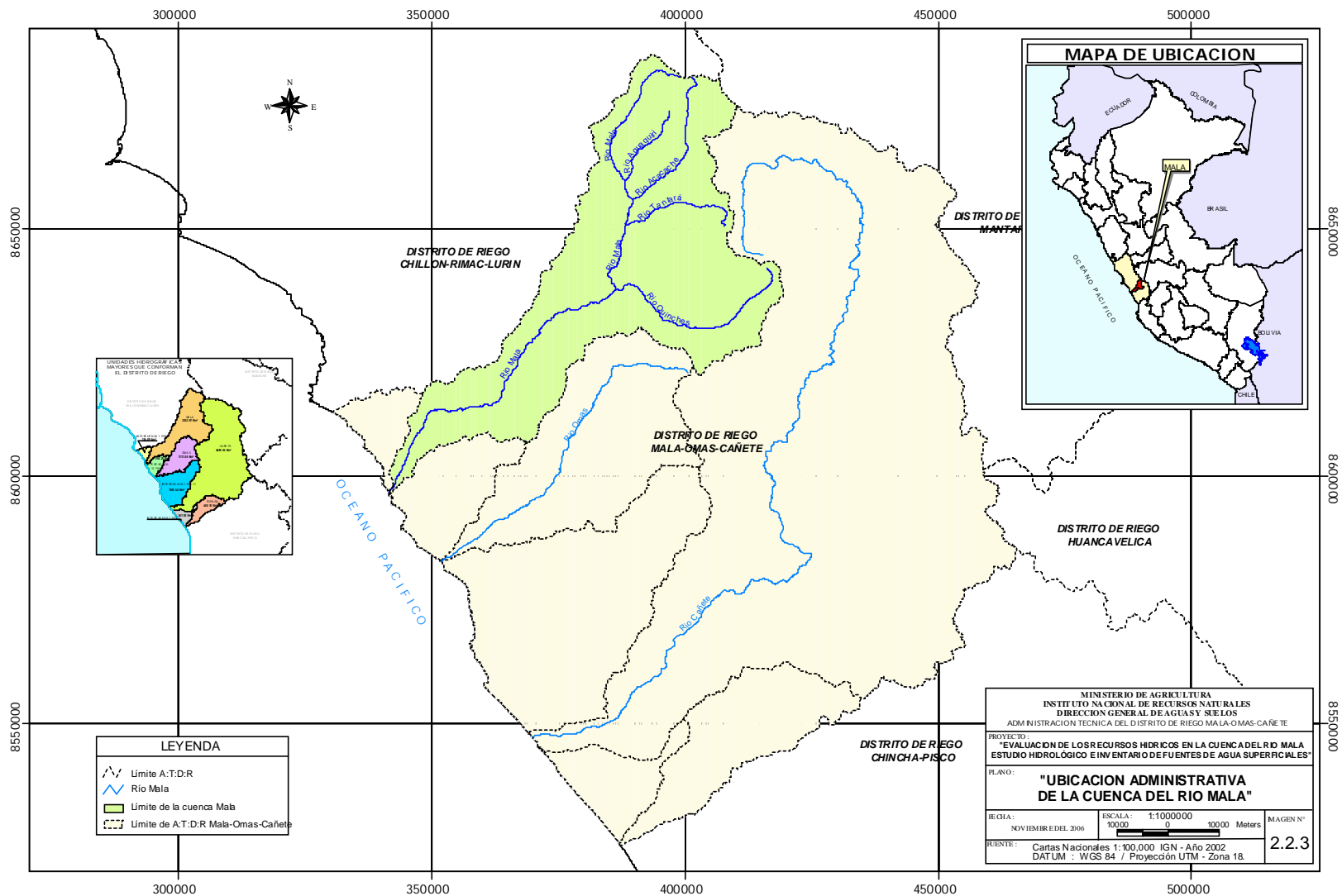


IMAGEN N° 2.2.3 UBICACIÓN ADMINISTRATIVA DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



2.3 Accesibilidad – Vías de comunicación

Una de las principales carreteras de acceso hacia la cuenca del río Mala es la carretera Panamericana Sur. En el Km. 85+00 de la carretera Panamericana Sur el poblado de Mala tiene un tramo asfaltado de 10.00 Km., la misma que cruza al distrito de San Antonio hasta llegar al distrito de Mala.

Partiendo del distrito de Mala con dirección Noreste se cuenta con una carretera afirmada de 60 Km. Hasta llegar al distrito de Calango y de esta continúa siguiendo la quebrada que discurren las aguas del río Mala, hasta llegar a los poblados de Minay, Viscas, Cochabambas y de este hasta llega al distrito de Huarochirí, con un recorrido aproximado de 110 Km.

Del distrito de Huarochirí se inician tramos carreteros que unen los poblados de Dan Lorenzo de Quinti, Santiago de Anchucaya, San Juan de Tantarache, San Pedro de Huancayre y Sangayaya.

Partiendo del distrito de Mala en dirección Sureste pasando por los distritos de Asia, Omas, San Pedro de Pilas y siguiendo la ruta se llega al abra Tres Cruces y tomando una dirección Noreste se llega al distrito de Ayavirí, tramo de 114.00 Km.

En el Abra Tres Cruces parte un tramo carretero hacia el distrito de Quinchas y de este hacia los distritos de San Joaquín y Huañec con 100.00 Km., de recorrido.

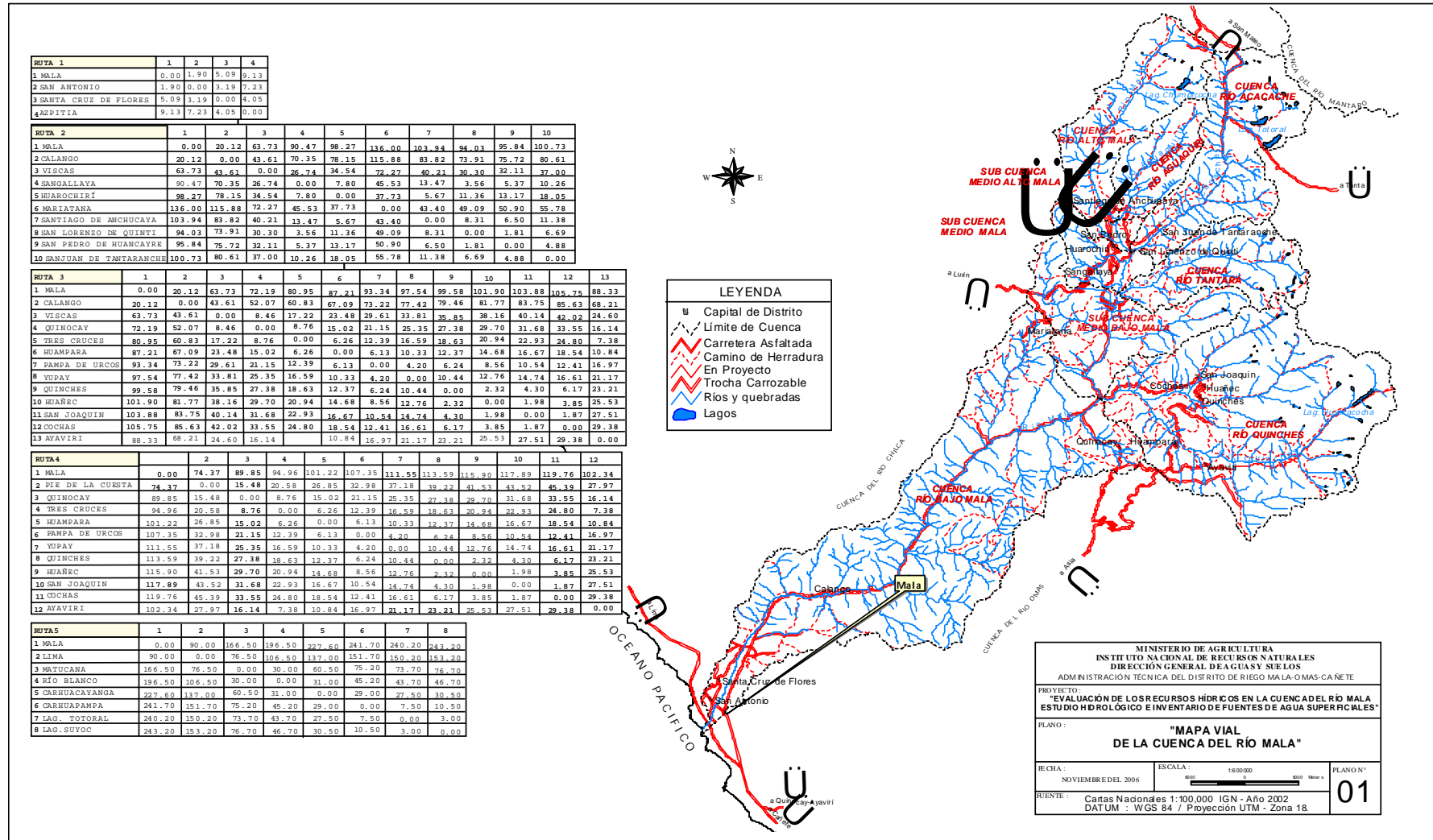
Para llegar al distrito de Huarochirí existe un tramo carretero que parte por el distrito de Cieneguilla y pasa los poblados de Antioquia, San José de Chorrillos, Buena Vista y de esta hasta llegar al distrito de Huarochirí, con 150 Km., de distancia.

Partiendo desde el distrito de Mala hacia Lima y tomando la carretera Central, a la altura del sector de Cocachacra suma 140 Km., y a partir de de este punto se desvía hacia los poblados de San Damián, San José de Chorrillos y de este al poblado de Huarochirí con un recorrido de 125 Km.

Tomando la misma ruta por la carretera central hasta el distrito de Matucana se tiene 160 Km., y a la altura de la zona denominada Puente río Blanco existe un desvío que conduce hacia la presa Yurac Mayo y de este se llega al Caserío y/o estancias Paccha Carhuacayana y de estas zonas al poblado Carhuapampa con 110 Km., de distancia.

El **MAPA N° 01**, muestra las vías de comunicación (Carreteras) que enlazan los distritos y poblados ubicados dentro de la cuenca con la capital distrital de Mala.

MAPA N°01, MAPA VÍAL DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



2.4 Aspectos socioeconómicos

2.4.1 Población – Demografía

De acuerdo al último censo efectuado en el año 2,005 la población total en la cuenca alcanza a 45,479 habitantes. Dentro de la cuenca la provincia de Yauyos involucra a 9 distritos, Cañete a cuatro distritos y Huarochirí a siete distritos, correspondiendo a la provincia de Yauyos una población de 4,609 habitantes, Cañete 33,989 habitantes, Huarochirí 6,881 habitantes.

Al estimar las tasas de crecimiento poblacional según los censos realizados por el INEI los años 1,961, 1,972, 1981, 1993 Y 2,005, se estima que la población total para los años 2,010, 2,020, son de 49,160 y 56513 habitantes.

EL CUADRO N°2.4.1, muestra el crecimiento poblacional del ámbito de la cuenca del río Mala.

La metodología empleada para el análisis estadístico es la de una tendencia de crecimiento poblacional aritmético.

Los parámetros estadísticos de cálculo son los siguientes:

$$Tc = \frac{P_f^2 - P_a^2}{2 t P_f P_a}; \quad P_f = P_a(1 + t.Tc)$$

Donde:

Tc = Tasa de crecimiento poblacional.

P_f, P_a = Población futura, población actual.

t = Tiempo en años entre la población actual y futura.

Del análisis realizado, en las provincias de Yauyos, Huarochirí y como de sus distritos que se ubican dentro de la cuenca Mala, las tasas de crecimiento poblacional son decrecientes tanto para hombres, mujeres y en lo global; alcanzando -5.49%, -7.56% y -6.53% respectivamente para la provincia de Yauyos y de -3.34%, -3.80% y -3.56% respectivamente para la provincia de Huarochirí; mientras que para los distritos de la provincia de Cañete que se ubican dentro de la cuenca Mala la tasa de crecimiento es positiva, alcanzando 6.80%, 7.88% y 7.32% respectivamente, lo que demuestra que se encuentra en crecimiento poblacional.

En los **GRAFICO N° 2.4.1**, **GRAFICO N° 2.4.2**, se observa la tendencia poblacional decreciente de las provincias Yauyos y Huarochirí; mientras que en el **GRAFICO N° 2.4.3**, se observa la tendencia creciente de la provincia de Cañete.

CUADRO N 2.4.1 CENSOS DE POBLACION A NIVEL DE DISTRITO Y PROVINCIA UBICADOS DENTRO DE CUENCA DEL RIO MALA

UBICACION			1961			1972			1981			1993			2005			TASA DE CRECIMIENTO			2010			2020		
DPTO	PROV.	DISTRITOS	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T
L	Y A U Y O S	AYAVIRI	518	551	1069	410	450	860	423	446	869	396	402	798	392	382	774	-0.0008	-0.0043	-0.0025	390	374	764	387	358	745
		COCHAS	113	143	256	104	110	214	89	94	183	67	69	136	55	51	106	-0.0166	-0.0256	-0.0210	50	44	94	41	31	72
		HUAMPARA	331	340	671	279	312	591	216	230	446	212	199	411	147	139	286	-0.0312	-0.0305	-0.0309	124	118	242	78	75	153
		HUAÑEC	367	421	788	309	343	652	266	301	567	238	218	456	213	202	415	-0.0093	-0.0064	-0.0079	203	196	399	183	183	366
		QUINCHES	535	531	1066	525	470	995	400	419	819	395	362	757	362	324	686	-0.0073	-0.0093	-0.0082	349	309	658	322	279	601
		QUINOCAY	881	1087	1968	837	900	1737	724	797	1521	558	574	1132	498	529	1027	-0.0095	-0.0068	-0.0081	474	511	985	427	475	902
		SAN JOAQUIN	322	323	645	316	267	583	380	323	703	392	296	688	296	246	542	-0.0237	-0.0155	-0.0201	261	227	488	191	189	380
		OMAS	129	154	283	102	110	212	76	87	163	85	83	168	134	109	243	0.0393	0.0230	0.0315	160	122	282	213	147	360
		TANTA	198	216	414	225	232	457	247	298	545	250	268	518	263	267	530	0.0042	-0.0003	0.0019	269	267	536	280	266	546
TOTAL			3394	3766	7160	3107	3194	6301	2821	2995	5816	2593	2471	5064	2360	2249	4609	-0.0061	-0.0084	-0.0073	2280	2168	4448	2122	2003	4125
M	C A Ñ E T E	CALANGO	881	811	1692	828	727	1555	916	755	1671	1115	955	2070	1345	1214	2559	0.0157	0.0202	0.0178	1451	1337	2788	1662	1582	3244
		MALA	2957	2817	5774	5110	4794	9904	7027	6703	13730	9386	9326	18712	12760	12760	25520	0.0260	0.0266	0.0263	14419	14454	28873	17736	17843	35579
		SAN ANTONIO	1024	925	1949	1028	963	1991	1132	1015	2147	1451	1360	2811	1739	1721	3460	0.0152	0.0198	0.0174	1871	1891	3762	2135	2232	4367
		STA CRUZ DE FLORES	1210	1067	2277	1285	1292	2577	1239	1217	2456	1108	1023	2131	1265	1185	2450	0.0111	0.0123	0.0117	1335	1258	2593	1475	1404	2879
TOTAL			6072	5620	11692	8251	7776	16027	10314	9690	20004	13060	12664	25724	17109	16880	33989	0.0170	0.0197	0.0183	19076	18940	38016	23008	23061	46069
A	H U A R O C H I R I	HUAROCHIRI	1247	1326	2573	1221	1225	2446	1042	1135	2177	1000	1045	2045	748	831	1579	-0.0245	-0.0193	-0.0218	656	751	1407	473	591	1064
		MARIATANA	487	574	1061	535	557	1092	549	558	1107	736	708	1444	847	759	1606	0.0117	0.0058	0.0089	897	781	1678	996	825	1821
		S.J. D TANTARACHE	299	312	611	263	290	553	236	284	520	244	251	495	280	290	570	0.0115	0.0121	0.0118	296	308	604	328	343	671
		S. L. DE QUINTI	1190	1211	2401	1044	1015	2059	938	916	1854	873	877	1750	825	806	1631	-0.0047	-0.0070	-0.0059	806	778	1584	767	721	1488
		S. P. HUANCAYRE	215	224	439	161	152	313	164	135	299	141	137	278	128	121	249	-0.0081	-0.0104	-0.0092	123	115	238	112	102	214
		SANGALLAYA	388	444	832	386	379	765	355	331	686	424	379	803	349	340	689	-0.0163	-0.0091	-0.0128	321	325	646	264	294	558
		STGO D ANCHUCAYA	352	368	720	301	317	618	305	332	637	287	316	603	277	280	557	-0.0030	-0.0101	-0.0066	273	266	539	265	238	503
TOTAL			4178	4459	8637	3911	3935	7846	3589	3691	7280	3705	3713	7418	3454	3427	6881	-0.0048	-0.0054	-0.0051	3372	3324	6696	3205	3114	6319
TOTAL POBLACION CUENCA			13644	13845	27489	15269	14905	30174	16724	16376	33100	19358	18848	38206	22923	22556	45479	0.0020	0.0020	0.0020	24728	24432	49160	28335	28178	56513

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI)

GRAFICO N° 2.4.1 TENDENCIA POBLACIONAL PROVINCIA DE YAUYOS

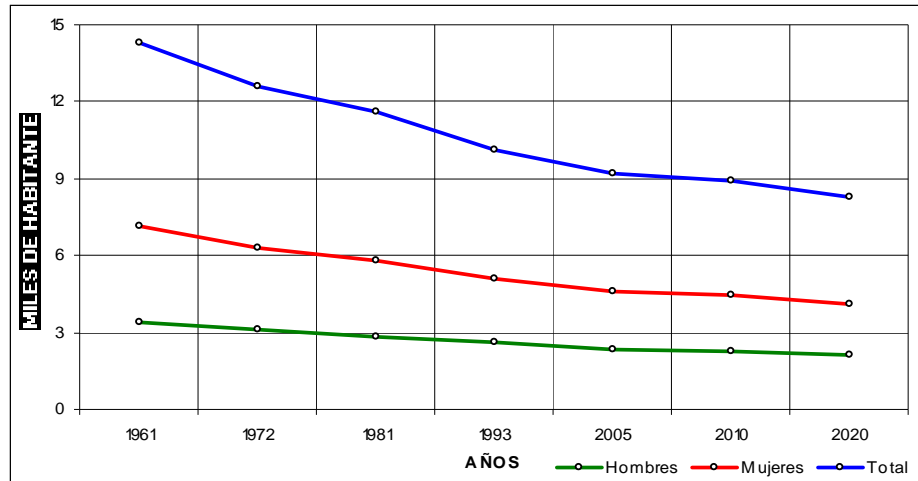


GRAFICO N° 2.4.2 TENDENCIA POBLACIONAL PROVINCIA DE HUARACHIRI

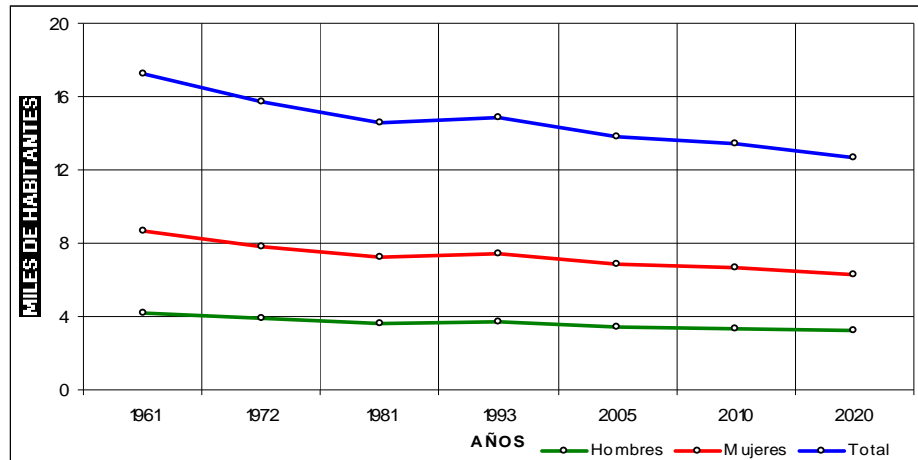
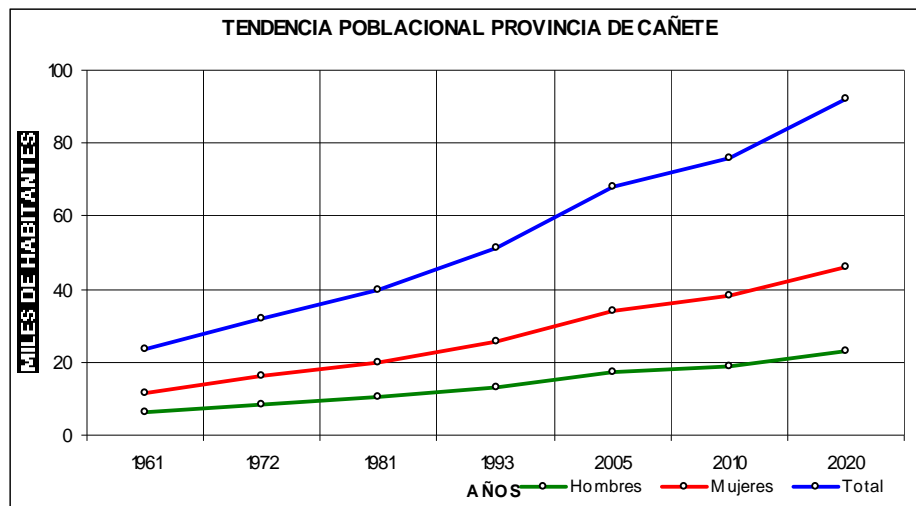


GRAFICO N° 2.4.3 TENDENCIA POBLACIONAL PROVINCIA DE CAÑETE



2.4.2 Caracterización socio-económica

En la provincia de Yauyos, Cañete y Huarochirí ubicados dentro del ámbito de la cuenca del río Mala, el 8.74 %, 63.71 % y 13.01% respectivamente de la población que sabe leer; mientras que el 0.92%, 6.19% y 1.34 % de la población no sabe leer (es analfabeta). En el **CUADRO N° 2.4.2**, **CUADRO N° 2.4.3** y **GRÁFICO N° 2.4.4** se puede apreciar el grado de analfabetismo que existe en el ámbito de la cuenca.

En el **CUADRO N° 2.4.2**, **CUADRO N° 2.4.3** y **GRÁFICO N° 2.4.5** se observa, que los niveles educacionales de las provincias de Yauyos, Cañete y Huarochirí, según el último censo efectuado el año 2,005, se ha encontrado que un 93.90% realizaba alguna actividad educacional, de los cuales el 7.92% no tiene nivel educacional, el 43.03% no tiene estudios completos en los niveles de primaria, secundaria, no universitario y universitario y un 49.05% tiene estudios completos de nivel primaria, secundaria, no universitario y universitario.

En cuanto a lo socio económico y confort de los habitantes de las provincias de Yauyos, Cañete y Huarochirí que se ubican dentro de la cuenca Mala, se tiene que el 81.19% cuenta con servicios de energía eléctrica, agua y desagüe, y tiene casa propia. Con mayor detalle se puede observar en el **CUADRO N° 2.4.2**, **CUADRO N° 2.4.3** y el **GRÁFICO N° 2.4.6**

Como fuente de desarrollo, la población de Mala cuenta con una mina en explotación del cobre denominada Condestable, la cual representa al poblador maleño la fuente de ingreso económico.

El sistema vial en la cuenca Mala está formado principalmente por la red de carreteras de segundo y tercer orden con cuentan, generalmente este medio vial es el único medio que actualmente utilizan para el intercambio de los productos de consumo y producción, siendo en la actualidad el transporte permanente hacia los poblados de Calango, Viscas, Sangayaya, Huarochirí, Mariatana, Santiago de Anchucaya, San Lorenzo de Quinti, San Pedro de Huancayre, San Juan de Tantarache, por la ruta de tres cruces se sigue Quinocay, Huampara, Quinchas, Huañec, San Joaquín, Cochabamba y Ayavirí, con quienes se tiene lasos de comunicación con la ciudad de Lima generalmente.

Se observa un desequilibrio grande entre las vías que se ubican en la cuenca con respecto al desarrollo de la red vial de la cuenca, casi el 99.9% de caminos asfaltados (longitud total: 8,857 Km.) en el Perú, mientras que sólo el 0.11% de caminos se encuentra con asfalto en el ámbito de la cuenca. En cuanto a caminos de la red nacional entre carreteras asfaltadas, afirmadas, sin afirmar y trochas se tiene 78,554 Km., de los cuales al ámbito del proyecto le corresponden 404.3 Km., que representa el 0.51% del total. Ver **CUADRO N°2.4.4**.

a. Agricultura - Ganadería

El sector agrícola y ganadero en la cuenca del río Mala constituye el pilar de sostenimiento económico para los pobladores que viven en los distritos que se ubican dentro de la cuenca. Parte de la provincia de Cañete distritos de Mala, San Antonio, Calango y Santa Cruz de Flores, cuyos suelos fértiles y con una disponibilidad de agua

superficial, la producción de cultivos esta compuesta principalmente por el cultivo de manzanas (31.32%), maíz grano (11.96%), vid (9.51%), maíz chala (8.22%), camote (4.65%), plátano (5.54%), algodón (4.09%), como se puede apreciar en el **CUADRO N° 2.4.5** entre otros. El cultivo con mayor frecuencia cultivable es la manzana Delicia. Este producto agrícola de mayor producción lo presentan en los mercados mayoristas de Lima Metropolitana y en parte a los mercados nacionales.

Las actividades económicas de la Provincia de Yauyos y Huarocharí mayormente de los distritos ubicados en las partes altas están totalmente concentradas en el sector ganadero y minero los cuales contribuyeron sustancialmente a la economía regional.

b. Turismo

El turismo en la cuenca del río Mala reviste mayor importancia desde el punto de vista económico, a pesar que la cuenca tiene recursos orientados al turismo de esparcimiento y ecológico, tales como el distrito de Santa Cruz de Flores donde se ubica el anexo de San Vicente de Azpitia donde el turismo nacional se hace presenta para ver panorámicamente el valle del río Mala.

San Vicente de Azpitia se encuentra en el camino a Calango es un lugar atractivo muy apreciado, donde asisten personalidades del círculo político y social de la ciudad de Lima, donde disfrutan de un descanso placentero y panorama visual del valle, para ello, cuentan con movilidad propia y sus pobladores ofrecen servicios de hospedaje y alimentación.

CUADRO N° 2.4.2

INDICADORES SOCIO-ECONOMICOS DE LA CUENCA DEL RIO MALA

UBICACION			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
DPTO	PROV.	DISTRITOS																		
L	Y A U Y O S	AYAVIRI	651	91	59	43	169	135	121	160	26	14	3	12	200	169	36	164	179	
		COCHAS	91	13	9	3	29	20	20	19				2	2	30	16	3	27	23
		HUAMPARA	264	11	14	1	64	43	62	58	17			4	12	100	79	15	85	85
		HUAÑEC	368	27	27	1	119	64	87	58	11	6	10	12	143	126	74	69	129	
		QUINCHES	887	89	84	44	290	206	175	126	20	17	6	8	309	199	41	268	251	
		QUINOCAY	454	60	64	1	114	128	119	64	9	8			7	161	91	122	39	108
		SAN JOAQUIN	225	4	16	2	28	42	37	69	12	14	8	1	92	57	26	66	63	
		OMAS	610	52	48	14	149	129	152	133	16	9	4	8	206	69	69	146	97	
		TANTA	423	70	62	11	178	67	116	39	8	4	3	5	124	107	120	4	74	
		TOTAL	3973	417	383	120	1140	834	889	726	119	72	40	67	1365	913	506	868	1009	
M	C A Ñ E T E	CALANGO	2220	201	176	63	535	445	422	559	62	86	32	41	662	359	509	153	352	
		MALA	21582	2202	1845	872	4206	2208	4578	5995	1219	1694	508	659	5601	3423	5136	465	4527	
		SAN ANTONIO	3012	238	212	109	502	335	572	786	159	321	107	147	812	553	693	119	580	
		STA CRUZ DE FLORES	2162	173	160	49	391	335	328	596	104	217	44	111	687	449	625	62	469	
		TOTAL	28976	2814	2393	1093	5634	3323	5900	7936	1544	2318	691	958	7762	4784	6963	799	5928	
A	H U A R O C H I R I	HUAROCHIRI	1366	140	118	63	287	384	222	256	46	87	13	30	454	285	186	268	365	
		MARIATANA	1358	141	152	24	365	626	171	127	10	11	7	6	365	18	65	300		
		S.J. D TANTARACHE	502	41	38	11	67	174	86	124	11	5	6	21	188	115	174	12	87	
		S. L. DE QUINTI	1416	137	117	58	324	414	276	266	23	39	9	27	490	386	206	284	260	
		S. P. HUANCAYRE	211	27	26	9	30	57	46	57	2	2	5	4	72	66	24	48	66	
		SANGALLAYA	595	63	50	30	155	185	122	93	6	7	2	8	226	115	47	181	54	
		STGO D ANCHUCAYA	468	59	47	20	98	111	97	108	11	19	4	12	164	139	14	150	155	
		TOTAL	5916	608	548	215	1326	1951	1020	1031	109	170	46	108	1959	1124	716	1243	987	
TOTAL POBLACIÓN CUENCA			38865	3839	3324	1428	8100	6108	7809	9693	1772	2560	777	1133	11086	6821	8185	2910	7924	

1.- Población que sabe Leer

2.- Población que no sabe leer

3.- Población sin nivel educacional

4.- Población con educ. inicial

5.- Población con educ. primaria incompleta

6.- Población con educ. primaria completa

7.- Población con educ. secundaria incompleta

8.- Población con educ. secundaria completa

9.- Población con educ. superior no univ. incompleta

10.- Población con educ. superior no univ. completa

11.- Población con educ. superior univ. incompleta

12.- Población con educ. superior univ. completa

13.- Población con vivienda propia

14.- Población con vivienda y serv. de agua potable domiciliario

15.- Población con vivienda con serv. de desagüe

16.- Población con vivienda sin serv. de desagüe

17.- Población con vivienda y servicio eléctrico

CUADRO N° 2.4.3 INDICADORES SOCIO-ECONOMICOS TOTALES DE LAS PROVINCIAS DE LA CUENCA DEL RIO MALA

VARIABLE	YAUYOS		CAÑETE		HUARACHIRI		N.A.		TOTAL HAB. (45,479)		
	Hab.	%	Hab.	%	Hab.	%	Hab.	%	Hab.	%	Tot. %
1.- Población que sabe Leer	3973	8.74	28976	63.71	5916	13.01	2775	6.10	40253	88.51	100.00
2.- Población que no sabe leer	417	0.92	2814	6.19	608	1.34			5226.5	11.49	
3.- Población sin nivel educacional	383	0.84	2393	5.26	548	1.20			3602	7.92	
4.- Población con educ. inicial	120	0.26	1093	2.40	215	0.47			1706	3.75	
5.- Pobl. con educ. primaria incompleta	1140	2.51	5634	12.39	1326	2.92			8378	18.42	
6.- Pobl. con educ. primaria completa	834	1.83	3323	7.31	1951	4.29			6386	14.04	
7.- Pobl. con educ. secundaria incompleta	889	1.95	5900	12.97	1020	2.24			8087	17.78	
8.- Pobl. con educ. secundaria completa	726	1.60	7936	17.45	1031	2.27			9971	21.92	100.00
9.- Pobl. con educ. superior no univ. incompleta	119	0.26	1544	3.39	109	0.24			2050	4.51	
10.- Pobl. con educ. superior no univ. completa	72	0.16	2318	5.10	170	0.37			2838	6.24	
11.- Pobl. con educ. superior univ. incompleta	40	0.09	691	1.52	46	0.10			1055	2.32	
12.- Pobl. con educ. superior univ. completa	67	0.15	958	2.11	108	0.24			1411	3.10	
13.- Pobl. con vivienda propia	1365	3.00	7762	17.07	1959	4.31			12797	28.14	
14.- Pobl. con vivienda y agua potable domiciliario	913	2.01	4784	10.52	1124	2.47			8532	18.76	
15.- Pobl. con vivienda y con serv. de desagüe	506	1.11	6963	15.31	716	1.57	8553	18.81	9896	21.76	100.00
16.- Pobl. con vivienda sin serv. de desagüe	868	1.91	799	1.76	1243	2.73			4621	10.16	
17.- Pobl. con vivienda y servicio eléctrico	1009	2.22	5928	13.03	987	2.17			9635	21.18	

GRAFICO N° 2.4.4 NIVEL DE ANALFABETISMO

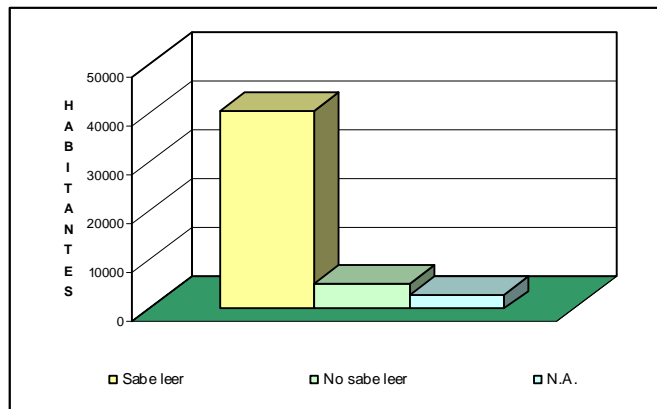


GRAFICO N° 2.4.5 NIVEL DE EDUCACIONAL

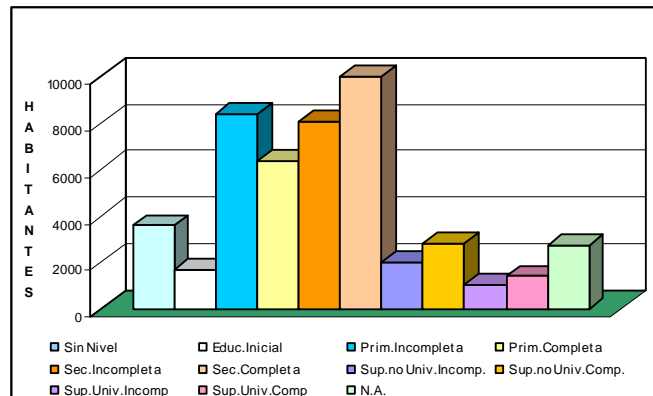
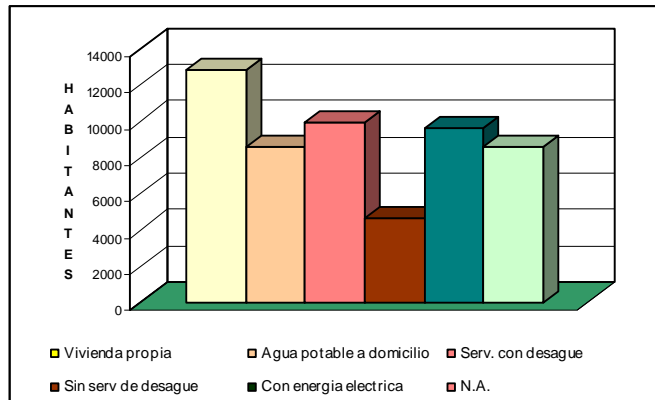


GRAFICO N° 2.4.6 NIVEL SOCIOECONOMICO Y CONFORT



CUADRO N° 2.4.4 RED VIAL CUENCA RIO MALA (RUTAS RED VIAL)

RUTA 1				
	1	2	3	4
1.- MALA	0.0	1.9	5.1	9.1
2.- SAN ANTONIO	1.9	0.0	3.2	7.2
3.- SANTA CRUZ DE FLORES	5.1	3.2	0.0	4.1
4.- SAN VICENTE DE AZPITIA	9.1	7.2	4.1	0.0

RUTA 2										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.- MALA	0.0	20.1	63.7	90.5	98.3	136.0	103.9	94.0	95.8	100.7
2.- CALANGO	20.1	0.0	43.6	70.4	78.2	115.9	83.8	73.9	75.7	80.6
3.- VISCAS	63.7	43.6	0.0	26.7	34.5	72.3	40.2	30.3	32.1	37.0
4.- SANGALLAYA	90.5	70.4	26.7	0.0	7.8	45.5	13.5	3.6	5.4	10.3
5.- HUAROCHIRI	98.3	78.2	34.5	7.8	0.0	37.7	5.7	11.4	13.2	18.1
6.- MARIATANA	136.0	115.9	72.3	45.5	37.7	0.0	43.4	49.1	50.9	55.8
7.- SANTIAGO DE ANCHUCAYA	103.9	83.8	40.2	13.5	5.7	43.4	0.0	8.3	6.5	11.4
8.- SAN LORENZO DE QUINTI	94.0	73.9	30.3	3.6	11.4	49.1	8.3	0.0	1.8	6.7
9.- SAN PEDRO DE HUANCAYRE	95.8	75.7	32.1	5.4	13.2	50.9	6.5	1.8	0.0	4.9
10.- SAN JUAN DE TANTARANCHE	100.7	80.6	37.0	10.3	18.1	55.8	11.4	6.7	4.9	0.0

RUTA 3													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.- MALA	0.0	20.1	63.7	72.2	81.0	87.2	93.3	97.5	99.6	101.9	103.9	105.8	88.3
2.- CALANGO	20.1	0.0	43.6	52.1	60.8	67.1	73.2	77.4	79.5	81.8	83.8	85.6	68.2
3.- VISCAS	63.7	43.6	0.0	8.5	17.2	23.5	29.6	33.8	35.9	38.2	40.1	42.0	24.6
4.- QUINOCAY	72.2	52.1	8.5	0.0	8.8	15.0	21.2	25.4	27.4	29.7	31.7	33.6	16.1
5.- TRES CRUCES	81.0	60.8	17.2	8.8	0.0	6.3	12.4	16.6	18.6	20.9	22.9	24.8	7.4
6.- HUAMPARA	87.2	67.1	23.5	15.0	6.3	0.0	6.1	10.3	12.4	14.7	16.7	18.5	10.8
7.- PAMPA DE URCOS	93.3	73.2	29.6	21.2	12.4	6.1	0.0	4.2	6.2	8.6	10.5	12.4	17.0
8.- YUPAY	97.5	77.4	33.8	25.4	16.6	10.3	4.2	0.0	10.4	12.8	14.7	16.6	21.2
9.- QUINCHES	99.6	79.5	35.9	27.4	18.6	12.4	6.2	10.4	0.0	2.3	4.3	6.2	23.2
10.- HUAÑEC	101.9	81.8	38.2	29.7	20.9	14.7	8.6	12.8	2.3	0.0	2.0	3.9	25.5
11.- SAN JOAQUIN	103.9	83.8	40.1	31.7	22.9	16.7	10.5	14.7	4.3	2.0	0.0	1.9	27.5
12.- COCHAS	105.8	85.6	42.0	33.6	24.8	18.5	12.4	16.6	6.2	3.9	1.9	0.0	29.4
13.- AYAVIRI	88.3	68.2	24.6	16.1	7.4	10.8	17.0	21.2	23.2	25.5	27.5	29.4	0.0

RUTA 4												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.- MALA	0.0	74.4	89.9	95.0	101.2	107.4	111.6	113.6	115.9	117.9	119.8	102.3
2.- PIE DE LA CUESTA	74.4	0.0	15.5	20.6	26.9	33.0	37.2	39.2	41.5	43.5	45.4	28.0
3.- QUINOCAY	89.9	15.5	0.0	8.8	15.0	21.2	25.4	27.4	29.7	31.7	33.6	16.1
4.- TRES CRUCES	95.0	20.6	8.8	0.0	6.3	12.4	16.6	18.6	20.9	22.9	24.8	7.4
5.- HUAMPARA	101.2	26.9	15.0	6.3	0.0	6.1	10.3	12.4	14.7	16.7	18.5	10.8
6.- PAMPA DE URCOS	107.4	33.0	21.2	12.4	6.1	0.0	4.2	6.2	8.6	10.5	12.4	17.0
7.- YUPAY	111.6	37.2	25.4	16.6	10.3	4.2	0.0	10.4	12.8	14.7	16.6	21.2
8.- QUINCHES	113.6	39.2	27.4	18.6	12.4	6.2	10.4	0.0	2.3	4.3	6.2	23.2
9.- HUAÑEC	115.9	41.5	29.7	20.9	14.7	8.6	12.8	2.3	0.0	2.0	3.9	25.5
10.- SAN JOAQUIN	117.9	43.5	31.7	22.9	16.7	10.5	14.7	4.3	2.0	0.0	1.9	27.5
11.- COCHAS	119.8	45.4	33.6	24.8	18.5	12.4	16.6	6.2	3.9	1.9	0.0	29.4
12.- AYAVIRI	102.3	28.0	16.1	7.4	10.8	17.0	21.2	23.2	25.5	27.5	29.4	0.0

RUTA 5								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.- MALA	0.0	90.0	166.5	196.5	227.6	241.7	240.2	243.2
2.- LIMA	90.0	0.0	76.5	106.5	137.0	151.7	150.2	153.2
3.- MATUCANA	166.5	76.5	0.0	30.0	61.1	75.2	73.7	76.7
4.- RIO BLANCO	196.5	106.5	30.0	0.0	31.1	45.2	43.7	46.7
5.- CARHUACAYANGA	227.6	137.0	61.1	31.1	0.0	14.1	12.6	15.6
6.- CARHUAPAMPA	241.7	151.7	75.2	45.2	14.1	0.0	1.5	1.5
7.- LAG. TOTORAL	240.2	150.2	73.7	43.7	12.6	1.5	0.0	3.0
8.- LAG. SUYOC	243.2	153.2	76.7	46.7	15.6	1.5	3.0	0.0

CUADRO N° 2.4.5 USO ATUAL DE LA TIERRA CUENCA RIO MALA

CULTIVOS	Área Declarada con DIS (ha)	Área no Declarada Proyectada (ha)	Área Bajo Riego (ha)	% de Cultivo
Manzana	1,213.43	364.20	1,577.62	31.32%
Maíz Grano	495.99	106.17	602.16	11.96%
Vid	344.46	134.63	479.09	9.51%
Maíz Chala	337.88	75.90	413.78	8.22%
Camote	216.76	17.69	234.44	4.65%
Plátano	175.09	103.83	278.92	5.54%
Algodón	173.80	32.41	206.21	4.09%
Pera	139.44	31.23	170.67	3.39%
Pastos	81.75	18.54	100.29	1.99%
Hortalizas	75.41	10.49	85.90	1.71%
Lúcumo	72.86	0.00	72.86	1.45%
Rosas	81.35	37.97	119.31	2.37%
Frutales	44.04	8.56	52.60	1.04%
Otros	513.27	129.52	642.79	12.76%
TOTAL	3,965.51	1,071.14	5,036.65	100.00%

2.5 Climatología

Los principales parámetros climatológicos que se utilizan en el presente proyecto son la precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, insolación, viento, y otros. La entidad encargada del manejo y operación de la mayoría de los parámetros climatológicos es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

2.5.1 Parámetros climáticos

a.- Precipitación

La precipitación como parámetro de mayor importancia es tomada de diez y siete (17) estaciones meteorológicas, encontrándose muchas de ellas dentro de las cuencas vecinas. Las estaciones que se ubican dentro de la cuenca del río Mala son Ayavirí, Huancata, Huañec, Huarochirí y La capilla; dentro de la cuenca del río Omas se encuentra la estación San Pedro de Pilas, De la cuenca del río Lurin se han tomado la estación de Antioquia, Langa, San Lorenzo de Escoma y Santiago de Tuna. De la cuenca del río Cañete se ha tomado la estación de Carania, Huantan, Tanta, Vilca y Yauyos; de la cuenca Rimac se ha utilizado las estaciones de San José de Parac y Matucana. Ver **ANEXO N° 1.1**, registros históricos.

La información pluviométrica consistente y completa a nivel total y mensual entre el periodo 1,964 a 2,005 se sustentada en el **CUADRO N° 2.5.1**, y **GRÁFICO N° 2.5.1**. Asimismo, viendo el cuadro se observa que existe una relación latente entre la altitud y la precipitación, observándose que a mayor altitud de la estación, las precipitaciones son mayores y viceversa con las estaciones a opie de valle.

Es característica del hemisferio Sur, que las precipitaciones se producen mayormente en épocas de verano entre los meses de noviembre a marzo y son escasas en los meses de invierno a partir de los meses de mayo a septiembre.

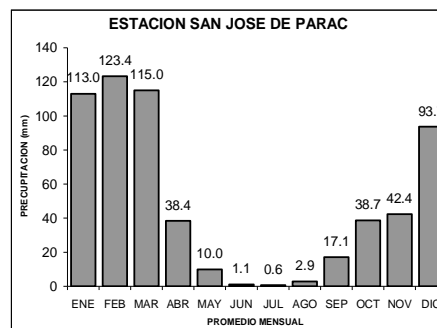
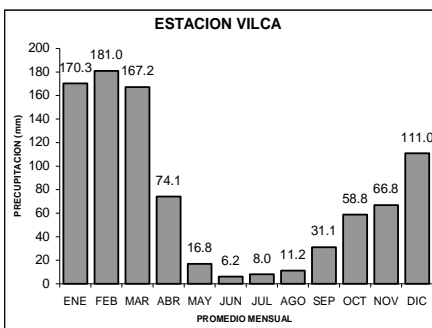
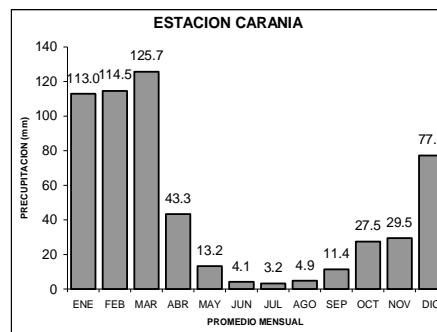
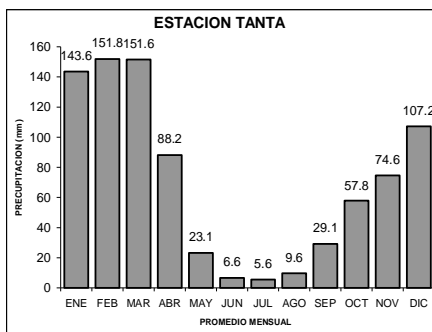
En las zonas altas de la cuenca, sobre los 4,000 msnm., las lluvias se producen con mayor intensidad; puesto que, durante esa época generalmente las lluvias son copiosas presentándose generalmente en forma de nieve. Las lluvias en la cuenca media a alta generalmente se presenta en forma líquida y algunas veces en forma sólida en forma de gránulos (granizo).

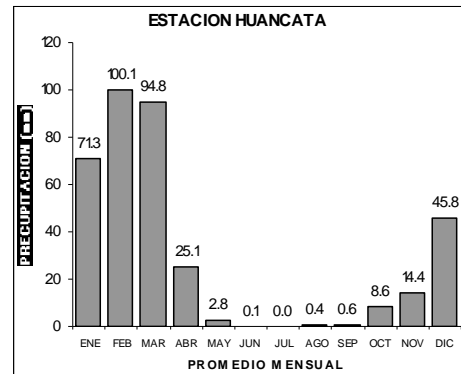
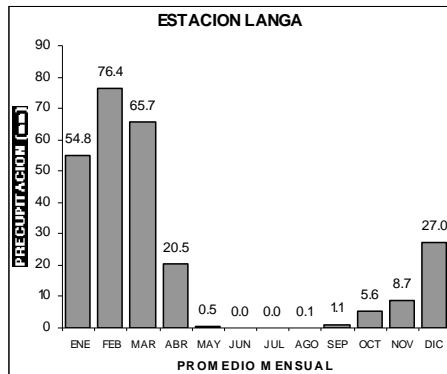
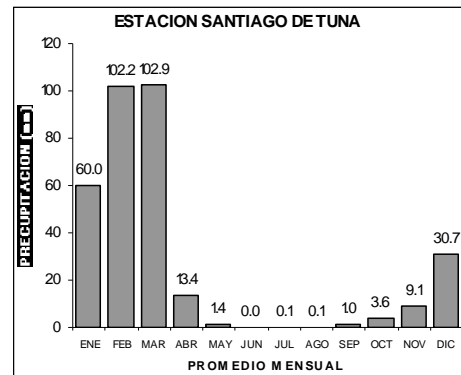
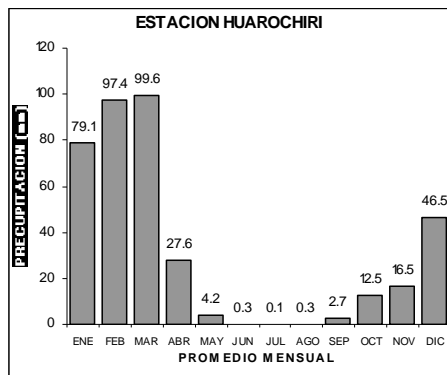
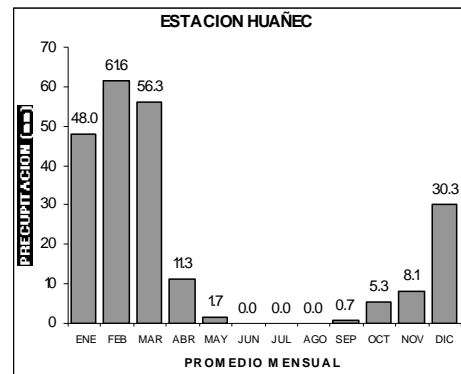
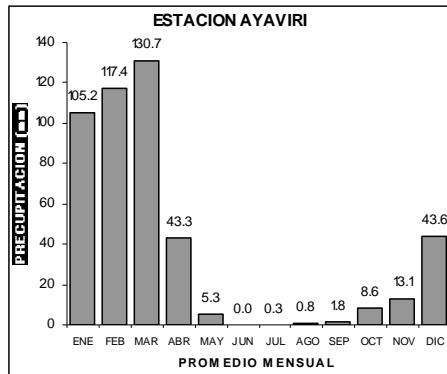
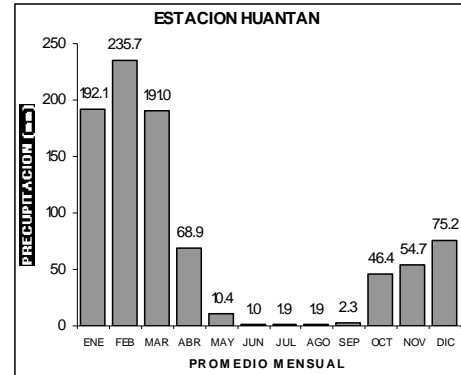
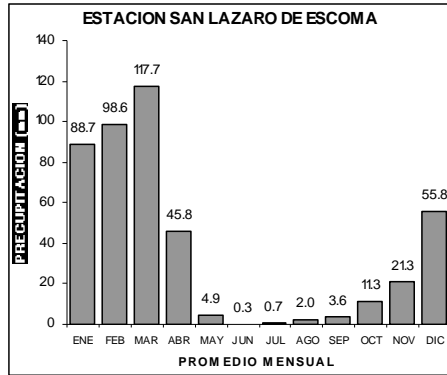
En las zonas bajas o costa, las lluvias son escasas, presentándose generalmente en la época de invierno a primavera, produciéndose generalmente en forma de garúa y algunas veces pequeñas lloviznas y trazas de lluvia.

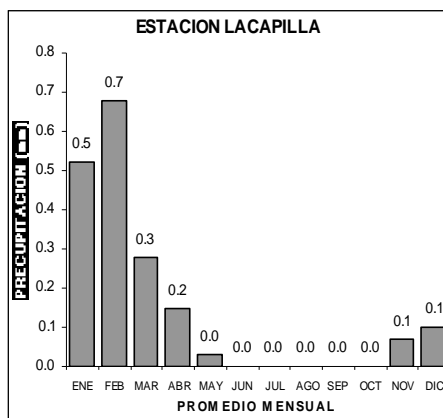
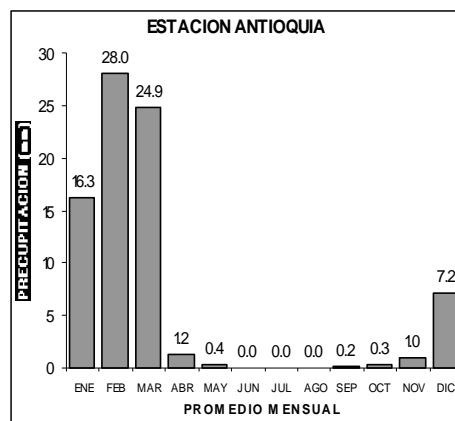
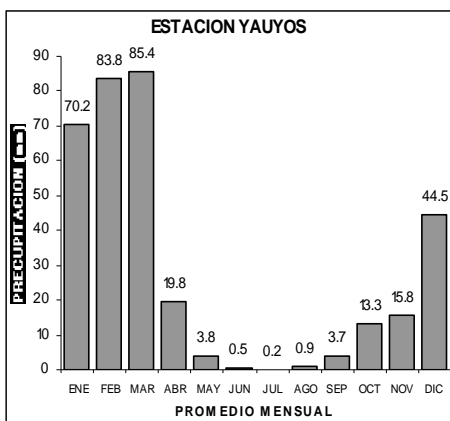
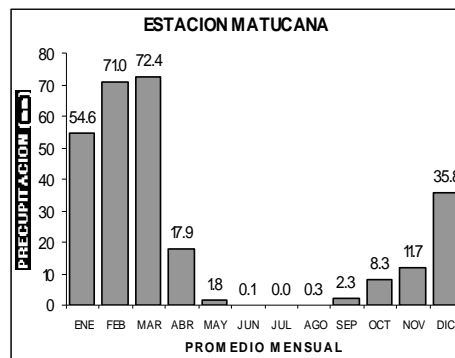
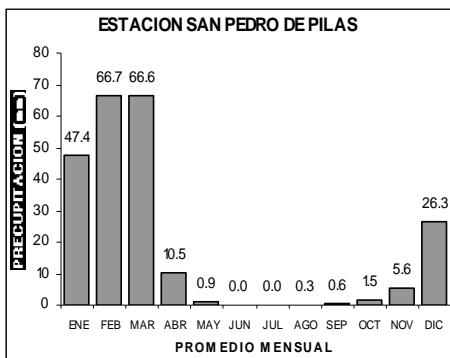
CUADRO N° 2.5.1 PRECIPITACION CONSISTENTE Y COMPLETA CUENCA DEL RIO MALA

ITEM	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1	TANTA	143.6	151.8	151.6	88.2	23.1	6.6	5.6	9.6	29.1	57.8	74.6	107.2	848.8
2	CARANIA	113.0	114.5	125.7	43.3	13.2	4.1	3.2	4.9	11.4	27.5	29.5	77.3	567.4
3	VILCA	170.3	181.0	167.2	74.1	16.8	6.2	8.0	11.2	31.1	58.8	66.8	111.0	902.5
4	SAN JOSE DE PARAC	113.0	123.4	115.0	38.4	10.0	1.1	0.6	2.9	17.1	38.7	42.4	93.7	596.2
5	SAN LAZARO DE ESCOMA	88.7	98.6	117.7	45.8	4.9	0.3	0.7	2.0	3.6	11.3	21.3	55.8	450.6
6	HUANTAN	192.1	235.7	191.0	68.9	10.4	1.0	1.9	1.9	2.3	46.4	54.7	75.2	881.6
7	AYAVIRI	105.2	117.4	130.7	43.3	5.3	0.0	0.3	0.8	1.8	8.6	13.1	43.6	470.0
8	HUAÑEC	48.0	61.6	56.3	11.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.7	5.3	8.1	30.3	223.2
9	HUAROCHIRI	79.1	97.4	99.6	27.6	4.2	0.3	0.1	0.3	2.7	12.5	16.5	46.5	386.5
10	SANTIAGO DE TUNA	60.0	102.2	102.9	13.4	1.4	0.0	0.1	0.1	1.0	3.6	9.1	30.7	324.4
11	LANGA	54.8	76.4	65.7	20.5	0.5	0.0	0.0	0.1	1.1	5.6	8.7	27.0	260.5
12	HUANCATA	71.3	100.1	94.8	25.1	2.8	0.1	0.0	0.4	0.6	8.6	14.4	45.8	363.9
13	SAN PEDRO DE PILAS	47.4	66.7	66.6	10.5	0.9	0.0	0.0	0.3	0.6	1.5	5.6	26.3	226.4
14	MATUCANA	54.6	71.0	72.4	17.9	1.8	0.1	0.0	0.3	2.3	8.3	11.7	35.8	276.1
15	YAUYOS	70.2	83.8	85.4	19.8	3.8	0.5	0.2	0.9	3.7	13.3	15.8	44.5	341.9
16	ANTIOQUIA	16.3	28.0	24.9	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	1.0	7.2	79.5
17	LA CAPILLA	0.5	0.7	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.8

GRAFICO N° 2.5.1 PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO (1964-2005) ESTACIONES UTILIZADAS







b.- Temperatura

El análisis de este parámetro climático, se hace mediante la deducción de cinco estaciones meteorológicas, estación (CP) La Capilla, (CO) Huarochirí, (CP) Cañete, (CO) Pacarán, (CO) Yauyos.

Observando el **CUADRO N° 2.5.2** y **GRÁFICO N° 2.5.2.**, la temperatura durante el año en las estaciones La Capilla, Cañete y Pacarán son similares, sin embargo, varían solamente de acuerdo al cambio de las estaciones (verano a invierno); es decir, su variación durante la época de verano en las estaciones La Capilla mes de marzo alcanza 24.89°C, Cañete mes de febrero 24.45°C, y Pacarán mes de marzo 23.99°C y descendiendo en la época de invierno mes de julio a 17.34°C en la estación La Capilla, a 17.35°C en la estación de Cañete

y a 17.09°C en la estación Pacarán; mientras que las Estaciones Yauyos y Huarochirí ubicadas a mayor altitud, la variación de la temperatura durante el año son casi constantes, variando durante el año en la estación de Yauyos de 17.10°C en junio a 17.86°C en noviembre; mientras que la estación de Huarochirí la variación empieza en julio con 16.89°C a 17.80°C en noviembre.

La temperatura promedio de la estación La Capilla es de 20.76°C, Cañete 20.41°C, Pacarán 20.60°C, Huarochirí 17.58°C y Yauyos 17.59°C.

De acuerdo al **GRÁFICO N° 2.5.2**, **GRÁFICO N° 2.5.3** y **GRÁFICO N° 2.5.4**, el régimen mensual de la distribución de las temperaturas medias, máximas y mínimas. A través del año en las estaciones estudiadas, se aprecia que las temperaturas son más altas en los meses de verano entre octubre a marzo y los meses de abril a septiembre la temperatura baja ligeramente. La información de las temperaturas máximas medias y mínimas medias, según el gráfico, muestra una variación casi semejante al de las medias mensuales, lo que deduce, que tiene una variación constante.

De la información registrada para la temperatura mínima media mensual se tiene que los registros mas bajos se producen en el mes de junio y julio y corresponde a la estación La Capilla 12.58°C, Cañete 15.1°C, Yauyos 8.48°C y para la estación de Huarochirí 4.24°C. Los registros más altos de la temperatura máxima medio mensual de la estación La Capilla y Cañete se presenta en el mes de febrero, y marzo, alcanzando 30.55°C y 28.86°C respectivamente; mientras que para la estación Yauyos y Huarochirí la temperatura máxima media mensual se produce en el mes de septiembre y alcanza a 23.47°C y 17.68°C respectivamente.

El periodo con registros de temperaturas para la estación La capilla corresponde desde el año 1,965 – 2,005, estación Cañete año 1,973 - 2,005, estación Yauyos año 1,969 – 2,005 y estación Huarochirí año 1,964 – 2,005. En el **ANEXO N° 3.1**, **ANEXO N° 3.2** y **ANEXO N° 3.3**, se muestra la temperatura mínima media mensual, media mensual y máxima media mensual.

CUADRO N° 2.5.2 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA RIO MALA (°C)

ESTACION : HUAROCHIRI												ALTITUD : 3,154 msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	18.25	18.37	18.04	18.13	17.55	17.62	17.20	18.13	18.08	18.22	18.19	18.61	17.76
Mín	17.43	17.26	17.49	17.34	17.16	16.21	16.44	17.40	17.63	17.50	17.32	16.21	17.53
Media	17.71	17.76	17.73	17.54	17.42	17.13	16.89	17.76	17.85	17.78	17.80	17.45	17.59
ESTACION : YAUYOS												ALTITUD : 2,327 msnm	
Máx	18.60	18.90	18.30	18.70	18.60	17.90	18.30	18.20	18.40	18.80	18.80	18.80	18.23
Mín	15.60	16.50	16.60	16.90	17.10	16.21	16.44	17.40	17.30	17.10	17.10	16.21	17.13
Media	17.41	17.59	17.63	17.54	17.54	17.10	17.13	17.78	17.84	17.91	17.86	17.65	17.58
ESTACION : PACARAN												ALTITUD : 721 msnm	
Máx	24.20	25.00	25.00	23.80	20.90	19.50	19.20	19.00	20.00	20.50	21.23	22.80	21.18
Mín	21.80	22.90	23.20	22.20	19.75	16.50	16.00	16.80	16.60	19.10	19.54	21.50	20.10
Media	22.74	23.76	23.99	22.77	20.28	17.77	17.09	17.38	18.55	19.80	20.47	21.90	20.60
ESTACION : LA CAPILLA												ALTITUD : 442 msnm	
Máx	25.90	26.81	26.88	25.43	24.13	22.67	22.15	21.92	22.06	21.78	22.49	24.04	23.31
Mín	22.10	23.30	23.04	20.96	17.72	15.67	15.09	15.05	15.60	17.34	18.05	19.48	17.35
Media	23.68	24.82	24.89	23.46	20.66	18.22	17.34	17.43	18.02	19.08	20.24	21.80	20.76
ESTACION : CAÑETE												ALTITUD : 158 msnm	
Máx	27.30	28.75	28.40	27.55	26.00	23.15	21.35	20.95	21.00	21.20	21.95	24.70	23.39
Mín	21.85	21.50	22.80	21.05	17.95	15.80	15.60	15.75	16.11	16.70	17.65	20.22	19.18
Media	23.51	24.45	24.38	22.49	20.21	18.05	17.35	16.97	17.39	18.47	19.49	21.59	20.41

CUADRO N° 2.5.3 TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA RIO MALA (°C)

ESTACION : HUAROCHIRI ALTITUD : 3,154 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	20.44	21.26	19.88	20.26	19.69	19.72	19.86	20.90	21.72	20.72	20.81	19.57	20.06
Mín	13.29	12.59	12.78	13.79	15.28	14.90	15.09	15.53	15.93	15.27	15.69	14.62	15.07
Media	16.09	15.69	15.65	16.40	17.09	16.80	17.18	17.39	17.68	17.56	17.34	16.60	16.68

ESTACION : YAUYOS ALTITUD : 2,327 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	27.16	27.59	27.54	28.00	27.89	27.83	27.54	27.33	27.32	27.39	27.86	27.16	27.55
Mín	17.27	16.31	16.01	17.81	18.95	19.41	20.26	20.00	20.28	20.37	19.66	16.79	19.02
Media	21.63	21.53	21.35	22.51	22.99	23.01	23.11	23.30	23.47	23.38	23.12	22.24	22.60

ESTACION : LA CAPILLA ALTITUD : 442 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	31.10	32.12	32.44	30.94	28.48	27.45	26.77	26.32	27.10	27.29	27.73	29.07	28.71
Mín	27.96	28.46	27.83	26.89	24.12	20.53	19.41	19.84	20.63	22.69	23.41	25.39	24.74
Media	29.42	30.55	30.82	29.40	26.30	23.30	22.30	22.53	23.61	25.33	26.46	27.81	26.68

ESTACION : CAÑETE ALTITUD : 158 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	31.30	33.00	32.70	32.60	31.10	26.30	24.20	23.20	23.60	24.20	25.70	28.20	26.83
Mín	24.80	25.50	26.90	25.40	20.40	17.60	16.20	16.00	15.00	17.70	19.30	21.80	21.30
Media	27.71	28.81	28.86	27.17	24.28	21.08	19.69	19.40	20.01	21.62	23.08	25.62	23.97

CUADRO N° 2.5.4 TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA RIO MALA (°C)

ESTACION : HUAROCHIRI ALTITUD : 3,154 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	9.89	9.80	9.85	9.01	9.30	8.95	10.58	10.57	9.71	9.37	9.46	9.23	8.97
Mín	2.57	1.19	3.89	2.47	1.28	0.70	0.54	1.60	2.19	2.44	2.48	4.11	2.78
Media	6.36	6.52	6.73	6.18	5.50	4.24	4.41	4.92	5.78	6.11	6.04	6.27	5.47

ESTACION : YAUYOS ALTITUD : 2,327 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	13.80	13.85	13.85	12.48	11.11	10.76	10.35	10.53	11.61	12.46	11.69	13.11	11.62
Mín	7.73	7.91	7.75	7.78	7.25	6.14	6.39	7.25	7.81	7.38	7.44	7.51	7.96
Media	10.27	10.53	10.42	9.77	9.17	8.48	8.51	8.92	9.35	9.57	9.66	10.07	9.70

ESTACION : LA CAPILLA ALTITUD : 442 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	21.33	22.09	21.47	19.52	16.79	17.04	16.55	16.72	16.44	15.78	16.83	19.20	17.32
Mín	12.34	12.95	13.35	12.07	11.77	10.46	9.65	10.06	10.38	11.79	12.28	12.74	12.70
Media	16.89	17.96	17.56	16.38	14.48	13.06	12.58	12.69	12.95	13.44	14.30	15.79	15.24

ESTACION : CAÑETE ALTITUD : 158 msnm													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	23.50	24.60	25.70	22.50	23.50	20.00	18.50	18.70	18.40	17.40	18.80	21.20	19.15
Mín	17.50	17.50	18.10	15.70	13.30	12.40	12.60	12.70	11.60	13.50	14.20	15.60	15.32
Media	19.50	20.29	20.08	18.03	16.28	15.10	14.32	14.20	14.27	14.98	16.01	17.73	16.75

GRAFICO N°2.5.2 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL ESTACIONES CUENCA RIO MALA

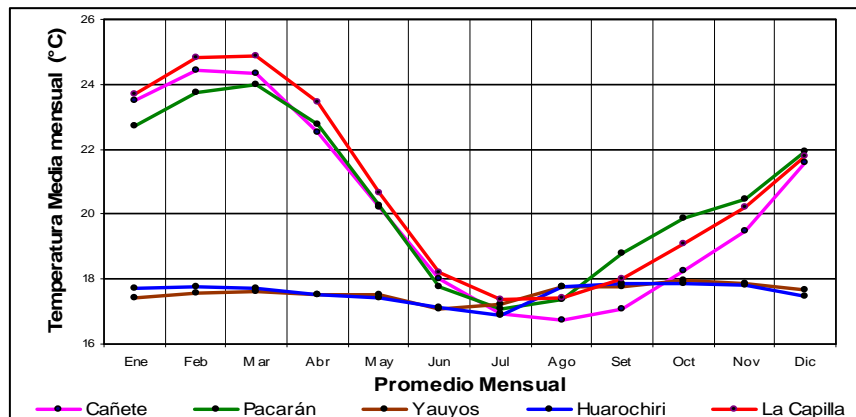
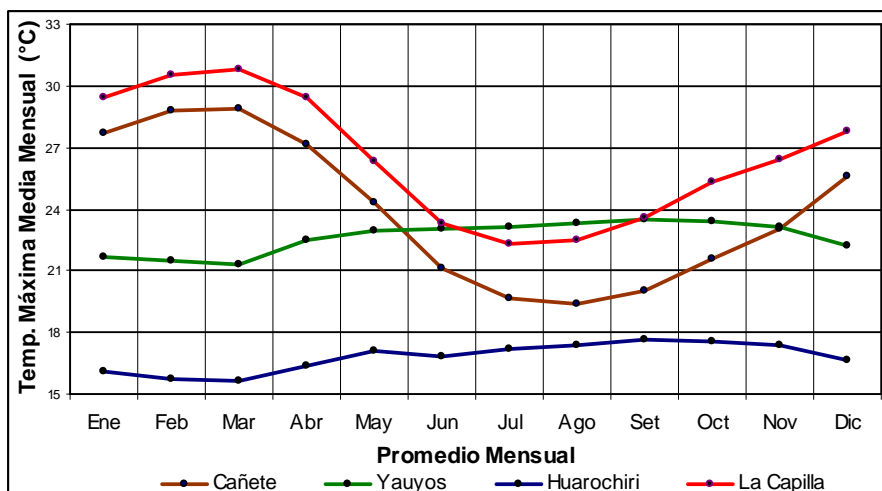
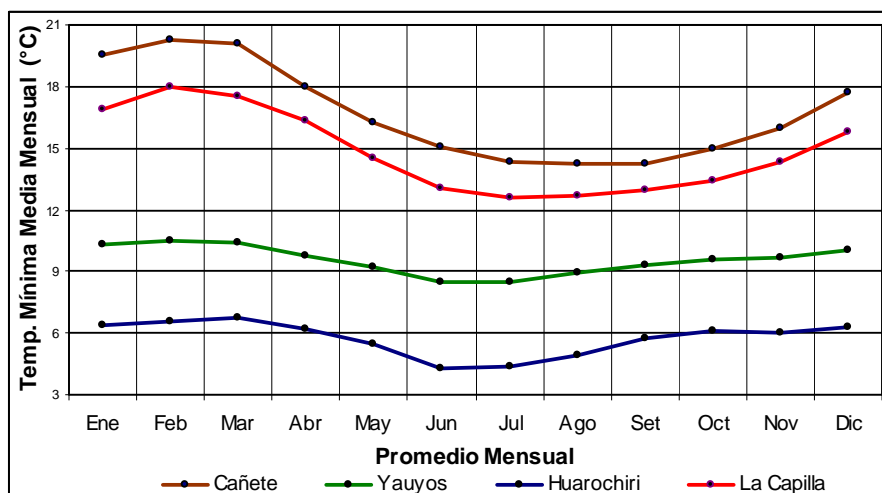


GRAFICO N° 2.5.3 TEMPERATURA MAXIMAS MEDIA MENSUAL ESTACIONES CUENCA RIO MALA**GRAFICO N° 2.5.4 TEMPERATURA MINIMAS MEDIA MENSUAL ESTACIONES CUENCA RIO MALA**

c.- Evaporación

Este parámetro es analizado en base a la información de las estaciones meteorológicas de Cañete, Pacarán y Yauyos, estaciones ubicadas muy cerca de la cuenca del río Mala. La información existente fue medida a través de tanques evaporímetros de tipo A.

La variación de la información se puede apreciar en el **CUADROS N° 2.5.4** y **GRÁFICO N° 2.5.4**, donde la información de las estaciones Pacarán y Cañete ubicadas en la costa presentan una tendencia semejante en su variación mensual durante el año, es decir que el promedio anual de la estación Cañete es de 1,235.2 mm/año y la de Pacarán alcanza 1,366.3 mm/año; mientras que la estación de yauyos ubicada en la sierra, la variación mensual durante el año es inversa a las estaciones Pacarán y Cañete, puesto que su promedio anual llega a 1,423.6 mm/año, lo que se confirma, que a mayor altura, mayor evaporación. Los registros históricos de la evaporación se pueden observar en el **ANEXO N° 3.4**.

En las estaciones Cañete y Pacarán de las zonas bajas, los registros alcanzan su mayor evaporación en el mes de marzo, alcanzando 151.1 mm/mes y 137.4 mm/mes respectivamente; mientras en la estación de Yauyos en marzo alcanza un mínimo de 77.1 mm/mes. La estación de Yauyos su máximo registro se produce en el mes de agosto con 157.6 mm/mes; mientras que en las estaciones de Cañete y Pacarán sus mínimos registros se producen en el mes de junio, periodo de invierno, alcanzando 54.8 mm/mes y 79 mm/mes respectivamente.

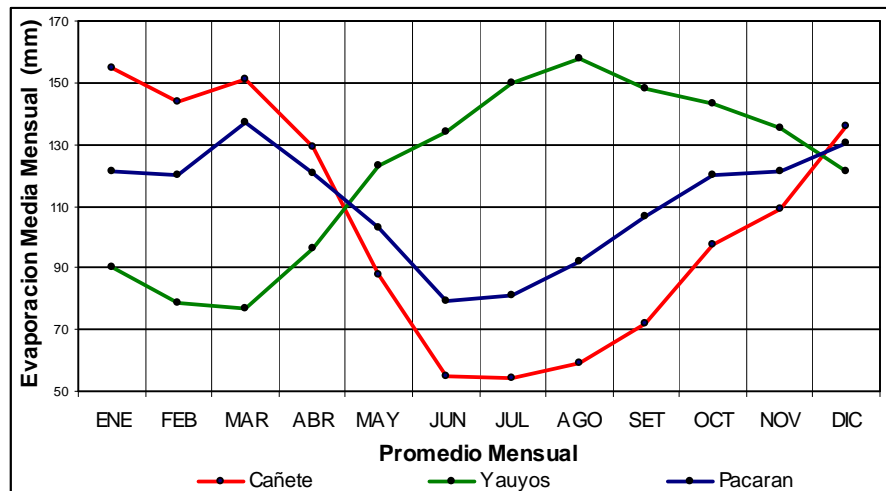
CUADRO N° 2.5.5 EVAPORACION TOTAL MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA RIO MALA (mm)

ESTACION :		YAUYOS												ALTITUD : 2,327 msnm	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOT.		
Máx	183.80	194.10	162.50	148.70	162.20	168.10	193.40	202.10	191.30	200.50	204.50	222.50	1874.2		
Mín	36.10	21.30	23.70	34.10	76.80	64.40	71.00	92.40	79.40	96.80	81.60	54.90	912.9		
Media	90.10	78.50	77.10	96.10	123.00	134.10	149.70	157.60	148.20	143.00	135.30	121.20	1423.6		

ESTACION :		PACARAN												ALTITUD : 721 msnm	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOT.		
Máx	177.30	159.90	183.40	159.70	153.40	118.90	112.20	135.90	145.80	189.50	188.40	184.40	1745.7		
Mín	70.90	80.20	87.60	85.20	79.50	60.30	61.20	58.70	82.40	80.70	84.00	74.50	1072.2		
Media	121.50	120.00	137.40	120.40	103.00	79.00	81.00	92.10	106.60	120.10	121.30	130.50	1366.3		

ESTACION :		CAÑETE												ALTITUD : 158 msnm	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOT.		
Máx	248.00	212.50	205.10	183.10	149.60	153.00	155.00	124.00	120.00	161.20	147.00	220.10	1651.4		
Mín	115.00	90.00	75.00	70.00	39.00	0.30	26.00	11.00	38.00	57.00	72.00	105.00	853.0		
Media	154.70	143.90	151.10	129.30	87.50	54.80	54.20	59.40	72.20	97.70	109.00	135.80	1235.2		

GRAFICO N° 2.5.5 EVAPORACION TOTAL MENSUAL ESTACIONES CUENCA RIO MALA



d.- Humedad relativa

Los datos meteorológicos de las estaciones La Capilla, Huarochirí, Yauyos, Cañete y Pacarán son los únicos registros con que se cuenta para analizar este elemento meteorológico. El promedio anual de la humedad relativa en la estación La Capilla alcanza a 80%, en la estación Huarochirí 80.3%, en la estación Yauyos 69.5 %, y en la estación Cañete alcanza un promedio anual de 85.2%.

De acuerdo al **CUADRO N° 2.5.6** y **GRÁFICO N° 2.5.6**, la variación mensual y anual de sus registros tiene una tendencia similar en las

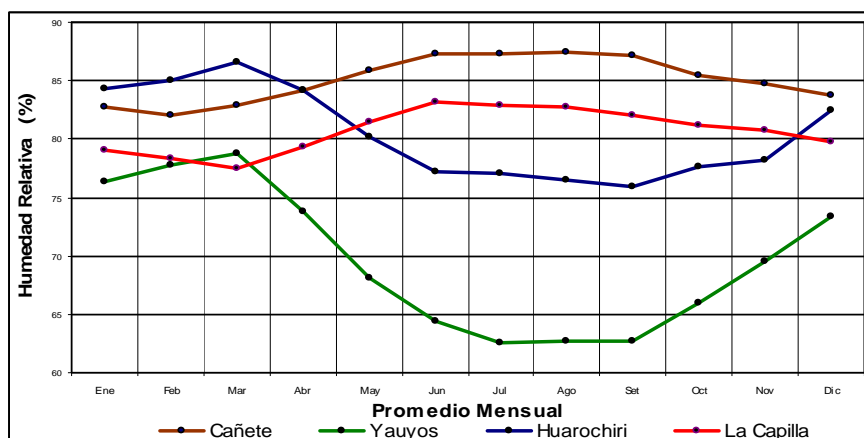
estaciones de Cañete y Pacarán, donde su valores máximos se produce en el mes agosto 87.5% y 82.8% respectivamente; mientras que los mínimos se produce en verano meses de febrero y marzo, alcanzando 82.1% y 77.50% respectivamente.

En cuanto a las estaciones de Huarochirí y Yauyos ubicadas en la parte alta de la cuenca, el comportamiento de la variación de sus registros son inversas a los registrados en las estaciones de Cañete y Pacarán; por cuanto, la humedad máxima mensual se producen en el mes de marzo con 86.6% y 78.7% respectivamente y sus mínimos se producen la estación de otoño con 62.5%, y 76.5% respectivamente, lo que corrobora a generalizar que la humedad relativa en la costa es siempre mayor en de Invierno y la humedad relativa es menor en las zonas altas debido al intenso brillo solar que se producen en las estaciones de invierno a primavera. Los registros históricos de la humedad relativa media mensual se pueden ver en el **ANEXO N° 3.5**.

CUADRO N° 2.5.6 HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA RIO MALA (%)

ESTACION : HUAROCHIRI													ALTITUD : 3,154 msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA	
Máx	89.60	92.20	92.80	89.40	89.90	88.00	87.40	86.20	85.00	86.70	88.10	89.10	87.80	
Mín	68.00	64.40	77.00	73.20	49.40	48.70	48.80	44.90	37.90	45.10	42.50	63.00	55.20	
Media	84.30	85.00	86.60	84.10	80.20	77.20	77.10	76.50	75.90	77.60	78.20	82.40	80.30	
ESTACION : YAUYOS													ALTITUD : 2,327 msnm	
Máx	92.00	90.00	91.00	89.00	89.00	89.00	86.30	92.00	88.00	87.00	87.00	89.00	87.00	
Mín	52.50	51.90	57.30	44.20	40.70	35.10	36.40	38.70	41.10	44.60	46.40	46.70	46.80	
Media	76.30	77.80	78.70	73.80	68.10	64.40	62.50	62.70	62.70	66.00	69.50	73.30	69.50	
ESTACION : LA CAPILLA													ALTITUD : 442 msnm	
Máx	86.00	87.50	87.00	87.00	86.80	90.80	90.30	89.50	89.00	88.60	90.90	89.30	85.40	
Mín	74.70	72.10	73.00	72.40	75.90	74.80	73.80	76.30	76.30	74.00	74.80	75.30	74.80	
Media	79.10	78.30	77.50	79.30	81.50	83.20	82.90	82.80	82.00	81.20	80.70	79.80	80.00	
ESTACION : CAÑETE													ALTITUD : 158 msnm	
Máx	86.10	85.00	85.60	88.00	89.00	92.00	90.90	90.50	90.60	88.80	89.20	88.50	87.00	
Mín	77.80	77.30	79.00	79.30	80.40	80.20	80.10	82.90	83.80	81.30	80.90	79.00	83.60	
Media	82.80	82.10	82.90	84.10	85.90	87.30	87.30	87.50	87.20	85.40	84.70	83.70	85.20	

GRAFICO N° 2.5.6 HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL ESTACIONES CUENCA RIO MALA



e.- Velocidad y dirección del viento

En la cuenca del río Mala no cuenta con estaciones que registran este parámetro; sin embargo, los registros de las estaciones de Cañete y Pacarán si registran este parámetro. De la observación de los registros

de las estaciones de Cañete y Pacarán la velocidad media predominante en la estación Cañete es constante, es decir que durante todos los años y meses la dirección del viento es de SW y variando su velocidad entre 0.8 a 2.0 m/s; mientras que la estación Pacarán si tiene variaciones de dirección durante los años registrados, siendo la dirección preponderante con mayor continuidad la de NNE, seguida de las direcciones de SW a NE y las de menor predominancia son las direcciones NW y ENE, variando sus velocidades entre 3.0 m/s a 4.0 m/s durante el año. La información histórica de la velocidad y dirección del viento se puede ver en el **ANEXO N° 3.6**.

e.- Horas de sol

La información registrada de horas de sol se obtuvo de las estaciones meteorológicas de Cañete y Pacarán. El total anual de horas de sol de la estación Cañete alcanza a 1,525.5 hr/año, brillando un máximo de 213.1 horas en el mes de abril y un mínimo de 44.7 horas en el mes agosto. En la estación de Pacarán el total anual de horas de sol a 2,525.5 hr/año, brillando un máximo de 253.8 horas en el mes de octubre y un mínimo de 133.1 horas en el mes febrero.

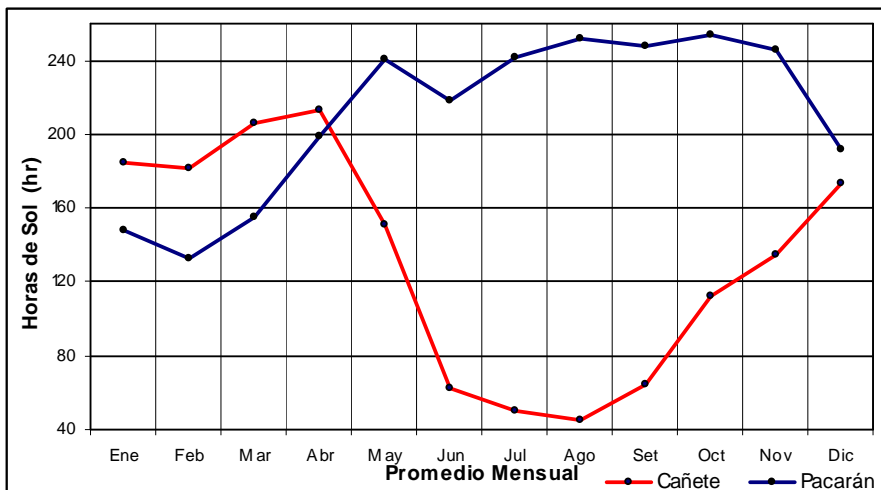
Según el **CUADRO N° 2.5.7** y el **GRÁFICO N° 2.5.7**, nos muestra que existe una variación mensual opuesta de horas sol entre las estaciones Cañete y Pacarán, puesto que en las zonas bajas caso de ubicación de la estación Cañete con 1,578.0 hr/año de brillo solar son menores que la estación Pacarán con 2,525.5 hr/año. Los registros históricos de horas de sol se pueden observar en el **ANEXO N° 3.7**.

CUADRO N° 2.5.7 HORAS DE SOL MEDIAS MENSUALES Y ANUALES CUENCA RIO MALA (hr)

ESTACION : PACARAN											ALTITUD : 721 msnm		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	212.6	158.1	162	225.3	265.7	241.8	254.3	261.8	257.6	269.8	258.5	257	2824.5
Mín	76.1	91.3	148.5	159.1	230.9	153	224.3	235	242	241.3	209.2	138.8	2149.5
Media	147.9	133.1	154.7	198.6	240.2	217.9	241.6	251.8	247.9	253.8	245.9	192.0	2525.5

ESTACION : CAÑETE											ALTITUD : 158 msnm		
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	260.8	233.7	270.2	255.6	232	138	102.6	79.05	135.5	165.6	230.6	257.3	2361.0
Mín	98.58	121.2	136.09	126	69.13	16.2	17.36	1.24	13.2	18.6	63	102.3	782.9
Media	185.0	181.5	205.9	213.1	150.8	62.5	50.5	44.7	64.1	111.8	134.5	173.6	1578.0

GRAFICO N°2.5.7 HORAS DE SOL ESTACIONES CUENCA RIO MALA



2.5.2 Clasificación climática

El clima es uno de los factores que mayor influencia ejerce sobre el suelo, la flora y la fauna. Los componentes que se toman en cuenta para el conocimiento del clima son la temperatura y la precipitación; sin embargo no dejan de ser importantes los otros factores climáticos como son los vientos, la insolación, la humedad relativa, la evaporación y la nubosidad.

El Perú por su ubicación latitudinal le correspondería un clima calido y lluvioso; sin embargo existen factores que dan origen a una variedad de climas contrastantes, que se incluyen en diferentes sistemas de clasificación; siendo las mas importantes:

1.- La cordillera de los andes que atraviesa al Perú en toda su longitud, que a su vez forma una barrera para la circulación de los vientos, modificando las condiciones de de temperatura, humedad, precipitación, insolación, evaporación y nubosidad.

2.- El Anticiclón del pacifico sur, que genera vientos que llegan a la costa del Perú desde el Sureste.

3.- La Corriente Oceánica Peruana Humbolt que enfría los vientos alisos y produce alteraciones en la costa, impidiendo la producción de precipitaciones y formando en gran parte del año densas neblinas a lo largo de la costa.

4.- El Fenómeno del Niño que condiciona el carácter tropical de la costa norte y cuando en años excepcionales, avanza hacia el Sur, desplazando a la corriente fría del Humbolt, creando modificaciones que se traducen en precipitaciones excepcionales, alterando las condiciones oceánicas y un impacto en la flora y fauna.

Según R. Schroeder, la clasificación climática para la cuenca Mala presenta los siguientes Tipos:

a.- Clima de Estepa (BS), esta variación climática a su vez se subdivide en Clima de Estepa con Lluvia escasa en el verano (BSw), comprende una franca ubicada entre los 0.00 msnm, hasta 200 msnm., y el Clima de Estepa con Lluvia en el invierno abarca generalmente toda la faja costera hasta los 800 msnm.

b.- Clima de desierto (BW), abarca las zonas desérticas carentes de lluvias y se ubican hasta los 1,000 msnm.

c.- Clima Templado Moderado Lluvioso (Cw), se caracteriza por presentar un invierno seco con lluvias en periodos bien marcados entre diciembre a marzo, donde a veces estas lluvias son diez y mayores que los meses secos. Se extiende desde los 1,000 msnm., hasta los 2,800 msnm., con temperaturas media superior a 12°C en los meses agosto a diciembre.

d.- Clima frío o boreal (Dwb), se caracteriza por tener un clima seco en invierno y con temperatura media superior a 10°C, por lo menos durante 4 meses al año se ubica inmediatamente debajo de la puna, a continuación del clima tipo China (Cw) y Clima de estepa muy cercana al invierno (BSw). Se ubica generalmente entre los 2,800 hasta los 3,800 msnm.

e.- Clima de Tundra Seca de Alta Montaña (ETH), se caracteriza por tener una temperatura media del mes mas calido, superior a 0°C, se ubica en las partes altas por encima de los 3,800 msnm., y por debajo de los 4,800 msnm.

f.- Clima de Nieve Perpetua de Alta montaña (EFH), caracterizándose por presentar una temperatura media en todos sus meses inferior a 0°C, presentándose en las cumbres mas altas de la cuenca por encima de los 4,800 msnm.

2.6 Ecología

El conocimiento de la ecología en el ámbito de la cuenca del río Mala, es esencial para la determinación de los impactos producidos por la actividad agropecuaria.

Desde el punto de vista ecológico, la cuenca ofrece una configuración ambiental muy variada, por lo que se ha conformado seis (06) Formaciones Ecológicas a partir de las 18 zonas de vida según el sistema de clasificación compuesto por Leslie R. Holdridge y que fue publicado en el Tropical Science Center de San José de Costa Rica en su obra “Ecología basada en Zonas de Vida”.

2.6.1 Zonas de vida de la cuenca del río Mala

En el **CUADRO N° 2.6.1** se muestra a las zonas de vida identificadas para la cuenca del río Mala, así como, las áreas correspondientes a cada zona.

CUADRO N° 2.6.1 ZONAS DE VIDA IDENTIFICADAS EN LA CUENCA DEL RIO MALA

N°	DESCRIPCION	SIMBOLOGÍA	AREA Km²	%
1	desierto desecado Subtropical	dd-S	94.84	4.07
2	desierto superarido Subtropical	ds-S	115.33	4.95
3	desierto perarido Premontano Tropical	dp-PT	157.14	6.74
4	desierto perarido Montano Bajo Subtropical	dp-MBS	2.91	0.13
5	desierto perarido Montano Bajo Tropical	dp-MBT	26.14	1.12
6	matorral desertico Premontano Tropical	md-PT	143.57	6.16
7	matorral desertico Montano Bajo Tropical	md-MBT	230.15	9.87
8	desierto arido Montano Tropical	da-MT	25.81	1.11
9	matorral desertico Montano Tropical	md-MT	45.65	1.96
10	estepa espinosa Montano Bajo Tropical	ee-MBT	112.53	4.83
11	estepa montano Tropical	e-MT	219.16	9.40
12	bosque humedo Montano Tropical	bh-MT	158.37	6.79
13	paramo muy humedo Subalpino Tropical	pmh-SaT	352.42	15.11
14	tundra pluvial Alpino Tropical	tp-AT	475.88	20.41
15	matorral desertico Subalpino Tropical	md-SaT	4.55	0.20
16	paramo humedo Subalpino Tropical	ph-SaT	51.06	2.19
17	tundra muy humeda Alpino Tropical	tmh-AT	46.36	1.99
18	Nival Tropical	NT	70.2	3.01
TOTAL			2332.07	100.00

- **Desierto desecado Subtropical (dd-S).**- Se extiende desde el litoral hasta los 500 msnm., abarcando las zonas de Mala, Calango hasta La Capilla y tiene un área de 94.84 Km² (4.07% del área de la cuenca). El clima en esta formación es predominantemente húmedo en invierno y semi-cálido en verano, con temperaturas de 17°C promedio en invierno y 26°C en verano, la precipitación promedio año es de 1.83 mm., estación La Capilla.
- **Desierto superarido Subtropical (ds - S).**- Se extiende desde los 500 msnm a 1,000 msnm., abarca toda faja marginal del río Mala

desde el sector de La Capilla hasta el sector de Checa, tiene un área de 115.33 Km² (4.95%). El clima dominante es seco y semi-cálido, con temperatura promedio de 19°C. En esta piso ecológico la precipitación varía entre 2 a 20.0 mm como promedio anual.

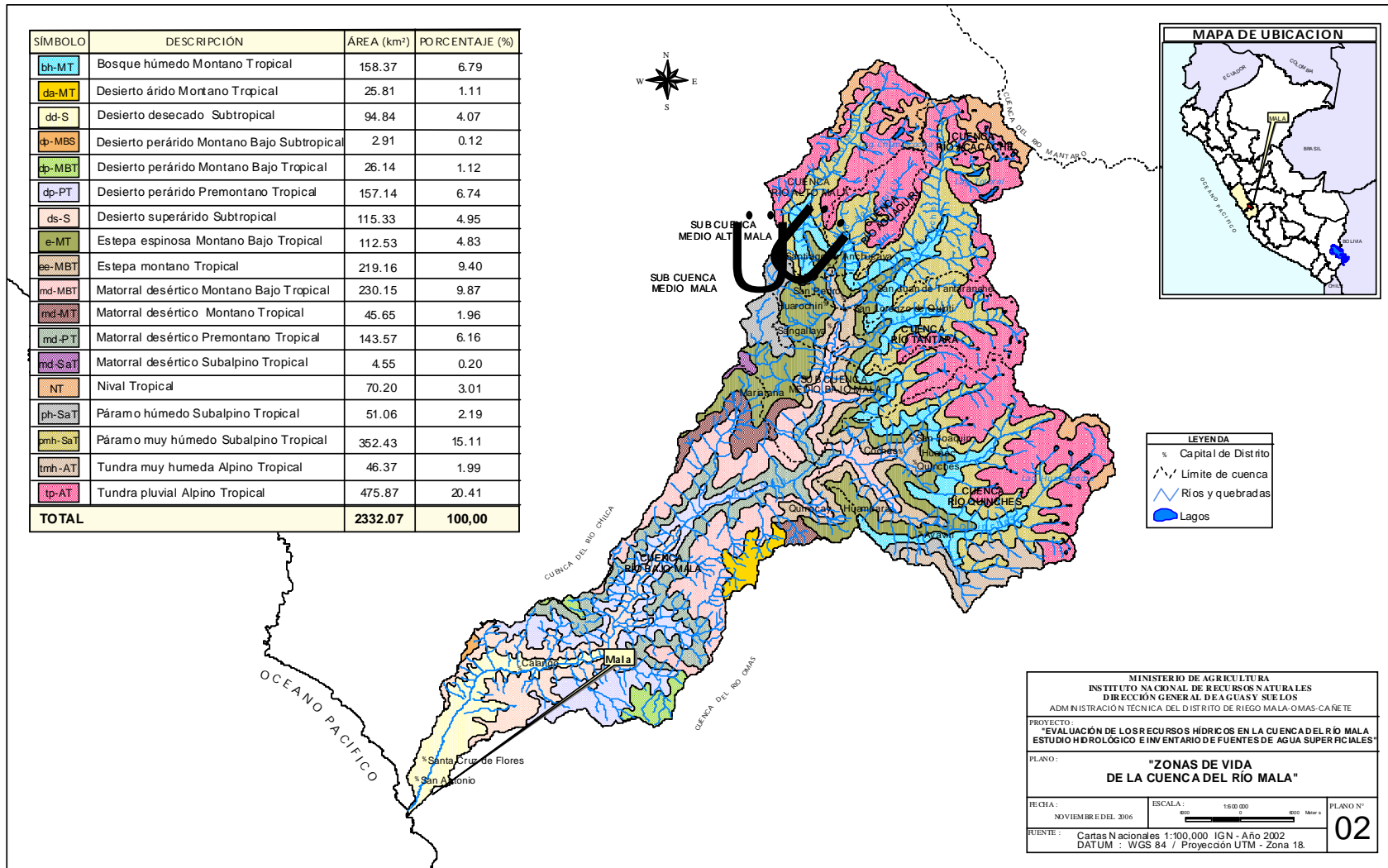
- **Desierto perárido Premontano Tropical (dp - PT).**- Los niveles altitudinales se extiende desde los 1,000 msnm hasta los 1,500 msnm. En este piso ecológico se ubican las zonas de Pañe, Pongo y Viscas, abarca 157.14 Km² (6.74%). El clima varía de seco a semi-cálido con temperaturas que oscilan entre 18°C y 19°C; mientras que las precipitaciones varían entre 20 mm a 60 mm de promedio anual.
- **Desierto perárido Montano Bajo Subtropical (dp - MBS).**- Este piso ecológico es el mas pequeño del grupo, se ubica en entre 1,000 msnm a 1,250 msnm, abarcando la zona del parte-aguas entre la cuenca Chilca y Mala, cubre un área de 2.91 km² (0.13%). El clima es seco con temperaturas de 18°C y precipita entre 20 mm a 30 mm por año.
- **Desierto perárido Montano Bajo Tropical (dp - MBT).**- Este piso ecológico, se ubica en entre 2,000 msnm a 2,450 msnm, abarca la zona limítrofe entre la cuenca Omas y Mala, cubre un área de 26.14 km² (1.12%). El clima es seco con temperaturas que varían entre los 16°C a 17°C respectivamente y precipita entre 120 mm a 200 mm por año.
- **Matorral desértico Premontano Tropical (md - PT).**- Esta formación se ubica entre los niveles altitudinales de 1,500 msnm a 2,000 msnm. En este piso ecológico se ubican las zonas de Alloca y Corina, abarca 143.57 Km² (6.16%). El clima en esta zona es seco y templado con temperaturas promedio que oscilan entre 17°C y 18°C; mientras que las precipitaciones varían entre 60.0 mm a 120 mm de promedio anual.
- **Matorral desértico Montano Bajo Tropical (md - MBT).**- Esta formación ecológica se ubica entre los niveles altitudinales de 2,000 msnm a 2,500 msnm. En este piso ecológico existen zonas agrícolas como Huanchac, Quiripa, Huancarará, Cutepampa y Cruz Pampa, que son regadas por el río San Lorenzo que se ubica en la M.I., de la cuenca. Por las zonas más altas del río Quinches se ubican las zonas de Huaccta y Shancapata. Esta formación abarca 230.15 Km² (9.87%). El clima en esta zona es seco y templado con temperaturas promedio que oscilan entre 15°C y 17°C; produciéndose lluvias entre 120.0 mm a 220 mm de promedio anual.
- **Desierto árido Montano Tropical (da - MT).**- Esta formación ecológica se ubica en la M I de la cuenca, está entre los niveles altitudinales de 3,000 msnm a 3,500 msnm. Este piso ecológico se ubica en la margen izquierda de la cuenca junto a la cuenca Omas. Esta formación abarca 25.81 Km² (1.11%). El clima en esta zona es seco y templado oscila una temperatura promedio de 12°C y 15°C; las lluvias se producen entre 350.0 mm a 550 mm por año.

- **Matorral desértico árido Montano Tropical (md - MT).**- Esta zona se ubica en ambos márgenes de la cuenca, está entre los cerros Pichicapampa entre los niveles altitudinales de 2,500 msnm a 3,500 msnm. El piso ecológico que se ubica en la M.I. de la cuenca comparte este piso ecológico con la cuenca Omas y el de la M.D., comparte el piso ecológico con la cuenca Chilca. Esta formación abarca 45.65 Km² (1.96%). El clima en esta zona es seco y templado oscila una temperatura promedio de 12°C y 15°C; las lluvias se producen entre 250.0 mm 550 mm por año.
- **Estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee - MBT).**- Esta formación ecológica se ubica entre los niveles altitudinales de 2,500 msnm a 3,200 msnm. En este piso ecológico existen zonas agrícolas como Huarochiri, San Lorenzo de Quinti, Sangallaya y San Pedro de Huancayre, que están ubicadas en ambos márgenes del río Mala y río Acacache. Por las zonas más altas del río Huañec y Huampará se ubican las zonas de San Joaquín, Cochabambas, Quinchas, Huacta y Suque. Esta formación abarca 112.53 Km² (4.83%). El clima es seco y templado, con temperaturas promedio que oscilan entre 12°C y 14°C, produciéndose lluvias que varían entre 220.0 mm 360 mm de promedio anual.
- **Estepa Montano Tropical (e - MT).**- Esta formación ecológica se ubica entre los niveles altitudinales de 3,200 msnm a 3,500 msnm. En este piso ecológico existen zonas agrícolas como Santiago de Anchucaya, Llambia, San Juan de Taranche, Chicarita, Huairinca, Ayavirí, Ullma, Cumarca. Esta formación abarca 219.16 Km² (9.4%). El clima es seco y templado con temperaturas promedio que oscilan entre 10°C y 13°C, produciéndose lluvias que varían entre 360.0 mm 550 mm de promedio anual.
- **Bosque húmedo Montano Tropical (bh - MT).**- Esta formación ecológica se sitúa entre niveles altitudinales de 3,500 msnm a 4,000 msnm. En este piso ecológico existen pocas zonas agrícolas, la vegetación predominante son las gramíneas que sirven más para el pastoreo del ganado vacuno, ovino. Esta formación abarca 158.37 Km² (6.79%). El clima en esta zona es húmedo y templado a frío con temperaturas promedio que oscilan entre 4°C y 10°C, produciéndose lluvias intensas en la época de verano variando entre 550.0 mm 780 mm de promedio anual.
- **Páramo muy húmedo Subalpino Tropical (pmh - SaT).**- Esta formación ecológica se sitúa entre niveles altitudinales de 4,000 msnm a 4,500 msnm. En este piso ecológico existen pocas zonas agrícolas, la vegetación predominante son las gramíneas que sirven más para el pastoreo del ganado vacuno, ovino y auquénidos. Esta formación abarca 352.42 Km² (15.11%). El clima es húmedo y frío con temperaturas promedio que oscilan entre 2°C y 4°C, produciéndose lluvias muy intensas en la época de verano variando entre 780.0 mm 1070 mm de promedio anual. Le corresponde esta formación ecológica a las zonas de Huiclo, Puruchaja, Uco, Julga, Layan, Yanama, Pauracancha, Shuito, Hallapacana.

- **Tundra pluvial Alpino Tropical (tp - AT).**- Esta formación ecológica esta ubicada entre los 4,500 msnm a 5,000 msnm. En este piso ecológico no realizan actividad agrícola; sin embargo la ganadería esta vigente en dicha zona. Esta formación es la mas extensa y abarca 475.88 Km² (20.41%). El clima en esta zona es muy húmedo y frígido con temperaturas promedio que oscilan por debajo 0°C a 2°C, produciéndose lluvias muy intensas en la época de lluvias, precipitando mayormente por encima de los 1,000.0 mm de promedio anual. Los cerros Recodo, Suquia, Coirepata, Alcalá, Mancocoto y las lagunas Chumpicocha, Montepata Totoral, Suyoc, Sueracocha, Yanacocha, Huascacocha y otras pequeñas les corresponde esta formación ecológica.
- **Matorral desertico Subalpino Tropical (md - SaT).**- Esta formación ecológica se ubica entre los niveles altitudinales de 4,000 msnm a 4,500 msnm. Este piso ecológico se ubica en el sector denominado Condorocoto. Esta formación abarca 4.55 Km² (0.20%). El clima en esta zona es húmedo y frígido con temperaturas promedio que oscilan entre 0.0°C y 6°C, produciéndose lluvias que superan los 780 mm de promedio anual.
- **Paramo humedo Subalpino Tropical (ph - SaT).**- Esta formación ecológica se ubica entre los niveles altitudinales de 4,000 msnm a 4,500 msnm. En este piso ecológico se ubican los nacientes del río Pacomanta caracterizándose por ser una zona con clima húmedo y frígido. Esta formación abarca 51.06 Km² (2.19%). Las temperaturas promedio en la zona oscilan entre 0.0°C a 4°C, produciéndose lluvias que varían entre 780.0 mm 1,070.0 mm de promedio anual.
- **Tundra muy húmeda Alpino Tropical (tmh - AT).**- Esta formación ecológica se ubica en las partes altas del distrito de Ayavirí entre los niveles altitudinales de 4,000 msnm a 4,500 msnm. Esta formación abarca 46.36 Km² (1.99%). El clima en esta zona es húmedo y frígido con temperaturas promedio que oscilan entre 0.0°C y 4°C, donde las lluvias se producen entre 780.0 mm 1,070 mm de promedio anual.
- **Nival Tropical (NT).**- Esta formación ecológica se ubica entre los 5,000 msnm a 5,897 msnm. Esta formación ecológica es la mas extensa y abarca 475.88 Km² (20.41%). El clima en esta zona es el pluvial frígido con temperaturas promedio menores a 0°C, produciéndose lluvias muy intensas en la época de lluvias, precipitando mayormente lluvias mayores a los 1,500 mm promedio anual. Los nevados Paccha, Suiricocha, Manon Uno, Collquepuero, Tiílla, Huaynacutuni, Llangate les corresponde esta formación ecológica.

El **MAPA N° 02**, muestra las áreas de influencia de cada una de estas zonas de vida ubicadas dentro de la cuenca del río mala y la descripción de cada formación ecológica se detalla a continuación:

MAPA N° 02 ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



2.6.2 Formaciones Ecológicas de la cuenca del río Mala

Para hallar las formaciones ecológicas en la cuenca del río Mala, se siguen los lineamientos presentados por la ONERN^[15], donde el equipo que ha participado en su elaboración a identificado a seis (6) formaciones ecológicas, las que se muestran en el **CUADRO N° 2.6.2** y se describirán cada una de ellas, considerando para ello a los recursos vegetales y edáficos que existen dentro de la zona de estudio.

CUADRO N° 2.6.2 FORMACIONES ECOLOGICAS IDENTIFICADAS EN LA CUENCA DEL RIO MALA

FORMACION ECOLOGICA	SIMBOLOGIA	AREA (Km²)	(%)	ALTITUD (msnm.)	SECTORES DE USO
Desierto Sub-Tropical 0.0 - 800 (msnm).	d-ST	152.33	6.53	0.0 - 400	Area agrícola de valle
				400 - 800	Area agrícola de quebrada
				0.0 - 400	Pampas eriazas
				300 - 750	Areas de lomas
				0.0 - 100	Area hidromórfica y salinizada
				0.0 - 800	Colinas y montañas sin vegetación
Matorral desértico Sub-Tropical 800 - 2,000 (msnm).	md-ST	351.26	15.06	800 - 2000	Area agrícola de quebrada y pendiente
				800 - 2000	Montañas con malezas poco densas
Estepa espinosa Montano Bajo 2,000 - 3,000 (msnm).	ee-MB	363.089	15.57	2000 - 3000	Area agrícola de quebrada y laderas
				2000 - 3000	Montañas con malezas densas
Estepa Montano 3,000 - 3,800 (msnm).	e-M	349.20	14.97	3000 - 3600	Area agrícola de laderas
				3000 - 3800	Montañas húmedas
				3500 - 3800	Bosques residuales
Paramo muy húmedo Sub-Alpino 3,800 - 4,800 (msnm).	pmh-SA	988.44	42.38	3,800 - 4,800	Montañas y praderas naturales
				3,800 - 4,400	Bosques residuales
Tundra pluvial Alpino 4,800 - 5,000 (msnm).	tp-A	127.76	5.48	4,800 - 5,000	Laderas y montañas pluviales
TOTAL		2332.07	100.00		

Fuente: Inventario y evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa - ONERN 1,976.

- Formación Desierto Sub-Tropical (d-ST)

Se ubica en el sector occidental e inferior de la cuenca entre el litoral hasta los 800 msnm., abarca una un área de 152.33 Km², que representa el6.53% del área total de la cuenca.

Su medio ambiente tiene un clima árido y semi-cálido, donde las precipitaciones son escasas y tiene una temperatura promedio de 18 °C. Esta formación presenta una topografía con llanuras y colinas de relieve ondulado donde se ubican las áreas agrícolas del valle, algunas lomas y áreas salinadas. Asimismo, existen áreas accidentadas conformadas por las montañas que emergen dentro de la formación, donde forman las laderas de poca pendiente y las terrazas aluviales que se hallan a lo largo del río Mala.

Los suelos presentan diferentes características según el uso a que se les da, especialmente los suelos agrícolas son de origen aluvial. En cuanto al drenaje, en el valle de Mala es pobre, sobre todo en la parte media a baja (Hda. Salitre, Pampa Barcelona y en la zona de Bujama).

Los suelos del área agrícola de la quebrada son de origen aluvio-coluvial, superficiales a moderadamente profunda, con una textura gruesa sin problemas de salinidad.

En las pampas eriazas, los suelos son de origen aluvial, coluvial y eólico, que van de superficiales a moderadamente profundos, tienen textura gruesa.

En las áreas de lomas, sus suelos son sedimentarios, superficiales de textura franco-arenosa.

En las colinas y montañas sin vegetación sus suelos son sedimentarios y superficiales, predominando los suelos arenosos y francos arenosos.

Esta formación se caracteriza por presentarse sin vegetación natural a excepción de las lomas y zonas hidromórficas y salinizadas. En las lomas la vegetación está en función a las garúas que se presentan en el invierno, existiendo años que no se encuentra ninguna vegetación.

El aprovechamiento y potencial de los recursos vegetales y edáficos en la cuenca se debe a que cuenta con 6 sectores de usos, suelos agrícolas de valle, área agrícola de quebrada, área de lomas, pampas eriazas, áreas hidromórficas y salinas, colonas y montañas sin vegetación.

Actualmente en la cuenca del río Mala existen áreas agrícolas que se cultivan con mayor intensidad los cultivos de manzanas, maíz, vid, camote, plátano, algodón, pera, pastos, hortalizas, lúcumo, rosas, frutales varios y otros.

- Formación Matorral Desierto Sub-Tropical (md-ST)

Esta formación ecológica se extiende por encima de la formación desierto Sub-Tropical hasta la cota 2,000 msnm., aproximadamente, abarca una extensión de 351.26 Km², que representa el 15.06% del área total de la cuenca. Esta formación se caracteriza por presentar un clima de tipo árido y semicálido, donde las precipitaciones fluctúan entre los 10 y 120 mm., anuales y la temperatura promedio llega hasta los 18°C.

Su topografía tiene dos tipos de formaciones bien diferenciadas, una de menor extensión constituida por terrazas al margen de las quebradas con una inclinación suave que es aprovechado para la agricultura; la otra, fuertemente accidentada y de mayor extensión, constituida por montañas con melazas poco densas.

Los suelos edáficos tienen características de acuerdo a su formación composición y fertilidad así como de su ubicación topográfica. Los suelos de quebradas y piedemonte son de origen coluvial de profundidad variable de textura predominantemente gruesa, en cambio, los suelos correspondientes a las montañas son generalmente residuales o sedimentarios, muy superficiales o litosólicos de textura gruesa a media y muestran una fuerte erosión.

La vegetación es escasa y rala debido a la aridez que presenta esta formación ecológica, quedando limitada la agricultura por el poco potencial aprovechable de sus suelos.

- **Formación Estepa Espinosa Montano bajo (ee - MB)**

Esta formación ecológica abarca los niveles altitudinales de la cota 2,000 msnm a los 3,000 msnm., la superficie que ocupa es de 363.09 Km², que representa el 15.57% del área total de la cuenca. Su medioambiente se caracteriza por presentar un clima de tipo semi-árido y templado. Se estima que la precipitación esta por los 120 mm., en los niveles mas bajos y 360 mm, en la parte mas alta y su temperatura promedio anual alcanza a 15°C. Estas condiciones termo pluviométricas permiten realizar una actividad agrícola bajo un sistema mixto de riego y secano.

La formación tiene una topografía con dos escenarios diferenciados, uno constituido por áreas agrícolas de quebrada y laderas de relieve semi-accidentado y el otro conformado por montañas con malezas densas. Los suelos aprovechables en la agricultura son de origen coluvial y en alguna proporción sedimentarios de textura moderadamente fina media y generalmente superficiales, en cambio los suelos de las montañas son de origen sedimentario de material volcánico de textura gruesa y muy superficial.

Las características edáficas y climáticas de esta formación ecológica generan un potencial aprovechable que las califica a sus suelos como buenos en el uso agrícola semi-intensivo bajo un sistema mixto de riego y secano.

En las zonas montañosas la actividad generalmente se dedica al pastoreo estacional principalmente de ganado vacuno y caprino. La vegetación natural de tipo arbustivo arbóreo se utiliza como combustible y para la construcción.

- **Estepa Montano (e - M)**

Se ubica entre la cota 3,000 msnm hasta los 3,800 msnm., esta cubre una superficie de 349.20 Km², que representa el 14.97% del área total de la cuenca. Se caracteriza por presentar un clima de tipo subhúmedo y frío. Las precipitaciones fluctúan entre los 360 mm.y 600 mm., la temperatura promedio anual alcanza a 10°C., produciéndose en los inviernos temperaturas que bajan hasta por debajo de

0°C. En la cuenca N7 Quinches y el poblado de Ayavirí se nota mayor humedad, la que favorece al desarrollo de una cobertura vegetal.

La configuración topográfica de esta formación ecológica, en general son de tipo montañoso accidentado con pendientes suaves al pie de los cerros y cercanas a las quebradas que conducen agua, caracterizándose por presentar dos sectores, una de áreas agrícolas de laderas y montañas húmedas y la otra donde se encuentran algunos bosques residuales conformados por especies arbustivas y arbóreas.

Los suelos son de tipo residual y coluvial con una textura moderadamente fina a media y superficiales. Los suelos de las montañas son residuales de textura gruesa y muy superficial. Esta formación ecológica presenta condiciones medioambientales apropiadas tanto para agricultura como para ganadería, por lo cual su potencial de aprovechamiento puede ser calificado como bueno.

La agricultura se lleva a cabo con riegos y es complementado con las lluvias estacionales que se producen en los meses de verano, siendo los principales cultivos la papa el maíz, cebada, trigo, haba, olluco, arveja, oca, frutales como la manzana, membrillo y melocotón entre otros. Entre los pastos destaca la alfalfa como cultivado y en forma de silvestre se tiene al trébol y el kikuyo, etc.

En lo forestal se observa que el eucalipto es la planta más abundante en la zona, cultivándolo generalmente en los alrededores de las tierras de cultivo. También existen una variedad de especies arbóreas que les sirve como combustible y para la construcción de viviendas.

- Páramo muy húmedo Sub-Alpino (pmh - SA)

Es formación ecológica ocupa el piso altitudinal comprendido entre la cota 3,800 msnm hasta los 4,800 msnm., esta cubre una superficie de 988.44 Km², que representa el 42.38% del área total de la cuenca. Se caracteriza por presentar un clima de tipo muy húmedo y frígido, donde las precipitaciones son intensas y fluctúan entre los 650 mm. y 1,000 mm., la temperatura promedio anual alcanza a 4°C., produciéndose generalmente por debajo de 0°C durante las noches, motivo por el cual la agricultura es muy limitada, en cambio la ganadería tiene condiciones muy propicias.

Su topografía es variada, con grandes extensiones de relieve ondulada o simi-accidentado que vienen ha ser las praderas naturales, donde abundan los pastos naturales. Los suelos en su mayoría son de origen sedimentario y en algunos lugares fluvio-glacial, de textura media, con predominancia de suelos franco arenosos o franco arcilloso arenoso, variando desde de estratos superficiales a profundos. Esta área se caracteriza por la presencia de “aconales” o sea depresiones

con suelos hidromórficos donde se desarrollan pastos de buena calidad.

La vegetación natural generalmente esta constituida por gramíneas de tipo forrajero, donde su potencial de aprovechamiento de esta formación se le califica de regular a bueno, por la excelente cantidad de pastos naturales para el pastoreo y se hace difícil el desarrollo de la agricultura debido a las bajas temperaturas.

Los bosques residuales de quinares y otras especies representan un recurso forestal muy importante aunque en la actualidad se encuentran reducidas a pequeños sectores en lugares de difícil acceso donde el hombre no ha podido llegar para la tala indiscriminada para el uso como combustible y material de construcción.

Dentro de esta formación ecológica se ubican las cabezas hidrostáticas que muy bien pueden ser aprovechadas para la explotación de truchas y al mismo tiempo regularlas mediante obras de represamiento para el incremento del recurso hídrico y aprovecharlas en las áreas agrícolas.

- **Tundra pluvial Alpino (tp - A)**

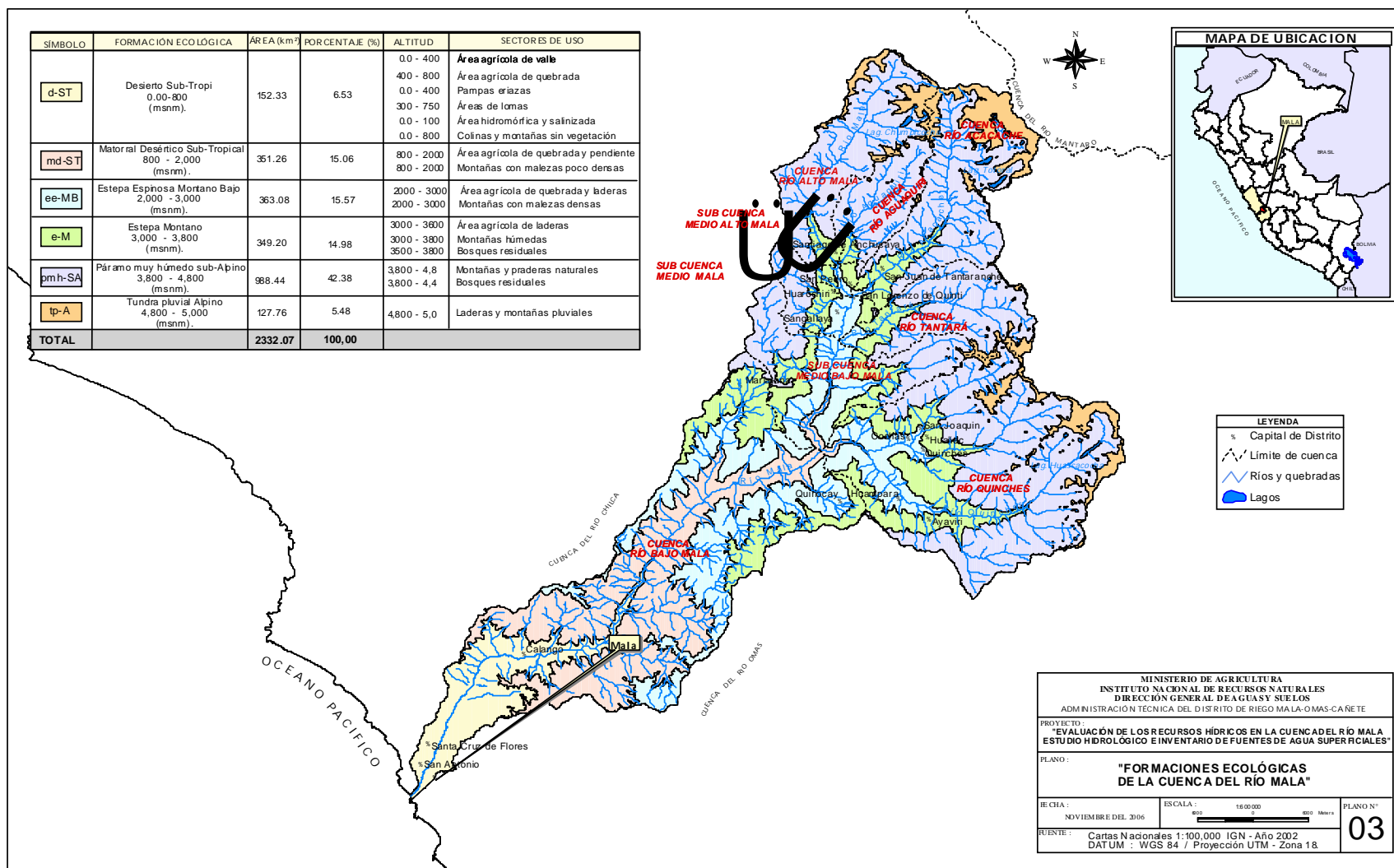
Esta formación ecológica se ubica se halla entre el páramo muy húmedo Sub-Alpino y mas de los 5,000 msnm. Es la zona más alta y tiene una extensión 127.76 Km², que representa el 5.48% del área total de la cuenca. Se caracteriza por presentar un clima de tipo pluvial gélido, donde las precipitaciones superan los 1,000 mm., y la temperatura es muy baja, estimándose en 2°C con niveles de congelación extrema en el invierno y durante las noches de los demás meses del año.

La topografía, muy accidentada, unida a las bajas temperaturas, ha propiciado la formación de suelos muy superficiales y afloramientos líticos; no obstante, hay sectores en los que los suelos son de origen fluvioglacial y coluvial, producto de la acción mecánica de los deshielos que se precipitan desde las partes altas. Sus suelos de profundidad variada y en general de textura moderadamente fina a gruesa.

La vegetación natural es pobre, cuyo aprovechamiento de sus recursos vegetales y edáficos se les califica como suelos pobres a muy pobre.

El **MAPA N° 03**, muestra las áreas de influencia de cada una de la formaciones ecológicas ubicadas dentro de la cuenca del río Mala.

MAPA N° 03 FORMACIONES ECOLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO MALA



2.7 Geología

En base a los estudios realizados por La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) en 1,976, el estudio geológico a nivel de reconocimiento de la cuenca del río Mala^[15], se efectuó el presente proyecto; por cuanto, desde el punto de vista geológico el área de estudio abarca 2,332.07 Km², la cual constituye una gran cuenca litológica de origen marino y continental, posteriormente esta fue deformada tanto por la intrusión ígnea de magnitud batolítica como por movimientos orogenéticos y epirogenéticos, como queda evidenciado por el levantamiento de los andes y por el desarrollo de diversas estructuras geológicas, tales como fallas, pliegues, etc., que ocurren en diversas zonas de la cuenca

Las rocas que ocurren en el área están representadas por una secuencia de sedimentos finos con intercalaciones volcánicas (andesitas, dasitas), calizas, areniscas, lutitas, etc., además de intrusiones ígneas de composición granitoide y efusiones volcánicas que cubren parcialmente o totalmente las estructuras y las rocas más antiguas. La edad de las rocas comprende desde el paleozoico hasta el cuaternario reciente.

En el aspecto metálico, la zona presenta áreas mineralizadas, principalmente en el sector inferior de la cuenca, de donde se extrae la mayor parte de la producción minera, destacando en este sentido las minas Condestable y Raúl. En cuanto a los depósitos no-metálicos, cabe señalar que en la zona destacan principalmente las calizas, materiales de construcción y, en menor grado mármol, yeso, barrita y sal.

Estratigrafía y rasgos estructurales.- En el área de estudio, se ha identificado rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, cuyas edades oscilan entre el Paleozoico y el Cuaternario reciente. Las rocas sedimentarias más antiguas afloran principalmente en el sector más bajo de la cuenca y están representadas por las formaciones Pucusana y Puente Piedra. Los depósitos más recientes ocurren en la franja costanera, destacando los depósitos aluviales, fluvio-aluviales y eólicos. Las rocas ígneas intrusivas y extrusivas forman un gran bloque en el sector central y superior del área, existiendo también otros afloramientos diseminados en toda la cuenca. La secuencia estratigráfica ha sido establecida por la similitud litológica y posición estratigráfica equivalente con otras zonas del país.

En el **CUADRO N° 2.7.1** muestra la secuencia estratigráfica de la región estudiada apreciándose que las rocas más antiguas corresponden al Paleozoico, testificadas por la serie Metamórfica que ocurre en el extremo Nororiental del área. Luego, aparece un conjunto de rocas volcánicas intercaladas con sedimentos marinos y continentales que constituyen la Formación Pucusana, considerada como del Jurásico Superior, que aflora en el extremo medio occidental del área.

Sobre la Formación Pucusana, se presenta una sedimentación de origen continental y marino del Jurásico Superior-Cretáceo correspondiente a la formación Puente Piedra, caracterizada por una marcada actividad volcánica intramarina que se presenta en la zona central occidental y extremo occidental de la faja costanera. Posteriormente, durante el Cretáceo inferior, ocurrió una sedimentación de ambiente continental con evidencias de avances esporádicos del mar, testificada por el Grupo Morro Solar, cuyos afloramientos se ubican en la parte occidental de la región.

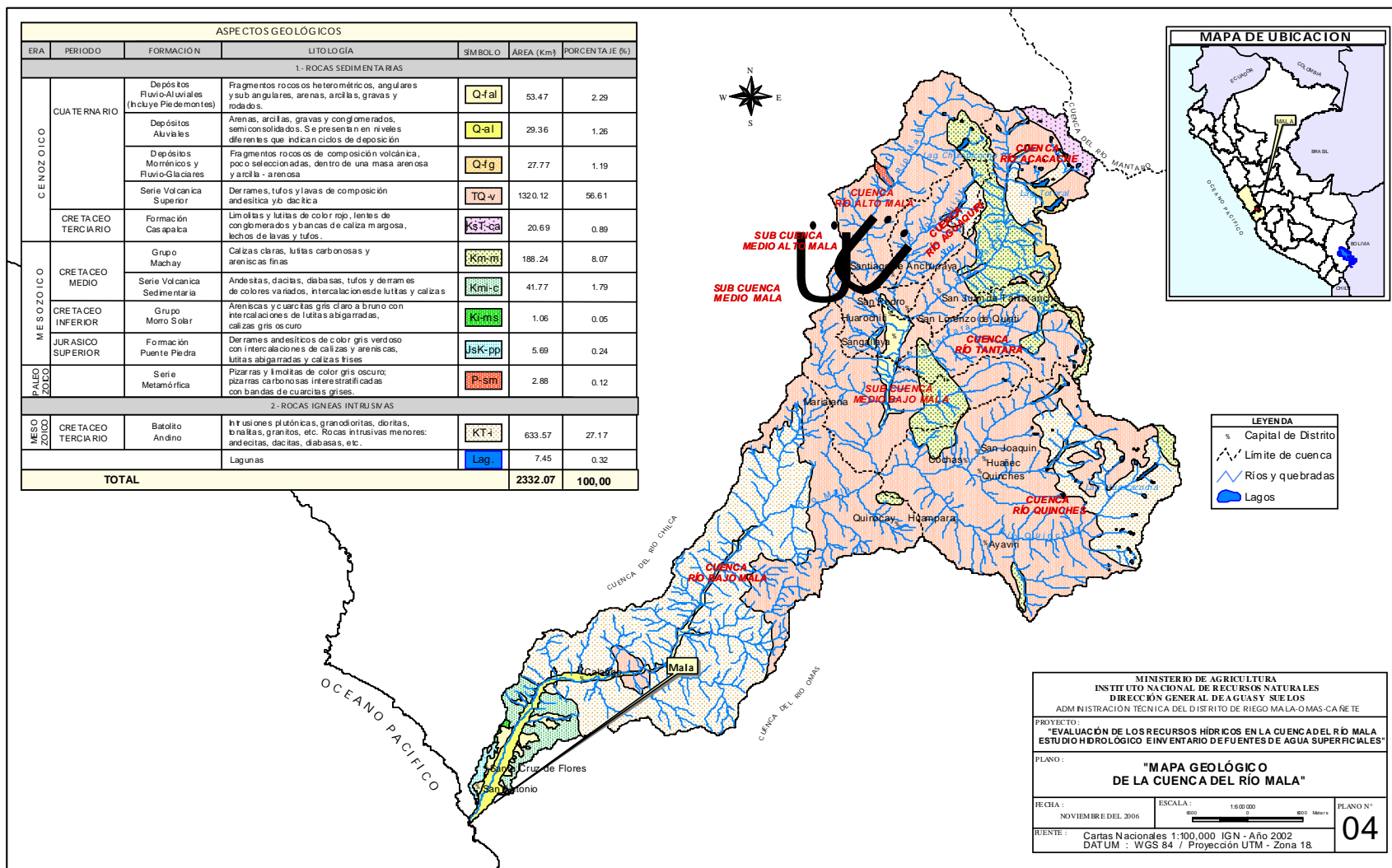
Seguidamente, sobrevino una trasgresión marina de bastante amplitud, existiendo regresiones esporádicas del mar con la consiguiente deposición de sedimentos continentales, evidenciada por la presencia de areniscas y cuarcitas que ocurren ocasionalmente en esta secuencia denominada Formación Pamplona. Se exponen en la parte occidental del área de estudio dentro de la faja costanera. A esta formación, le sucedió una sedimentación principalmente calcárea correspondiente a la Formación Atocongo, perteneciente a un mar relativamente de mayor profundidad, produciéndose, al mismo tiempo de la sedimentación, erupciones submarinas, cuya posición centro del Cretáceo aún no ha sido definida, afloran en la parte media oriental andina y en las estribaciones occidentales de la misma.

A continuación, se depositaron los sedimentos calcáreos a los cuales se les ha denominado como Formación Machay del Cretáceo Medio, ubicado en el extremo noreste del área. Asimismo, aparece circunscrita a una pequeña área cercana al área al litoral, se exponen sedimentos pertenecientes a la Formación Cañete del Terciario Superior.

Al efectuar el estudio desde el punto de vista estructural la cuenca del río Mala por mucho tiempo ha soportado eventos geológicos de diversa magnitud como consecuencia de los movimientos orogénicos y epirogenéticos y del desplazamiento de plutones, que han intervenido en mayor y menor grado en la denominación de las rocas, habiéndose generado estructuras geológicas (fallas y pliegues) tanto longitudinales como transversales, como se ver graficado en el **MAPA N° 04**, mapa geológico de la cuenca del río Mala.

En el **CUADRO N° 2.7.1**, se señala también los rasgos estructurales más característicos de las formaciones que constituyen la columna geológica de la zona estudiada.

MAPA N° 04, MAPA GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



CUADRO N° 2.7.1 SECUENCIA ESTRATEGICA Y RASGOS ESTRUCTURALES DE LA CUENCA DEL RIO MALA

PERIODO	FORMACION	LITOLOGIA	LUGARES DE EXPOSICION	RASGOS ESTRUCTURALES	SUELOS FORMADOS
CUATERNARIO	Depósitos Eólicos (Q-e)	Constituido principalmente por arenas de grano fino que adoptan formas diversas, tales como dunas, médanos, suaves ondulaciones, etc., las que cubren parcialmente formaciones rocosas más antiguas.	Se les encuentra preferentemente a lo largo de la faja costanera	No presentan evidencias de estructuras geológicas, posiblemente porque los últimos movimientos tectónicos que perturbaron la zona tuvieron lugar antes de la depositación de estos materiales	Transportados: arenisca, de potencia variable, muy permeables
	Depósitos Marinos (Q-m)	consisten de arenas de grano medio a grueso, fragmentos de rocas y fragmentos de conchas. Las playas constituidas por conglomerados son raras.	A lo largo de casi todo el litoral que comprende el área estudiada		Transportados: arenosos, profundos, permeables y salobres
	Depósitos Fluviales (Q-f)	Conjunto heterogéneo e inconsolidado constituido por gravas, rodados, arenas, limos y arcillas	Se depositan a lo largo del río mala y quebradas principales		Transportados: Composición heterogénea, potencia y profundidad variable
	Depósitos Fluvio-Aluviales (incluye pie de monte) (Q-fal)	Compuestos de fragmentos rocosos heterométricos, angulares y subangulares; arenas, arcillas, gravas y rodados.	Se presenta cubriendo áreas de pequeño a regular extensión, principalmente en la parte inferior de las cuencas, tapizando los cauces de los afluentes; sector inferior de las laderas de los cerros y algunas zonas de las partes bajas		Transportados: Composición variable, profundidad variable, permeabilidad de moderada a alta
	Depósitos Aluviales (Q-al)	Arenas arcillosas, grava y conglomerados semiconsolidados. Se presentan en niveles diferentes que indican ciclos de deposición	Se encuentran en la zona baja y media del río mala y parte alta del río Mala.		Transportados: Preferentemente areno-arcillosos; profundos, permeabilidad variable. Ofrecen las mejores condiciones agrícolas
	Depósitos Morrénicos y Fluvio Glaciares (Q-fg)	Fragmentos rocosos de composición volcánica, poco seleccionados y de forma angulosa y subredondeada dentro de una masa arenosa y arcillo-arenosa.	Están situados en el extremo Noreste del área de estudio, entre las lagunas Totoral y Suyoc de la cuenca del río Mala		Transportados: areno-arcilloso con fragmentos rocosos; de profundidad y permeabilidad variable.
	Serie volcánica Superior (TQ-v)	Derrames, tufos y lavas de composición andesítica y/o dasítica, que reposan sobre unidades más antiguas.	Cubren áreas de gran extensión, mayormente en las zonas altas de la cuenca		Sobreyasea los sedimentos del Cretáceo superior, medio e inferior, rocas del terciario y a rocas ígneas intrusivas. No presentan rasgos de disturbamiento intenso.
TERCIARIO	Formación Cañete (T-c)	Conglomerados formados por rodados de diversos tamaños, lentes de areniscas friables.	Se circunscribe a una pequeña área cercana al litoral constituyendo las lomas denominadas cerro largo	No presentan rasgos de haber sido afectados por algún fenómeno estructural	Residuales: de composición heterogénea, pedregosa, permeables y de profundidad variable.
CRETACEO TERCARIO	Formación Casapalca (Kst-ca)	Limolitas y lutitas de color rojo presentando lentes de conglomerados y bancos de caliza margosa; lechos de lavas y tufos	En el extremo noreste de las cuencas, entre cerro Ocsahualca y laguna Colquepuco.	Cubren discordantemente a la caliza Machay. Sus estratos se encuentran fallados, dislocados y plegados.	Residuales: arcilla-arenosos, poco profundos, de permeabilidad variable con parcial reacción calcárea
	Serie Volcánica Sedimentaria (KT-vs)	Andesitas, dacitas, diabasas, tufos y derrames parcialmente calcaéreos, de colores variados	Se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la zona costanera. Conforman los primeros contrafuertes occidentales andinos de las cuencas estudiadas y están limitados por el Este por rocas del Batolito Andino.	Dentro de su amplia exposición, solo presenta pliegues y fallas menores.	Residuales: arcillo-arenosos, profundidad y permeabilidad variables; más básicos que ácidos

CUADRO N° 2.7.1 SECUENCIA ESTRATEGICA Y RASGOS ESTRUCTURALES DE LA CUENCA DEL RIO MALA (Continuación)

ERA	PERIODO	FORMACION	LITOLOGIA	LUGARES DE EXPOSICION	RASGOS ESTRUCTURALES	SUELOS FORMADOS
MESOZOICO	CRETACEO MEDIO	Grupo Machay (Km-m)	Calizas claras laminadas y calizas masivas gris claro; lutitas carbonosas y areniscas finas interestratificadas con calizas margosas.	Aflora principalmente al noreste del área de estudio, entre las lagunas Chumpicocha y Mancacoto y entre las localidades de Ampe y Pongoy.	Presenta estructuras anticlinales y sinclinales, plegadas y falladas por esfuerzos de compresión.	Residuales: arenosos y arcillo-arenosos, de poca profundidad; son suelos calcáreos preferentemente.
	CRETACEO INDIVISO	Serie Metamórfico-Sedimentario (K-ms)	Cuarцитas blancas o blanco amarillentas; pizarras grises; areniscas pardas y verdes; calizas gris claro y marrón; lutitas abigarradas, pardo rojizo y gris a bruno	Se encuentra cortada en varios sectores del río Asia, al suroeste de Cata, entre los cerros La Yesera, San Andrés y Corazón; al suroeste de Coayllo, entre los cerros Zapata, La Esquina, Cayara, Hualcará Grande y cerro Pacy	Presenta pliegues y fallas debido principalmente al emplazamiento de las rocas ígneas intrusivas	Residuales: arenosos y arcillo-arenosos, profundidad y pH variables.
	CRETACEO INFERIOR	Formación Atocongo (Ki-at)	Calizas de color gris claro a gris oscuro, azulado y marrón; intercaladas con margas brunas y lutitas en menor cantidad, alternando en diferentes zonas con derrames volcánicos. Se encuentra atravesada por diques y sills generalmente andesíticos.	Aflora en la zona de la faja costanera y en las estribaciones de la Cordillera Andina en pequeñas áreas, siendo al mayor extensión la que se encuentra ubicada entre el sur del cerro El Padre y Noroeste de la fábrica de cemento Chilca.	En las zonas próximas a las rocas intrusivas, las calizas han sufrido un metamorfismo de conflicto, observándose silicificación gradual. Por los numerosos diques y sills que atraviesan esta formación, se ha producido un ligero metamorfismo termal.	Residuales: arcillosos arcillo-arenosos, de poca profundidad y pH básico
		Formación Pamplona (Ki-at)	Calizas verde claro y gris azulado; lutitas abigarradas; cuarcitas gris claro, areniscas verdosas; volcánicos-andesíticos verde claro y verde oscuro.	En la zona de la faja costanera, en pequeñas áreas diseminadas principalmente entre quebrada Chilca y río Mala	Forma por lo general un relieve suave. Cerca de la fábrica de cemento Chilca, su contacto con la Formación Atocongo se encuentra fallado.	Residuales: arcillosos y arcillo-arenoso, profundidad variable, reacción básica.
		Grupo Morro Solar (Ki-ms)	Areniscas y cuarcitas gris claro a bruno con intercalaciones de lutitas pardas y abigarradas; calizas masivas gris azul oscuro.	Se expone en la faja costanera en el área de cerro Grande y cerro Condoray y al Sureste de la pampa Las Salinas	Sus afloramientos se encuentran disturbados por un sistema de fallas paralelas que no permiten seguir la secuencia en forma continuada.	Residuales: arenosos, de poca profundidad, generalmente ácidos
		Formación Puente Piedra (JsK-pp)	Derrames andesíticos de color bruno a gris verdoso, con intercalaciones de calizas y areniscas; lutitas abigarradas y calizas gris claro a negro en bancos medianos a gruesos.	Se presenta en el área del cerro Cruz del Patrón, extendiéndose al suroeste hasta la línea litoral; otro afloramiento se encuentra al Norte y Sur del balneario Santa María del Mar.	En el área de cerro Quipa, sus afloramientos están interrumpidos y afectados por una intrusión diorítica. En la zona de playa del Arco, presenta una estructura sinclinal erosionada y fallada.	Residuales: arenosos y arcillo-arenosos; profundidad y pH variables.
	JURASICO SUPERIOR	Formación Pucusana (Js-Pu)	Conglomerados, brechas y derrames volcánicos con intercalaciones de areniscas de color gris a verde; calizas gris oscuro conglomerados en la base.	Están situados al Norte, Sur y Este del distrito de Pucusana, dentro de la faja costanera.	Toda la secuencia está atravesada por diques y sills, generalmente andesíticos. Se observan pequeñas fallas y muchas fracturas rellenadas de barita y cuarzo.	Residuales: arenosos y arcillo-arenosos, profundidad variable, buena permeabilidad, pH variables.
		Serie Metamórfica (P-sm)	Pizarras y limolitas alternadas, de color gris oscuro a azul grisáceo, pizarras carbonosas interestratificadas con bandas de cuarcitas grises.	Aflora en el extremo nororiental del área de estudio, entre la hacienda Marhuayque y el cerro Cayicasa.	Presenta estratos delgados en pliegues apretados. La base y el tope de la formación no son visibles. Frecuentemente, están cubiertas por una película terrosa de color bruno verdoso.	Residuales: areno-arcillosos, de profundidad y pH variables
ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS						
SOZOICO	CRETACEO TERCARIO	Batolito Andino (Kt-i)	Rocas plutónicas: granodioritas, dioritas, tonalitas, granitos. Intrusiones menores: andesitas, dacitas, diabasas.	Sus afloramientos son de diversa magnitud y aparecen desde la zona litoral marina en pequeñas áreas hasta la zona media y alta, donde ocupa afloramientos mayores.	Se presentan muy fracturados y diaclasados. Se encuentra intruyendo a las rocas sedimentarias y volcánicas más antiguas, provocando cambios estructurales de intensidad variable.	Residuales: arenosos y arcillo-arenosos, profundidad, permeabilidad y pH variables.

2.8 Edafología

La definición de edafología parte que el **suelo** se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre. A esta materia madre se agregan el agua, los gases, sobre todo el dióxido de carbono, el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos.

Para determinar las características edáficas predominantes en las áreas cultivadas de la cuenca del río Mala^[15], así como identificar y delimitar los sectores afectados con problemas de salinidad y mal drenaje, con el objeto de establecer una clasificación de las tierras de acuerdo a su aptitud para el riego.

El presente proyecto considera que el nivel de estudio a nivel semidetallado servirá de apoyo para elaborar planes de desarrollo agrícola, hidráulico y de recuperación de áreas en las zonas marginales del río Mala.

2.8.1 Grandes grupos de suelo

El valle de Mala se encuentra formado por el río del mismo nombre, y su área agrícola, entre otras localidades se encuentra: Mala, San Antonio, Las Flores, Bujama, y San Andrés.

El área de estudio comprende desde la zona Totoral ubicada en la parte alta del valle, hasta el límite de toda el área agrícola del valle Mala^[15] parte baja(Océano Pacífico).

Los grandes grupos de suelos que tiene la cuenca según la ONERN^[15] es la siguiente:

- Fluviosoles,
 - Fluvisol éútrico (irrigado)
 - Fluvisol éútrico (seco)
- Regosoles
 - Regosol éútrico (incluye dunas)
- Solonchanchaks
 - Solonchanchaks órtico
 - Solonchanchaks Gleyco
- Andosoles
 - Andosoles vítrico
 - Páramo Andasol
- Xerosoles
 - Xerosol cálsico
- Kastanozems
- Paramosol
 - Paramosol dístrico
 - Paramosol éútrico
- Histosoles

- Litosoles
 - Litosoles desérticos
 - Litosoles andino éútrico
 - Litosoles andino dístrico
- Formación Lítico.

En el **CUADRO N° 2.8.1**, se expone en forma resumida las aptitudes de uso general de los grandes grupos de suelos identificados en la cuenca del río Mala.

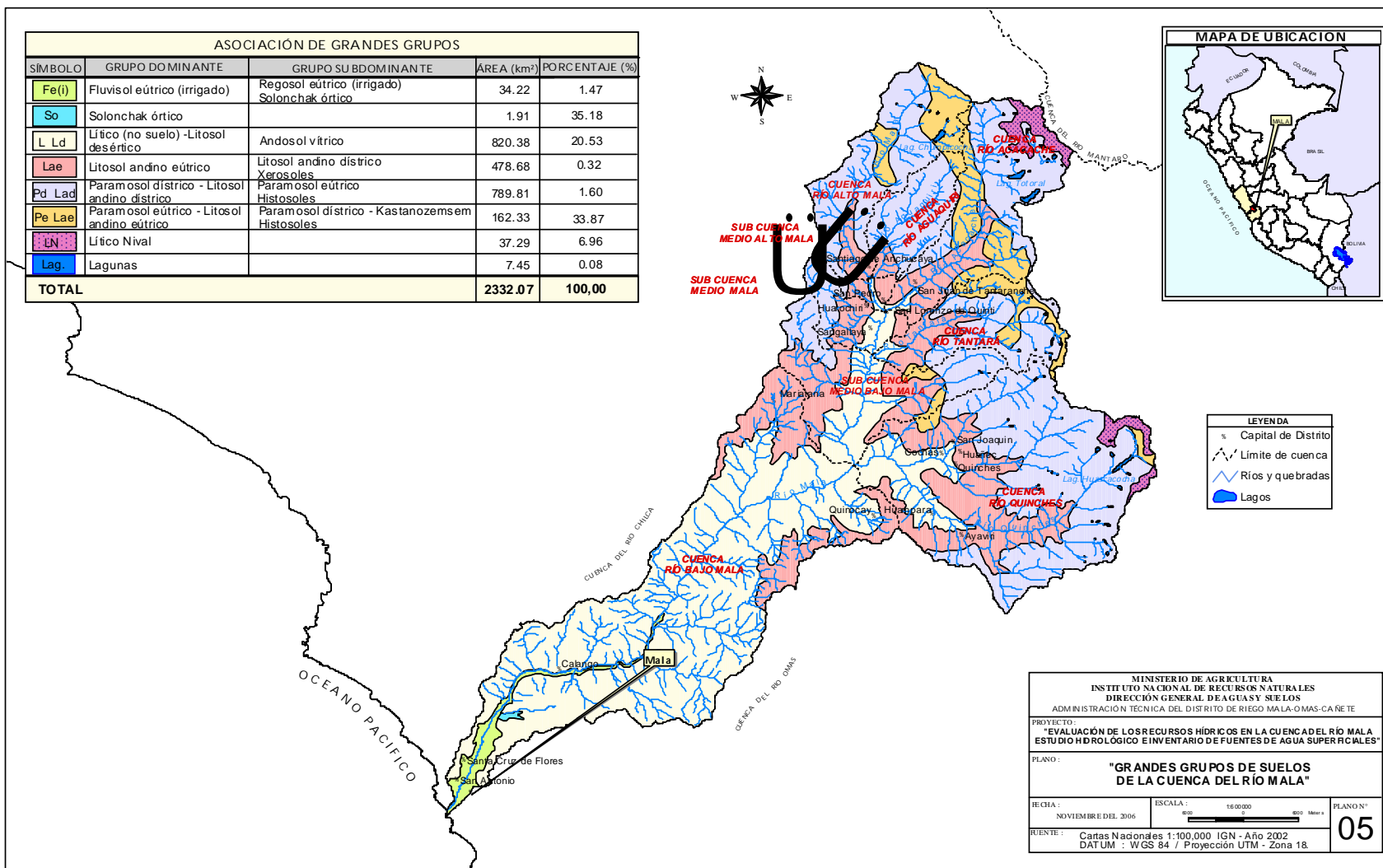
En el **MAPA N° 05**, se puede ver los grandes grupos de suelos de la cuenca del río Mala

CUADRO N° 2.8.1 LOS GRANDES GRUPOS DE SUELOS Y SU APTITUD DE USO DOMINANTE

ITEM	GRAN GRUPO DE SUELOS	APTITUD AGRICOLA GENERAL
1	Fluvisol éútrico (seco)	Variable, dependiendo de la textura y el espesor de las capas, así como, de la proporción del elemento grueso.
2	Regosol éútrico (irrigado)	Muy buena a excelente
3	Regosol éútrico (seco)	Sin potencialidad para fines agrícolas por diferencias de suelo y topografía.
4	Solonchak órtico	Buena a limitada potencialidad para fines agrícolas por deficiencias de suelo, siempre y cuando se elimine el exceso de sales y se les proporcione el riego adecuado.
5	Solonchak órtico, fase hardpánica	Limitada a ninguna potencialidad para fines agrícolas por deficiencias de suelo.
6	Solonchak gleico	Limitada a ninguna potencialidad para fines agrícolas por deficiencias de suelo.
7	Andasol vítrico	Regular potencialidad para fines agrícolas por deficiencias de topografía principalmente.
8	Xerosoles	Limitada potencialidad para fines agrícolas, por deficiencias topográficas.
9	Kastozem	Buena Aptitud para fines agrícolas dependiendo de su situación climática y topográficas.
10	Paramosol dístrico	Sin potencialidad para fines agrícolas por topografía y clima. Mediana potencialidad para propósitos pecuarios de tipo lanar, principalmente.
11	Paramosol éútrico	Sin potencialidad para fines agrícolas por topografía y clima. Mediana a buena potencialidad para propósitos pecuarios de tipo lanar, principalmente.
12	Litosol desértico	Sin potencial agrícola debido a las severas condiciones de suelo y topografía.
13	Litosol andino éútrico	Limitada potencialidad para propósitos pecuarios.
14	Litosol andino dístrico	Limitada potencialidad para propósitos pecuarios.
15	Formación Lítica	Sin ningún valor para propósitos agropecuarios.

Fuente: ONERN 1,976

MAPA N° 05, GRANDES GRUPOS DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



2.8.2 Uso mayor de suelos

A los suelos de la cuenca del río Mala^[15], para el uso mayor de los suelos los divide en tres estratos definidos:

1.- Clasificación natural de los suelos.- Para proporcionar una idea del paisaje edáfico dominante en el valle de mala, se agrupa a los suelos por sectores expuestos en el **CUADRO N° 2.8.2**, donde se indica que guarda una estrecha relación con las características fisiográficas, encontrándose las siguientes unidades fisiográficas.

En el **MAPA N° 06**, se muestra el uso actual de la tierra en el valle de Mala

a.- Esta clasificación considera por las formas de tierra.- Según esta clasificación que presenta el valle y se dividen en:

- Terrazas no inundables.- Está representado por el conjunto de terrazas dispuestas en niveles altos o intermedios, cuyos suelos son moderados a profundos, de textura media a moderadamente fina con grava subangular.
- Abanicos.- Está conformado por abanicos aluviales, unos de mayor superficie que otros, cuya llanuras de deyección forman parte del valle. Sus suelos son superficiales, de textura gruesa con grava.
- Laderas.- Son paisajes con fuerte pendiente, próximas a los cerros, cuyos cerros son gravosos, y superficiales y de textura moderadamente gruesa.
- Terrazas inundables.- Esta constituida por terrazas bajas marginales al río, sujetas a inundaciones periódicas. Sus suelos presentan generalmente problemas de drenaje y salinidad. Son moderadamente profundos y de textura media.
- Llanura aluvial.- Son las que se ubican en el llano aluvial del valle. Son suelos por lo general moderadamente profundos y de textura moderadamente gruesa.
- Llanura fluvio marina.- Es un paisaje formado por suelos de origen aluvial marino, se encuentra en las zonas bajas próximas al mar. Los suelos presentan problemas de salinidad y drenaje y son moderadamente profundos a superficiales y tienen textura moderadamente gruesa.
- Piso de valle.- Son aquellos suelos que se ubican en el cauce del río. La presencia de material de textura gruesa con grava y cantos rodados en gran cantidad es la característica principal de esta formación.
- Paisaje montañoso.- Esta formada por cerros de naturaleza lítica o paralítica, que se encuentran dentro del área del valle.

b.- Descripción de las series de suelos

Los suelos identificados en el valle del río Mala, se muestran en el **CUADRO N° 2.8.3** y **CUADRO N° 2.8.4** donde se indica la

superficie aproximada y las características mas importantes de los suelos del área estudiada.

Cuadro N° 2.8.2 UNIDADES FISIOGRAFICAS DOMINANTES DEL VALLE DE MALA

FORMAS DE TIERRA	SUELOS INCLUIDOS
1.- Terrazas no Inundables	Calango
2.- Abanicos Aluviales	Abanucos, Abanico Cóncavo, La Cruz, Flores, San Andrés , Flores Cóncavo
3.- Laderas	Ladera
4.- terrazas Inundables	Ribereño, San José, Rivereño húmedo, Tutumo, Barcelona.
5.- Llanura Aluvial	Mala, Corral Viejo Mala inclinado, Bujama Barcelona, San José húmedo
6.- Llanura fluvio marina	Copacabana Arenal Playa
7.- Piso de Valle	Cauce del río
8.- Montañoso	Cerros

Cuadro N° 2.8.3 EXTENSION Y PORCENTAJE DE LOS SUELOS DEL VALLE DE MALA

Suelo	Símb.	Extensión			
		Parcial		Total	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)
Mala	MA	816	12.7		
Mala inclinado	MA-i	80	1.2	896	13.9
Flores	FL	565	8.8		
Flores Cóncavo	FL-c	61	0.9	626	9.7
Calango	CL	386	6.0	386	6.0
Tufumo	TU	194	3.0	194	3.0
San José	SJ	575	8.9	575	8.9
Rivereño	RI	82	1.3		
Rivereño húmedo	RI-h	62	1.0	144	2.2
San Andrés	SA	305	4.7		
San Andrés inclinado	SA-i	76	1.2	381	5.9
Abanico	AB	860	13.3		
Abanico Cóncavo	AB-c	25	0.4	885	13.7
Arenal	AR	136	2.1	136	2.1
Ladera	LD	44	0.7	44	0.7
Bujama	BJ	604	9.4	604	9.4
Borcelana	BC	343	5.3	343	5.3
Corral Viejo	CV	74	1.1	74	1.1
Copacabana	CC	46	0.7	46	0.7
Cauce del río	RW	645	10.0	645	10.0
Playa	PY	171	2.7	171	2.7
Tierras misceláneas	TM	6	0.1	6	0.1
Cerros	M	294	4.6	294	4.6
Total		6450	100.0	6450	100.0

2.- Clasificación de los Suelos Según su Aptitud de Riego.

Un objetivo fundamental de una clasificación técnica de los suelos según su aptitud para el riego es determinar la cantidad y calidad de las tierras para los fines de aplicación de una política racional de regadío permanente. El fin inmediato es el separar las tierras aptas de las no aptas para el riego.

El concepto de Tierra Apta para el riego se aplica a aquella que, proporcionándole las prácticas o mejoras necesarias, tiene una

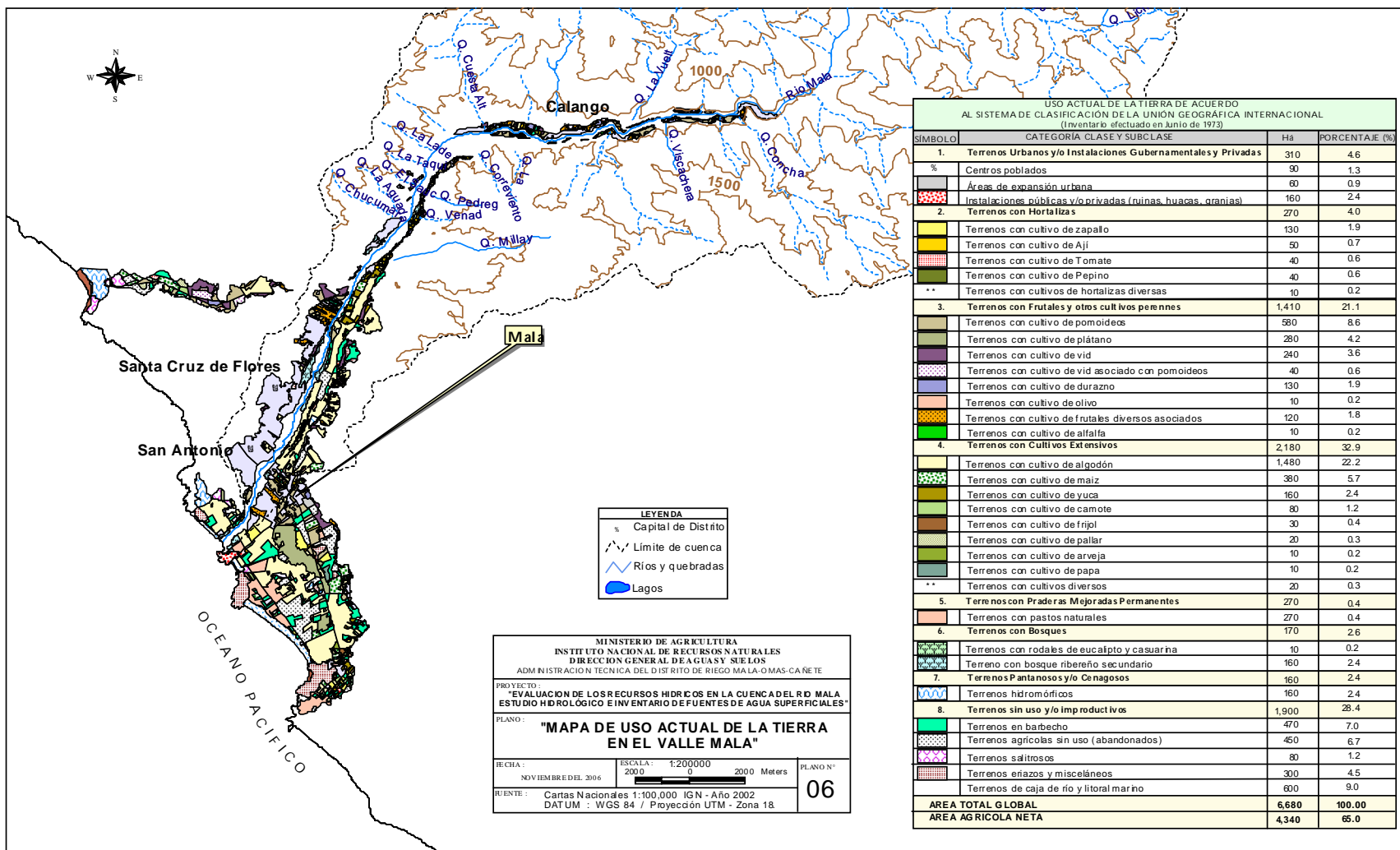
capacidad productiva suficiente como para mantener una agricultura bajo riego económicamente favorable.

En el valle de Mala^[2], lo constituyen las áreas agrícolas desarrolladas y cultivadas desde hace muchos años y bajo riego permanente, siendo constantemente acondicionados y progresivamente para propósitos de riego, habiendo sufrido transformaciones y mejoras que los han dotado de facilidades de riego a fin de mantener una producción favorable. Evidentemente, esta práctica de riego a los terrenos cultivados presenta una gradación de aptitud, vinculada mayormente a las condiciones físicas de las tierras.

El grado de calidad o bondad intrínseca original de las tierras influye notablemente en la máxima capacidad productiva futura, a pesar de las mejoras que le introduzcan. Cuanto mayor sea el número o grado de limitaciones, tanto será el número, clase e intensidad de las mejoras a realizarse.

La diferenciación entre las clases de tierra para propósitos de riego se efectúa en base a tres factores físicos principales: Suelo, topografía y drenaje.

MAPA N° 06 MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA EN EL VALLE MALA



CUADRO N° 2.8.4 SUMARIO DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL VALLE DEL RÍO MALA

Nombre del Suelo	Simb.	Fisio-grafía y Pendiente	Textura de la Capa Arable	Textura Dominante (Sección de Control)	Características Principales del Perfil	Profundidad Efectiva (cm)	Drenaje	Permeabilidad	Escurrimiento Superficial	Susceptibilidad a la Erosión	Salinidad	Fertilidad y Productividad	Uso Actual	Recomendaciones	Clasificación Técnica	Clasificación Natural	
																FAO	7a Aprox.
Tutumo	TU	Terrazas Aluviales Inundables (0-2%)	Aluvial	Franco	Moderadamente profundo de textura media y reacción fuertemente alcalina, homogénea.	70cm. A grava redondeada	Bueno	Moderada	Moderadamente lento	Ligera	Nula	Buena	Algodón	Algodón, Maiz	2s	Fluvisol éutrico	Ustifluent
Calango	CL	Terrazas no inundables (0-2%)	Aluvial	Franco arcillo arenoso	Profundo, de textura media y moderadamente fina, de reacción ligeramente alcalina, con grava subangular	120 cm. A más.	Bueno	Moderada	Moderadamente lento	Nula a ligera	Nula	Buena	Frutales, Maiz	Frutales	2s	Fluvisol éutrico	Ustifluent
Mala	MA	Lanura Aluvial (0-2%)	Aluvial	Franco arenoso	Moderadamente profundo de textura moderadamente gruesa, sobre material arenoso.	90 cm. a arena fina	Bueno	Moderada	Moderadamente lento	Nula a ligera	Nula	Buena	Frutales, Maiz	Maiz, algodón	2sl	Fluvisol éutrico	Ustifluent
Flores	FL	Abanicos Aluviales (0-7%)	Aluvial	Franco arcillo areno gravoso	Moderadamente profundo de textura moderadamente fina, de reacción moderadamente alcalina, con grava subangular en el perfil.	90 cm. a esquelético gravoso	Bueno	Moderada	Moderadamente rápido	Ligera a moderada	Moderada	Buena	Frutales, Maiz	Frutales	2stl	Fluvisol éutrico	Ustifluent
Rivereño	RI	Terrazas aluviales Inundables (0-2%)	Aluvial	Franco arenoso	Superficial de textura moderadamente gruesa sobre esquelético areno pedregoso, reacción moderadamente alcalina.	30 cm. a esquelético areno gravoso	Bueno	Moderadamente rápida	Moderadamente lento	Erosión lateral	Nula	Media	Frutales, Maiz	Algodón	3s	Fluvisol éutrico	Ustifluent
San Andrés	SA	Abanicos Aluviales (0-7%)	Coluvio Aluvial	Arena franca gravosa	Suelo franco arenoso gravoso de 25 cm. Sobre arena franca gravosa, de textura gruesa con grava angular.	Más 120 cm. de arena franca gravoso	Bueno a algo excesivo	Rápida	Moderadamente lento	Ligera a moderada	Ligera a moderada	Media	Frutales, algodón	Frutales, algodón	3stl	Fluvisol éutrico	Ustifluent
Abanico	AB	Abanicos Aluviales (2-12%)	Aluvial	Franco arena gravosa	Superficial, ligeramente a moderadamente alcalina, de textura moderadamente gruesa con grava.	50 cm. de arena gravoso	Bueno a algo excesivo	Rápida	Moderadamente rápido	Ligera a moderada	Ligera	Media	Algodón	Algodón, frutales	4stl	Fluvisol éutrico	Ustifluent
Ladera	LD	Ladera (18-25%)	Coluvio Aluvial	Franco arena gravosa	Muy superficial, de textura moderadamente gruesa sobre con grava angular subangular sobre esquelético gravoso.	15 cm. a esquelético gravoso	Bueno a excesivo	Rápida	Moderadamente rápido	Moderada a fuerte	Ligera a moderada	Media a baja	Vid	Frutales	4stl	Litosol áutrico	Subgrupos líticos
Arenal	AR	Llanura fluvio marina (0-2%)	Fluvio marino	Arena	Superficial, de textura gruesa (arenas) , con problemas de salinidad y drenaje a 90 cm. Hay agua	25 cm. a arena	Moderado a imperfecto	Rápida a muy rápida	Moderadamente lento	Ligera	Moderada a fuerte	Media a baja	Maiz	Mejorar el drenaje	4slw	Solan-chak ártico	Solortid psamméntico
Bujama	BJ	Llanura aluvial (0-2%)	Aluvial	Franco arena	Moderadamente profundo, de textura moderadamente gruesa sobre arena media. A 1.10 cm. Hay agua.	70 cm. a arena	Moderado a imperfecto	Moderadamente lenta	Lento	Ligera	Moderada a fuerte	Baja a media	Plátano y algodón	Mejorar el drenaje, platanos	4slw	Solortid ártico	Solortid fluvénrico
Barcelona	BC	Llanura aluvial (0-2%)	Aluvial	Franco arena	Moderadamente profundo, de textura media a moderadamente gruesa, altamente alcalina, con problemas de salinidad y drenaje. A 80 cm. agua.	60 cm. a arena	Pobre a muy pobre	Moderadamente lenta	Lento	Ligera	Fuerte a excesiva	Baja a media	Sin cultivos grama solamente	Hacer lavaje y drenar los suelos	5slw	Solan-chak gleyco	Acuept
Copacabana	CC	Llanura fluvio marina (0-2%)	Fluvio marino	Arena	Muy superficial, de textura gruesa, de reacción fuertemente alcalina. Con problemas de salinidad y drenaje. A 50 cm hay agua.	15 cm. a arena	Fuerte a excesivo	Muy Rápida	Lento	Ligera	Fuerte a excesiva	Baja a nula	Sin cultivos grama solamente	No recomendable para uso agrícola	6slw	Solan-chak gleyco	Acuept

Fuente: ONERN 1,976

CUADRO N° 2.8.4 SUMARIO DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DEL VALLE DEL RÍO MALA(Continuación)

Nombre del Suelo	Simb.	Fisio-grafía y Pendiente	Textura de la Capa Arable	Textura Dominante (Sección de Control)	Características Principales del Perfil	Profundidad Efectiva (cm)	Drenaje	Permeabilidad	Escurrimiento Superficial	Susceptibilidad a la Erosión	Salinidad	Fertilidad y Productividad	Uso Actual	Recomendaciones	Clasificación Técnica	Clasificación Natural	
																FAO	7a Aprox.
Corral Viejo	CV	Llanura aluvial (0-2%)	Aluvial	Franco limoso	Con fuertes problemas de salinidad y drenaje, de difícil arenación de sus aguas.	110 cm. a arena franca	Pobre a muy pobre	Lenta	Lento	Ligera	Fuerte a excesiva	Baja a nula	Sin cultivos grama solamente	No recomendable para uso agrícola	6slw	Solan-chak gleyco	Acuept
Cauce del río	RW	Piso de valle (1-2%)	Aluvial	Esqueletico a fragmental	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin valor agrícola	6s	Fluvisol	Ustifluent
Cerros	M	Cerros	-	Material lítico o paralítico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin valor agrícola	6st	Litosol	Subgrupos líticos
Playa	PY	Playa (Faja Costera)	-	Esquelético arenoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin valor agrícola	6s	Regosol éutrico	Ustipsamment
Tierras Misceláneas	TM	Pequeños montes Islas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin uso agrícola	6st	-	-

Fuente: ONERN 1,976

a.- Clasificación de las tierras

El sistema de clasificación presenta diferentes categorías de grupos de suelos en base a su aptitud para el riego. La más alta categoría divide a las tierras en tres grupos:

- 1.- Tierras aptas para el riego
- 2.- Tierras de aptitud limitada, y
- 3.- Tierras no aptas

Estos grupos generales se subdividen en clases de aptitud, que la única básica, de acuerdo a su adaptabilidad a una agricultura de riego. El primer grupo se subdivide en tres clases de aptitud: 1 a 3, en las que aumentan progresivamente las limitaciones, las necesidades y los costos de producción. El segundo grupo solo presenta una clase de aptitud, la clase 4. El tercer grupo se subdivide en dos clases de aptitud: 5 y 6, que son considerados como no aptas para el riego. Generalmente, la clase 5 se considera como una agrupación transitoria. Los suelos incluidos dentro de esta clase no deben ser considerados en los proyectos de riego, hasta que se disponga de estudios de ingeniería y económicos que definan su catalogación definitiva.

Las clases se subdividen a su vez en subclases, que señalan el tipo de limitación o deficiencia dominante: Por suelo, por topografía o por drenaje, que constituyen las deficiencias o subclases básicas.

En el estudio del valle de Mala, se han considerado 5 clases de aptitud para el riego: Clase 2 Apta, Clase 3 Apta, Clase 4 Aptitud limitada, Clase 5 No Apta, Clase 6 No Apta. En relación a las subclases se ha identificado las siguientes:

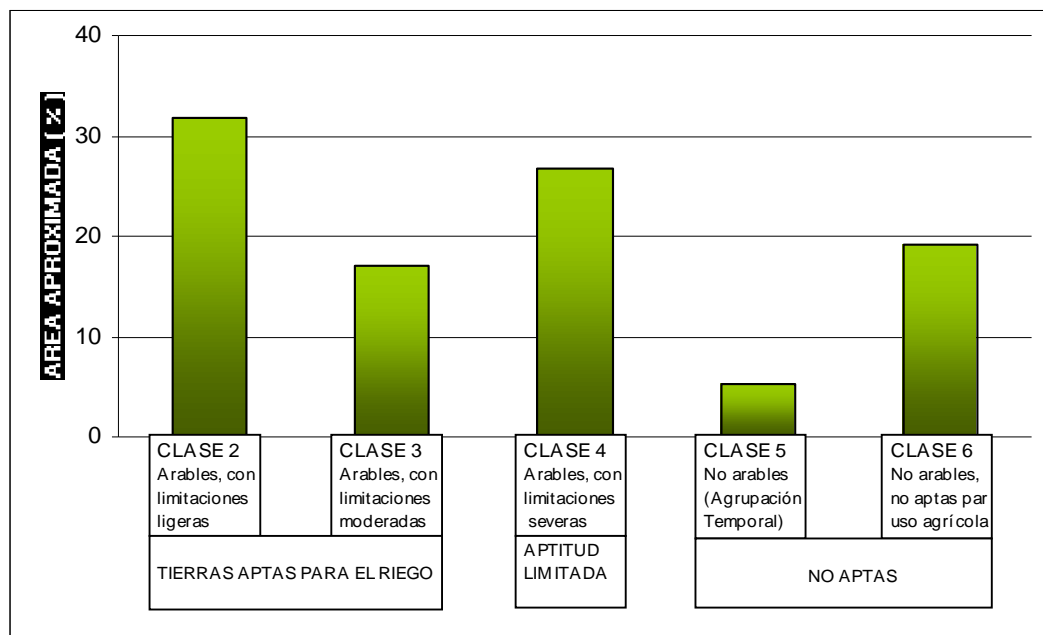
- s - deficiencia por suelo
- t - deficiencia por topografía
- l - deficiencia por sales
- w - deficiencia por drenaje.

En el **CUADRO N° 2.8.5**, se señala la extensión y porcentaje aproximado de las clases y subclases de aptitud para el riego de las tierras del valle de Mala. En el **GRAFICO N° 2.8.1**, se objetiviza lo expuesto en el **CUADRO N° 2.8.5**

CUADRO N° 2.8.5 CLASES Y SUBCLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO DE LOS SUELOS DEL VALLE DE MALA

CLASE	SUPERFICIE		SUBCLASE	SUPERFICIE		SUELOS INCLUIDOS
	(ha)	(%)		(ha)	(%)	
2	2041	31.7	s	194	3.0	Tutumo
				386	6.0	Calango
			sl	816	12.7	Mala
				565	8.8	Flores
			stl	80	1.2	Mala inclinado
3	1099	17	s	82	1.3	Ribereño
				305	4.7	San Andrés
			stl	76	1.2	San Andrés inclinado
				61	0.9	Flores cóncavo
			slw	575	8.9	San José
4	1731	26.8	stl	860	13.3	Abanico
				25	0.4	Abanico cóncavo
				44	0.7	Ladera
			slw	62	1.0	Ribereño húmedo
				136	2.1	Arenal
				604	9.4	Bujama
5	343	5.3	slw	343	5.3	Barcelona
6	1236	19.2	slw	46	0.7	Copacabana
				74	1.1	Corral Viejo
			s	645	10.0	Cauce del río
				171	2.7	Playa
			st	294	4.6	Cerros
				6	0.1	Tierras miscelaneas
TOTAL	6450	100.0		6450	100.0	

GRAFICO N° 2.8.1 EXTENSIÓN Y PORCENTAJE APROXIMADO DE LAS CLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO DE LAS TIERRAS DEL VALLE DE MALA



3.- Condiciones de salinidad y drenaje

a.- Clasificación de los suelos y condiciones de drenaje

Dentro de las series de suelos en el valle de Mala^[12], se ha logrado determinar dos clases de suelos: Normales y salinos.

Suelos Normales.- Comprenden 662 ha., o sea el 10% del área estudiada. Son suelos que se encuentran libres de problemas de salinidad y mal drenaje. Los suelos con estas características se ubican en la parte angosta del valle de mala. En esta clasificación no incluyen los suelos del cauce del río, cerros, Playa y tierras misceláneas.

Suelos salinos.- Alrededor de 4,672ha., de tierra reconocida en el valle fueron considerados dentro de esta clasificación. Ello equivale al 72% del área estudiada. Estos suelos a su vez están reunidos en dos grupos: De salinidad insipiente y de salinidad evidente.

Los suelos de salinidad insipiente, desde el punto de vista del grado de afectación, dentro de este subgrupo se ha considerado a los suelos de salinidad ligera y drenaje bueno.

Los suelos de salinidad evidente, dentro de este sub-grupo, considerando el grado de afectación, se ha calificado suelos de salinidad ligera a moderada y drenaje bueno, suelos de salinidad moderada a fuerte y drenaje imperfecto y suelos de salinidad fuerte a excesiva y drenaje pobre a muy pobre.

b.- Mejoramiento de las tierras afectadas

Este acápite ha sido efectuado por el centro nacional de Drenaje y Recuperación de Tierras (CENDRET) con la cual el ONERN suscribió convenio de Cooperación Técnica.

Con el fin de fijar las necesidades de drenaje en las áreas afectadas se realizó observaciones de campo determinando la profundidad de la napa freática así como la conductividad eléctrica (CE) de la misma la conductividad hidráulica (K) de los suelos. Además, se observó el estado actual de canales de riego y el estado de los drenes existentes, así como las vías probables de evacuación, zonas de recarga y características físicas de los suelos.

Áreas afectadas.- Se han delimitado en este estudio 4 zonas de diferentes tipos de afectación.

1.- Zona Corral Viejo.- Ubicada en la margen derecha y extrema de la parte baja del río Mala.

2.- Zona la Laguna.- Se sitúa en la margen derecha inmediata al río Mala, cerca de su desembocadura al Océano Pacífico.

3.- Zona bujama Baja.- Está ubicada en la margen izquierda del río Mala, entre la zona Los Plátanos y el mar. Viene a ser la parte baja y es plana.

4.- Zona los Plátanos.- Está ubicado en la parte central de la planicie aluvial del valle de Mala.

5.- Zona Copacabana.- esta ubicado en la parte Sur del valle de Mala y colindante con el mar

6.- Zona de Inundación del río Mala.- Esta localizada en las márgenes del río Mala.

7.- Otras Zonas.- En la zona de la Irrigación Tres Cruces, los excesos de filtraciones de esta irrigación origina problemas de drenaje y salinidad en una zona marginal no cultivada que limita con el mar.

Justificación Técnica de Recuperación.- El estudio a nivel de reconocimiento no permite justificar en forma definitiva la solución de los problemas de drenaje en el valle estudiado. Sin embargo, se ha hecho un análisis de factibilidad técnica y económica actual de recuperar las zonas.

En el **CUADRO N° 2.8.6** (según CENDRET), se indica si se justifica o no realizar mayores estudios en la actualidad para la recuperación de las zonas afectadas.

CUADRO N° 2.8.6 JUSTIFICACION DE ESTUDIOS PARA RECUPERACION DE ZONAS AFECTADAS

NOMBRE DE LA ZONA Y SERIES QUE INCLUYEN	MAYORES ESTUDIOS	OBSERVACIONES
Zona Corral Viejo	No	Tiene suelos con buena capacidad de retención de humedad; sin embargo, se encuentra excesivamente afectada con sales y presenta dificultad para la evacuación debido a que está rodeada por una barrera de cerros. Estas condiciones elevan demaciado el costo de recuperación.
Zona la Laguna	Si	Tienen suelos de textura media con moderada capacidad retentiva de humedad. Además, presenta facilidad de evacuación, disponibilidad de agua y afectación de sales y de drenaje
Zona Bujama Baja	Si	Tiene buenos suelos agrícolas con afectación de sales y drenaje; presenta varias posibilidades de evacuación
Zona los Plátanos	Si	Sus suelos están cultivados de plátanos que aparentemente dan buenos rendimientos. Las condiciones de humedad se obtienen en zanjas trazadas empíricamente en el campo(Sangraderas) y distancias cada 5 metros aproximadamente. No se justifica instalar un sistema de drenaje de campo, sino mas bien drenajes troncales que den suficiente evacuación a las aguas drenadas por las "sangraderas".
Zona Copacabana	No	Tiene suelos arenosos con fuertes concentraciones salinas y dificultad de evacuación

2.8.3 Suelo Hidrológico

Los suelos hidrológicos identificados en la cuenca del río Mala, se obtuvieron en base de las características geológicas, grandes grupos de suelos y geomorfológicas de la cuenca. Estos tipos de suelos hidrológicos fueron clasificados como grupos de Tipo: A, B, C y D, encontrándose que el suelo con mayor área le corresponde al suelo de Tipo D con el 47.689% del área total de la cuenca, le sigue el suelo de Tipo B con el 24.143%, el suelo de Tipo C alcanza un 14.137% de superficie, mientras que el suelo de Tipo A, menor en superficie alcanza a 14.030%.

Los suelos que abarcan mayor área (Tipo D), se caracterizan por suelos transportados, porque presentan dentro de su estructura fragmentos rocosos arenosos de potencia variable, son suelos permeables y salobres. Los suelos de Tipo B se caracterizan por ser residuales de composición heterogénea, donde predominan las arenas de graduación fina a regular donde su permeabilidad varía de moderada a alta; asimismo presente grandes flancos areno-arcillosos.

Los suelos de Tipo C se caracterizan por presentar dentro de ella suelos residuales con predominancia de suelos areno-arcillosos de profundidad y pH variables, con profundidades variables y buena permeabilidad. Los suelos de Tipo A, caracterizados por ser suelos transportados, presentando fragmentos rocosos arenosos de potencia variable, su característica mas resaltante es que dentro del valle presentan grandes masas de arenas finas salobres; litológicamente esta constituido por gravas rodados, arenas, limos y arcillas. El el **CUADRO Nº 2.8.7** se ve las características mas importantes de los suelos hidrológicos y la representación cartográfica se muestra en el **MAPA Nº 07**.

2.8.7 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS HIDROLOGICOS-CUENCA MALA

Nº	TIPO	CARACTERISTICAS	AREA Km ²	SUPERFICIE %
1	A	Suelos Transportados, con fragmentos rocosos arenosos, de potencia variable, muy permeables, salobres	327.200	14.030
2	B	Suelos Residuales de composición heterogénea, predomina las arenas y su permeabilidad varía de moderada a alta, posee flancos areno-arcillosos	563.038	24.143
3	C	Suelos Residuales areno-arcillosos de profundidad y pH variable, con buena permeabilidad	329.684	14.137
4	D	sus Suelos son residuale predominando los suelos areno-arcillosos a arenosos profundos a medianamente profundos, abundan las calizas y predominan los suelos calcáreos	1112.152	47.689
TOTAL			2332.074	100.000

2.9 Geomorfología

Para el análisis, estudio y determinación de los parámetros geomorfológicos de la cuenca es necesario contar con la información cartográfica digital de la cuenca (Cartas Nacionales 1:1000,000). Obviamente, los trabajos que se elaboran son complementados con el apoyo del Sistema de Información Geográfica (SIG).

El estudio geomorfológico de la cuenca del río Mala se inicia con la ubicación y análisis de estaciones tanto meteorológicas como hidrométricas, ya sea las que se ubican dentro de la cuenca, como las estaciones vecinas que se ubican fuera de la cuenca. Para obtener los principales parámetros

geomorfológicos de la cuenca se ha empleado el mapa topográfico (base), digitalizado en el software Arcview. Ver **MAPA N° 08**.

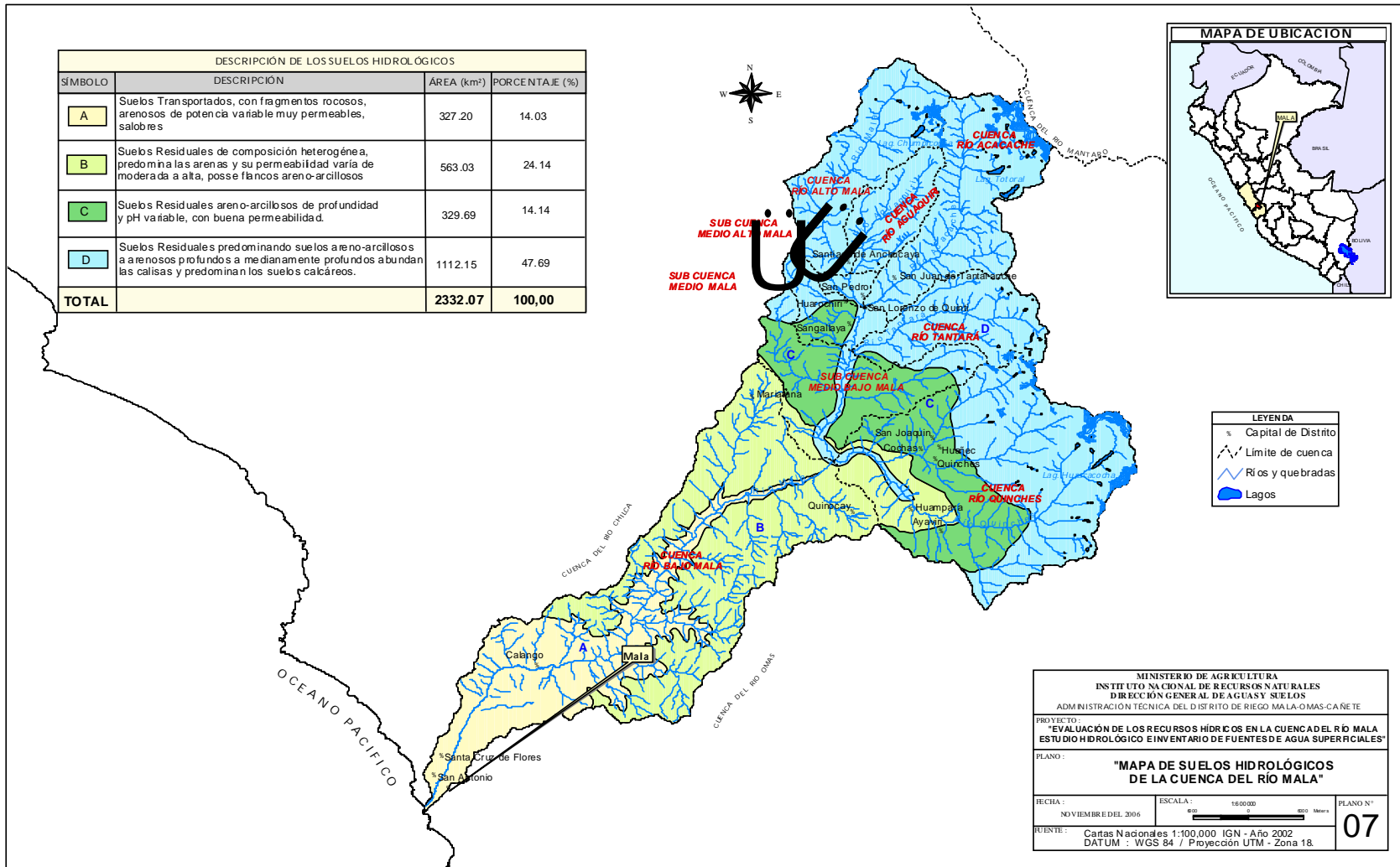
Una de las características geomorfológicas mas importantes de la cuenca del río Mala es el área; correspondiéndole 2332.07 Km²; la longitud del curso principal tiene 131.181 Km., desde las nacientes en los cerros Huaycapaca hasta su entrega de aguas al Océano Pacífico en el sector Totoritas.

La cuenca húmeda (imbrífera) tiene una superficie de 2,002.23 Km² (85.9%) de la cuenca total y fue determinada siguiendo las huellas históricas de la existencia de precipitaciones por encima 250 mm/año (1,500.00 msnm.). donde el aporte de la precipitación ya se considera como escorrentía.

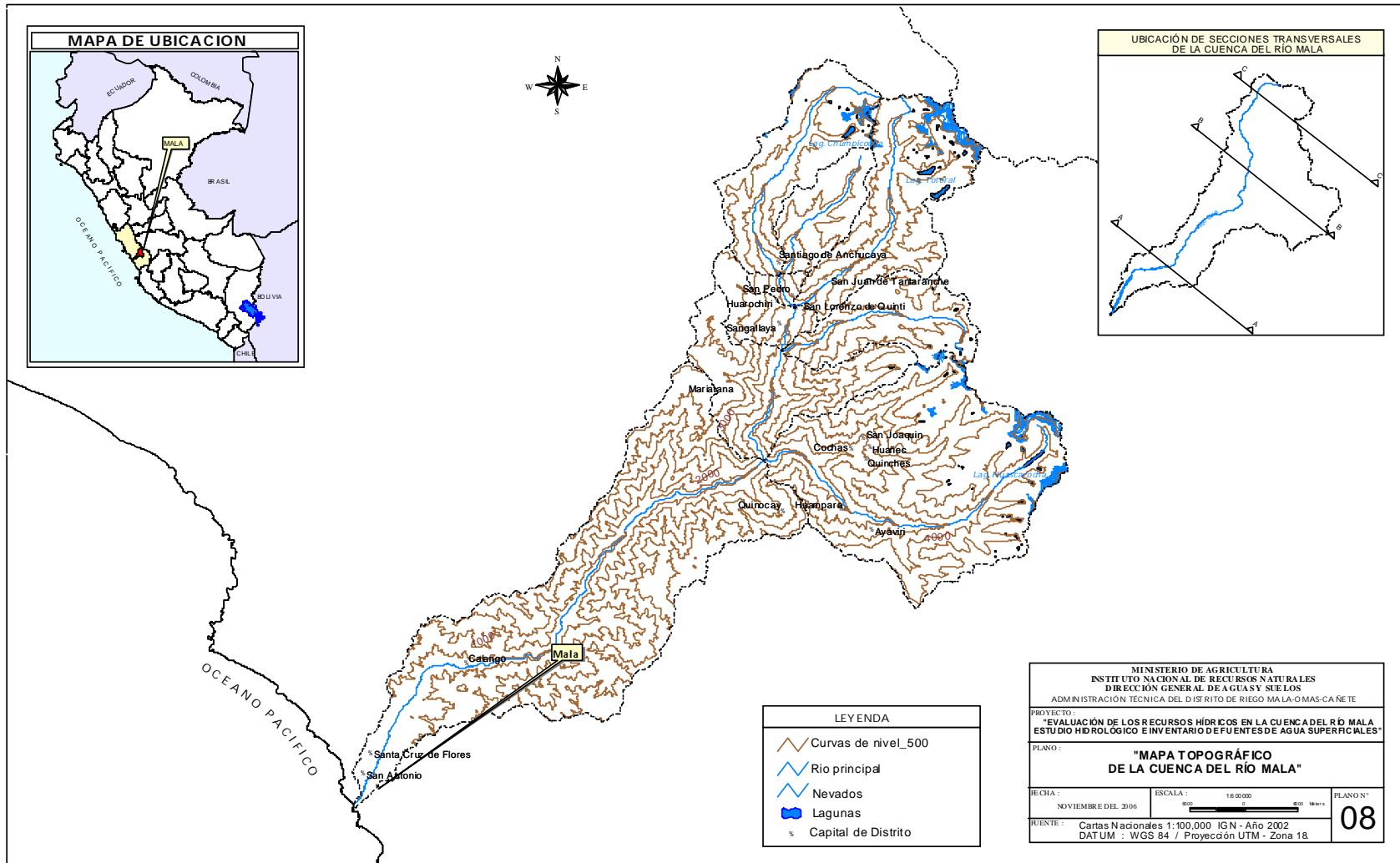
La cuenca del río Mala hidrográficamente lo conforman cinco (5) cuencas de Nivel 7: Alto Mala, Quinches, Aguaquiri, Acacache, Tantará y cuatro (4) Intercuencas Baja Mala, Medio Baja Mala, Medio Mala y Medio Alto Mala.

Los principales parámetros de forma y relieve de la cuenca del río Mala se aprecian en el **CUADRO N° 2.9.1**.

MAPA N°07 MAPA DE SUELOS HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



MAPA N°08 MAPA TOPOGRAFICO (BASE) DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



CUADRO N° 2.9.1 PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LAS CUENCAS DE NIVEL 6 Y NIVEL 7 DEL RIO MALA

PARAMETROS		UND	NOMENGLATURA	C U E N C A								
				MALA	ALTO MALA	QUINCHES	AGUAQUIRI	ACACACHE	TANTARA	HUMEDA		
Superficie total de la cuenca		Km²	At	2332.07	193.43	568.36	90.85	243.48	148.5	2002.23		
Perímetro		Km.	P	339.33	79.4	113.18	46.45	91.87	67.02	472.464		
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad	1	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	1.982	1.611	1.339	1.375	1.661	1.551	2.979	
			Longitud (// al curso más largo)	Km.	LB	101.778	27.582	30.179	16.477	27.582	19.518	56.12
	FACTOR DE FORMA	Ancho Medio	Km.	AM = At / LB	22.913	7.0129	18.833	5.514	8.827	7.608	35.678	
		Factor de Forma	1	Ff = AM / LB	0.225	0.254	0.624	0.335	0.320	0.390	0.636	
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km.	$L = Kc * (pi * A)^{1/2} / 2 * (1 + (1 - 4 / pi * Kc^2))$	142.178	29.956	36.504	15.402	35.335	24.648	219.285
		Lado Menor	Km.	B = At / L	16.402	6.457	15.570	5.899	6.891	6.025	9.131	
SISTEMA DE DRENAJE	GRADO DE RAMIFICACIÓN	LONGITUD TOTAL	Km.	Orden 1	1017.895	77.253	220.154	44.977	108.9	60.158	400.583	
			Km.	Orden 2	339.304	25.217	75.515	27.068	31.087	29.462	113.466	
			Km.	Orden 3	182.824	22.578	40.529	9.251	9.661	12.535	62.667	
			Km.	Orden 4	74.772	8.511	27.545	----	22.703	9.833	1.531	
			Km.	Orden 5	27.75	----	6.101	----	----	----	----	
			Km.	Orden 6	71.957	----	----	----	----	----	71.957	
			NÚMEROS DE RÍOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACIÓN	1	Orden 1	577	50	111	41	66	39	211
				1	Orden 2	125	12	26	8	14	8	44
				1	Orden 3	31	2	6	1	5	2	11
				1	Orden 4	6	1	2	----	1	1	1
				1	Orden 5	2	----	1	----	----	----	----
			1	Orden 6	1	----	----	----	----	----	1	
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Km.	Lt	1714.503	133.559	369.843	81.296	172.352	111.987	650.204	
	Número de ríos por los según grados		1	N° Ríos	742	65	146	50	86	50	268	
	Longitud de los ríos principales		Km.	Lr	131.181	32.947	44.256	18.397	32.954	26.901	60.138	
Densidad de drenaje		Km./Km².	Dd = Lt / At	0.735	0.690	0.651	0.895	0.708	0.754	0.325		
Relación de Bifurcación		1	$Rb = N^{\circ}Rn / (N^{\circ}Rn + 1)$	4.579	3.846	4.111	4.556	4.400	4.333	4.689		
Longitud de flujo de superficie		1	$Lo = 1 / (2 Dd (1 - Lc / lp)^{1/2})$	0.708	0.795	0.835	0.672	0.771	0.745	1.655		
Extensión media para los diferentes grados		Km.	Es = At / 4Lt	0.340	0.362	0.384	0.279	0.353	0.332	0.770		
Frecuencia de los ríos		r/Km²	Fr = N°Ríos / At	0.318	0.336	0.257	0.550	0.353	0.337	0.134		
Desnivel total de la cuenca		Km.	Ht	5.897	2.4	4.24	3.451	2.85	2.995	4.397		
Altura media de la cuenca		m.s.n.m.	Hm	3964	4793	5274	4745	4996	4949	4140		
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord)		%	$lp = 100 (D^{\circ}Lc) At$	50.153	38.181	49.081	35.623	47.714	44.716	47.418		
Pendiente de la cuenca (Sist. del Rectangulo Equivalente)		%	$lp = 100 * Ht / B$	35.952	37.169	27.233	58.506	41.361	49.710	48.156		
Pendiente media de los cauces de los ríos Taylor - Schwarz		%	lc	3.83	6.53	7.52	11.03	7.62	9.29	6.37		
Pendiente media de los cauces de los ríos		%	lm	3.77	6.28	6.98	9.54	6.89	8.68	5.72		
Longitud total de curvas de nivel (Equidistancia D = 500 m.)		Km.	Lc	2339.192	147.708	557.912	64.727	232.346	132.806	1898.832		

2.9.1 Descripción de la Cuenca Según Unidad Hidrográfica

Para la delimitación y su descripción de las unidades hidrográficas de la cuenca del río Mala, se está siguiendo los conceptos y lineamientos indicados en el Informe Técnico^[14], correspondiéndole a la cuenca del río Mala las cuencas de Nivel 7, según se indica en el **CUADRO N° 2.2.1**.

En el **MAPA N° 09**, se puede apreciar en forma gráfica a las unidades hidrográficas de la cuenca del río Mala.

Intercuenca N7 Bajo Mala (1375521)

La intercuenca Bajo Mala, se ubica entre las coordenadas UTM 8597622 – 8650796 Norte y 319650 – 369408 Este, según Datum WGS 84, políticamente se sitúa en el departamento de Lima, provincias de Cañete y Yauyos, distritos de Calango, Mala, San Antonio, Santa Cruz de Flores, Quinocay, Omas y Mariatana.

Abarca 804.93 Km.² de superficie, que representa el 34.52% de la cuenca del río Mala con 2,332.07 Km.².

El río Bajo Mala se inicia en la unión de los ríos Quinches y San Lorenzo a los 1,545.0 msnm., tomando la dirección Sur–Oeste hasta entregar sus aguas al Océano Pacífico a los 0.0 msnm., y a partir de ese punto retoma el nombre de río Mala hasta su desembocadura.

La intercuenca Baja Mala limita por el Norte con la cuenca N6 del río Rímac, por el Este con la cuenca N7 del río Quinches e intercuenca Medio Bajo Mala, por el Sur con la cuenca N6 del río Cañete y por el Oeste limita con el Océano Pacífico.

Cuenca N7 Río Quinches (1375522)

La cuenca N7 del río Quinches se ubica entre las coordenadas UTM 8621437 – 8652137 Norte y 364409 – 383921 Este, según Datum WGS 84, políticamente abarca el departamento de Lima, provincia de Yauyos, distritos de Ayavirí, Quinches, Huañec, San Joaquín, Cochas y Huampará.

Abarca 568.36 Km.² de superficie que representa el 24.37% de la cuenca N6 del río Mala, tiene un perímetro de 113.18 Km., de longitud, la altura media de la cuenca se ubica en la cota 5,274 msnm. El río Quinches nace en el nevado Llongote a los 5,897.0 msnm., discurriendo sus aguas hacia la laguna Huascacocha tomando una dirección Suroeste con el nombre de río Ayavirí, siguiendo la misma dirección hasta unirse con la quebrada Ñauñacu, punto donde cambia de dirección hacia el Noroeste con el mismo, hasta unirse con la quebrada Llugama, donde cambia de nombre a río Huampará y de este punto toma una dirección Noroeste hasta unirse con la quebrada Sonza donde recién toma el nombre de río Quinches; de este, sigue una dirección Oeste hasta su entrega de sus aguas al río Bajo Mala en la cota 1,545 msnm.

La cuenca N7 del río Quinches tiene como limite por el Norte con la intercuenca N7 Medio Bajo Mala y Cuenca N7 del río Tantar, por el Este limita con la Cuenca del río Mantaro, por el Sur limita con la cuenca N6 del río Cañete y por el Oeste con la intercuenca N7 Bajo Mala

La cuenca N7 del río Quinches es la más grande entre las cuencas de la Cuenca N6 del río Mala y segunda en dimensión dentro de la unidad hidrográfica de la cuenca del Nivel 6 de río Mala. Tiene una pendiente promedio de 7.52% según Taylor Schwarz y de 7.52% según la diferencia de alturas, El curso principal tiene una longitud de 44.256 Km., la longitud del curso principal es de 44.256 Km., y un perímetro de 113.18 Km., su topografía varia de ondulada a empinada en la parte alta, el río generalmente se encuentra entre cerros muy profundo, siendo en algunos tramos inaccesible su acceso.

Intercuenca N7 Medio Bajo Mala (1375523)

La intercuenca N7 Medio Bajo Mala se ubica entre las coordenadas UTM 8638962 – 8659750 Norte y 356146 – 381316 UTM Datum WGS84, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distritos de Huarochirí, Sangallaya y San Lorenzo de Quinti. La intercuenca N7 Medio Bajo Mala abarca 201.72 Km.², y representa el 8.65% de la cuenca del río Mala.

El río San Lorenzo atraviesa la intercuenca por la parte media de la Intercuenca; este río toma el nombre de río San Lorenzo a partir de la unión del río Tantar con la quebrada Pacura en la cota 2,225 msnm., discurriendo sus aguas en dirección Suroeste hasta su encuentro con las aguas de la quebrada Cruz, punto en el cual cambia de dirección Sureste hasta su entrega de sus aguas al río Mala en la cota 1,545.0 msnm.

La intercuenca N7 Medio Bajo Mala limita por el Norte, con la cuenca N7 del río Tantar e Intercuenca N7 Medio Mala, por el Este limita con la cuenca N7 del río Quinches, por el Sur limita con la intercuenca Bajo Mala y por el Oeste limita con la cuenca N6 del río Rimac

Cuenca N7 Río Tantar (1375524)

La cuenca N7 del río Tantar se ubica entre las coordenadas UTM 8649759 – 8661693 Norte y 366455 – 388057 Este, según Datum WGS 84, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincias de Huarochirí y Yauyos, distritos de San Lorenzo de Quinti y Tanta. La cuenca del río Tantar abarca 148.50 Km.², y representa el 6.37% de la cuenca del río Mala con 2,332.07 Km.². La altura media de la cuenca se sitúa a una altura de 4,949 msnm. Tiene una pendiente media de su curso según Taylor Schwarz de 9.29%, y según la diferencia de niveles una pendiente media de 8.68%. El perímetro que lo encierra alcanza a 67.02 Km.

El río Tantar nace en el nevado Runcho a los 5,210 msnm., escurriendo sus aguas hacia la laguna Pichahuarca y de esta a la laguna Yanama, siguiendo una dirección Norte con el nombre de

quebrada Picahuarca, hasta unirse con la quebrada Yapanca, donde cambia de dirección hacia el Noroeste con el mismo nombre, así, continua hasta unirse con la quebrada Mancacocha, donde cambia de nombre a quebrada Shaihuanca, siguiendo una dirección Oeste hasta su unión con el río Lullún, donde cambia de dirección a Sureste y a partir de este punto toma el nombre de río Tantarà hasta unirse con el río Mala a los 2,225 msnm., y a cuyo punto, lo consideramos como punto de control de la cuenca.

Los Cuenca N7 del Río Tantarà limita por el Norte con la cuenca N7 del río Acacache, por el Este limita con la cuenca N6 del río Mantaro, por el Sur limita con la cuenca N7 del río Quinches y la intercuenca N7 Medio Bajo Mala y por el Oeste con intercuenca N7 Medio Mala.

Intercuenca N7 Medio Mala (1375525)

La intercuenca N7 Medio Mala se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM 8652023 – 8664494 Norte y UTM 358934 – 370474 Este, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distritos de Sangallaya, San Lorenzo de Quinti y Huarochirí.

La intercuenca N7 Medio Mala abarca una superficie de 63.94 Km.², que representa el 2.74% de la cuenca del río Mala. Las aguas de las quebradas Pacura y Canyuca son las que aportan a esta intercuenca; estas quebradas nacen en los cerros Huajlasana y Huaquinanchi respectivamente. El río Mala atraviesa la intercuenca N7 Medio Mala desde la unión con el río Acacache tomando una dirección de Norte a Sur hasta unirse con el río Tantarà, cuyo tramo, alcanza una longitud de 5.951 Km.

Esta intercuenca limita por el Norte con la intercuenca Medio Alto Mala, por el Este limita con la cuenca N7 del río Acacache y cuenca N7 del río Tantarà, por el Sur limita con la intercuenca Medio Bajo Mala y por el Oeste con la cuenca del río Rímac.

Cuenca N7 Río Acacache (1375526)

La cuenca N7 del río Acacache se ubica entre las coordenadas UTM Norte 8655521 – 8682491 y UTM Este 367756 - 388612, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distritos de San Lorenzo de Quinti, San Juan de Tantaranche y San Pedro de Huancayre.

La cuenca N7 del río Acacache tiene una superficie de 243.48 Km.², y representa el 10.44% de la cuenca del río Mala. Tiene un perímetro de 91.87 Km., y tiene una longitud de 32.954 Km., desde su origen hasta el punto de control situado en el encuentro con el río Mala a los 2,620 msnm.. Tiene una pendiente media de su curso según Taylor Schwarz de 7.62%, y según la diferencia de niveles su pendiente media es de 6.89%. La altura media de la cuenca se sitúa a los 4,996 msnm.

El río Acacache nace en el nevado Paccha a 5,538 msnm., en sus inicios discurre sus aguas hacia la laguna Paccha y de esta hacia la quebrada del mismo nombre con una dirección de Suroeste hasta

unirse con la quebrada Huashuamacha punto en el cual cambia de nombre a río Carhuapampa y toma una dirección Sur, hasta unirse con la quebrada Hatun donde nuevamente cambia a dirección a Suroeste, hasta su unión con la quebrada Llulluchi, donde cambia de nombre a río Acacache tomando la dirección Suroeste, hasta unirse con el río Mala a los 2,620 msnm., lugar del punto de control de la cuenca N7 Acacache.

Los límites de la cuenca son:

Por el Norte	:	Cuenca del Río Rímac
Por el Este	:	Cuenca del Río Mantaro
Por el Sur	:	Cuenca Río Tantaré e Intercuenca Medio Mala
Por el Oeste	:	Cuenca Río Aguaquirí y Cuenca Río Alto Mala

Intercuenca N7 Medio Alto Mala (1375527)

La intercuenca N7 Medio Alto Mala se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM Norte 8657101 – 8661529 y UTM Este 362627 - 369496, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distritos de Huarochirí y San Pedro de Huancayre.

La intercuenca N7 Medio Alto Bajo Mala abarca 16.86 Km.², es la mas pequeña de las intercuenas y representa el 0.72% de la cuenca del río Mala. Las fuente hídrica de la quebrada Yanayante son las que alimentan a esta intercuenca; esta quebrada nace en la unión de los ríos Aguaquirí y Alto Mala a los 2,870 msnm. El río Mala sigue una dirección Sur, hasta unirse con el río Acacache en la cota 2,620 msnm., El río Mala la atraviesa a esta intercuenca en una longitud de 250 metros de longitud.

La intercuenca N7 Medio Alto Mala limita por el Norte con la cuenca N7 del río Aguaquiri y cuenca N7 del río Alto Mala, por el Este limita con la cuenca N7 del río Acacache, por el Sur con la intercuenca N7 Medio Mala y por el Oeste con la intercuenca N7 Medio Mala

Cuenca N7 Río Aguaquiri (1375528)

La cuenca N7 del río Aguaquiri se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM Norte 8661103 – 8676132 y UTM Este 365575 - 376863, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distritos de Santiago de Anchucaya y San Pedro de Huancayre.

La cuenca N7 del río Aguaquiri abarca 90.85 Km.², y representa el 3.90% de la cuenca del río Mala con 2,332.07 Km.², tiene una longitud de su curso de 18.397 Km., y está encerrada por un perímetro de 46.45 Km. Tiene una pendiente media de su curso según Taylor Schwarz de 11.03%, y según la diferencia de niveles su pendiente media es de 9.54%. La altura media de la cuenca se ubica a 4,745 msnm. El río Aguaquiri tiene sus nacientes en el cerro Jupay Grande a los 4,885 msnm., el mismo que discurre sus aguas por la quebrada Atunga en dirección Suroeste, hasta el unirse con la quebrada Llajopampa, punto en el cual cambia de nombre a río Aguaquiri.

Continuando su recorrido en dirección Suroeste, hasta unirse con el río Alto Mala a los 2,870 msnm., lugar y punto de control de la cuenca.

Los límites de la cuenca son:

Por el Norte	:	Cuenca del Río Alto Mala
Por el Este	:	Cuenca Río Acacache
Por el Sur	:	Intercuenca Medio Alto Mala
Por el Oeste	:	Cuenca Río Alto Mala

Cuenca N7 Río Alto Mala (1375529)

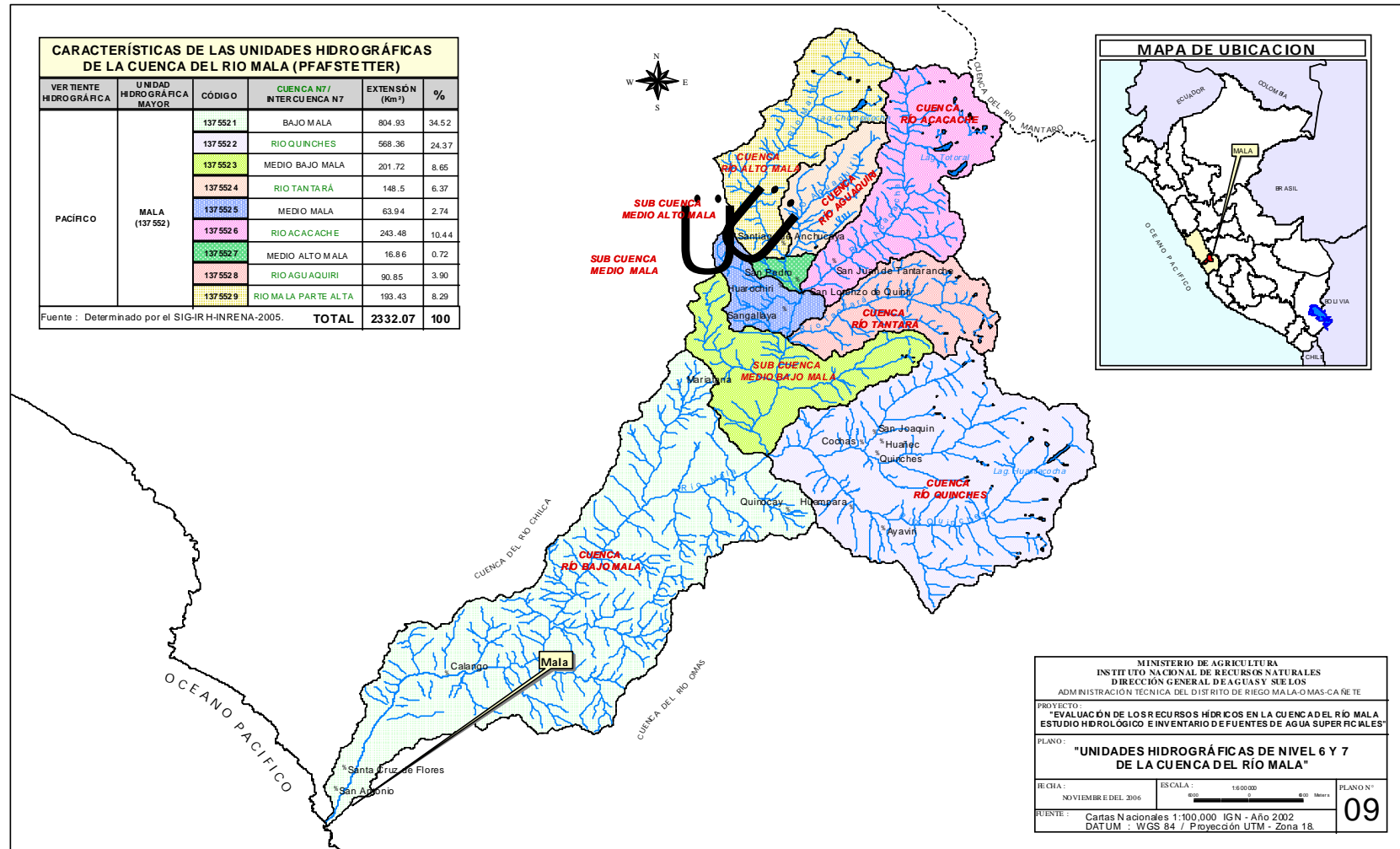
La cuenca N7 del río Alto Mala se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8660850 - 8686559 y UTM WGS84 Este 359038 - 377346, políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distritos de Santiago de Anchucaya, Huarochirí y San Juan de Tantarache.

La cuenca del río Aguaquiri abarca 193.43 Km.², y representa el 8.29% de la cuenca del río Mala, su curso principal tiene una longitud de 32.947 Km., de distancia y un perímetro de 79.4 Km. Tiene una pendiente media de su curso según Taylor Schwarz de 6.53%, y según la diferencia de niveles su pendiente media es de 6.28%. La altura media de la cuenca se ubica a los 4,793 msnm.

El río Alto Mala nace en el cerro Huaycapaca a los 5,365 msnm., discurriendo sus aguas por el río del mismo nombre en dirección Suroeste, hasta unirse con el río Aguaquirí a los 2,870 msnm., lugar y punto de control de la cuenca.

La cuenca N7 del río Alto Mala limita por el Norte con la cuenca N6 del río Rimac, por el Este limita con la cuenca N7 del río Aguaquiri y la cuenca N7 Acacache, por el Sur con la intercuenca N7 Medio Alto Mala y por el Oeste con la intercuenca N6 del río Rimac.

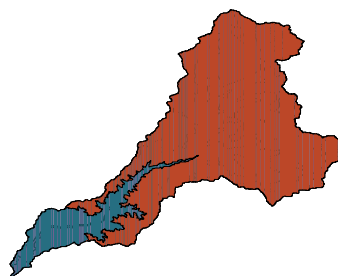
MAPA N° 09 UNIDADES HIDROGRAFICAS DE NIVEL 6 Y 7 DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



2.9.2 Parámetros de forma

Coefficiente de Compacidad o índice de Gravelius (Kc).- Definido por la relación entre el perímetro P de la cuenca y el perímetro de un círculo que contiene la misma área a la de una cuenca hidrográfica. Para la cuenca de Nivel 6 del río Mala se obtenido (1.982), resultado mayor que las cuencas de Nivel 7 Alto Mala (1.611), Quinches (1.339), Aguaquiri (1.375) Acacache (1.661) y Tantarà (1.551); sin embargo para la cuenca húmeda el coeficiente de Gravelius alcanza a (2.979), mayor que la cuenca Mala como se ve en la **IMAGEN N° 2.9.1** Estos coeficientes de Gravelius que son mayores a uno nos indican, que las cuencas tienen tendencias a producirse crecientes de avenidas.

IMAGEN N° 2.9.1 CUENCA HÚMEDA DEL RÍO MALA



Forma de la Cuenca (Ff).- El factor de forma hallado para la cuenca N 6 del río Mala es de 0.225, y para las cuencas de Nivel 7 Alto Mala (0.254), Quinches (0.624), Aguaquiri (0.335) Acacache (0.320) y Tantarà (0.390). Para la cuenca húmeda alcanza a (.0636), nos indica que la cuenca que tiene forma alargada a la entrega de sus aguas y ancha en la parte alta de la cuenca, tiene bastante capacidad receptora de precipitaciones, por la que son cuencas con bastante retención. Las características geomorfológicas se muestran en el **CUADRO N° 2.9.1**

2.9.3 Parámetros de relieve

Los parámetros de relieve son los más importantes, puesto que el relieve de una cuenca puede tener mucho más influencia sobre la respuesta hidrológica, que la forma misma de la cuenca.

Curva Hipsométrica.- Esta curva representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. También podría verse como la variación media del relieve de una hoya. La representación gráfica de las curvas hipsométricas de las cuencas de Niveles 6 y 7 del río Mala, se muestran en los **GRÁFICOS N° 2.9.1** al **GRÁFICO N° 2.9.4**. Las mismas muestran las mismas características de evolución y relieve.

Curva o Polígono de Frecuencias.- Es la representación gráfica del porcentaje de áreas entre cotas frente al área total con las cotas a partir desde el punto más bajo, hasta el mas alto. Las curvas y/o polígonos de frecuencia se han graficado para las cuencas de Nivel 6 del río Mala, cuenca húmeda y para las cuencas de Nivel 7 Alto Mala, Quinches, Aguaquiri, Acacache y Tantarà, Como se puede ver en el **GRÁFICO N° 2.9.1** al **GRÁFICO N° 2.9.4**.

Altitudes Características

Altitud media de la Cuenca.- La altitud media de una cuenca es aquella altitud para la cual el 50% del área de la cuenca esta situada por encima de esta altitud, y el 50% del área está situado debajo de ella.

La altitud media de la cuenca N6 del río Mala es de 3,964 msnm., las cuencas de Nivel N7 como el Alto Mala, Quinches, Aguaquiri, Acacache y Tantarà tienen una altura media de 4,793 msnm., 5,274 msnm., 4,745 msnm., 4,996 msnm., 4,949 msnm., respectivamente. La altura media de la cuenca húmeda se ubica en la cota 4,179 msnm.

Altitud de frecuencia media.- Corresponden a las altitudes que varían entre los 2,500 a 4,500 msnm., de las cuencas de N6 y Nivel 7 del río Mala, como se muestra en los **GRAFICOS N° 2.9.1** al **GRAFICO 2.9.4.**, respectivamente.

Altitud más frecuente.- Observando los histogramas de los **GRAFICOS N° 2.9.1** al **GRAFICO 2.9.4**, se tiene, que la altitud mas frecuente se ubica entre los de 3900 a 5500 msnm., por cuanto, tiene mayor influencia de área, en estas altitudes la cuenca N6 del río Mala y las cuencas de nivel 7 Alto Mala, Quinches, Aguaquiri, Acacache y Tantarà. Las características geomorfológicas se muestran en el **CUADRO N° 2.9.1**

GRAFICO N° 2.9.1 PRAMETROS DE RELIEVE CUENCA DEL RIO MALA Y CUENCA DEL RIO ALTO MALA

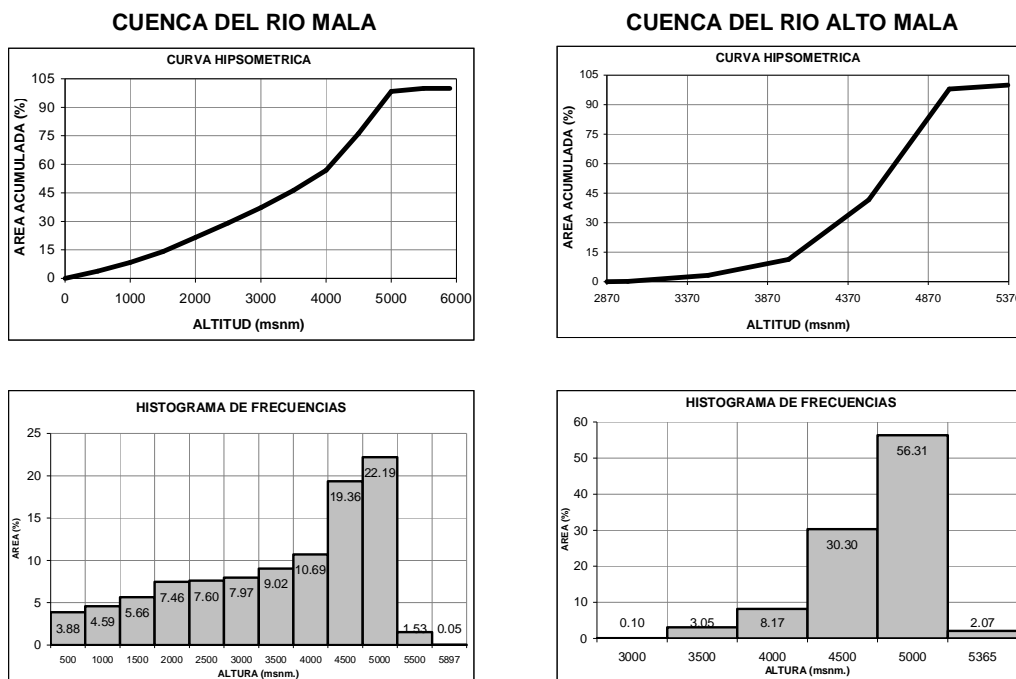


GRAFICO N° 2.9.2 PRAMETROS DE RELIEVE CUENCA DEL RIO QUINCHES Y RIO AGUAQUIRI

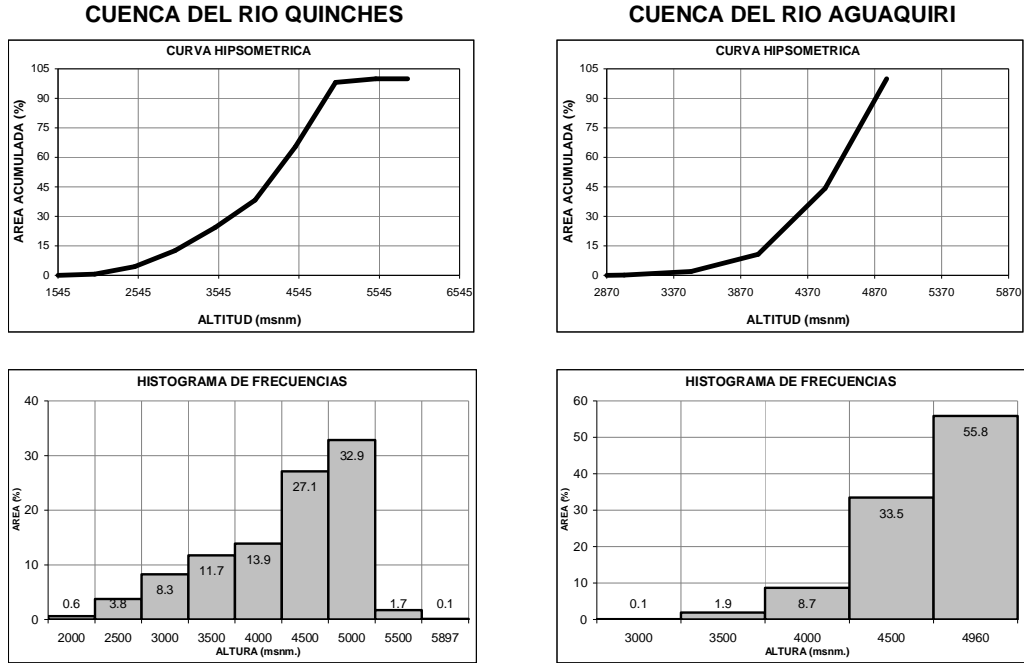


GRAFICO N° 2.9.3 PRAMETROS DE RELIEVE CUENCA DEL RIO ACACACHE Y RIO TANTARA

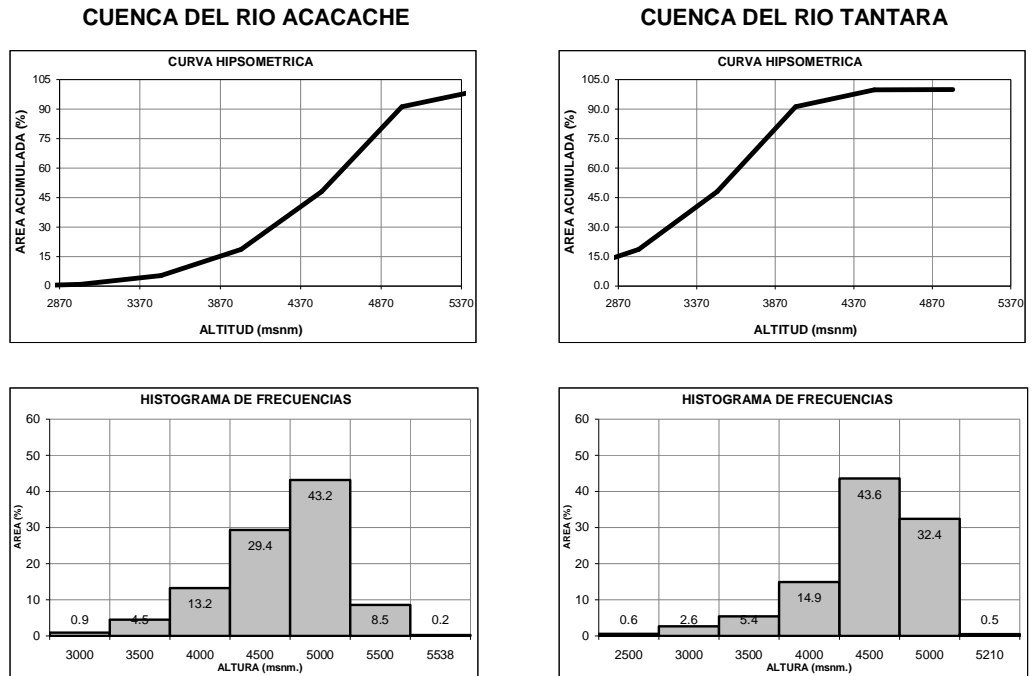
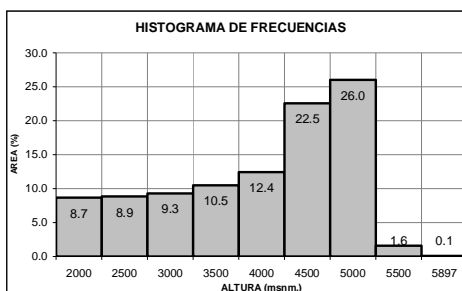
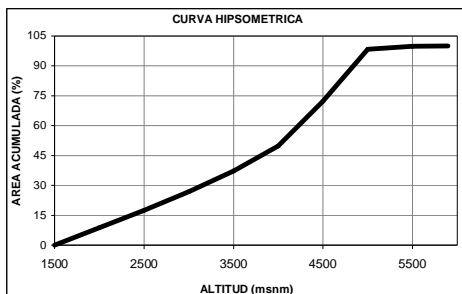


GRAFICO N° 2.9.4 PRAMETROS DE RELIEVE CUENCA HUMEDA**CUENCA HUMEDA DEL RÍO MALA****Pendiente de la Cuenca**

Este parámetro de relieve ha sido obtenido utilizando los métodos de Taylor – Schwarz, pendiente por diferencia de altura, mediante el sistema del “Rectángulo Equivalente” y mediante el sistema de “Alvord”. Las dos últimas metodologías dan resultados muy altos no acordes a la fisiografía real del curso del río. La cuenca N6 del río Mala tiene una pendiente promedio según Taylor – Schwarz de 3.83% y 3.77% según diferencia de altura; mientras que las pendientes para las cuencas de Nivel 7 son: Cuenca N7 Alto Mala tiene 6.53% y 6.28% respectivamente, Cuenca N7 del río Quinches 7.52% y 6.98% respectivamente, Cuenca N7 Aguaquiri tiene 11.03% y 9.54%, Cuenca N7 del río Acacache tiene 7.62% y 6.89%, cuenca del río Tantarà tiene 9.29% y 8.68% y la cuenca húmeda del río Mala tiene 6.37% y 5.72% respectivamente. La cuenca N6 del río Mala es la que tiene menor pendiente y con la mayor pendiente de su curso del río es la cuenca N7 del río Tantarà.

En los **GRAFICOS N° 2.9.5** al **GRAFICO 2.9.10.**, se pueden ver la pendiente media empleando la metodología empleada por Taylor – Schwarz y pendiente por diferencia de altura de las cuencas de Nivel 6 del río Mala y las cuencas de Nivel 7 Alto Mala, cuenca N7 del río Quinches, cuenca N7 Aguaquiri, cuenca N7 del río Acacache, cuenca del río Tantarà y de la cuenca húmeda del río Mala.

GRAFICO N° 2.9.5 PENDIENTES MEDIA DEL RÍO MALA

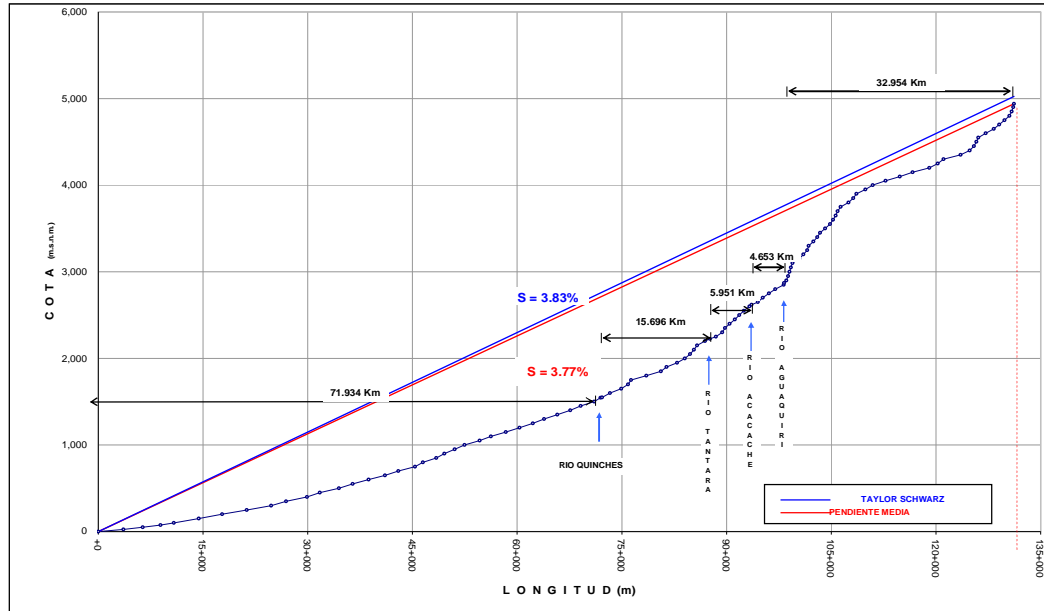


GRAFICO N° 2.9.6 PENDIENTES MEDIA DEL RÍO ALTO MALA

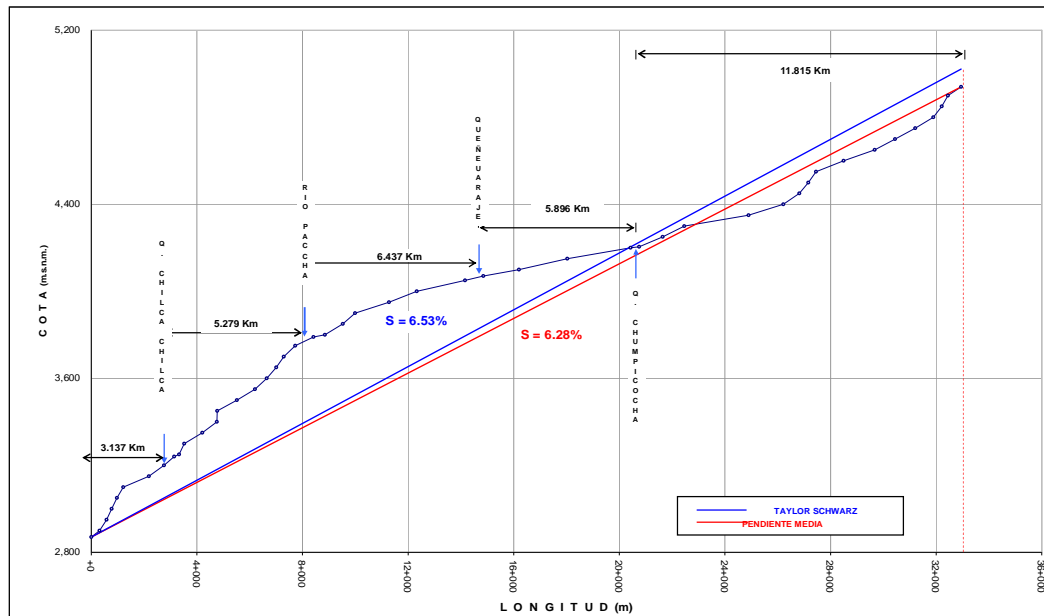


GRAFICO N° 2.9.7 PENDIENTES MEDIA DEL RÍO QUINCHES

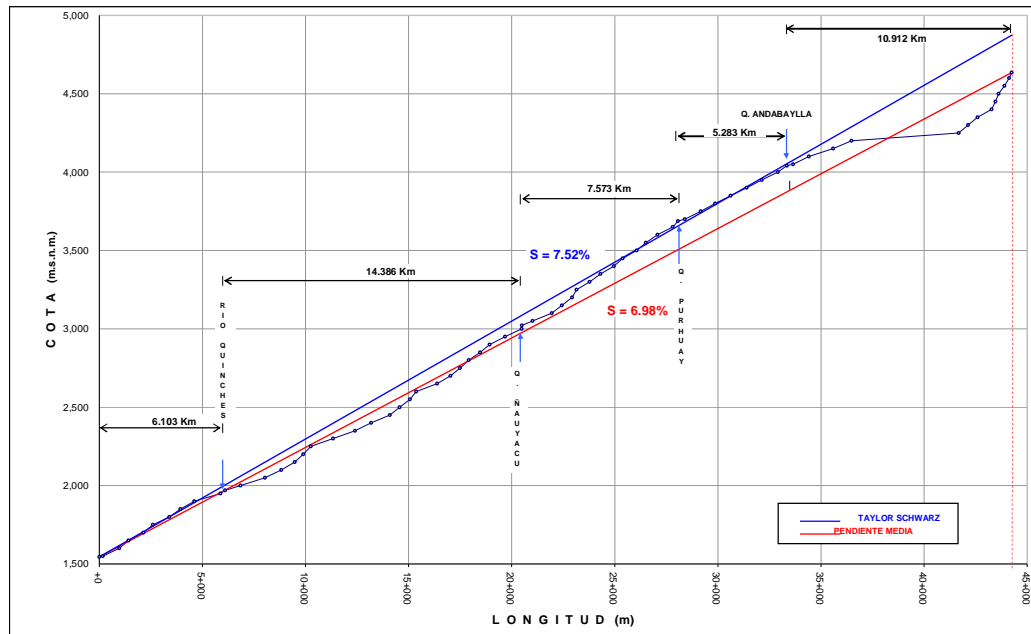


GRAFICO N° 2.9.8 PENDIENTES MEDIA DEL RÍO AGUAQUIRI

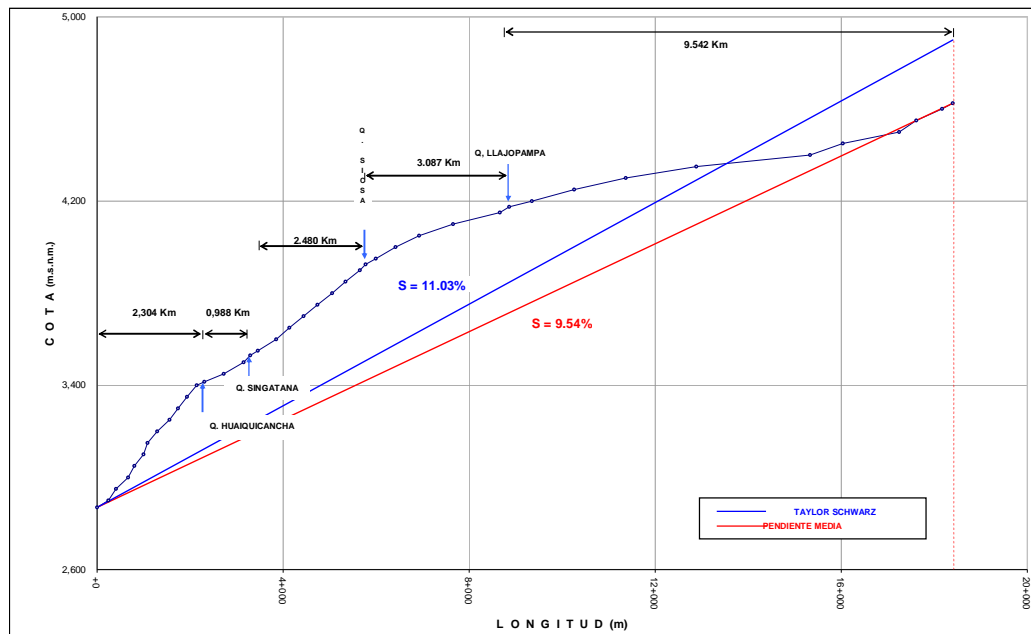


GRAFICO N° 2.9.9 PENDIENTES MEDIA DEL RÍO ACACACHE

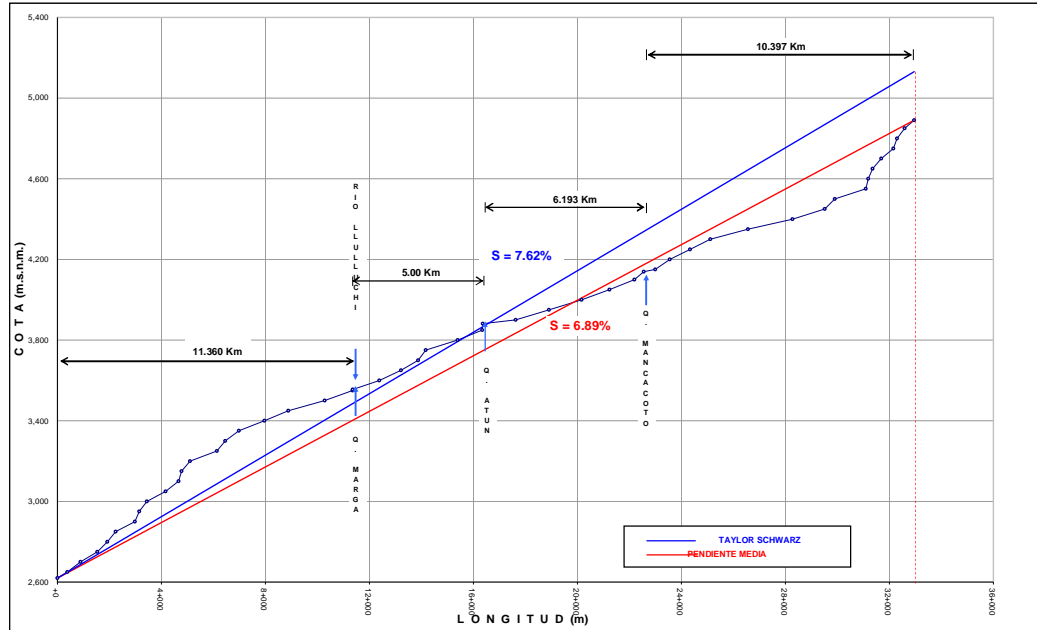
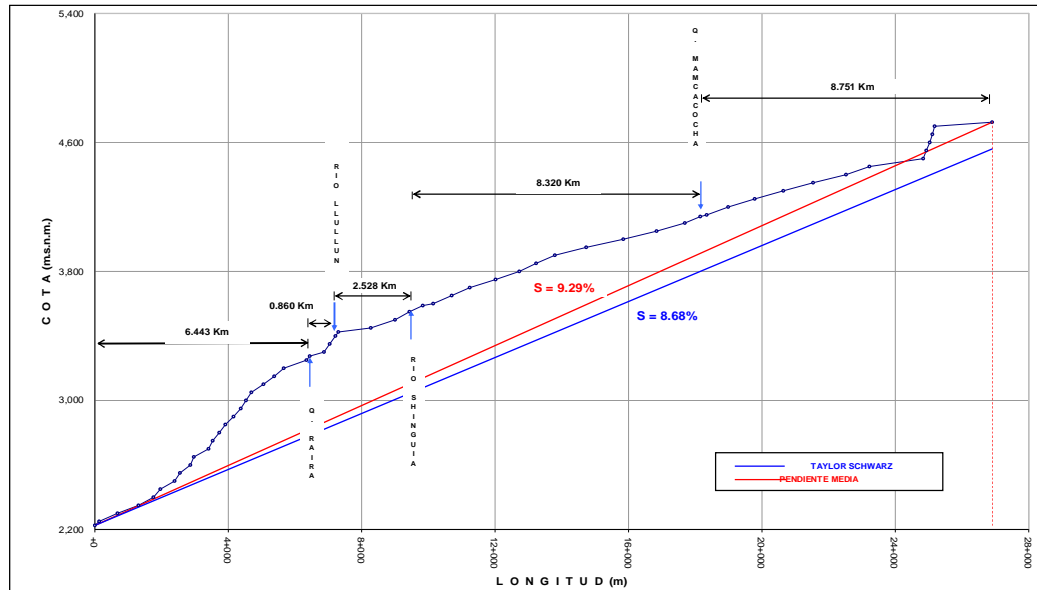


GRAFICO N° 2.9.10 PENDIENTES MEDIA DEL RÍO TANTARA



**2.9.4 Sistema Hidrográfico
Cuenca N6 del río Mala**

Como consecuencia de los cambios en la planificación y gestión de los recursos naturales la cuenca hidrográfica es la unidad de integración

base para la gestión del territorio. De acuerdo a los cambios tecnológicos, la nueva propuesta presentado por el INRENA en estos últimos años se a definido 03 Vertientes Hidrográficas, Vertiente del Pacífico (278,669.50 Km²), Vertiente del Amazonas (957,084.64 Km²) y la Vertiente del Titicaca (49,461.46 Km²). Dentro de la vertiente del Pacífico y con código de Nivel 6 se ubica a la cuenca del río Mala (2,332.07 Km²), que representa el 0.84% de la Vertiente del Pacífico.

El río Mala, se ubica aproximadamente en la zona Sur intermedia de la Vertiente del Pacífico y en la zona media del territorio peruano. Tiene una forma aproximada a una "T", angosta en la parte baja donde entrega de sus aguas al Océano Pacífico y ancha en la parte alta, donde se ubican las montañas y cumbres mas altas de la cuenca.

La cuenca del río Mala tiene una superficie de 2,332.07 Km², de la cual, el 85.867% (2,002.23 Km²) pertenecen a la cuenca húmeda. El río Mala nace en las partes altas de la cuenca entre los cerros Champaverde, Huacaypaca, Huacuya y el nevado Huacaypaca aproximadamente a una altura de 4,940 msnm. El río tiene una longitud de 131.181 Km., desde su nacimiento hasta la entrega de sus aguas en el Océano Pacífico a los 0.0 msnm. Tiene una pendientes media de 3.83% y 3.77% respectivamente según la metodología de Taylor- Schwarz y según la diferencias de altura método tradicional.

El río Mala en sus inicios discurre sus aguas en tomando la dirección Este-Oeste hasta el sector Ocacancha, donde cambia de dirección a Nor-Oeste hasta unirse con el río Paccha, donde cambia de dirección hacia el Sur hasta unirse primero con los ríos Aguaquiri y posteriormente con el río Acacache, punto en el cual nuevamente cambia de dirección hacia Sur-Este, donde recibe por la margen izquierda las aguas del río Tantarà y Quinches donde el río nuevamente cambia de dirección a Nor-Este hasta entregar sus aguas al Océano Pacífico en el sector Totoral. A lo largo del recorrido del río atraviesa los poblados de Santiago de Anchucaya la parte baja, Huarochirí parte baja, San Lorenzo de Quinti, San Pedro de Huancayre parte baja, San Gayada parte baja, Viscas, Calango Santa Cruz de Flores, San Antonio y Mala. Ve **MAPA N° 10**

El río Mala en su recorrido recibe mayormente el aporte de numerosos afluentes por la margen izquierda, resaltando a los ríos Aguaquiri, Acacache, Tantarà, Quinches, entre los principales y otros ríos de menor caudal ingresan por la margen derecha como el río Paccha y el río Pacomanta y por la margen izquierda ingresa el río Larón.

Parámetros Morfológicos de la Red de Drenaje

Número de Orden de los Ríos (n)

El orden de los ríos, es la clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de una cuenca. Todas corrientes de agua pueden dividirse en tres clase de escurrimiento, los mismos que están relacionados a las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca. Estas tres clases de corriente son:

- Corriente Efímera (E).- Es aquella que solo lleva agua cuando llueve e inmediatamente después.
- Corriente Intermitente (I).- Son aquellas que llevan agua durante la época de lluvias.

- Corriente Perenne (**P**).- Son aquellas que llevan agua en forma permanente.

Para encontrar el orden de las corrientes de la cuenca, se clasificará para que nos proporcione el grado de bifurcación, y para este fin, se cuenta con el apoyo del SIG, quien efectuó el acondicionamiento de la información digital (planos digitales) y la base de datos con el soporte de un software de aplicaciones cartográficas (arcview).

Para la clasificación de los cauces de la cuenca se ha hallado un total 742 ríos y según el grado de Bifurcación, se ha encontrado que la cuenca tiene un río de sexto (6^o) orden, 2 ríos de quinto (5^o) orden, 6 ríos de cuarto (4^o) orden, 31 ríos de tercer (3^o) orden, 125 ríos de segundo (2^o) orden y 577 ríos de primer orden (1^o) orden. En la cuenca predominan los cauces de (1^o) orden que representan el 77.76% del total, los cauces de (2^o) orden representan el 16.85%, los cauces de (3^o) orden representan el 4.18% del total, los cauces de (4^o) orden representan el 0.81% y los cauces de (5^o) orden que representan el 0.27% del total del total y los cauces de (1^o) orden que representan el 0.13% del total.

En cuanto a la longitud total de los cauces, la cuenca del río Mala tiene 1,714.502 Km de longitud, los cauces de de (1^o) orden tiene una longitud de 1017.895 Km., que representan el 59.37% del total, los cauces de (2^o) orden tienen 339.304 Km., y representan el 19.79%, los cauces de (3^o) orden tiene 182.824 Km y representan el 10.66% del total, los cauces de (4^o) orden tienen 74.772 Km y representan el 4.36%, los cauces de (5^o) orden tienen 27.75 Km y representan el 1.62% del total del total y los cauces de (1^o) orden tienen 71.957 Km y representa el 4.20% del total.

Las distancias y clasificación ordinal de los ríos de las cuencas N6 y N7 del río Mala y se muestra en el **PLANO N° 11** y del **CUADRO N° 2.9.2 al CUADRO N°2.9.11**.

Grado de Ramificación de Ríos (Rb)

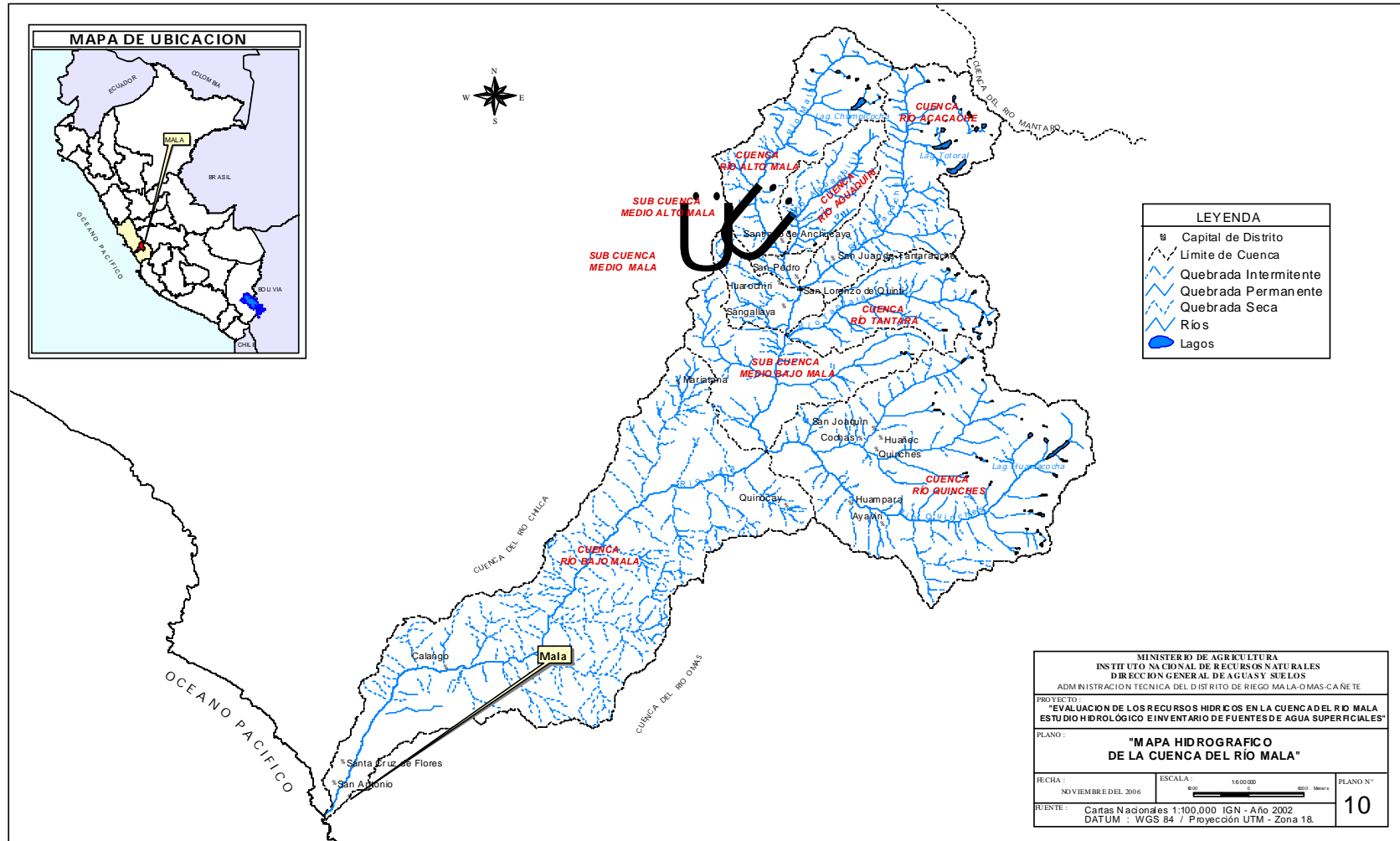
De la clasificación ordinal de los cauces, se ha encontrado las relaciones de bifurcación o grado de ramificación. Para la cuenca N6 del río Mala, se ha encontrado un valor de 4.579, mientras que para las cuencas de Nivel 7 se tiene: Cuenca del río Alto Mala tiene 3.846, cuenca del río Quinchos tiene 4.111, cuenca del río Aguaquiri tiene 4.556, cuenca del río Acacache tiene 4.400, cuenca del río Tantarà tiene 4.333 y para la cuenca Húmeda se halló 4.689.

Densidad de Drenaje (D/d)

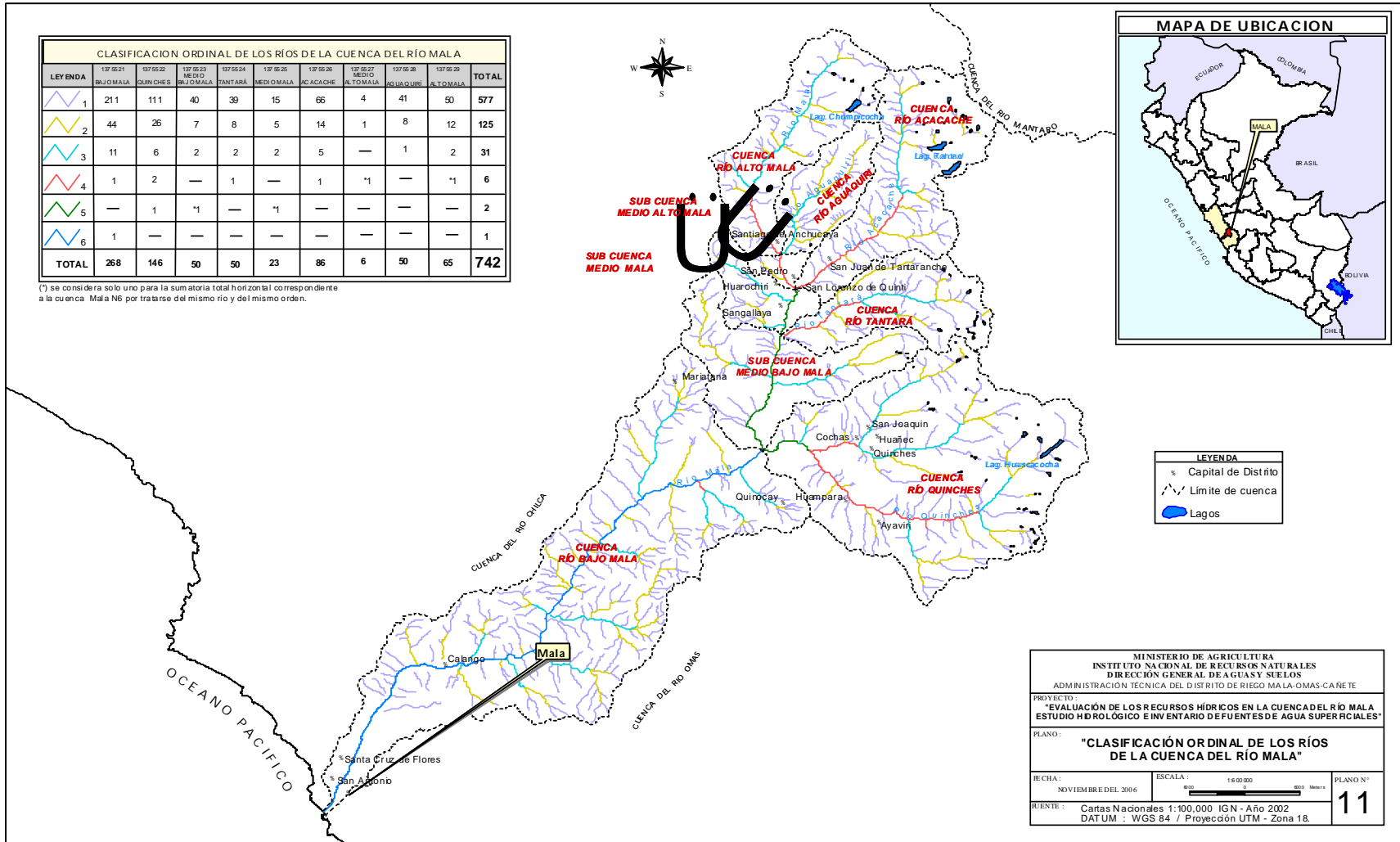
Este parámetro que relaciona longitud total de ríos con el área de la cuenca dan los siguientes resultados: Cuenca N6 del río Mala tiene 0.735, cuenca N7 del río Alto Mala 0.690, cuenca N7 del río Quinchos tiene 0.651, cuenca N7 del río Aguaquiri 0.895, cuenca N7 del río Acacache tiene 0.708, cuenca N7 del río Tantarà alcanza a 0.754 y para la cuenca Húmeda se halló 0.325. La densidad de drenaje y la relación de bifurcación se ven en el **CUADRO N° 2.9.1**.

El **MAPA N° 11** muestra la clasificación ordinal de los ríos de la cuenca del río Mala

MAPA N° 10 MAPA HIDROGRAFICO DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



MAPA N° 11 CLASIFICACIÓN ORDINAL DE LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



CUADRO Nº 2.9.2. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 6 DEL RÍO MALA

ORDEN	RIOS P		QUEBRADA P		QUEBRADA I		QUEBRADA E		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6	1	71.957							1	0.13	71.957	4.20
ORDEN 5	2	27.750							2	0.27	27.750	1.62
ORDEN 4	5	73.241					1	1.531	6	0.81	74.772	4.36
ORDEN 3	8	62.612	11	48.627	6	42.138	6	29.447	31	4.18	182.824	10.66
ORDEN 2	10	61.339	45	115.478	43	94.518	27	67.969	125	16.85	339.304	19.79
ORDEN 1	7	11.145	133	210.520	320	552.773	117	243.457	577	77.76	1017.895	59.37
TOTAL	33	308.044	189	374.625	369	689.429	151	342.405	742	100.00	1714.502	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.3. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO ALTO MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	8.510855					1	1.54	8.511	6.37
ORDEN 3	2	22.57803					2	3.08	22.578	16.90
ORDEN 2	1	1.641176	8	19.556	3	4.020	12	18.46	25.217	18.88
ORDEN 1	1	4.016993	25	36.993	24	36.243	50	76.92	77.253	57.84
TOTAL	5	36.747	33	56.549	27	40.263	65	100.00	133.559	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.4. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO QUINCHES

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5	1	6.101063					1	0.68	6.101	1.65
ORDEN 4	2	27.54457					2	1.37	27.545	7.45
ORDEN 3	2	15.847	3	19.7999	1	4.88184	6	4.11	40.529	10.96
ORDEN 2	2	10.36468	10	30.4833	14	34.6665	26	17.81	75.515	20.42
ORDEN 1	1	1.941099	27	57.0408	83	161.172	111	76.03	220.154	59.53
TOTAL	8	61.798	40	107.324	98	200.721	146	100.00	369.843	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.5. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO AGUAQUIRI

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4										
ORDEN 3	1	9.250632					1	2.00	9.251	11.38
ORDEN 2	1	8.264372	4	15.1587	3	3.6449	8	16.00	27.068	33.30
ORDEN 1	1	0.759614	21	18.6575	19	25.56	41	82.00	44.977	55.33
TOTAL	3	18.275	25	33.816	22	29.205	50	100.00	81.296	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.6. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO ACACACHE

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	22.70341					1	1.16	22.703	13.17
ORDEN 3	1	5.952694	4	3.70861			5	5.81	9.661	5.61
ORDEN 2	1	2.559056	10	18.4788	3	10.0492	14	16.28	31.087	18.04
ORDEN 1	1	2.179365	29	42.4697	36	64.2512	66	76.74	108.900	63.18
TOTAL	4	33.395	43	64.657	39	74.300	86	100.00	172.352	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.7. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO TANTARA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	9.832542					1	2.00	9.833	8.78
ORDEN 3	1	4.149678			1	8.38494	2	4.00	12.535	11.19
ORDEN 2	2	14.1491	5	14.7613	1	0.55111	8	16.00	29.462	26.31
ORDEN 1	2	1.792123	17	28.8802	20	29.486	39	78.00	60.158	53.72
TOTAL	6	29.923	22	43.642	22	38.422	50	100.00	111.987	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.8. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTRCUENCA DE NIVEL 7 ALTO MEDIO MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	4.649					1	16.67	4.649	36.96
ORDEN 3										
ORDEN 2					1	3.48752	1	16.67	3.488	27.73
ORDEN 1					4	4.44031	4	66.66	4.440	35.31
TOTAL	1	4.649			5	7.928	6	100.00	12.577	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

CUADRO Nº 2.9.9. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTERCUENCA DE NIVEL 7 MEDIO MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5	1*	5.952							5.952	11.79
ORDEN 4										
ORDEN 3			2	11.9895			2	9.09	11.990	23.75
ORDEN 2			2	4.60619	3	2.48465	5	22.73	7.091	14.04
ORDEN 1			1	3.22708	14	22.2288	15	68.18	25.456	50.42
TOTAL	0	5.952	5	19.823	17	24.713	22	100.00	50.488	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

(*) En las intercuencas Medio Mala se contabiliza el río de orden 5° como independiente

CUADRO Nº 2.9.10. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTERCUENCA DE NIVEL 7 MEDIO BAJA MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5	1*	15.697							15.697	11.87
ORDEN 4										0.00
ORDEN 3	1	4.834196	1	8.77961			2	4.08	13.614	10.30
ORDEN 2	3	24.36088	2	1.09325	2	1.45808	7	14.29	26.912	20.36
ORDEN 1	1	0.455719	4	4.16081	35	71.3575	40	81.63	75.974	57.47
TOTAL	5	45.347	7	14.034	37	72.816	49	100.00	132.197	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

(*) En las intercuencas Medio Bajo Mala se contabiliza el río de orden 5° como independiente

CUADRO Nº 2.9.11. LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTERCUENCA DE NIVEL 7 BAJA MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		QUEBRADA E		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6	1	71.957							1	0.37	71.957	11.07
ORDEN 5												0.00
ORDEN 4							1	1.531	1	0.37	1.531	0.23
ORDEN 3			1	4.34902	4	28.871	6	29.447	11	4.11	62.667	9.64
ORDEN 2			4	11.3406	13	34.156	27	67.969	44	16.42	113.466	17.45
ORDEN 1			9	19.0915	85	138.034	117	243.457	211	78.73	400.583	61.61
TOTAL	1	71.957	14	34.781	102	201.061	151	342.405	268	100.00	650.204	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

2.10 Recursos Hídricos Superficiales

En la cuenca del río Mala se ha evaluado cuatro tipos de fuentes de aguas superficiales; los vasos hidrostáticos naturales (lagunas), manantiales, escurrimiento superficial (ríos, quebradas) y glaciares o nevados. En el **ANEXO Nº 02**, del inventario de las fuentes de aguas superficiales, se muestra en general a las fuentes de aguas superficiales que se han encontrado en la cuenca N6 del río Mala. El resumen general de fuentes de aguas superficiales de la cuenca se puede ver en el **CUADRO Nº 2.10.1**

CUADRO Nº 2.10.1 RESUMEN GENERAL DE LAS FUENTES DE AGUAS SUPERFICIALES CUENCA DEL RIO MALA

Nº	CUENCA / INTERCUENCA	LAGUNAS	PRESAS	RIOS	QUEBRADAS	MANANTIALES	AGUAS DE RECUPERACION
1	Bajo Mala	-	-	1	267	18	16
2	Río Quinchés	55	-	8	138	51	-
3	Medio Bajo Mala	4	-	5	44	37	-
4	Río Tantará	16	-	6	44	6	-
5	Medio Mala	-	-	-	22	18	-
6	Río Acacache	25	1	4	82	70	-
7	Medio Alto Mala	-	-	1	5	12	-
8	Río Aguaquiri	2	-	3	47	25	-
9	Río Alto Mala	15	1	5	60	18	-
TOTAL		117	2	33	709	255	16

2.10.1 Lagunas y represamientos

Como toda cuenca hidrográfica, la cuenca del río Mala cuenta con lagunas ubicadas generalmente al pie de los nevados de la parte alta de la cuenca, estos vasos naturales se emplazan sobre los 4,000 msnm., formando cuencas litológicas de origen marino y continental que vino formándose por los grandes movimientos orogénicos y epirogenéticos evidenciado por la formación de la Cordillera de los Andes.

En la cuenca del río Mala existen 117 lagunas de las cuales 4 lagunas tienen superficies que varían entre 80 ha a 100 ha., 11 lagunas con superficies entre 10 ha a 20 ha., 12 lagunas con superficies entre 5 ha a 20 ha., 45 lagunas entre 1 ha y 5 ha., 23 lagunas entre 0.5 ha a 1 ha y 22 lagunas con áreas menores a media hectárea; lo que se puede deducir que las lagunas dentro de la cuenca son de tamaño intermedio entre 1 ha a 10 ha porque representan el 48.72 % del total de lagunas, como se puede apreciar en el **CUADRO N° 2.10.2**. La distribución de las lagunas por cuencas de Nivel 7 se muestran en el **CUADRO N° 2.10.1**

CUADRO N° 2.10.2 TAMAÑO Y CANTIDAD DE LAGUNAS EN LA CUENCA DEL RIO MALA

ITEM	TAMAÑO (Ha)	CANTIDAD	%
1	0.1-0.5	22	18.80
2	0.5-1.0	23	19.66
3	1.0..05	45	38.46
4	05-10	12	10.26
5	10-20	11	9.40
6	80-100	4	3.42
TOTAL		117	100

Las lagunas de mayor importancia y dimensión ubicadas dentro de cuenca de Nivel 6 del río Mala son la laguna Suyoc, ubicada en la cuenca de Nivel 7 Acacache con 109.04 ha, seguidas de la lagunas Huascacocha con 88.08 ha., Totoral con 86.87 ha., Chumpicocha con 84.66 ha., las mismas se ubican en las cuencas de Nivel 7 Quinches, Acacache y Alto Mala respectivamente. Las lagunas Suyoc y Chumpicocha son las únicas lagunas que se encuentran represadas.

2.10.2 Ríos y Quebradas

Del inventario realizado en campo entre agosto a noviembre se ha encontrado que existen 33 ríos y 709 quebradas, de las cuales 189 quebradas son perennes, 369 son quebradas intermitentes y 151 son quebradas efímeras, las cuales se pueden apreciar en el **CUADRO N° 2.10.1**. De los principales ríos de la cuenca del río Mala se han efectuado aforos con el correntómetro de Tipo AOTT – 123853, proporcionado por el ATDR/MOC., cuyos resultados son los siguientes: río Mala 1150.0 l/s, aforado el (02/11/06) en el punto de control sito aguas abajo de la unión de los Quinches y Mala, Río Quinches aforado el (23/08/06) y tiene un caudal de 875 l/s, aforado en el punto de control ubicado antes de la entrega de sus aguas al río Mala. El río Tantarà tiene un caudal de 19 l/s y fue aforado antes de la entrega al río Mala (23/08/06). Río Acacache se aforo el (17/09/06) cuyo punto de

control se ubica antes de la entre de sus aguas al río Mala y su caudal aforado alcanza a 270 l/s. El río Alto Mala se ha aforado (21/09/06), en el sector ubicado en la unión de los ríos Aguaquiri y Alto mala fluyendo un caudal de 430 l/s., y el río Aguaquiri no se encontró caudal alguno (21/09/06).

2.10.3 Manantiales y aguas de recuperación

Del inventario efectuado para la cuenca de Nivel 6 y nivel 7 del río Mala se ha encontrado 245 manantiales distribuidos 17 manantes en la cuenca de N7 Alto Mala, 24 en la cuenca Aguaquiri, 70 en la cuenca Acacache, 5 en la cuenca Tantará, 51 en al cuenca Quinchés y en las intercuenas Medio Alto Mala se ha encontrado 14, Medio Mala 25, Medio Bajo Mala 30 y en la intercuenca Bajo Mala 9 manantes. El número de manantes se puede ver en el **CUADRO N° 2.10.1**. En la cuenca N7 del río Acacache se ha identificado el mayor número de manantiales respecto a las otras cuencas.

El caudal del Manante “El Dorado” y “Chonta”, situados en la intercuenca Bajo Mala son los que aportan mayor caudal con 30.0 l/s y 31 l/s respectivamente; la mayoría de los manantiales fluctúan entre 1.0 l/s a 5.0 l/s; respectivamente. Los aforos fueron realizados entre agosto a noviembre del 2,006. El tipo de uso de este recurso hídrico generalmente es de uso agrícola y pecuario; sin embargo, también lo utilizan en menor escala para el abastecimiento de agua potable para uso poblacional.

Asimismo, se ha encontrado 16 afloramientos de aguas de recuperación, los mismos que se ubican en la cuenca de Nivel 7 Bajo Mala. Los caudales de las aguas de recuperación con mayor caudal son el “Monte Grande” con 17 l/s y el menor con 0,10 l/s denominado “Llanos”.

2.10.4 Glaciares

En las zonas altas de la cuenca del río Mala, se han identificado almacenes sólidos conocidos como glaciares. Estos glaciares andinos a la fecha se encuentran en una fase acelerada de retroceso debido al calentamiento global y al fenómeno meteorológico conocido como El Niño.

Este fenómeno que se ha presentado, esta ocurriendo desde los años 1,970, donde el INRENA por medio de la Unidad de Glaciología señaló que existían 2,041 Km² de glaciares; y según el monitoreo realizado el año 1,997, se ha encontrado 1,595 Km², lo que significa que en 27 años se produjo una reducción del 21.8 %.

En varios lugares de los andes se ha notado desde unas décadas un aumento significativo de los volúmenes escurridos en las cuencas con existencia de glaciares. El calentamiento global de la tierra, es otro factor del proceso de desglaciación, cuyo efecto esta provocando grandes impactos ambientales que a corto plazo provocará sequías e inundaciones.

En la cuenca del río Mala se a evaluado las cartas nacionales obtenidas del IGN que fueron tomadas el año 1,962 y restituidas el año 1971, cuya evaluación de las áreas se muestra en el **CUADRO N° N° 2.10.3**. Del cuadro se deduce que la cuenca de Nivel 6 del río Mala existe actualmente 30 nevados con 37.68 Km² de superficie,

correspondiendo a la cuenca de N 7 del río Quinchés el 45.1%, cuenca N7 del río Acacache el 40.5 %, cuenca N7 del río Alto Mala el 11.9 %, cuenca N7 del río Tantarà el 2.5% y a la intercuenca N7 Medio Bajo Mala el 0.1% del área total.

CUADRO N° 2.10.3 INVENTARIO GLACIARES CUENCA DEL RIO MALA

ITEM	NOMBRE DE LA CUENCA	NOMBRE	AREA m ²	AREA Km ²	%
1	ACACACHE	Nevado Suiricocha	4596151.7	4.60	40.5
2		Nevado Colquepucro	4066223.3	4.07	
3		Nevado Paccha	3203762.0	3.20	
4		C° Huararayoc	863357.6	0.86	
5		Nevado Vicuña	612270.6	0.61	
6		C° Ninaucro	611120.6	0.61	
7		C° Amargura	438666.0	0.44	
8		C° Haucaypaca	357840.7	0.36	
9		C° Yupay Grande	275496.4	0.28	
10		C° Jaico	154132.3	0.15	
11		C° Ayacuro	89631.1	0.09	
SUBTOTAL CUENCA ACACACHE			15268652.3	15.27	
1	ALTO MALA	C° Haucaypaca	3345223.2	3.35	11.9
2		C° Ayacuro	303068.1	0.30	
3		C° Yupay Grande	298315.8	0.30	
4		Nevado Suerococha	266557.5	0.27	
5		C° Rocodo	114438.2	0.11	
6		Nevado Huamanripa	98126.8	0.10	
7		C° Yaurico	26515.9	0.03	
8		C° Pucacorral	19447.3	0.02	
SUBTOTAL CUENCA N7 ALTO MALA			4471692.8	4.47	
1	MEDIO BAJO MALA	C° Jajaranra	22414.6	0.02	0.1
SUBTOTAL INTERCUENCA N7 MEDIO BAJO MALA			22414.6	0.02	
1	QUINCHES	Nevado Huaynacutuni	4751486	4.75	45.1
2		Nevado Ticlla	4207112	4.21	
3		Nevado Llongote	3846385	3.85	
4		Nevado Runcho	2386344	2.39	
5		Nevado Yaduñe	712485	0.71	
6		C° Jajaranra	457851	0.46	
7		C° Chamiraya	392246	0.39	
8		Cordillera Tapo	229332	0.23	
SUBTOTAL CUENCA N7 QUINCHES			16983241	16.98	
1	TANTARA	Nevado Runcho	818546.2	0.82	2.5
2		C° Jajaranra	115153.8	0.12	
SUBTOTAL			933700.0	0.93	
TOTAL CUENCA N6 MALA			37679700.6	37.68	100.0

III. ESTUDIO DE LA TEMPERATURA Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

3.1 Temperatura

El análisis de este parámetro meteorológico, se hace mediante la deducción de cinco estaciones meteorológicas, Estación (CO) de Huarochirí, de (CO) de Yauyos, de (CO) Pacarán, de (S) La Capilla y (CO) de Cañete. Los registros históricos de la temperatura mínima media, media mensual y máxima media mensual se aprecian en el **ANEXO N° 3.1**, **ANEXO N° 3.2.** y el **ANEXO N° 3.4.**

3.1.1 Análisis de la Información Histórica

Para el análisis de la temperatura media mensual, dada la poca variabilidad de este parámetro, no se ha empleado metodologías estadísticas utilizadas en el análisis de precipitación.

En el Ítem 2.5.1, Parámetros climáticos se ha efectuado el análisis de la temperatura Media Mensual, Mínima y Máxima Media Mensual, donde se muestra las variaciones de temperatura y se muestra los Cuadros y Gráficos respectivos.

3.1.2 Variación Estacional y Altitudinal

Del análisis efectuado entre los parámetros altitud y temperatura media mensual de las estaciones de Huarochirí, Yauyos, Pacarán, La Capilla y Cañete, se ha obtenido las ecuaciones de regresión lineal simple [1] y una regresión exponencial [2], donde los coeficientes de correlación (r) de ambas ecuaciones alcanzan a $r = 0.95$. Las ecuaciones generadas de la temperatura media mensual y la altitud tienen las siguientes expresiones:

$$T = 21.02388 - 0.001202 \times H, r = 0.95 \quad [1]$$

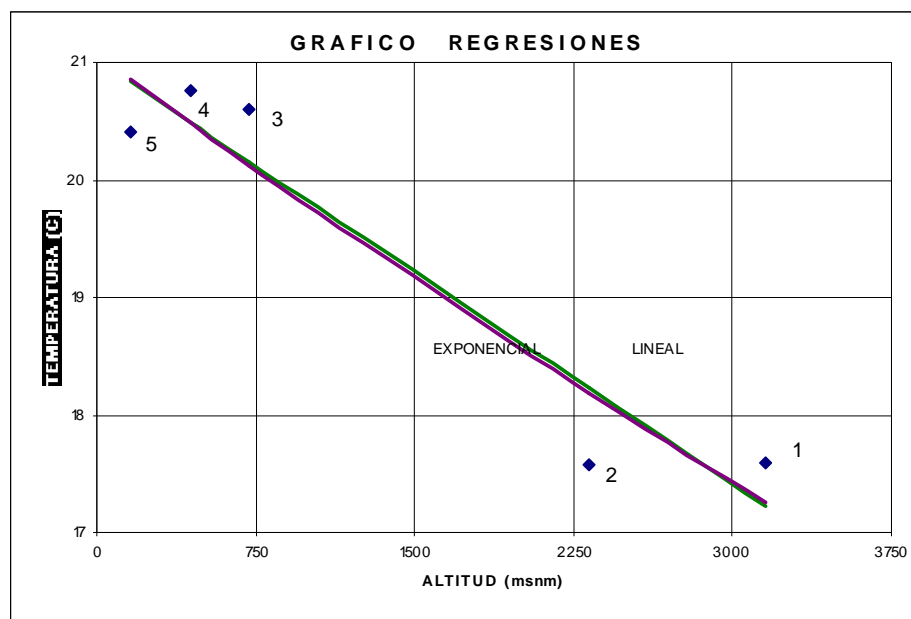
$$T = 21.06457 \times \exp(-0.0000631 \times H), r = 0.95 \quad [2]$$

La gradiente altitudinal de $-1.2 \text{ }^\circ\text{C}$ por cada Km., ha sido obtenida de la información de las cinco estaciones meteorológicas, se puede apreciar en el **CUADRO N° 3.1.1.** y el **GRAFICO N° 3.1.1**

CUADRO N° 3.1.1 RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y LA ALTITUD

ITEM	NOMBRE	ALTITUD	TEMPERATURA	1	2
	ESTACION	(msnm)	(°C)	(°C)	(°C)
1	HUAROCHIRI	3154	17.59	17.2	17.3
2	YAUYOS	2327	17.58	18.2	18.2
3	PACARAN	721	20.60	20.2	20.1
4	LA CAPILLA	442	20.76	20.5	20.5
5	CAÑETE	158	20.41	20.8	20.9

GRAFICO 3.1.1 REGIONALIZACION DE LA TEMPERATURA CON LA ALTITUD



3.1.3 Distribución Areal de la Temperatura Media Mensual

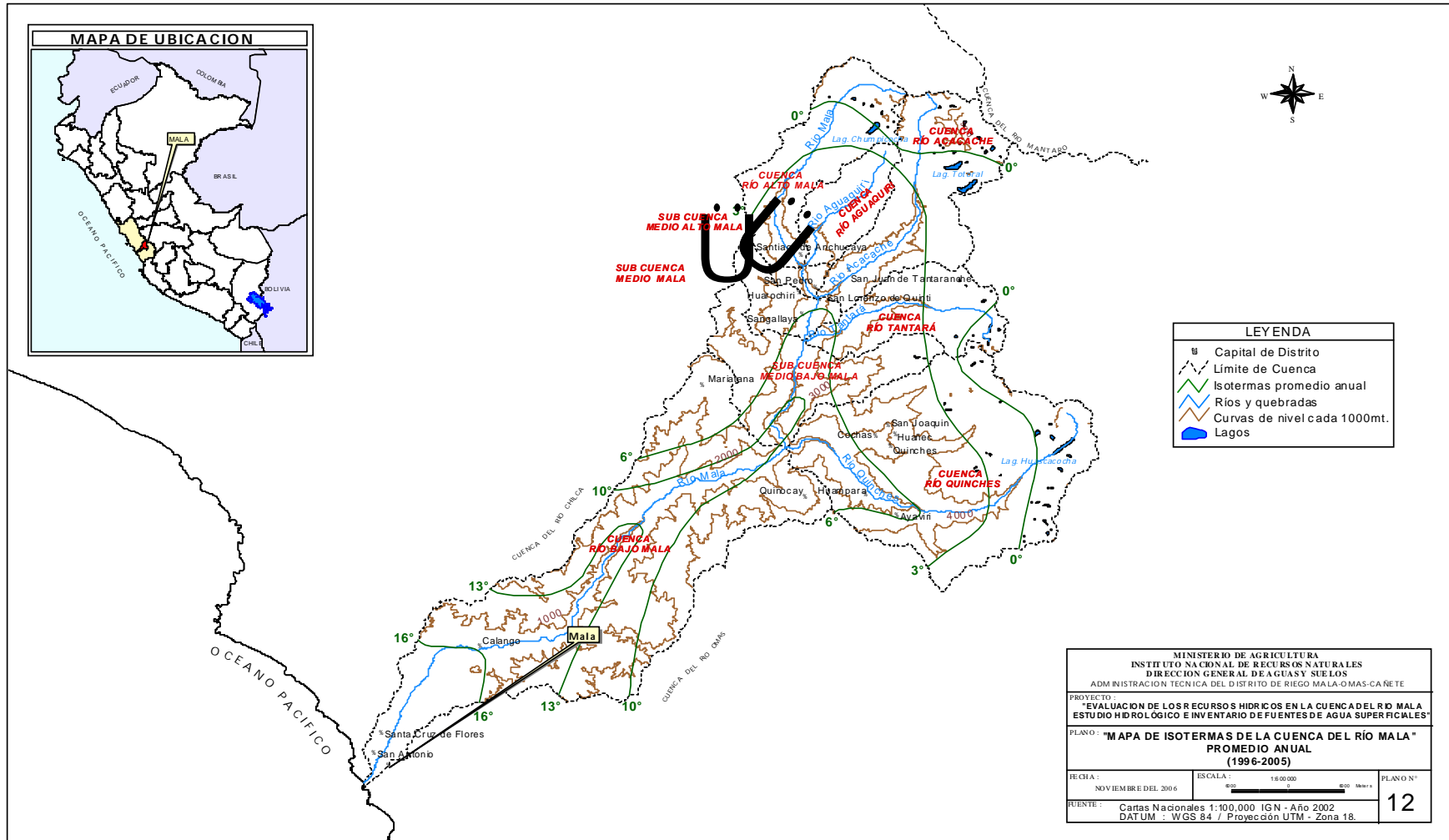
Para encontrar la temperatura media mensual y anual sobre la superficie de la cuenca del río Mala se está empleando dos metodologías, la distribución areal de la temperatura y mediante la regresión lineal. Para este proceso, se utiliza la información de cinco estaciones que controla este parámetro, Huarochirí, Yauyos, Pacarán, La Capilla y Cañete y para ello se está empleando el método de Thiessen Modificado.

El método de Thiessen Modificado se basa en la doble ponderación de la temperatura; sin embargo la escasa información del parámetro temperatura limita el empleo de la metodología, por cuanto solo se cuenta con información de 5 años estación Huarochirí, 10 años estación Yauyos, 6 años estación Pacarán, y solamente las estaciones de La Capilla y Cañete cuentan con información de 20 y 31 años respectivamente. Asimismo, dentro de la cuenca solamente existen 2 estaciones que controlan este parámetro La Capilla y Huarochirí, por lo que nos vemos restringidos a efectuar este método; sin embargo efectuaremos las Isotermas mensuales y anuales.

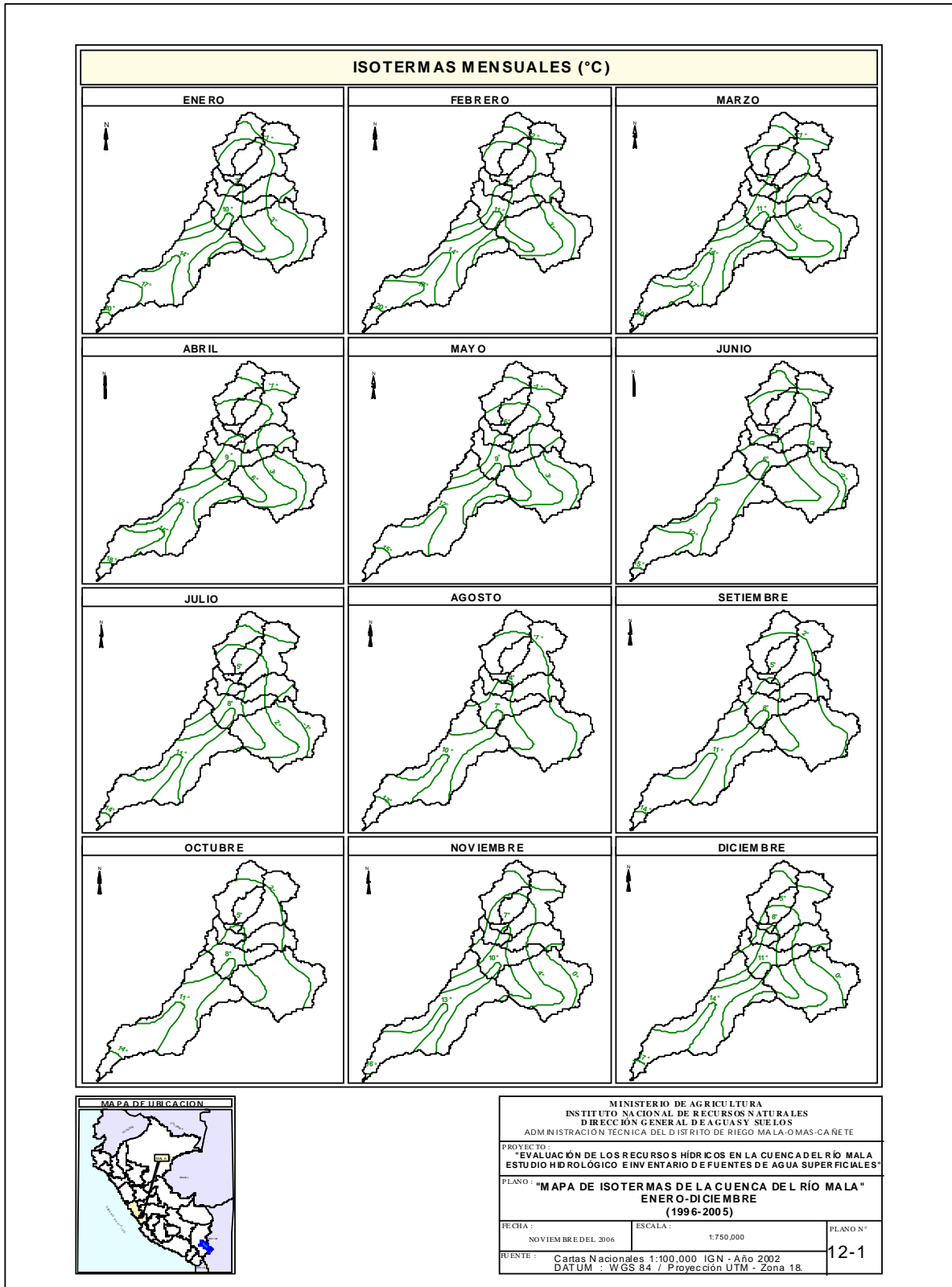
La otra metodología de cálculo, es la ya conocida de regionalización de la información Altitud Temperatura mediante el empleo de una regresión lineal simple, la misma que relaciona la variación altitudinal con la temperatura. Con el uso de estas regresiones se puede hallar la temperatura a nivel mensual en cualquier punto de la cuenca, con solo conocer la altitud requerida. Las ecuaciones de regresión lineal para generar la información a nivel mensual y anual se puede apreciar en el **CUADRO N° 3.1.2**.

En el **MAPA N° 12** y **MAPA N° 12-1**, se muestra la isoterma promedio anual y mensuales respectivamente (1,996-2,005); y las isoterma mensuales a detalle se muestra en el **ANEXO N° 7.1** y **ANEXO N° 7.2**.

MAPA N° 12 MAPA DE ISOTERMAS DE LA CUENCA DEL RIO MALA - PROMEDIO ANUAL - (1,996-2,005)



MAPA Nº 12-1 MAPA DE ISOTERMAS DE LA CUENCA DEL RIO MALA - ENERO – DICIEMBRE (1,996-2,005)



CUADRO N° 3.1.2 REGIONALIZACION DE LA TEMPERATURA ALTITUD

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD (mm)	M E S E S												MEDIA ANUAL C°
		ENE C°	FEB C°	MAR C°	ABR C°	MAY C°	JUN C°	JUL C°	AGO C°	SET C°	OCT C°	NOV C°	DIC C°	
HUAROCHIRI	3154	17.71	17.76	17.73	17.54	17.42	17.13	16.89	17.76	17.85	17.78	17.80	17.45	17.59
YAUYOS	2327	17.41	17.59	17.63	17.54	17.54	17.10	17.13	17.78	17.84	17.91	17.86	17.65	17.58
PACARAN	721	22.74	23.76	23.99	22.77	20.28	17.77	17.09	17.38	18.55	19.80	20.47	21.90	20.60
LA CAPILLA	442	23.68	24.82	24.89	23.46	20.66	18.22	17.34	17.43	18.02	19.08	20.24	21.80	20.76
CAÑETE	158	23.51	24.45	24.38	22.49	20.21	18.05	17.35	16.97	17.39	18.47	19.49	21.59	20.41
Parámetro	a	24.1805	25.3561	25.43237	23.6862	20.8195	18.1596	17.3313	17.163	17.942	19.24149	20.34824	22.3869	21.024
Parámetro	b	-2.3E-03	-2.7E-03	-2.7E-03	-2.2E-03	-1.2E-03	-3.7E-04	-1.26E-04	2.2E-04	-8.8E-06	-4.7E-04	-8.6E-04	-1.7E-03	-1.2E-03
Parámetro	r	-0.962	-0.964	-0.963	-0.951	-0.960	-0.939	-0.859	0.873	-0.028	-0.724	-0.885	-0.961	-0.953

3.2 Evapotranspiración

Existe una pluralidad de métodos empíricos y teóricos para la determinación de Evapotranspiración Potencial^[17]. Los métodos empíricos parten de las mediciones directas de la demanda de agua de los cultivos mediante lisímetros o de la medición de la evaporación de agua que se mide a partir del espejo libre de un tanque (tanque clase “A”), o mediante evaporímetro, del cual existen varios tipos, siendo los mas conocidos el evaporímetro Piche y el evaporímetro Livingston.

Otro de los métodos es, mediante el cálculo teórico utilizando formulas, relacionando la evapotranspiración con factores climáticos como: temperatura, humedad relativa, insolación, vientos y otros.

3.2.1 Información Básica

La información básica para determinar la evapotranspiración potencial proviene de las datos climáticos de cinco estaciones meteorológicas: Cañete, Pacarán, La Capilla, Yauyos y Huarochirí, descritos en el ítem 2.5. del presente informe.

Las estaciones de Cañete, Pacarán y Yauyos tienen información de evaporación, mientras que las estaciones de Cañete, La Capilla, Yauyos y Huarochirí, cuentan con información de humedad relativa. Las estaciones de Cañete, Pacarán, La Capilla, Yauyos y Huarochirí, cuentan con información de temperatura y las estaciones de Cañete y Pacarán cuentan con información de velocidad de vientos y horas de sol.

3.2.2 Metodología de cálculo

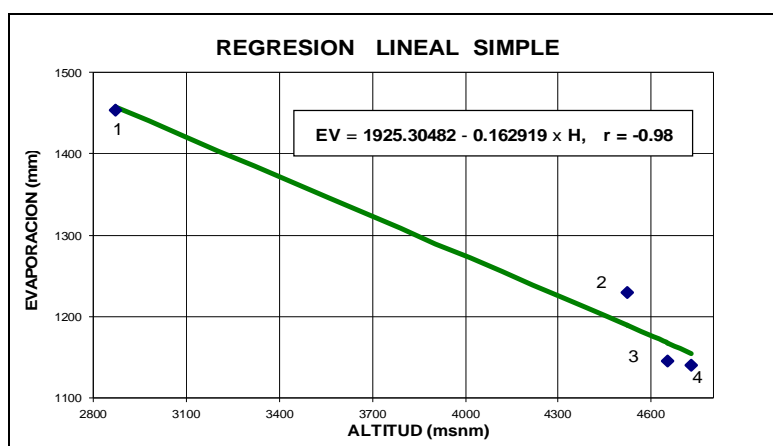
De acuerdo a lo descrito anteriormente, la metodología empleada en el presente estudio son métodos empíricos y el calculo teórico mediante el uso de factores climáticos.

Para emplear el método empírico, inicialmente se desarrollará el análisis de la evaporación a nivel regional, por cuanto, la información que se cuenta es escasa. Sin embargo, para efectuar la regionalización de la evaporación total anual se esta utilizando información de las estaciones Acnacochoa, Yanacochoa y Cochapata obtenida de^[7], las cuales se ubican en las cuencas vecinas de los ríos Mantaro y Pisco. Ver **CUADRO N° 3.2.1** y **GRAFICO N° 3.2.1**

CUADRO N° 3.2.1 REGIONALIZACION DE LA EVAPORACION TOTAL ANUAL - ALTITUD

ITEM	NOMBRE ESTACION	ALTITUD (msnm)	EVAPORACION (mm)	EVAP.AJUSTADA (mm)
1	YAUYOS	2871	1453,9	1457,6
2	ACNACOCHA	4520	1230,0	1188,9
3	YANACOCHA	4650	1145,0	1167,7
4	COCHAPATA	4730	1140,0	1154,7
	CUENCA MALA	3964	----	1279,5
	C. QUINCHES	5274	----	1066,1
	C.TANTARA	4949	----	1119,0
	C. ALTO MALA	4793	----	1144,4
	C.ACACACHE	4996	----	1111,4
	C.AGUQUIRI	4745	----	1152,3
	C.HUMEDA	5020	----	1107,5
	LA CAPILLA	442	----	1853,3
	HUAROCHIRI	3154	----	1411,5

GRAFICO N° 3.2.1 REGIONALIZACION DE LA EVAPORACION TOTAL ANUAL -ALTITUD



Del **CUADRO N° 3.2.1** y **GRAFICO N° 3.2.1**, se observa que existe relación entre la evaporación y la altitud, encontrándose un coeficiente de correlación $r = 0.98$, que nos indica una buena confiabilidad en el proceso de regionalización de los parámetros.

3.2.3 Evapotranspiración Potencial en la cuenca

Para obtener la evapotranspiración potencial mensual y anual para la cuenca del río Mala, se ha tomado los datos de la referencia^[7], donde genera inicialmente la evapotranspiración potencial para las estaciones Yauyos, Pacarán y Cañete.

Para obtener la evapotranspiración en las estaciones de referencia (La Capilla y Huarochirí) y para las cuencas de nivel 6 y nivel 7, utiliza el método de la cubeta, los cuales al ser afectados por coeficientes mensuales de corrección K_p que se muestran en el **CUADRO N° 3.2.2**, se obtiene la evapotranspiración potencial en las estaciones de Yauyos, Pacarán, Cañete, La Capilla y Huarochirí. La información obtenida para las estaciones de referencia La Capilla y Huarochirí son generadas a partir de la estación Yauyos. Los coeficientes de corrección K_p son obtenidos del volumen elaborado por el Proyecto

Especial de Pequeñas y Medianas Irrigaciones, Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria – Evapotranspiración Potencial en el Valle del Mantaro -1,986. a partir de las variables de velocidad de viento y humedad relativa (Estaciones Yauyos, Pacaran y Cañete), Los resultados de los cálculos efectuados para las estaciones, cuencas de Nivel 6 y 7 y cuenca húmeda del río Mala, se aprecia en el **CUADRO N° 3.2.2**, **CUADRO N° 3.2.3**.

CUADRO N° 3.2.2 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PARA EL AÑO PROMEDIO ESTACIONES CUENCA DEL RIO MALA (mm/mes).

MES	EVAPORACION DE TANQUE TIPO "A" (mm) REFERENCIA					ESTACIONES DE					COEFICIENTE DE CORRECCION (KP) (*)					EVAPOTRANSPIRACION ETo (mm) ESTACIONES DE REFERENCIA				
	YAUYOS (1)	PACARAN (2)	CAÑETE (3)	LA CAPILLA (4)	HUAROCHIRI (5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	YAUYOS (1)	PACARAN (2)	CAÑETE (3)	LA CAPILLA (4)	HUAROCHIRI (5)					
SET	148,6	106,6	72,2	188,9	143,9	0,69	0,72	0,75	0,69	0,71	102,4	77,2	54,2	130,4	101,7					
OCT	143,4	120,1	97,7	182,3	138,9	0,69	0,72	0,75	0,69	0,70	99,0	87,0	72,8	126,4	97,6					
NOV	135,6	121,3	109,0	172,4	131,3	0,70	0,73	0,74	0,70	0,71	95,5	88,6	81,0	119,9	93,0					
DIC	121,5	130,5	135,8	154,5	117,7	0,73	0,72	0,74	0,68	0,73	88,2	94,1	100,5	105,7	85,9					
ENE	90,3	121,5	154,7	114,8	87,4	0,74	0,72	0,74	0,68	0,74	66,6	87,2	114,2	78,1	64,5					
FEB	78,7	120,0	143,9	100,1	76,2	0,74	0,71	0,73	0,68	0,74	58,5	85,1	105,6	67,5	56,5					
MAR	77,3	137,4	151,1	98,3	74,9	0,74	0,70	0,73	0,67	0,74	57,3	96,3	110,2	65,7	55,5					
ABR	96,3	120,4	129,3	122,4	93,3	0,72	0,70	0,73	0,67	0,72	68,9	84,2	94,5	81,5	67,3					
MAY	123,3	103,0	87,5	156,8	119,4	0,70	0,72	0,72	0,68	0,71	85,9	73,8	63,4	106,4	84,6					
JUN	134,5	79,0	54,8	171,0	130,2	0,69	0,72	0,74	0,68	0,70	92,2	56,9	40,4	116,4	91,4					
JUL	150,1	81,0	54,2	190,8	145,4	0,67	0,72	0,73	0,68	0,69	100,7	58,1	39,7	129,3	100,5					
AGO	158,0	92,1	59,4	200,9	153,0	0,68	0,72	0,74	0,68	0,70	107,6	66,5	43,7	137,2	107,1					
TOT.	1457,6	1332,9	1249,6	1853,3	1411,5	0,71	0,72	0,74	0,68	0,72	1022,8	954,8	920,0	1264,5	1005,8					

(*) Fuente: PROYECTO ESPECIAL DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS IRRIGACIONES, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y PROMOCION AGROPECUARIA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN EL VALLE DEL MANTARO, OCTUBRE, 1986

CUADRO N° 3.2.3 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PARA EL AÑO PROMEDIO CUENCAS N6 Y N7 DEL RIO MALA (mm/mes).

MES	EVAPORACION MENSUAL										KP	EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA - ETP						
	EST.	CUENCA								CUENCA								
		YAUYOS **	MALA	ALTO MALA *	QUINCHES	TANTARA	AGUAQUIRI *	ACACACHE *	HUMEDA *	MALA		ALTO MALA	QUINCHES	TANTARA	AGUAQUIRI	ACACACHE	HUMEDA	
SET	148,6	130,4	116,7	108,7	114,1	117,5	113,3	112,9	0,69	89,9	80,4	74,9	78,6	80,9	78,1	77,8		
OCT	143,4	125,9	112,6	104,9	110,1	113,4	109,3	109,0	0,69	86,9	77,7	72,4	76,0	78,2	75,5	75,2		
NOV	135,6	119,0	106,5	99,2	104,1	107,2	103,4	103,0	0,70	83,9	75,0	69,9	73,3	75,5	72,9	72,6		
DIC	121,5	106,7	95,4	88,9	93,3	96,1	92,6	92,3	0,73	77,4	69,3	64,5	67,7	69,7	67,3	67,0		
ENE	90,3	79,3	70,9	66,0	69,3	71,4	68,9	68,6	0,74	58,5	52,3	48,7	51,2	52,7	50,8	50,6		
FEB	78,7	69,1	61,8	57,6	60,4	62,2	60,0	59,8	0,74	51,3	45,9	42,8	44,9	46,2	44,6	44,4		
MAR	77,3	67,9	60,7	56,5	59,3	61,1	58,9	58,7	0,74	50,3	45,0	41,9	44,0	45,3	43,7	43,5		
ABR	96,3	84,5	75,6	70,4	73,9	76,1	73,4	73,2	0,72	60,4	54,1	50,4	52,9	54,4	52,5	52,3		
MAY	123,3	108,2	96,8	90,2	94,7	97,5	94,0	93,7	0,70	75,4	67,5	62,9	66,0	67,9	65,5	65,3		
JUN	134,5	118,1	105,6	98,4	103,3	106,3	102,6	102,2	0,69	80,9	72,4	67,4	70,8	72,9	70,3	70,1		
JUL	150,1	131,8	117,8	109,8	115,2	118,7	114,4	114,0	0,67	88,4	79,1	73,7	77,3	79,6	76,8	76,5		
AGO	158,0	138,7	124,0	115,6	121,3	124,9	120,5	120,1	0,68	94,5	84,5	78,7	82,6	85,1	82,0	81,8		
TOTAL	1457,6	1279,5	1144,4	1066,1	1119,0	1152,3	1111,4	1107,5	0,71	897,8	803,0	748,1	785,2	808,6	779,9	777,1		

** = Estación de referencia YAUYOS, EVAPORACION DE TANQUE TIPO "A"

* = Evaporación Mensual obtenida de la ECUACION DE REGIONALIZACION

3.2.4 Evapotranspiración Potencial en el valle

Para obtener la evapotranspiración potencial en el valle y/o áreas de cultivo, expresado como caso segundo, se está empleando en método Penman (FAO N° 24) **CUADRO N° 3.2.5**; asimismo, se ha obtenido la evapotranspiración potencial mediante fórmulas empíricas como: Hargreaves III, Hargreaves II, Samani, Hargreaves - Samani, Penman (Modificado), Penman - Monteith y Radiación, a nivel mensual y anual, a partir de la información climatológica de la estación de Cañete, cuyos resultados se muestran en el **CUADRO 3.2.4** y **GRAFICO N° 3.2.2**.

CUADRO Nº 3.2.4 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL POR VARIOS METODOS PARA LA CUENCA DEL RÍO MALA (ESTACION DE REFERENCIA CAÑETE)

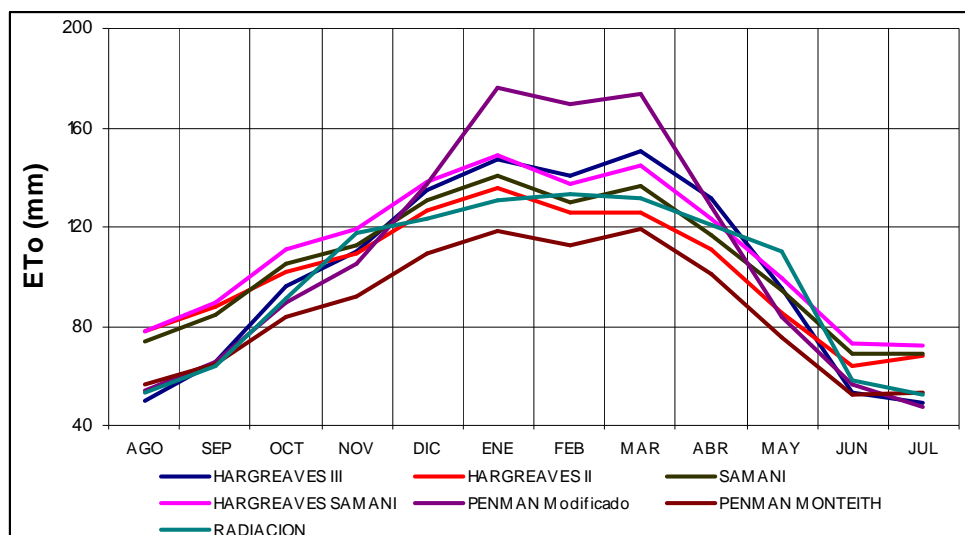
MES	HARGREAVES III		HARGREAVES II		SAMANI		HARGREAVES SAMANI		PENMAN Modificado		PENMAN MONTEITH		RADIACION	
	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)
AGO	1.6	50.0	2.5	77.8	2.4	73.7	2.5	77.9	1.7	54.0	1.8	56.4	1.7	53.3
SEP	2.2	65.8	2.9	88.2	2.8	84.9	3.0	89.7	2.2	65.2	2.2	64.5	2.1	63.6
OCT	3.1	96.4	3.3	101.7	3.4	105.2	3.6	111.2	2.9	89.2	2.7	84.0	3.0	91.5
NOV	3.7	110.4	3.6	109.0	3.7	112.5	4.0	118.9	3.5	105.0	3.1	91.8	3.9	117.6
DIC	4.3	134.7	4.1	126.9	4.2	130.5	4.4	137.9	4.4	137.0	3.5	109.1	4.0	123.4
ENE	4.8	147.3	4.4	135.6	4.5	140.4	4.8	148.5	5.7	176.2	3.8	118.4	4.2	131.1
FEB	5.0	140.7	4.5	126.0	4.6	129.8	4.9	137.2	6.1	169.7	4.0	112.3	4.8	133.0
MAR	4.8	150.2	4.1	125.8	4.4	136.7	4.7	144.5	5.6	173.7	3.8	119.0	4.3	131.8
ABR	4.4	131.4	3.7	110.6	3.9	116.3	4.1	123.0	4.3	128.2	3.4	101.4	4.0	120.6
MAY	3.1	95.6	2.7	85.0	3.0	94.2	3.2	99.6	2.7	84.0	2.4	75.3	3.5	109.7
JUN	1.8	53.2	2.1	64.1	2.3	68.9	2.4	72.9	1.9	56.2	1.8	52.5	2.0	58.5
JUL	1.6	49.1	2.2	68.1	2.2	68.5	2.3	72.4	1.5	47.4	1.7	53.3	1.7	52.1
TOTAL	3.4	1224.8	3.3	1218.8	3.5	1261.8	3.7	1333.8	3.5	1285.8	2.9	1038.1	3.3	1186.2

CUADRO Nº 3.2.5 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PARA EL AREA CULTIVOS DEL VALLE DE MALA

MES	ZONA BAJA VALLE		ZONA MEDIA VALLE		ZONA ALTA VALLE	
	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)	(mm/día)	(mm/mes)
AGO	1.93	59.8	2.02	62.6	3.31	102.6
SEP	2.32	69.6	2.62	78.6	3.95	118.5
OCT	2.79	86.5	3.08	95.5	4.52	140.1
NOV	3.15	94.5	3.23	96.9	4.92	147.6
DIC	3.63	112.5	3.76	116.6	5.08	157.5
ENE	4.02	124.6	4.25	131.8	5.11	158.4
FEB	4.22	118.2	4.49	125.72	4.88	136.6
MAR	4.1	127.1	4.34	134.5	4.79	148.5
ABR	3.73	111.9	3.89	116.7	4.28	128.4
MAY	2.64	81.8	2.82	87.4	3.57	110.7
JUN	1.95	58.5	2.14	64.2	2.85	85.5
JUL	1.79	55.5	1.92	59.5	2.95	91.5
TOTAL	36.3	1100.5	38.6	1170.0	50.2	1525.9

ZONA BAJA: C. R./ Bloques : Bujama, Escala-Salitre y Flores-San Antonio
 ZONA MEDIA: C.R./ Bloques : Correvientos-Rinconada, Flores-Azpitia y San Andrés
 ZONA ALTA: C.R./ Bloques : Calango y Minay

GRAFICO Nº 3.2.2 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL POR VARIOS METODOS DE LA CUENCA DEL RÍO MALA



IV. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA PLUVIOMETRIA

4.1 Red de estaciones de medición - Información histórica

La información que cuenta el presente Proyecto ha identificado 18 estaciones que controlan el parámetro pluviométrico, las mismas que cuentan con periodos variables de observación entre los años 1,964 - 2,005. Las estaciones Ayavirí, Huancata, Huañec, Huarochirí, la Capailla, San Pedro de Pilas, Antioquia, Langa, San Lorenzo de Escoma, Santiago de Tuna, Carania, Huantán, Tanta, Vilca, Yauyos, San Pedro de Parac, Matucana y Cañete. Cinco pertenecen a la cuenca del río Mala, una pertenece a la cuenca Omas, cuatro pertenecen a la cuenca Lurin, seis pertenecen a la cuenca Cañete y dos pertenecen a la cuenca Rimac. Las estaciones en su totalidad son administradas por el SENAMHI. En el **MAPA N°13** se muestra las estaciones pluviométricas que se ubican dentro y fuera de la cuenca del río Mala.

El **CUADRO N 4.1.1**, se resume la información histórica pluviométrica total mensual de las estaciones identificadas para el Proyecto. Los registros de la precipitación histórica se muestran en el **ANEXO N° 1.1**

CUADRO N°4.1.1, PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA
AÑO PROMEDIO (1964 – 2005)

N°	ESTACION	ALTITUD msnm.	M E S E S												TOTAL ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	AYAVIRI	3,228	119.01	132.60	148.36	49.22	5.82	0.02	0.31	0.92	2.05	9.83	14.86	55.16	538.16
2	HUANCATA	2,700	71.26	100.06	94.78	25.09	2.79	0.12	0.00	0.42	0.57	8.55	14.44	45.78	363.86
3	HUAÑEC	3,205	47.95	61.58	56.25	11.27	1.71	0.01	0.00	0.03	0.72	5.25	8.08	30.32	223.17
4	HUAROCHIRI	3,154	79.07	97.38	99.55	27.56	4.24	0.25	0.07	0.25	3.67	12.47	16.49	46.50	387.50
5	LA CAPILLA	442	0.52	0.68	0.28	0.15	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	1.83
6	SAN PEDRO DE PILAS	2,600	47.41	66.74	66.57	10.50	0.85	0.00	0.00	0.25	0.57	1.52	5.63	26.31	226.35
7	ANTIOQUIA	1,839	16.25	28.02	24.86	1.24	0.40	0.01	0.01	0.03	0.19	0.28	1.03	7.18	79.50
8	LANGA	2,860	54.81	76.39	65.74	20.48	0.52	0.00	0.00	0.12	1.08	5.56	8.73	27.02	260.45
9	SAN LAZARO DE ESCOMA	3,600	88.71	98.61	117.73	45.80	4.88	0.33	0.65	1.99	3.61	11.25	21.26	55.80	450.62
10	SANTIAGO DE TUNA	2,921	59.96	102.17	102.87	13.44	1.44	0.01	0.05	0.09	1.01	3.56	9.05	30.71	324.36
11	CAÑETE	150	0.15	0.39	0.11	0.00	1.40	1.14	1.80	1.86	1.27	0.86	0.29	0.22	9.49
12	CARANIA	3,875	112.95	114.53	125.65	43.31	13.20	4.10	3.22	4.88	11.36	27.48	29.47	77.29	567.44
13	HUANTAN	3,272	192.08	235.71	190.97	68.90	10.41	1.04	1.94	1.91	2.28	46.42	54.68	75.23	881.57
14	TANTA	4,505	143.64	151.79	151.61	88.15	23.12	6.58	5.59	9.63	29.13	57.83	74.58	107.16	848.81
15	VILCA	3,864	170.34	181.02	167.15	74.13	16.83	6.19	5.01	11.15	31.12	58.77	66.79	110.95	899.45
16	YAUYOS	2,327	70.23	83.83	85.40	19.77	3.79	0.47	0.16	0.91	3.72	13.26	15.82	44.51	341.87
17	SAN JOSE DE PARAC	3,800	113.00	123.36	114.99	38.37	9.97	1.13	0.62	2.86	17.10	38.72	42.37	93.74	596.23
18	MATUCANA	2,378	54.55	70.97	72.38	17.87	1.83	0.10	0.00	0.26	2.33	8.32	11.72	35.80	276.13

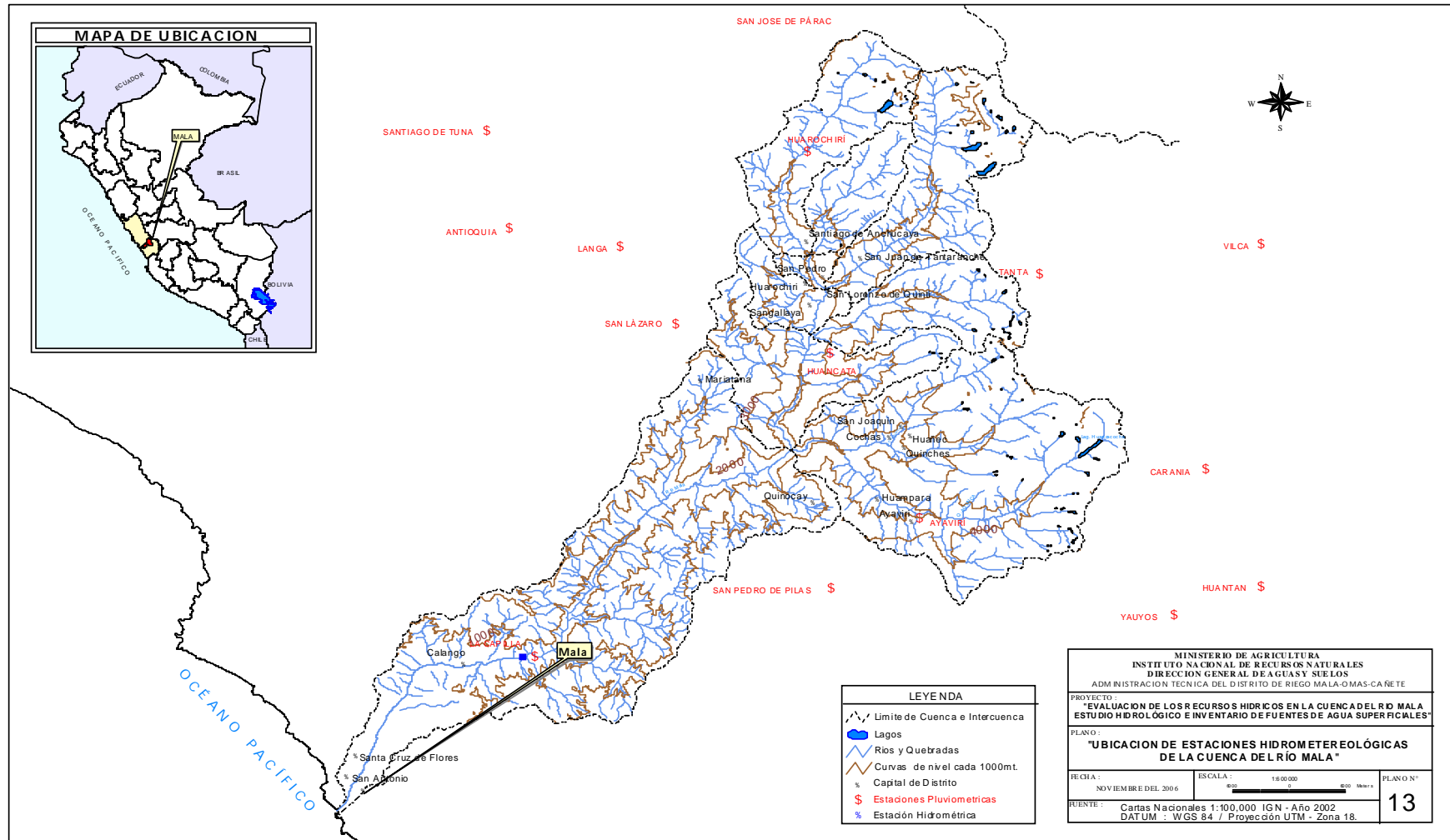
4.2 Análisis estadístico de consistencia de la información

4.2.1 Ajuste de la información pluviométrica

El ajuste estadístico de las series de datos de precipitación mensual, se han efectuado mediante las pruebas de Chi-Cuadrado y Smirnov-Kolmogorov, haciendo uso del software "SIH", cuyos resultados se adjuntan en el **ANEXO 2.1**. Los resultados en todos los casos se ajustan a una distribución normal.

De las 18 estaciones seleccionadas, solo se utilizaron en el análisis 15 estaciones, dejando de utilizar la información de la estación de Cañete, Huañec y Huantan, por no cumplir con las condiciones esperadas de su información.

MAPA N° 13 UBICACIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO MALA



4.2.2 ANALISIS DE SALTOS Y TENDENCIAS

Mediante el uso del software “SIH” se ha efectuado previamente el análisis estadístico de Saltos y Tendencias de la información pluviométrica. Dicha evaluación del análisis gráfico y estadístico de saltos y tendencias de la información pluviométrica se efectúa mediante los estadísticos "T" de Student "F" de Fischer. De la evaluación realizada a la información pluviométrica, se ha encontrado mínimamente períodos inconsistentes a las estaciones Vilca, San José de Parac y Huarochiri, a las cuales no se les modificó su información por considerarla óptima; por lo que se ha asumido utilizar la información tal como fue registrada. En el **GRAFICO N° 4.2.1** al **GRAFICO N° 4.2.10** se muestra los histogramas y la evaluación de los saltos de la precipitación histórica. En el **ANEXO N° 2.2**, se presenta la información libre de saltos y tendencias

GRAFICO N° 4.2.1 HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION Y ANALISIS DE SALTOS

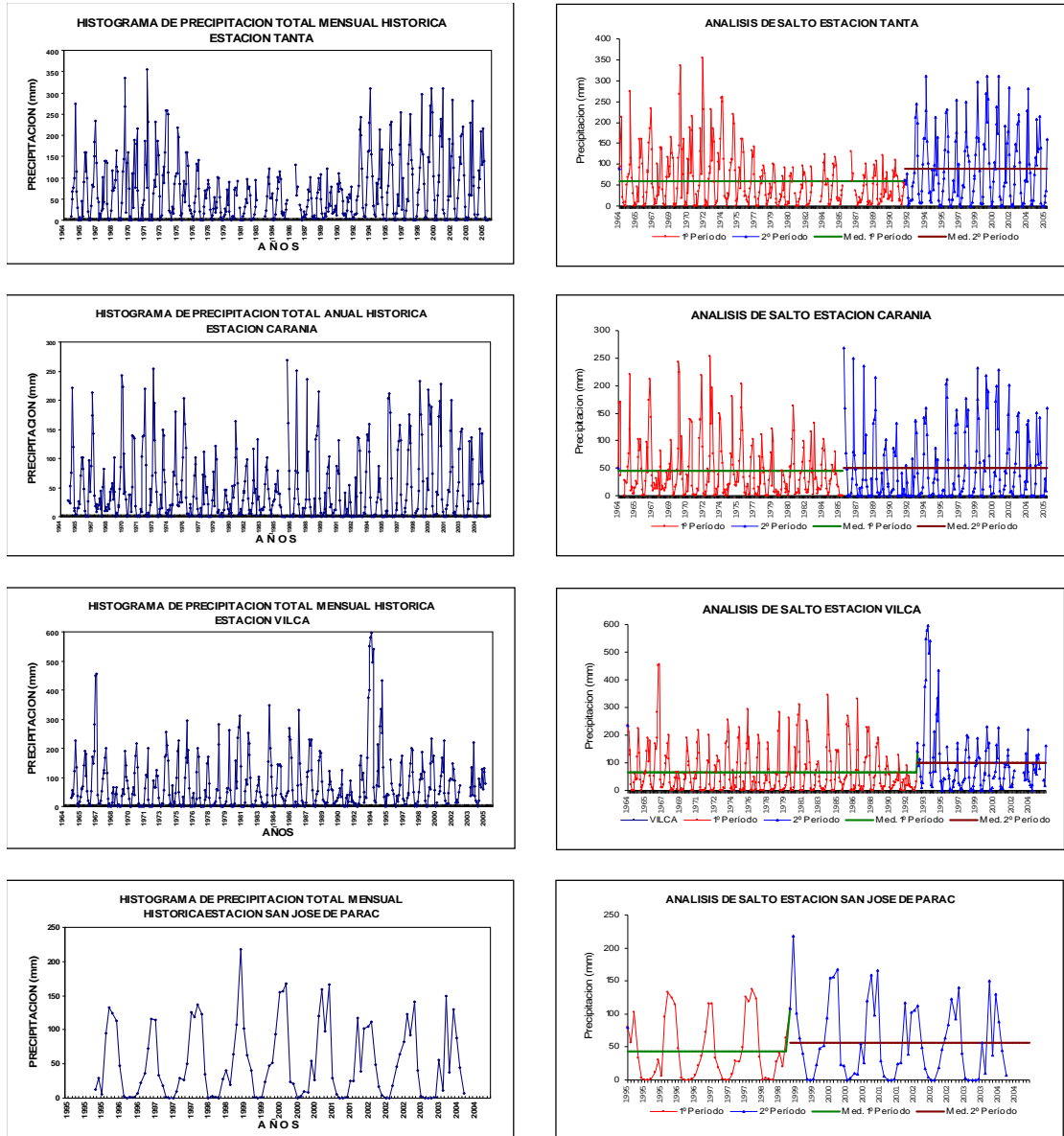


GRAFICO N° 4.2.1 HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION Y ANALISIS DE SALTOS

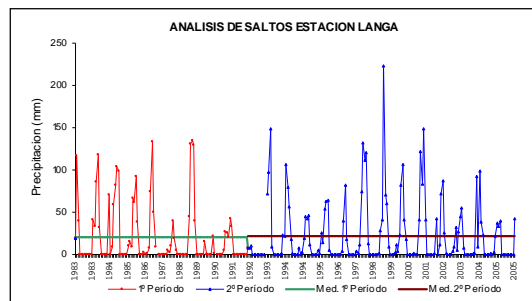
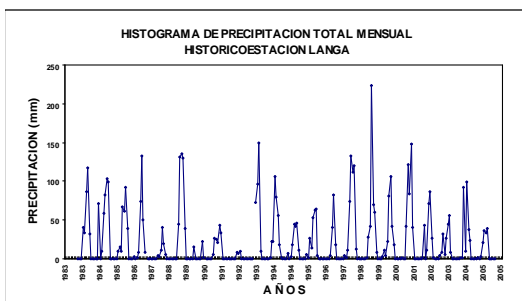
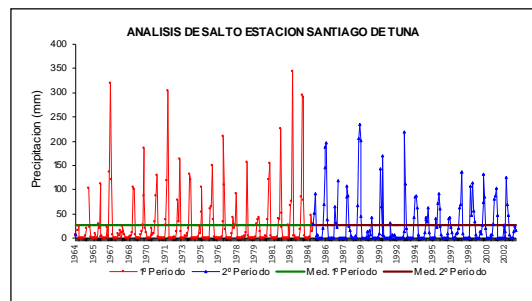
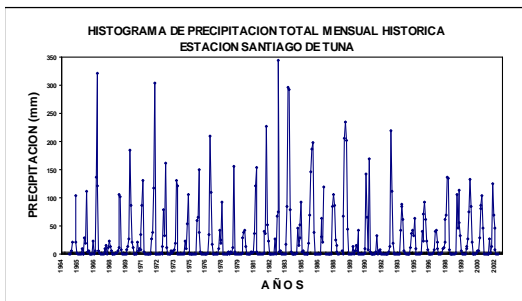
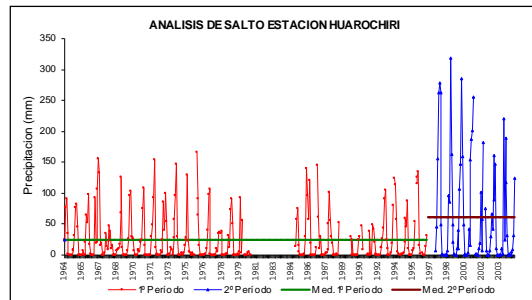
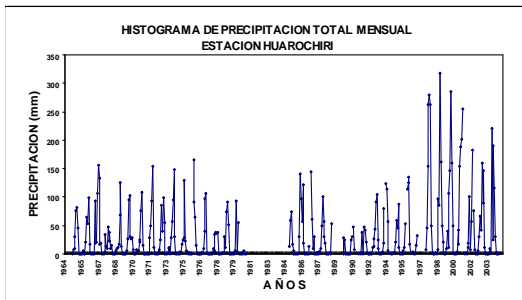
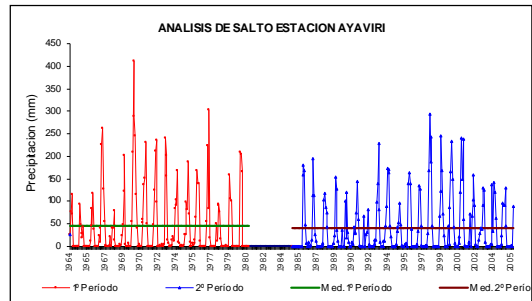
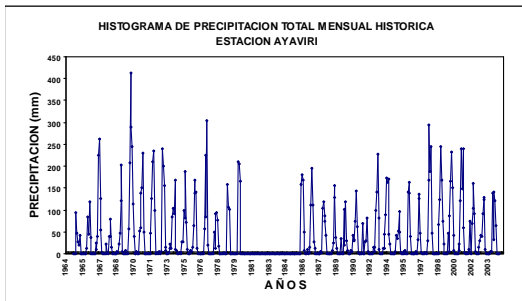
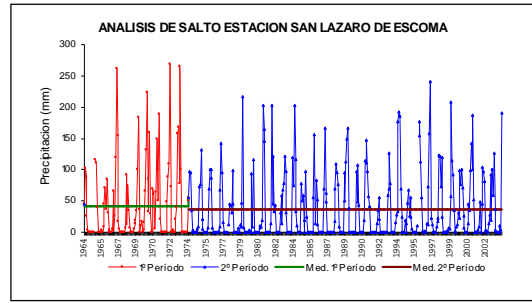
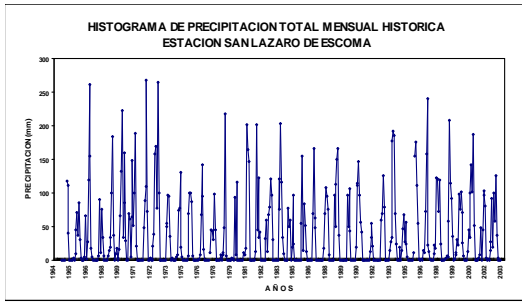


GRAFICO N° 4.2.1 HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION Y ANALISIS DE SALTOS

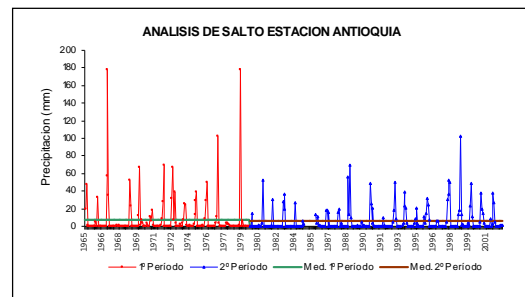
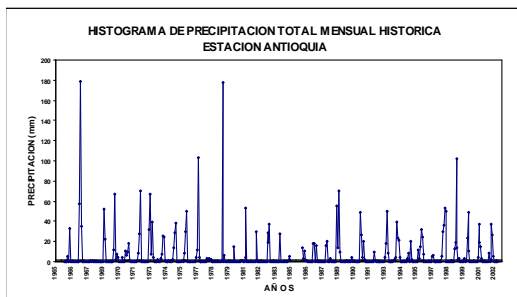
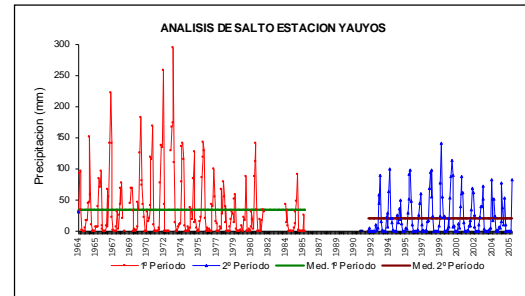
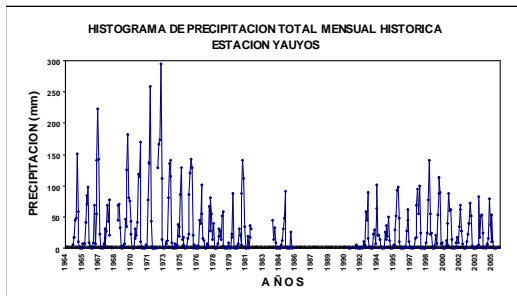
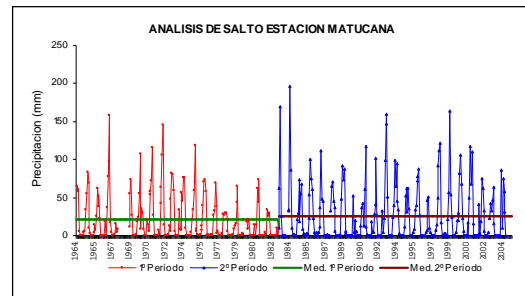
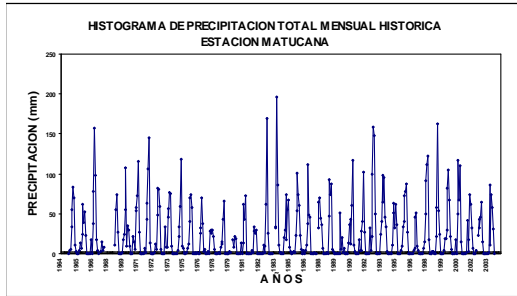
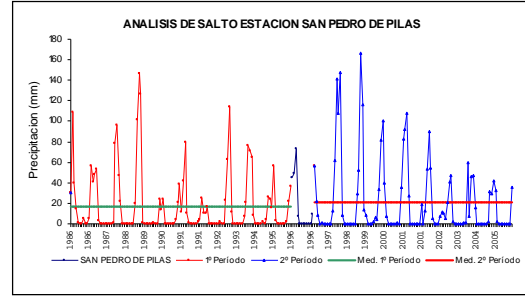
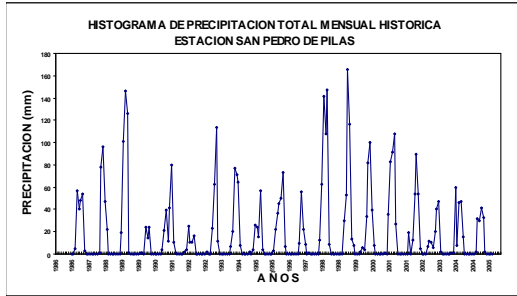
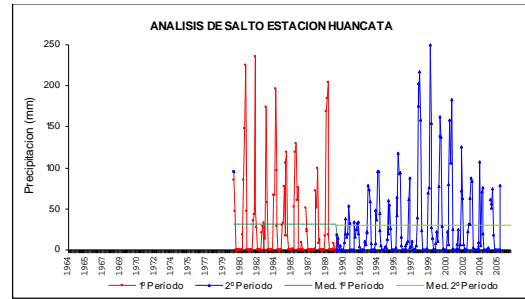
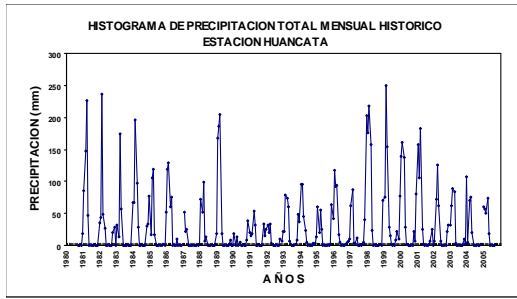
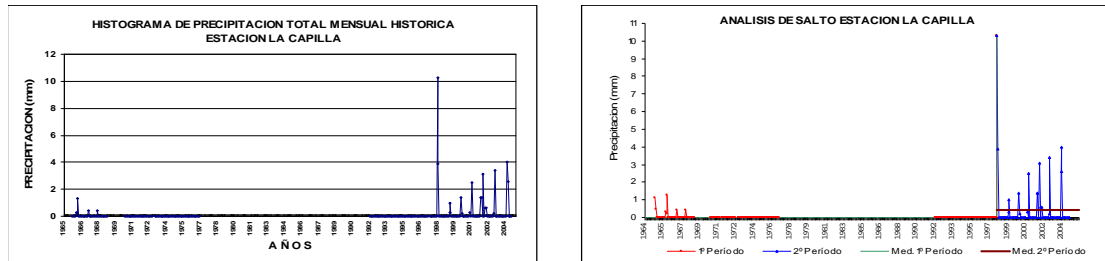


GRAFICO N° 4.2.1 HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION Y ANALISIS DE SALTOS



4.3 Completación y extensión de datos faltantes

El proceso de completación y extensión de la información pluviométrica total mensual se ha realizado con el software HEC4, instalado como un módulo o componente del programa de cómputo “SIH”. El HEC4 realiza una correlación múltiple cruzada entre los datos de precipitación mensual de todas las estaciones, buscando el coeficiente de correlación mas adecuado. Los registros completos de las estaciones seleccionados de precipitación total mensual se muestran en el **ANEXO N° 2.3**.

En el **CUADRO N°4.3.1** se muestra la información pluviométrica total mensual y anual consistente, completada y extendida de las estaciones seleccionadas para el año promedio periodo 1,964-2,005.

4.3.1 Análisis de doble masa

El análisis de doble masa o doble acumulación se ha efectuado a 14 estaciones de las 15 seleccionadas, exceptuando a la estación la Capilla por contar con una precipitación mínima (1.68 mm promedio anual). Las estaciones base o índice se considera al promedio de las 14 estaciones utilizadas. En el **GRAFICO N° 4.3.1** se muestran los gráficos de las estaciones utilizadas, apreciándose que no existe cambios resaltantes en la línea generada de las acumulaciones, concretándose de esta manera su consistencia de la información pluviométrica. En el **ANEXO N° 2.4** se muestra el análisis de doble masa de las estaciones seleccionadas.

GRAFICO N° 4.3.1 ANALISIS DE DOBLE MASA ESTACIONES COMPLETAS

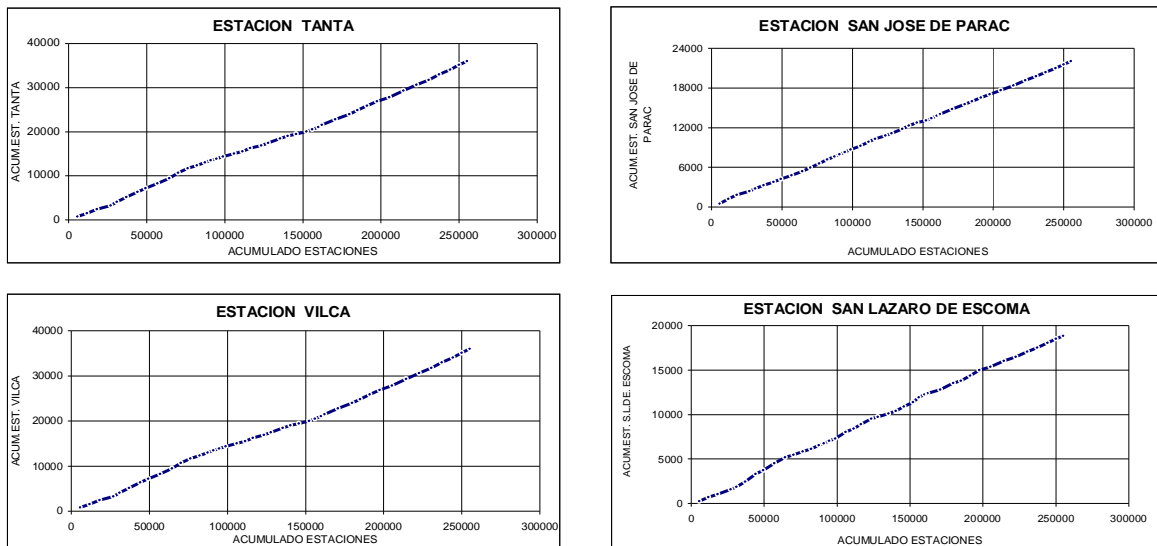
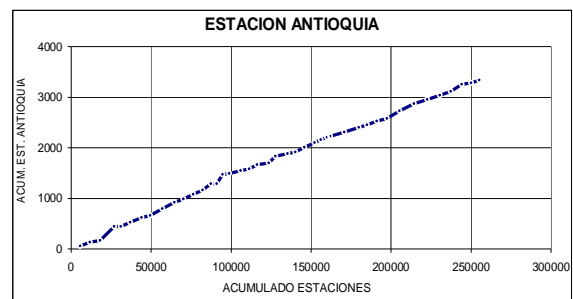
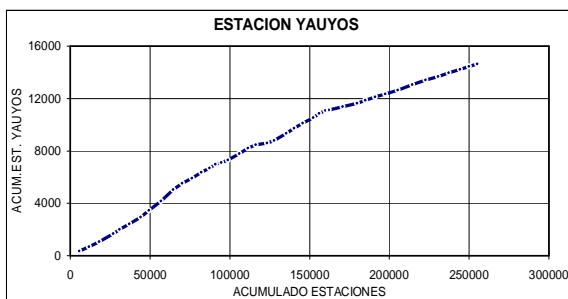
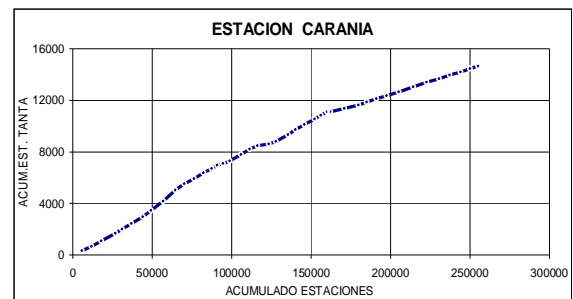
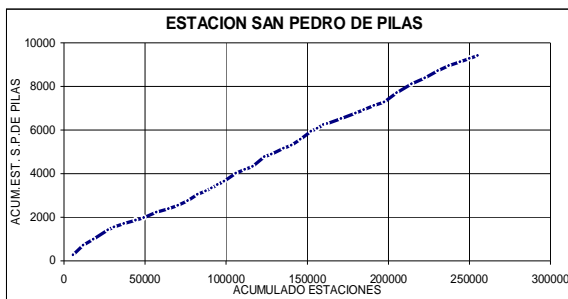
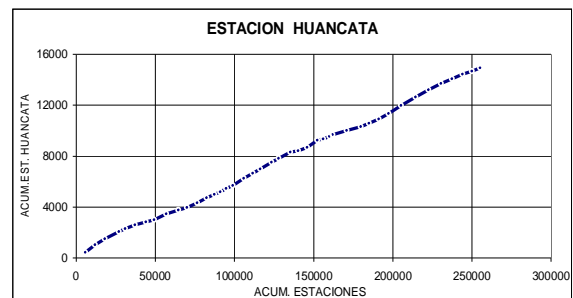
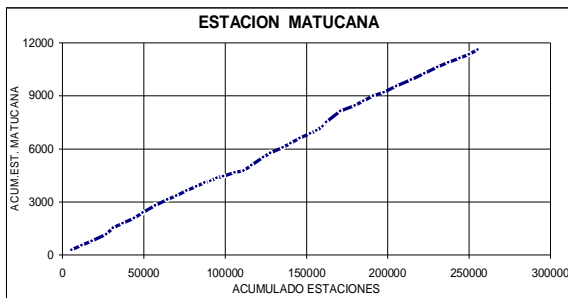
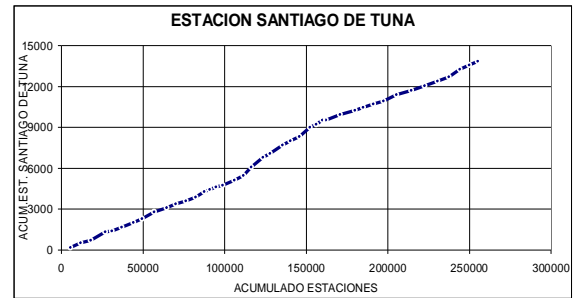
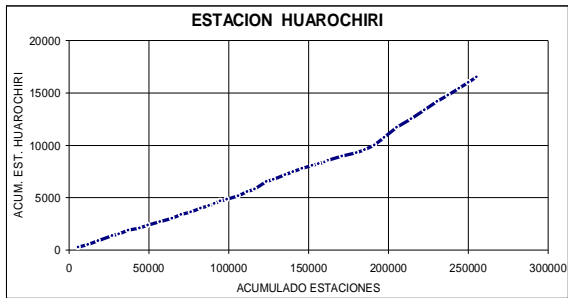
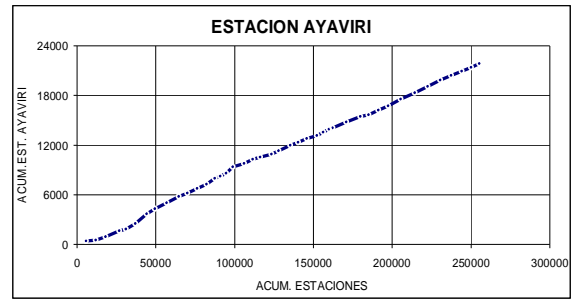
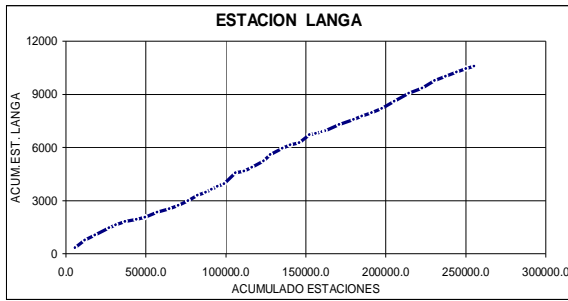


GRAFICO N° 4.3.1 ANALISIS DE DOBLE MASA ESTACIONES COMPLETAS



CUADRO Nº 4.3.1 PRECIPITACION TOTAL MENSUAL DE ESTACIONES COMPLETAS Y CONSISTENTES DE LA CUENCA DEL RIO MALA (mm)

ITEM	ESTACION	ALT.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
1	TANTA	4,505	144.02	160.16	149.59	88.26	24.42	7.40	5.78	9.32	28.43	57.83	74.58	107.16	856.95
2	CARANIA	3,875	111.55	114.53	125.65	43.31	13.48	4.01	3.14	4.86	11.36	27.48	29.47	77.29	566.13
3	VILCA	3,864	170.34	181.02	167.15	74.13	16.85	6.39	5.19	11.13	31.12	58.77	66.93	110.87	899.89
4	SAN JOSE DE PARAC	3,800	101.90	106.92	104.35	33.92	8.90	4.74	1.44	6.90	17.95	30.30	37.77	69.42	524.57
5	SAN LAZARO DE ESCOMA	3,600	91.13	95.68	117.53	45.28	4.67	0.32	0.62	1.90	3.43	10.61	20.51	56.67	448.35
6	AYAVIRI	3,228	110.36	123.62	147.58	49.00	5.60	0.02	0.28	0.81	1.83	11.43	18.05	51.70	520.29
7	HUAROCHIRI	3,154	84.51	99.05	103.46	25.95	3.72	0.19	0.06	0.23	2.71	11.38	20.11	41.77	393.15
8	SANTIAGO DE TUNA	2,921	59.20	107.60	101.64	14.66	1.39	0.00	0.04	0.08	1.01	3.50	9.02	31.31	329.45
9	LANGA	2,860	50.61	75.19	65.79	19.13	0.30	0.00	0.00	0.07	1.16	5.61	6.88	27.65	252.39
10	HUANCATA	2,700	66.78	97.59	91.99	23.25	2.30	0.17	0.00	0.31	0.78	9.20	11.93	51.63	355.93
11	SAN PEDRO DE PILAS	2,600	42.22	63.61	68.32	9.76	0.74	0.00	0.00	0.14	0.51	1.36	6.66	31.00	224.33
12	MATUCANA	2,378	54.22	71.33	73.38	18.28	1.74	0.09	0.00	0.24	2.62	7.73	11.23	35.49	276.35
13	YAUYOS	2,327	71.14	85.84	90.58	20.72	3.95	0.40	0.16	0.74	3.30	12.25	14.75	45.14	348.97
14	ANTIOQUIA	1,839	15.35	29.06	24.52	1.52	0.36	0.00	0.01	0.02	0.17	0.24	0.91	7.37	79.53
15	LA CAPILLA	442	0.28	0.47	0.18	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.22	1.68

4.3.2 Análisis de Precipitación Altitud

Existe una dependencia entre la precipitación y la altitud, esta dependencia se puede hallar mediante una serie de ecuaciones de regresión. Después de haber utilizado varias tipos de ecuaciones de regresión, se ha encontrado que la regresión de tipo potencial, es la que mas se ajusta a dependencia.

La relación entre la precipitación total anual y la altitud de tipo potencial, que mejor se ajusta es de la forma:

$$P'(t) = A * (H)^B$$

Donde: **P'(t)** = Precipitación estimada (mm)

A, B = Coeficientes de la ecuación de regresión

H = Altitud (msnm.) de la estación o punto de interés.

Los resultados de la regresión dieron los siguientes parámetros:

$$A = 2.702$$

$$B = -1.4E7$$

Coeficiente de correlación **r = 0,983**

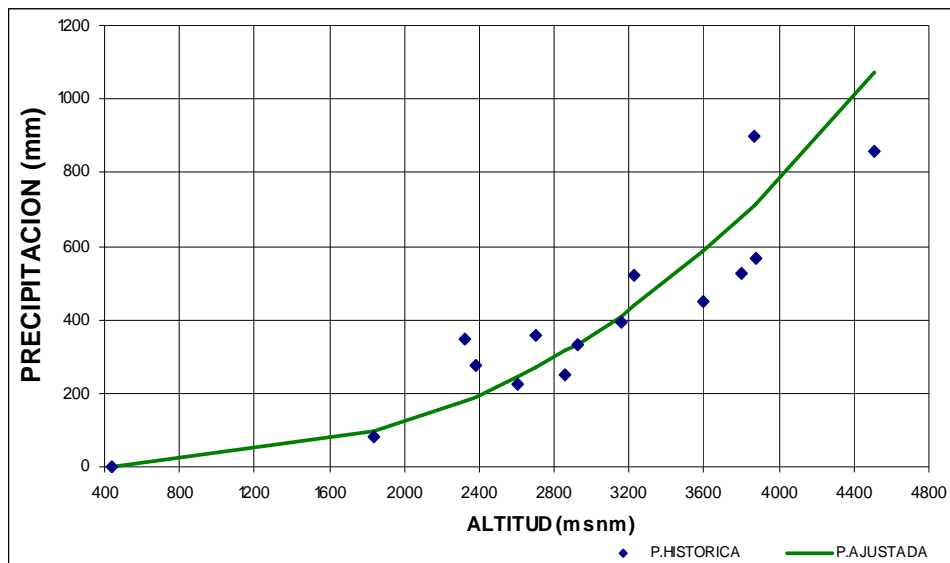
Como se observa, el coeficiente de correlación encontrado en el análisis es alto, por cuanto, la ecuación de tipo potencial hallada para relacionar la precipitación – altitud, arroja los resultados más convincentes y se pueden ver en el **CUADRO Nº 4.3.2** y **GRAFICO Nº 4.3.2**.

Así mismo, en el cuadro se muestra la comparación de los resultados obtenidos tanto con la información histórica y completas (1,964-2,000). Igualmente se obtiene precipitaciones a alturas definidas cada mil metros para generar los mapas de isoyetas a nivel anual.

CUADRO Nº4.3.2 ANALISIS DE LA PRECIPITACION - ALTITUD, REGISTROS COMPLETOS (1964-2005)

ITEM	ESTACION	ALTURA (msnm)	PRECIPITACION			
			HISTORICA		COMPLETA	
			TOT. ANUAL	AJUSTADA	ANUAL	AJUSTADA
1	TANTA	4505	848.81	1079.58	856.95	1074.99
2	CARANIA	3875	567.44	721.26	566.13	715.56
3	VILCA	3864	899.45	715.79	899.89	710.08
4	SAN.JOSE DE.PARAC	3800	596.23	684.48	524.57	678.75
5	SAN LAZARO DE ESCOMA	3600	450.62	592.24	448.35	586.50
6	AYAVIRI	3228	538.16	442.25	520.29	436.81
7	HUAROCHIRI	3154	387.5	415.63	393.15	410.28
8	SANTIAGO DE TUNA	2921	324.36	338.43	329.45	333.45
9	LANGA	2860	260.45	319.83	252.39	314.97
10	HUANCATA	2700	363.86	274.15	355.93	269.60
11	SAN PEDRO DE PILAS	2600	226.35	247.80	224.33	243.46
12	MATUCANA	2378	276.13	195.13	276.35	191.30
13	YAUYOS	2327	341.87	184.12	348.97	180.41
14	ANTIOQUIA	1839	79.5	98.05	79.53	95.52
15	LA CAPILLA	442	1.83	2.16	1.68	2.03

GRAFICO Nº 4.3.2 ANALISIS DE LA PRECIPITACION - ALTITUD, INFORMACION COMPLETA (1964-2005)



Para efectos comparativos, de cómo encontrar precipitaciones a nivel media mensual de las cuencas de nivel 6 y cuencas de nivel 7, se ha analizado mediante los métodos de Correlaciones de Tipo Potencial, método por Corrección Altitudinal y método de Thiessen Modificado (Precipitación Areal). El periodo analizado corresponde entre el año 1,964 a 2,005. En el **CUADRO Nº 4.2.3**, **CUADRO Nº 4.2.4** y **CUADRO Nº 4.2.6**, se puede apreciar la variación de la precipitación media mensual de las cuencas de nivel 6 y nivel 7 del río Mala para cada método. En el **ANEXO Nº 5.1**, **ANEXO Nº 5.2** **ANEXO Nº 5.3**, se presenta los cuadros con las precipitaciones medias mensuales para las cuencas de Nivel 6 y Nivel 7 del río Mala.

**CUADRO N° 4.2.3 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE LA CUENCA
DEL RIO MALA (método Correlaciones)**

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
1964	214.7	416.6	389.6	224.9	2.7	0.1	0.0	0.0	0.9	3.2	15.2	164.8	1432.7
1965	91.4	258.4	248.6	40.6	1.6	0.0	0.4	0.4	11.5	13.2	16.4	56.8	739.3
1966	138.1	96.8	156.8	58.5	5.5	0.1	0.1	0.1	3.0	114.5	28.1	170.3	771.9
1967	422.5	428.9	677.5	65.2	3.4	0.0	0.5	0.6	5.2	37.0	14.2	40.3	1695.3
1968	90.1	118.7	235.2	42.6	3.7	0.3	0.1	0.3	1.5	13.8	12.9	29.8	549.0
1969	121.8	274.8	349.0	25.8	0.1	0.2	0.4	0.4	1.5	34.0	68.8	280.5	1157.2
1970	477.0	73.1	162.9	75.7	19.6	0.0	0.2	0.1	11.7	8.7	12.2	76.6	917.9
1971	120.1	242.5	325.7	12.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9	0.5	84.9	787.5
1972	208.3	261.0	438.1	60.8	0.1	0.0	0.3	0.1	1.5	29.0	21.9	144.6	1165.8
1973	272.5	219.5	287.9	58.8	2.8	0.0	0.0	1.2	7.6	19.0	13.6	149.0	1031.9
1974	187.4	287.9	206.4	28.0	0.6	0.6	0.0	1.7	0.3	0.7	16.9	77.7	808.2
1975	111.1	159.9	347.4	71.0	16.2	0.5	0.1	0.5	3.1	1.5	20.1	169.0	900.4
1976	324.5	313.4	172.2	38.2	0.6	1.1	0.1	0.5	2.2	0.6	2.5	83.4	939.4
1977	184.3	180.0	240.1	22.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.5	0.6	46.4	62.9	737.6
1978	136.8	134.7	130.3	12.4	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	7.8	2.2	12.8	437.7
1979	29.9	180.9	266.8	9.1	0.8	0.1	0.0	0.1	0.6	2.9	0.9	4.1	496.2
1980	81.5	98.6	182.3	8.4	0.5	0.1	0.4	0.0	0.9	45.9	9.8	23.6	452.1
1981	164.4	305.3	393.0	90.9	0.3	0.0	0.0	0.5	0.8	8.6	27.5	112.7	1104.0
1982	115.8	265.4	296.5	39.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	15.2	48.3	3.4	785.1
1983	114.2	40.6	186.6	25.0	6.6	0.4	0.1	0.2	0.5	1.0	7.2	157.0	539.3
1984	254.7	364.5	336.5	84.2	5.0	0.5	0.0	0.1	0.1	28.0	22.4	93.0	1189.1
1985	74.0	79.8	295.4	58.0	1.5	0.4	0.3	0.1	0.2	1.5	1.3	44.6	557.1
1986	241.3	213.7	270.8	117.5	9.8	0.0	0.1	1.0	0.2	0.8	6.4	88.2	949.8
1987	344.1	152.6	94.9	5.4	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	4.7	36.5	639.0
1988	221.6	218.5	208.3	72.9	18.0	0.1	0.0	0.1	0.2	2.9	0.3	114.9	857.8
1989	261.7	325.6	205.5	82.8	1.2	0.2	0.1	0.1	0.5	6.4	1.8	1.1	886.9
1990	49.5	12.8	114.6	13.4	2.1	0.4	0.1	0.3	0.6	20.3	47.1	120.9	381.9
1991	119.4	90.1	219.0	45.6	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	10.1	3.2	7.9	496.0
1992	32.2	33.9	91.4	5.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	4.8	1.5	18.4	188.3
1993	170.8	309.1	321.1	96.6	3.1	0.2	0.2	0.4	3.4	38.4	97.9	145.2	1186.4
1994	352.5	418.6	256.5	86.1	12.5	0.3	0.2	0.2	7.2	1.9	53.3	97.4	1286.5
1995	175.0	93.7	218.3	53.8	0.6	0.1	0.1	0.0	3.2	23.6	83.4	53.8	705.7
1996	299.2	303.5	250.1	67.1	1.2	0.0	0.0	0.7	0.8	3.2	7.7	100.2	1033.8
1997	243.6	262.2	50.1	15.5	1.5	0.0	0.0	3.5	10.9	22.0	78.9	292.3	980.4
1998	199.8	192.0	376.5	62.1	0.1	0.1	0.0	0.2	1.5	2.3	10.1	115.0	959.7
1999	197.6	411.7	174.5	135.2	33.3	0.2	0.1	0.1	12.3	95.2	48.9	191.8	1300.8
2000	331.7	250.9	213.7	94.7	5.3	0.0	0.2	0.2	2.6	40.1	13.3	148.3	1100.9
2001	398.2	156.9	458.7	55.7	1.8	0.0	0.1	0.0	3.9	16.5	79.9	2.1	1173.9
2002	92.4	154.2	315.5	95.6	8.3	0.2	0.4	0.1	9.2	65.0	103.3	86.6	930.9
2003	157.3	142.5	284.3	44.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.2	16.3	9.6	298.6	953.3
2004	55.5	270.1	85.8	47.1	0.5	0.2	0.1	0.1	4.4	13.3	60.9	191.9	729.8
2005	154.5	159.6	254.2	36.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	1.0	1.3	146.9	755.1
Número	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Sumatoria	8033.1	8973.9	10789	2386.2	172.32	6.8573	5.3349	15.035	116.09	772.1	1122.9	4299.4	36691.7
media	191.3	213.7	256.9	56.8	4.1	0.2	0.1	0.4	2.8	18.4	26.7	102.4	873.6
Máximo	477.0	428.9	677.5	224.9	33.3	1.1	0.5	3.5	12.3	114.5	103.3	298.6	1695.3
Mínimo	29.9	12.8	50.1	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	1.1	188.3
Mediana	172.9	216.1	249.4	54.8	1.4	0.1	0.1	0.1	0.9	9.4	13.9	90.6	893.7
Desviación	109.1	110.4	116.8	41.4	6.8	0.2	0.1	0.6	3.6	24.7	29.3	77.2	306.7
Varianza	11894	12186	13654	1716.7	46.145	0.0443	0.0167	0.3623	13.09	612.31	860.24	5955.3	94076.65

**CUADRO N° 4.2.4 PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE LA CUENCA
DEL RIO MALA (Método Corrección Altitudinal)**

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
1964	72.8	129.3	171.7	75.5	17.1	5.3	0.0	0.9	8.1	40.3	55.3	61.8	638.0
1965	79.4	222.4	92.5	54.5	23.9	0.0	6.2	0.9	2.5	36.3	8.2	73.4	600.10
1966	129.2	93.3	129.0	80.5	17.2	0.0	0.0	3.6	26.4	68.2	64.4	122.3	734.15
1967	149.0	188.9	108.3	42.7	34.6	0.0	12.4	3.0	18.5	81.5	21.0	35.5	695.46
1968	112.2	112.2	108.6	31.2	4.1	0.0	1.8	18.9	55.9	94.1	56.4	61.1	656.52
1969	76.7	132.4	101.5	92.9	0.0	3.5	0.0	4.1	32.6	92.2	116.3	217.0	869.18
1970	271.9	14.6	109.7	129.9	60.1	0.0	7.0	0.0	89.9	23.7	89.0	151.9	947.70
1971	62.2	146.3	174.3	56.6	0.0	0.0	0.0	22.7	0.0	28.6	39.1	150.2	680.00
1972	106.0	61.0	287.3	186.5	0.0	0.0	11.7	7.3	0.0	51.4	76.5	63.5	851.29
1973	186.5	87.4	150.3	124.6	45.4	0.0	5.1	9.7	84.7	101.6	70.6	129.3	995.22
1974	209.8	210.1	202.5	90.4	18.5	14.2	0.0	24.9	12.7	21.7	68.7	84.0	957.58
1975	89.9	88.7	176.8	159.2	68.2	8.7	0.0	13.0	47.1	73.7	34.2	68.6	828.14
1976	129.3	129.7	103.5	28.1	18.1	20.6	12.0	6.6	0.0	17.0	32.8	45.8	543.35
1977	106.7	93.7	114.4	60.6	15.8	0.0	0.0	0.9	12.1	26.1	55.7	42.5	528.45
1978	57.5	68.2	77.1	62.6	19.8	2.8	0.0	8.9	22.5	43.1	14.9	24.4	401.93
1979	34.9	81.4	79.3	43.6	13.8	5.0	0.0	0.0	6.6	10.2	21.3	17.2	313.20
1980	57.6	29.5	73.3	15.8	1.8	0.0	7.9	7.8	4.5	58.0	62.3	46.5	364.77
1981	74.5	191.0	131.1	23.8	0.0	0.0	0.0	7.8	13.0	25.7	40.4	33.2	540.60
1982	77.4	59.7	64.3	46.8	0.0	0.0	2.5	3.6	10.1	25.6	76.6	38.0	404.68
1983	102.0	146.5	63.1	87.4	76.9	38.9	13.8	4.0	15.4	7.4	17.6	45.9	618.96
1984	82.7	99.1	68.7	41.0	41.0	51.2	0.8	4.3	1.9	11.5	38.0	59.7	499.72
1985	81.9	73.4	93.6	77.5	17.1	12.7	9.8	15.3	2.8	20.6	30.5	38.6	473.81
1986	110.1	256.6	105.2	59.1	4.9	0.0	1.6	0.8	8.1	105.4	48.2	63.3	763.29
1987	149.8	182.1	30.0	19.7	0.0	5.8	7.5	16.3	4.8	10.5	24.8	39.1	490.31
1988	58.4	54.3	81.1	41.4	6.8	2.8	6.3	9.9	2.5	4.3	41.8	52.9	362.34
1989	79.7	58.3	87.3	40.9	12.5	2.5	4.5	13.0	7.9	22.7	97.5	15.9	442.73
1990	31.3	26.5	51.9	64.5	12.8	13.7	20.2	16.0	28.0	9.1	69.3	54.8	398.12
1991	88.2	71.5	59.7	57.8	36.9	13.0	9.5	11.9	2.8	18.3	43.6	34.6	447.83
1992	49.5	42.3	63.5	16.7	2.5	5.4	11.0	11.8	12.2	38.1	45.5	65.5	364.20
1993	172.8	197.3	161.6	97.7	24.0	6.9	6.1	6.9	28.9	82.1	131.3	132.1	1047.52
1994	185.1	250.9	125.0	83.7	26.7	26.9	11.7	7.8	70.9	31.1	69.9	79.0	968.59
1995	172.8	61.9	134.1	44.4	10.8	2.1	1.4	0.0	29.8	53.5	65.9	109.8	686.55
1996	181.2	186.6	134.4	105.1	13.0	0.0	0.0	13.4	13.4	49.7	28.2	126.0	850.97
1997	143.4	205.3	19.8	80.6	4.4	0.0	0.0	17.3	40.6	36.9	107.7	144.1	800.13
1998	201.1	115.0	98.6	86.5	0.0	0.0	0.0	7.3	28.7	52.9	59.0	100.6	749.69
1999	134.0	240.3	131.6	125.5	68.5	5.9	4.5	5.7	17.7	120.5	110.6	218.0	1182.63
2000	162.8	251.1	206.3	84.0	37.6	0.0	9.6	0.0	47.6	84.9	72.2	160.0	1116.24
2001	192.0	140.6	251.4	19.3	12.7	0.0	1.9	0.0	38.4	45.8	155.1	45.8	903.02
2002	122.0	144.7	229.6	100.3	21.1	0.0	3.2	0.0	42.3	76.8	119.6	107.9	967.62
2003	159.5	163.8	177.9	84.8	26.0	0.0	5.3	0.0	5.3	49.7	48.1	184.7	905.04
2004	47.2	226.9	81.8	65.2	10.7	4.0	1.5	10.4	61.9	94.6	78.8	168.5	851.53
2005	106.0	110.4	174.3	112.1	4.9	0.0	0.0	0.0	7.8	20.6	29.1	130.0	695.30
Número	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Sumatoria	4896.70	5445.55	5086.04	3000.88	830.24	251.76	196.39	316.76	966.71	1966.24	2535.82	3643.32	29136.4
media	116.59	129.66	121.10	71.45	19.77	5.99	4.68	7.54	23.02	46.82	60.38	86.75	693.7
Máximo	271.92	256.62	287.30	186.51	76.90	51.16	20.16	24.93	89.86	120.46	155.10	218.00	1182.6
Mínimo	31.33	14.57	19.75	15.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29	8.18	15.95	313.2
Mediana	106.37	122.16	108.43	64.84	14.77	1.05	2.83	7.08	13.24	39.22	56.06	64.52	690.9
Desviación	54.96	68.97	58.75	38.42	20.10	10.83	5.06	6.70	23.26	31.40	33.82	54.30	232.8
Varianza	3020.3	4756.4	3451.1	1475.8	404.1	117.3	25.6	44.9	540.9	985.9	1143.7	2948.7	55545.0

4.4 Precipitación areal en la cuenca a escala mensual y media anual (Thiessen Modificado)

Para encontrar la Precipitación promedio sobre la superficie de la cuenca del río Mala (precipitación areal), se ha desarrollado el métodos Combinado Thiessen Modificado. El análisis se ha realizado con el apoyo de la información cartográfica digitalizada de las cuencas mediante el SIG. Ver polígono de Thiessen Modificado en el **MAPA Nº 14.**

El método Thiessen Modificado efectúa una doble ponderación de la precipitación, es decir considera como valor promedio de la precipitación de cada polígono y las curvas de isoyetas de la precipitación (método de isoyetas).

Para la determinación de la precipitación areal mensual en las cuencas de nivel 6 y nivel 7 del río Mala se ha empleado la siguiente relación:

$$P_p^i = \sum_{j=1}^{j=12} [P_j^i * f_j^k] \quad ; \quad f_j^k = \frac{A_r^j * P_{ly}^j}{\sum (A_r^j * P_{ly}^j)}$$

En las anteriores relaciones:

P_p^i = Precipitación areal (ponderada) del mes i, año k. (k=1 @ 37)

P_j^i = Precipitación del mes i, de la estación j. (j=1 @ 12)

A_r^j = Área de influencia de la estación j (polígono de Thiessen).

P_{ly}^j = Precipitación ponderada según método de Isoyetas y precipitación en el polígono o estación j.

Después de realizar los análisis la metodología de Thiessen Modificado para todas las cuencas estudiadas, cuenca Mala, Húmeda, Quinches, Tanatará, Aguaquiri, Acacache y Alto Mala, se ha obtenido que las precipitaciones areales para las cuencas estudiadas tienen los resultados siguientes que se muestran en el **CUADRO Nº 4.2.5.**

CUADRO Nº4.2.5 PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL CUENCAS NIVEL 6 Y NIVEL 7 VARIOS METODOS (1964-2005)

NOMBRE DE LA CUENCA	AREA CUECA (Km ²)	ALTITUD MEDIA CUENCA (msnm)	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE LA CUENCA								
			METODO CORRELACIONES DE TIPO POTENCIAL			METODO POR CORRECCION ALTITUDINAL			METODO THIESSEN MODIFICADO (PRECIPITACION AREAL)		
			MEDIA (mm)	MAXIMA (mm)	MINIMA (mm)	MEDIA (mm)	MAXIMA (mm)	MINIMA (mm)	MEDIA (mm)	MAXIMA (mm)	MINIMA (mm)
MALA	2332.1	3964	873.6	256.9	0.1	693.7	129.7	4.7	670.8	157.5	0.5
QUINCHES	568.3	5274	3260.2	980.2	0.5	724.0	126.4	4.9	954.0	225.3	0.7
TANTARA	148.5	4949	2378.4	712.8	0.4	706.1	123.3	4.8	1098.8	250.9	0.8
ACACACHE	243.5	4996	2491.3	747.0	0.4	760.2	142.1	5.1	1245.5	284.4	1.1
AGUAQUIRI	90.8	4745	1938.5	579.3	0.3	604.2	112.9	4.1	833.9	189.7	0.5
ALTO MALA	193.4	4793	2035.0	608.6	0.3	606.3	113.3	4.1	935.7	215.2	0.7

Los resultados obtenidos utilizando la metodología de Thiessen Modificado de la precipitación areal media de la cuenca del río Mala para el periodo 1964-2005, se muestra en el **CUADRO Nº4.2.6**, donde los resultados muestran que tiene una precipitación media anual de 670.8 mm, y su variación mensual varía de 256.9.2mm en marzo y 0.1 mm en julio. Asimismo, los resultados de la variación de la precipitación areal media

mensual para las cuencas de nivel 7 para el periodo 1,964-2,005, se muestran en el **CUADRO Nº 4.2.5** y el **ANEXO Nº 5.1**

Los resultados obtenidos utilizando la metodología de correlaciones de tipo potencial para la precipitación media de la cuenca del río Mala, periodo 1964-2005 se muestra en el **CUADRO Nº 4.2.3**, donde los resultados muestran que tiene una precipitación media anual de 873.6 mm, y su variación mensual varía de 256.9mm en marzo y 0.1 mm en julio. Los resultados de la precipitación media mensual de las cuencas de nivel 7 se muestran en el **CUADRO Nº 4.2.5**, y el **ANEXO Nº 5.2**

Los resultados obtenidos utilizando la metodología de corrección altitudinal para la precipitación media de la cuenca del río Mala, periodo 1964-2005 **CUADRO Nº 4.2.4**, cuyos resultados muestran que la precipitación media anual de la cuenca Mala alcanza a 693.7 mm, y su variación mensual varía de 129.7mm en marzo a 4.7 mm en julio. Los resultados de la precipitación media mensual de las cuencas de nivel 7 se muestran en el **CUADRO Nº 4.2.5** y en el **ANEXO Nº 5.3**

4.5 Resultados para el uso de la precipitación media de la cuenca

Después de valuar los resultados mediante los tres métodos antes señalados se han llegado a las siguientes conclusiones:

Resultados del uso del método de Thiessen Modificado (Precipitación Areal)

Las precipitaciones para las cuencas de nivel 6 y nivel 7 obtenidas empleando el método de Thiessen Modificado (precipitación areal) no representa realmente la precipitación que ocurre en una cuenca, por cuanto en la cuenca existe una variedad de cambios altitudinales; es decir, si una estación pluviométrica se ubica en el valle de la cuenca y otra estación en la falda opuesta de la misma cuenca, sin que hayan estaciones intermedias, no se puede suponer que la precipitación que cae durante un lluvia varíe linealmente entre las dos estaciones. Es posible que la precipitación aumente con la altura en el lado de barlamento de la divisoria, mientras que en el lado de sotavento, la precipitación disminuirá rápidamente con la distancia a la divisoria.

Este tipo de distribución espacial no es representativa para las zonas montañosas como es en las partes altas de la sierra por lo expresado anteriormente; sin embargo, se ha efectuado dicho análisis para conocer con amplitud el desarrollo y su aplicación en cuencas que presenten condiciones para su aplicación y que cuenten con mayor número de estaciones pluviométricas

En el **PLANO Nº 15** y **PLANO 15-1**, se muestra las isoyetas promedio anual y mensuales respectivamente del periodo (1,964 -2,005).

En resumen, las precipitaciones medias mensuales de las cuencas de nivel 6 y nivel 7 utilizando el método de Thiessen Modificado (precipitación areal) son medianamente altas en comparación con las series de precipitaciones de las estaciones registradas; por lo que no se hará uso de estos registros en el presente estudio.

Resultados del uso del método utilizando Correlaciones de Tipo Potencial

Para el caso de las precipitaciones medias mensuales de la cuenca de nivel 6 y nivel 7, utilizando el método de Correlaciones de Tipo Potencial, se observa que las precipitaciones media anual para altitudes por encima de los 4,000 msnm las precipitaciones medias mensuales se maximizan grandemente, lo que deriva a obtener precipitaciones muy altas e irreales, como se puede ver en el **CUADRO N° 4.2.5**, cuencas Quinches con una altura media de la cuenca de 5,274 msnm, que conlleva a obtener una precipitación media de la cuenca de 3,260.2mm. Igualmente sucede en las cuencas de Tantará con una altura media de 4,949 msnm y resulta una precipitación media de la cuenca de 2,378.4 mm. Acacache con 4996 msnm y una precipitación media de la cuenca de 2,491.3 mm. Aguaquiri con 4745 msnm, que obtiene una precipitación media de la cuenca de 1938.5 mm. Alto Mala con 4793 msnm, que alcanza una precipitación media de la cuenca de 2035.0 mm. Ver **ANEXO N° 5.2**.

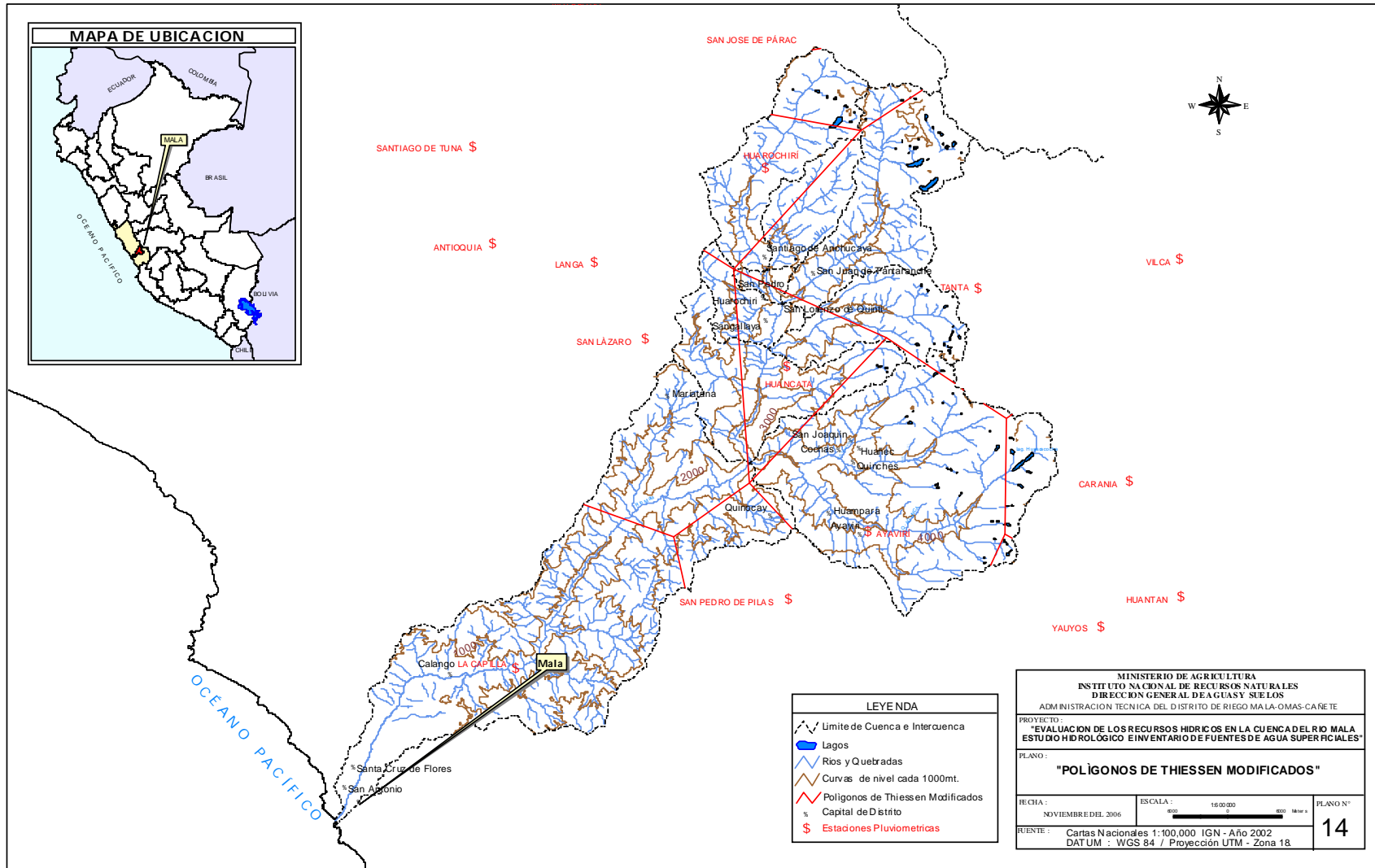
En resumen, las precipitaciones medias mensuales de las cuencas de nivel 6 y nivel 7 utilizando la metodología de correlación de tipo potencial son altas en comparación a las precipitaciones registradas; por lo que queda descartado su uso en el presente estudio.

Resultados del uso del método por Corrección Altitudinal

Para el caso de las precipitaciones medias mensuales de la cuenca de nivel 6 y nivel 7, utilizando el método por Corrección altitudinal, se observa que las precipitaciones media anual son adecuadas por cuanto este método considera a las precipitaciones de una estación base y calidad de las mismas, relacionando la altitud de la estación base y la altura media de la cuenca, considerando además la calidad de sus registros de la estación base.

Con esta metodología se ha encontrado que las precipitaciones medias mensuales de las cuencas de nivel 6 y nivel 7 son casi similares en relación a las precipitaciones registradas en las estaciones de las cuencas, los resultados se puede ver en el **CUADRO N° 4.2.5**, y para las cuencas de nivel 7 se ven en el **ANEXO N° 5.3**.

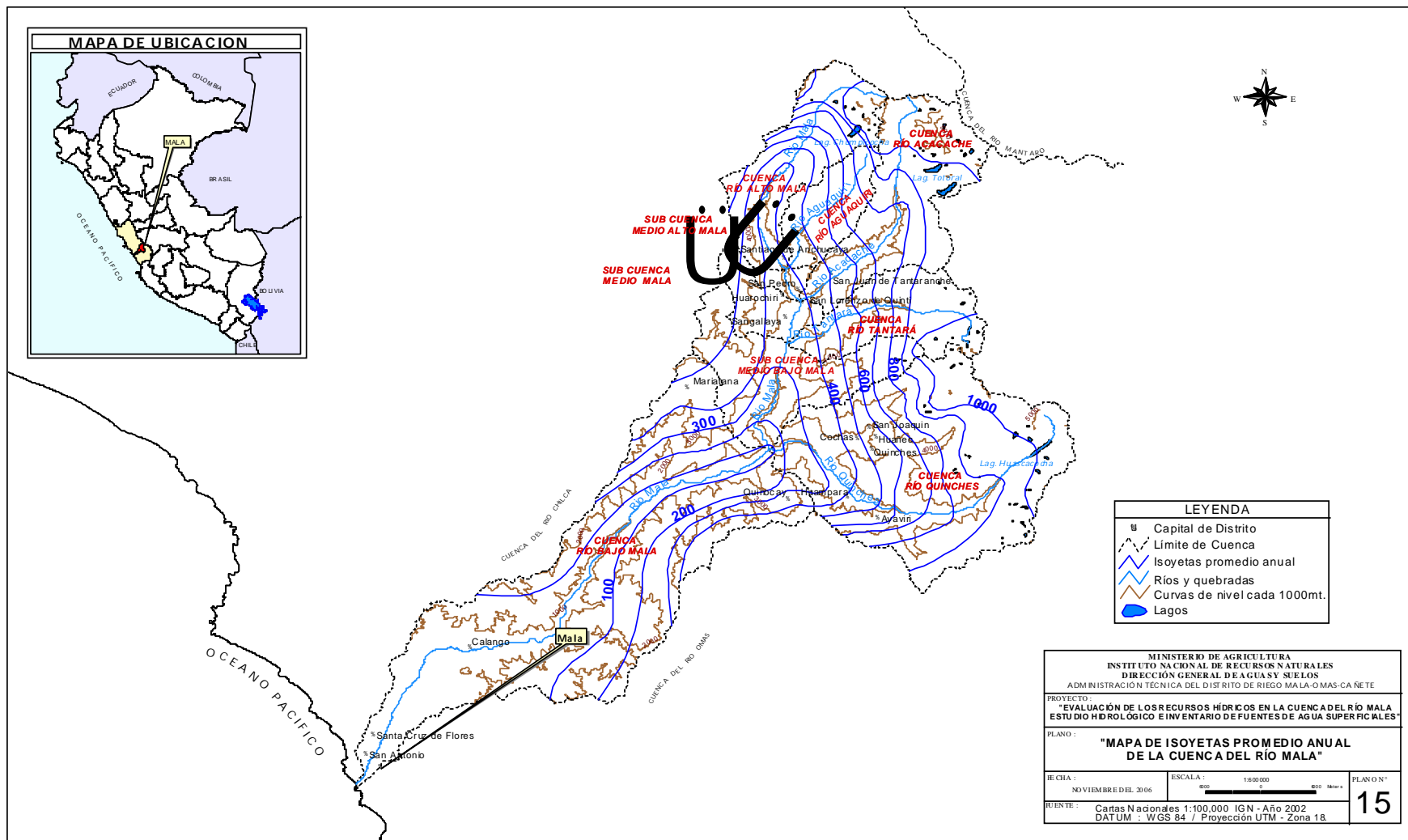
MAPA N° 14 POLIGONOS DE THIESSEN MODIFICADO



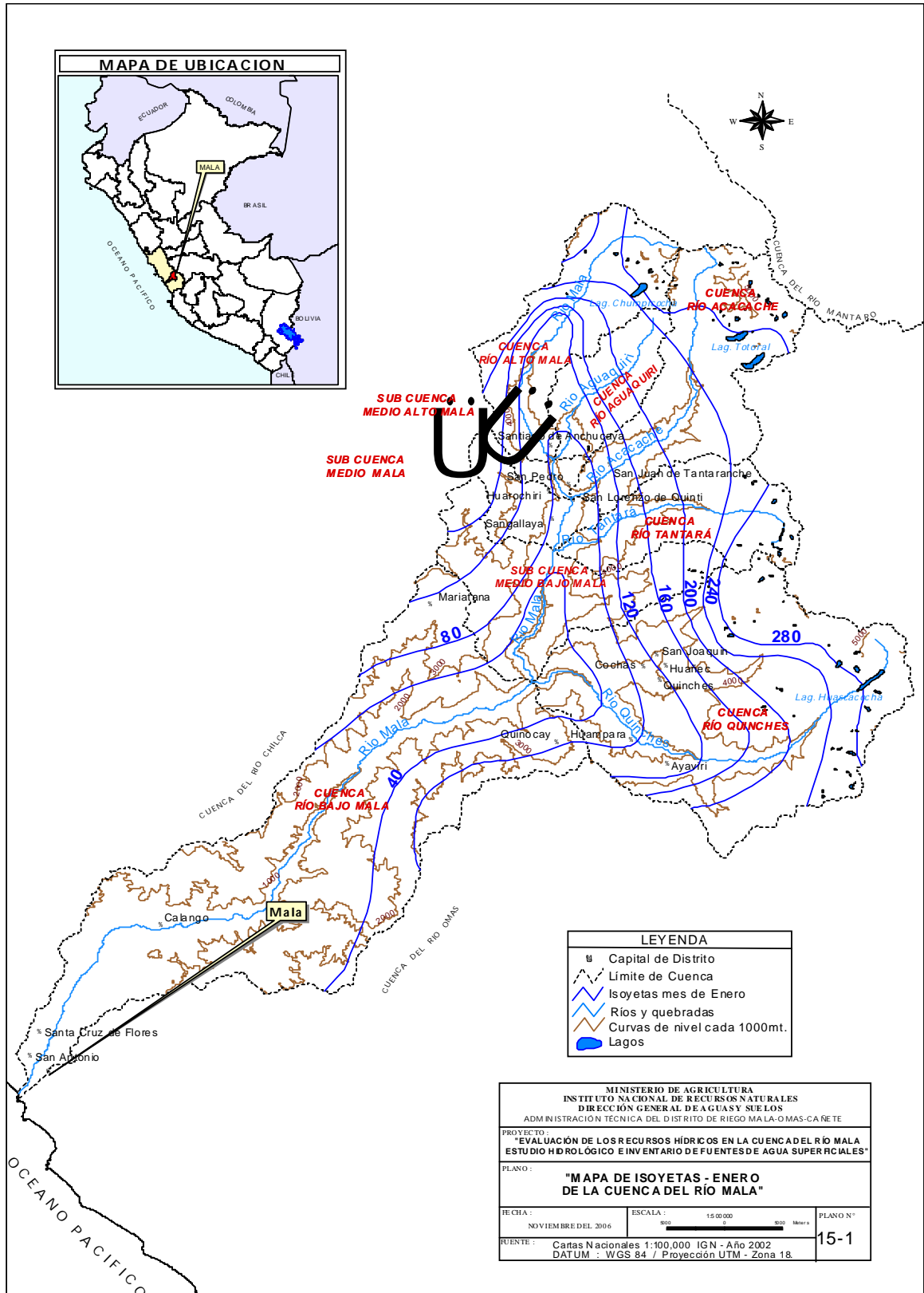
**CUADRO N° 4.2.6 PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO
MALA (Método Thiessen Modificado)**

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
1964	70.0	128.1	162.3	65.5	3.2	0.5	0.0	0.1	5.2	15.8	13.4	92.5	556.8
1965	109.9	197.9	109.9	42.8	3.5	0.1	0.3	0.7	7.3	22.7	11.1	48.1	554.3
1966	126.0	96.9	186.0	51.8	3.1	0.1	0.0	0.3	11.0	80.4	26.3	93.5	675.5
1967	180.6	282.3	166.3	38.1	7.5	0.1	0.8	1.8	9.4	57.4	12.1	52.2	808.7
1968	76.1	74.3	110.2	20.0	3.3	0.4	0.2	2.7	13.7	36.9	16.9	70.1	424.8
1969	70.4	128.2	163.4	35.2	0.1	1.3	5.3	1.1	10.0	39.3	69.0	243.6	766.8
1970	328.4	126.1	162.1	96.4	26.4	0.1	0.8	9.1	32.6	12.9	51.6	112.3	958.9
1971	98.2	155.2	210.6	36.9	0.1	0.1	0.0	2.4	0.3	10.3	7.1	96.5	617.7
1972	130.3	153.9	271.2	100.5	0.3	0.1	2.4	1.2	15.0	33.0	23.7	84.1	815.8
1973	216.5	152.7	178.9	62.2	9.3	0.1	0.2	5.6	45.1	54.3	23.6	120.3	868.8
1974	146.7	163.3	176.4	36.2	4.4	1.1	0.0	5.5	5.6	9.4	29.2	66.7	644.5
1975	93.9	91.0	198.6	86.8	14.4	1.5	0.6	8.4	21.6	27.3	27.5	94.5	666.1
1976	176.4	157.9	124.3	27.0	2.7	4.4	0.6	2.2	13.3	9.7	11.1	71.5	601.0
1977	155.6	106.3	196.1	28.2	2.3	0.1	0.1	0.1	4.2	9.0	47.8	40.5	590.3
1978	84.6	87.5	92.1	35.5	2.7	0.2	0.0	0.8	4.7	20.5	6.2	20.6	355.4
1979	30.1	134.1	122.7	54.1	2.0	0.5	0.0	0.1	2.5	5.4	4.1	8.5	364.1
1980	66.5	105.6	134.7	66.1	0.8	0.2	0.6	0.7	3.6	122.1	33.4	29.1	563.4
1981	78.0	167.8	182.9	70.1	2.2	0.1	0.1	2.8	7.3	16.9	21.9	75.4	625.5
1982	77.9	110.4	116.7	52.7	0.4	0.1	0.3	0.7	5.1	24.1	203.6	116.6	708.5
1983	78.7	85.8	120.0	52.0	15.9	1.8	0.6	1.2	7.1	5.7	12.2	68.7	449.8
1984	89.5	174.2	117.8	34.2	8.1	2.0	0.0	0.7	2.6	34.9	39.0	102.7	605.7
1985	63.5	96.9	142.1	38.8	3.7	0.8	0.6	1.4	1.0	8.3	5.6	80.4	443.2
1986	149.8	252.5	143.7	70.1	7.0	0.1	0.1	11.6	2.1	30.6	19.3	129.8	816.6
1987	197.9	141.6	43.1	16.5	0.0	4.9	0.3	2.6	1.6	5.2	10.7	25.1	449.5
1988	115.0	110.0	102.8	52.5	19.3	0.2	0.2	2.0	1.4	6.9	18.2	50.2	478.7
1989	101.4	146.7	186.2	37.8	6.2	0.2	0.2	1.4	3.8	41.7	19.6	8.6	553.9
1990	76.3	32.4	89.9	36.6	5.6	1.2	0.8	2.2	23.1	19.1	58.6	65.8	411.4
1991	81.3	81.6	111.3	48.0	13.0	0.6	0.4	2.0	1.2	79.6	10.4	20.6	449.9
1992	38.8	42.0	78.4	10.9	0.3	0.3	0.5	1.1	2.5	34.1	12.4	40.2	261.2
1993	133.4	176.9	193.5	75.7	8.1	0.3	0.3	0.8	32.7	42.7	82.2	115.8	862.4
1994	189.8	236.0	159.6	61.4	13.3	1.1	0.5	0.7	18.6	11.8	20.5	67.5	780.8
1995	107.0	61.5	123.1	40.2	2.5	0.2	0.1	0.1	17.6	25.9	31.2	59.3	468.5
1996	183.7	202.3	160.6	58.0	2.7	0.1	0.0	3.0	6.1	23.5	11.7	85.6	737.3
1997	178.4	196.4	49.5	26.9	2.2	0.1	0.0	5.2	20.1	20.8	54.3	216.9	770.7
1998	496.6	250.9	204.8	55.8	0.4	0.3	0.0	1.2	8.6	18.6	13.7	99.7	1150.7
1999	133.4	312.4	213.8	89.9	25.3	1.0	0.3	1.1	14.4	96.7	32.8	173.7	1094.8
2000	187.3	285.5	207.4	54.2	8.8	0.1	0.5	0.5	12.8	67.6	26.0	185.8	1036.5
2001	239.3	206.0	278.8	40.2	2.9	0.1	1.1	0.0	24.1	30.2	101.2	45.9	969.8
2002	94.8	194.9	211.7	108.9	12.0	0.4	0.3	0.2	42.2	68.3	73.0	81.9	888.6
2003	149.1	198.4	174.4	36.0	3.2	0.1	0.2	0.0	1.2	29.2	13.3	224.0	829.1
2004	49.8	191.6	265.5	124.2	1.5	0.7	0.1	1.0	16.2	35.3	37.4	161.8	885.1
2005	110.9	116.3	171.2	62.8	0.6	0.1	0.0	0.0	5.9	9.6	6.1	129.9	613.4
Número	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Sumatoria	8033.1	8973.9	10789	2386.2	172.32	6.8573	5.3349	15.035	116.09	772.1	1122.9	4299.4	28174.4
media	191.3	213.7	256.9	56.8	4.1	0.2	0.1	0.4	2.8	18.4	26.7	102.4	670.8
Máximo	477.0	428.9	677.5	224.9	33.3	1.1	0.5	3.5	12.3	114.5	103.3	298.6	1150.7
Mínimo	29.9	12.8	50.1	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	1.1	261.2
Mediana	172.9	216.1	249.4	54.8	1.4	0.1	0.1	0.1	0.9	9.4	13.9	90.6	635.0
Desviación	109.1	110.4	116.8	41.4	6.8	0.2	0.1	0.6	3.6	24.7	29.3	77.2	212.5
Varianza	11894	12186	13654	1716.7	46.145	0.0443	0.0167	0.3623	13.09	612.31	860.24	5955.3	45135.62

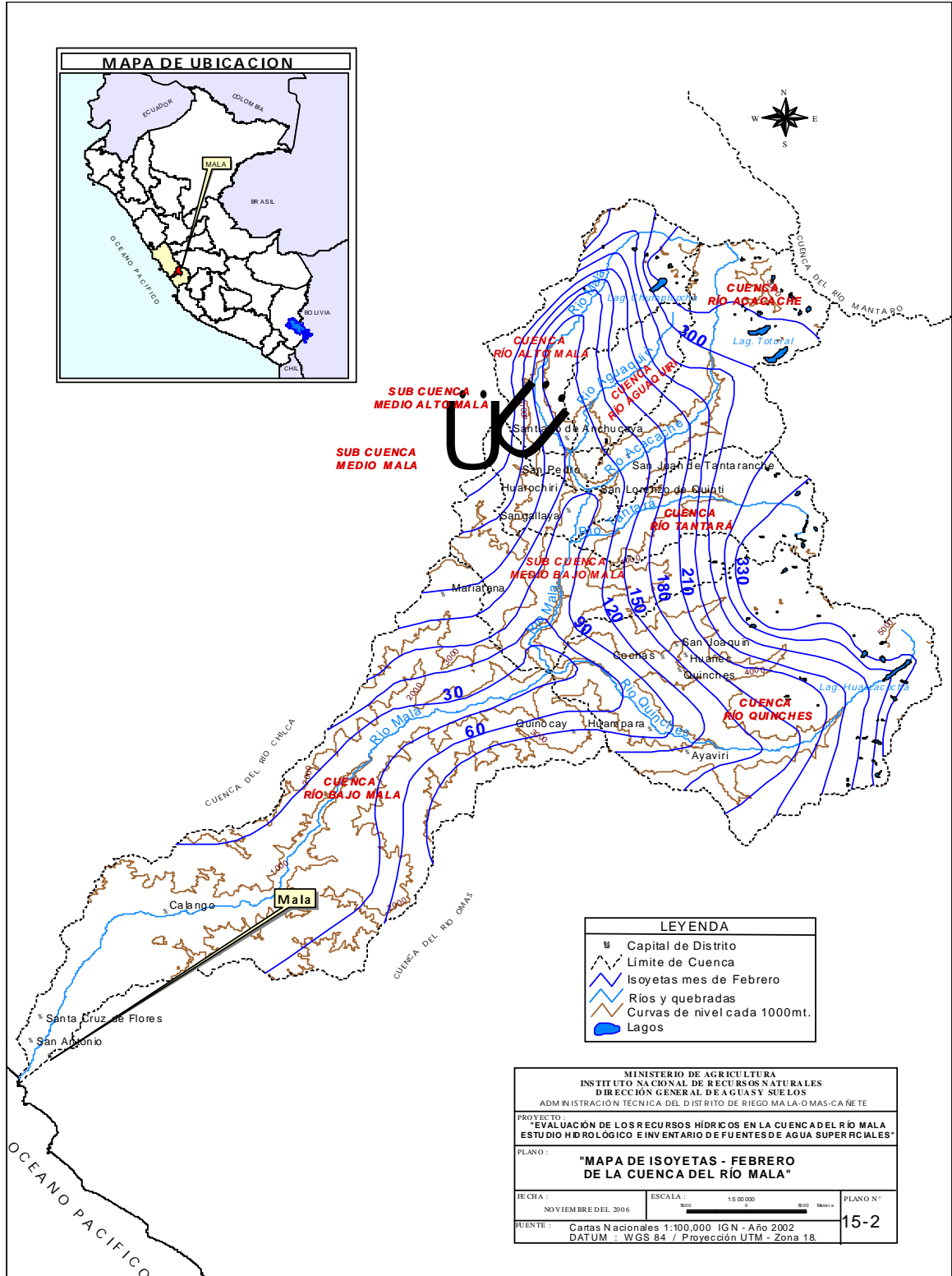
MAPA N° 15 MAPA DE ISOYETAS PROMEDIO ANUAL DE LA CUENCA DEL RIO MALA (1,964- 2,005)



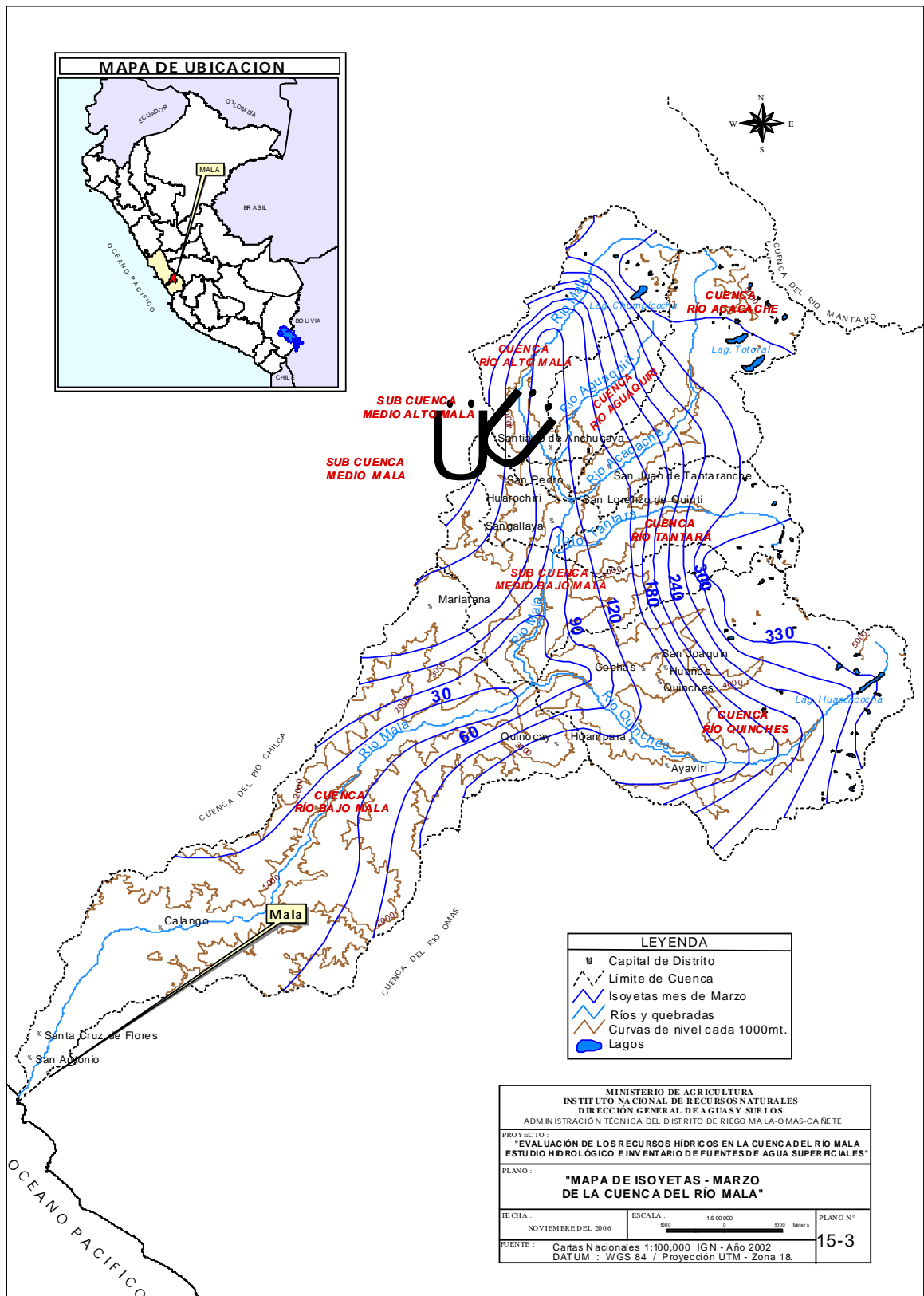
MAPA Nº 15-1 MAPA DE ISOYETAS MES DE ENERO CUENCA DEL RIO MALA



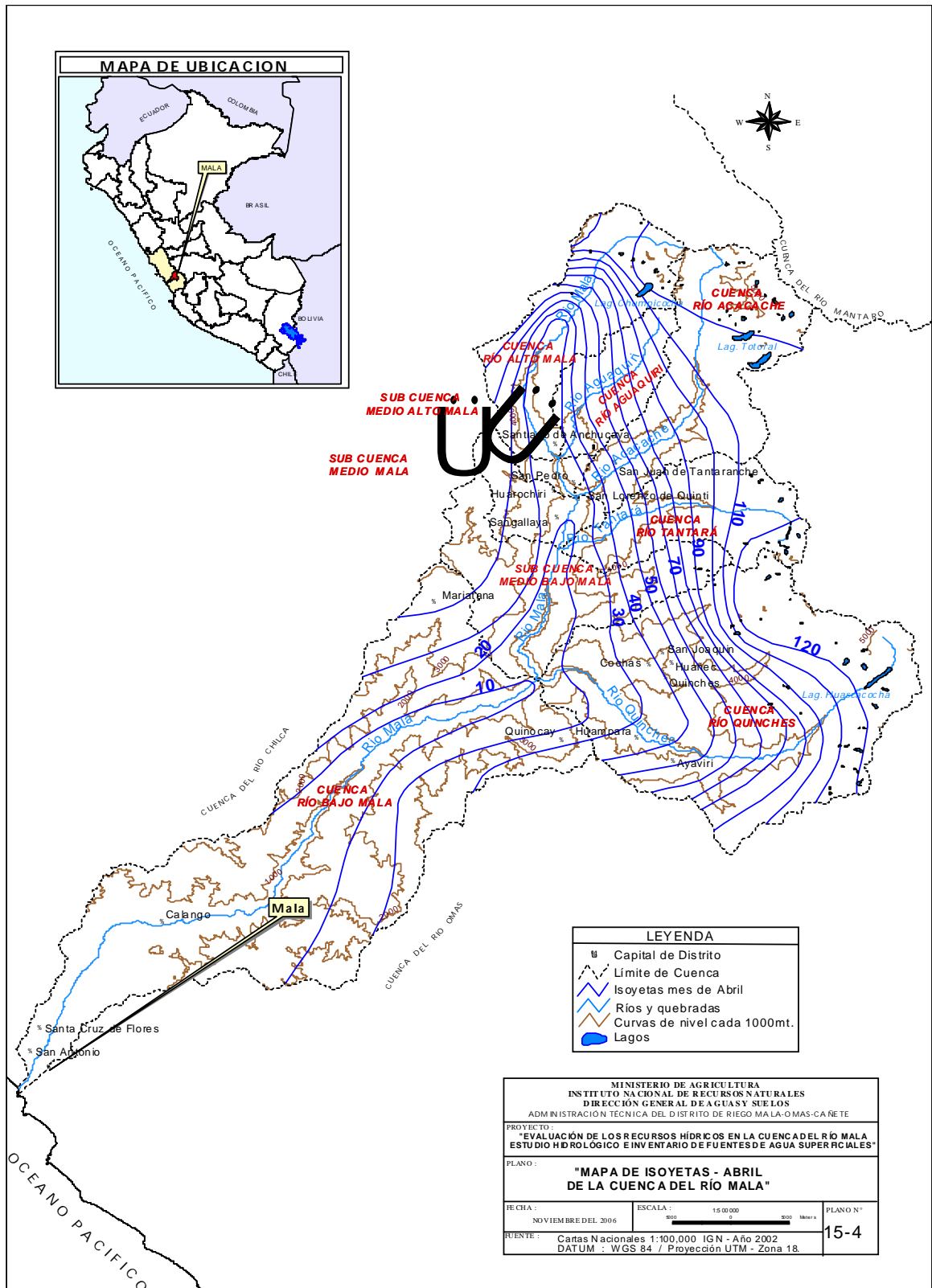
MAPA Nº 15-2 MAPA DE ISOYETAS MES DE FEBRERO CUENCA DEL RIO MALA



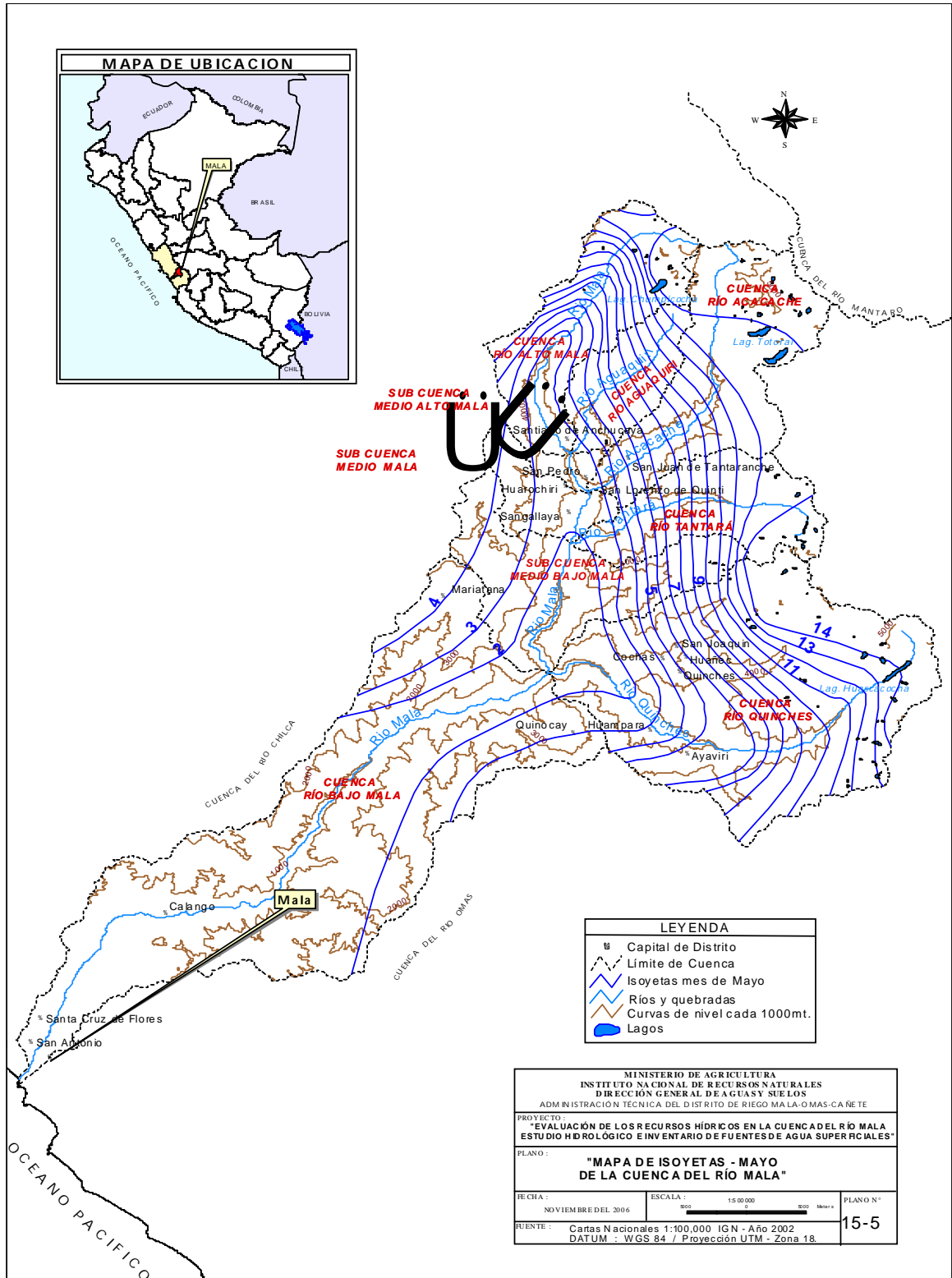
MAPA Nº 15-3 MAPA DE ISOYETAS MES DE MARZO CUENCA DEL RIO MALA



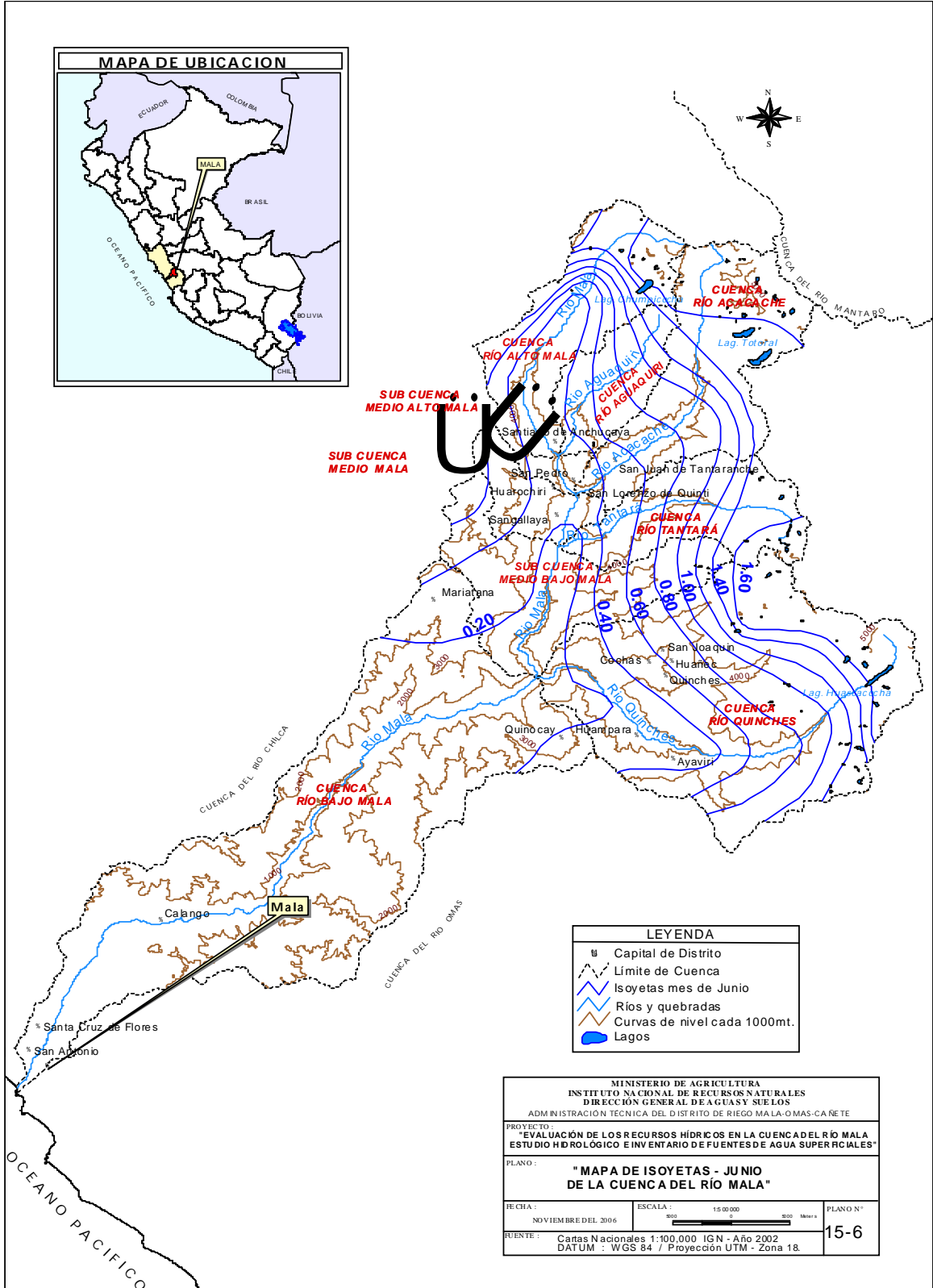
MAPA Nº 15-4 MAPA DE ISOYETAS MES DE ABRIL CUENCA DEL RIO MALA



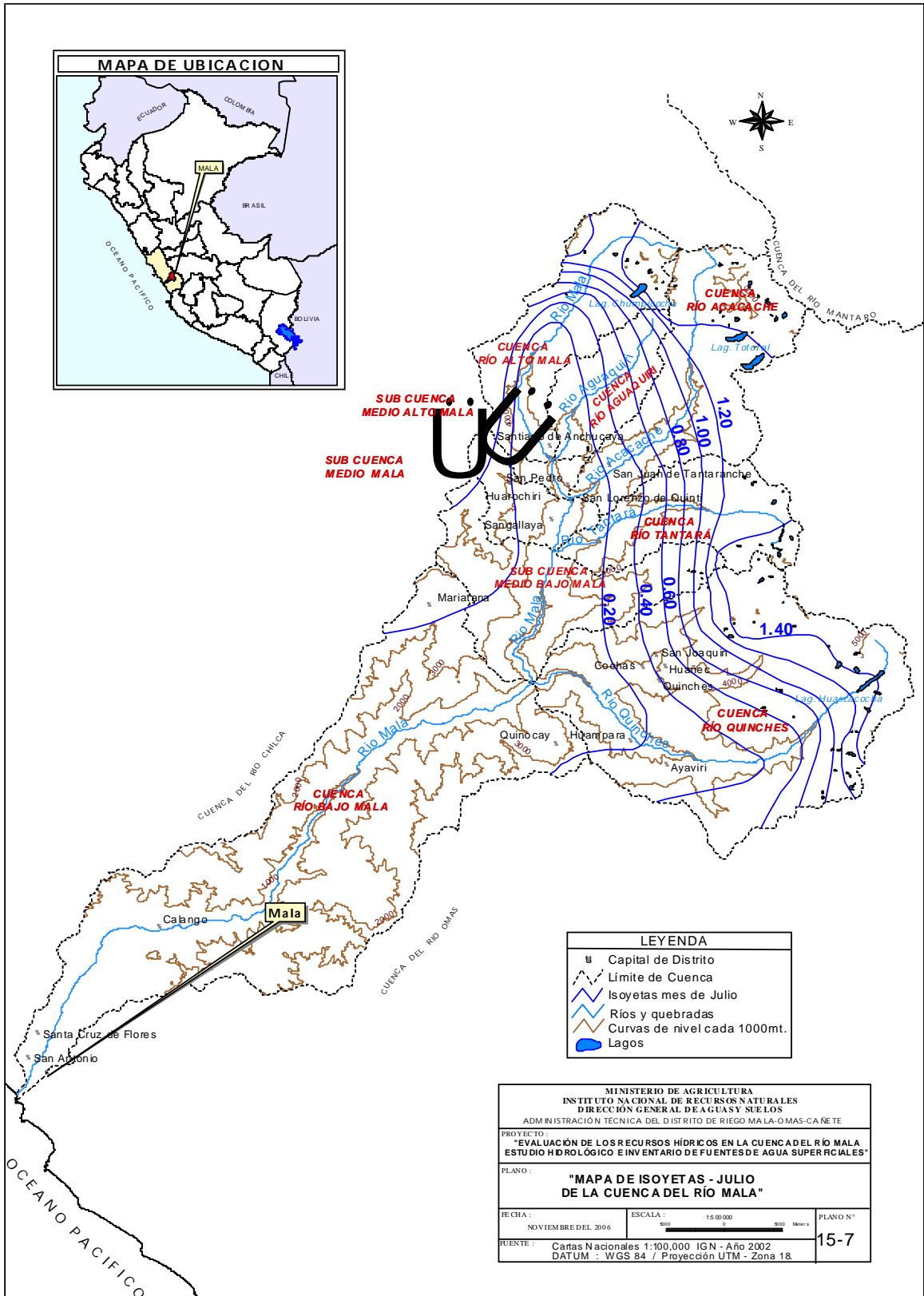
MAPA Nº 15-5 MAPA DE ISOYETAS MES DE MAYO CUENCA DEL RIO MALA



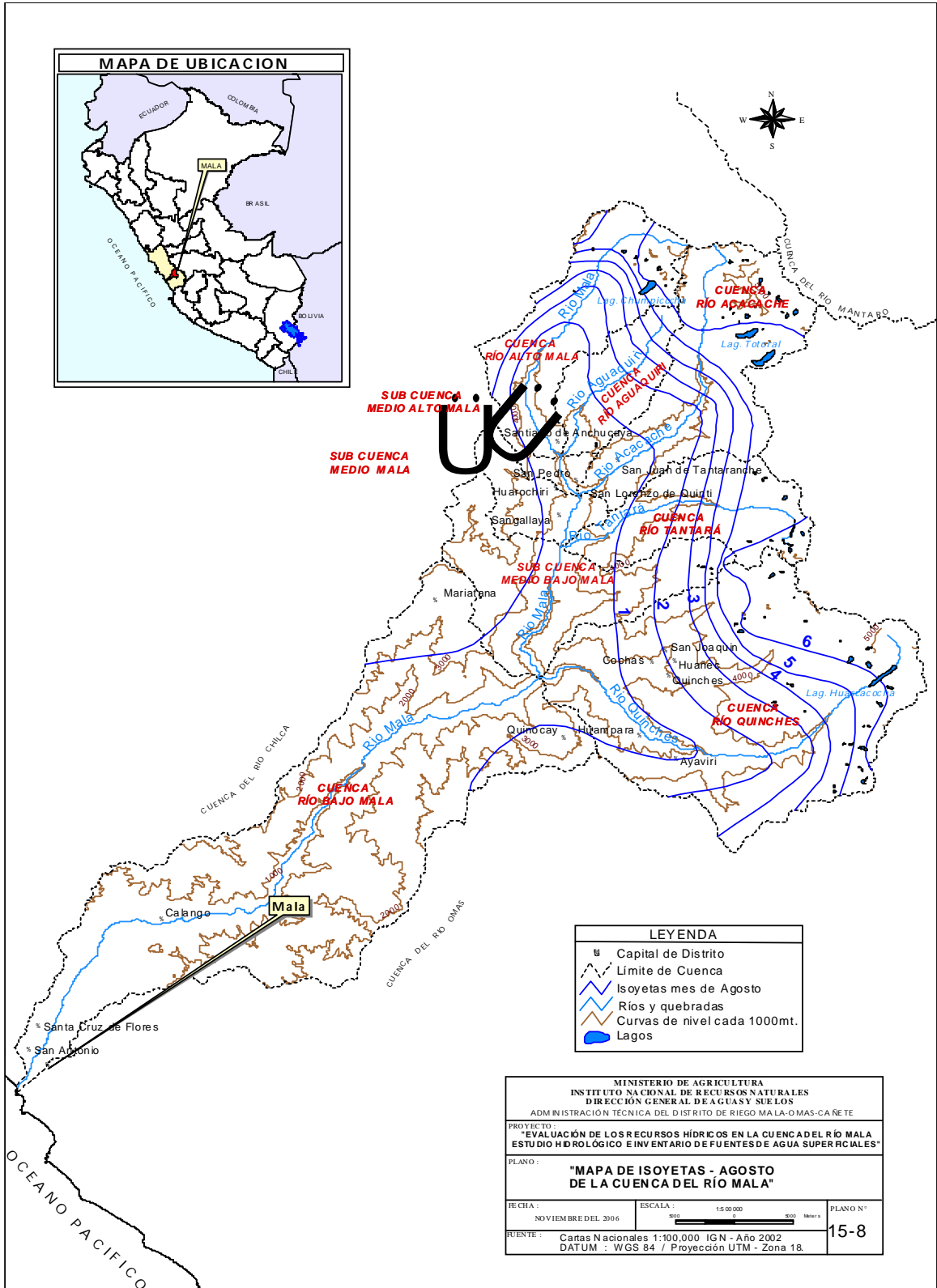
MAPA Nº 15-6 MAPA DE ISOYETAS MES DE JUNIO CUENCA DEL RIO MALA



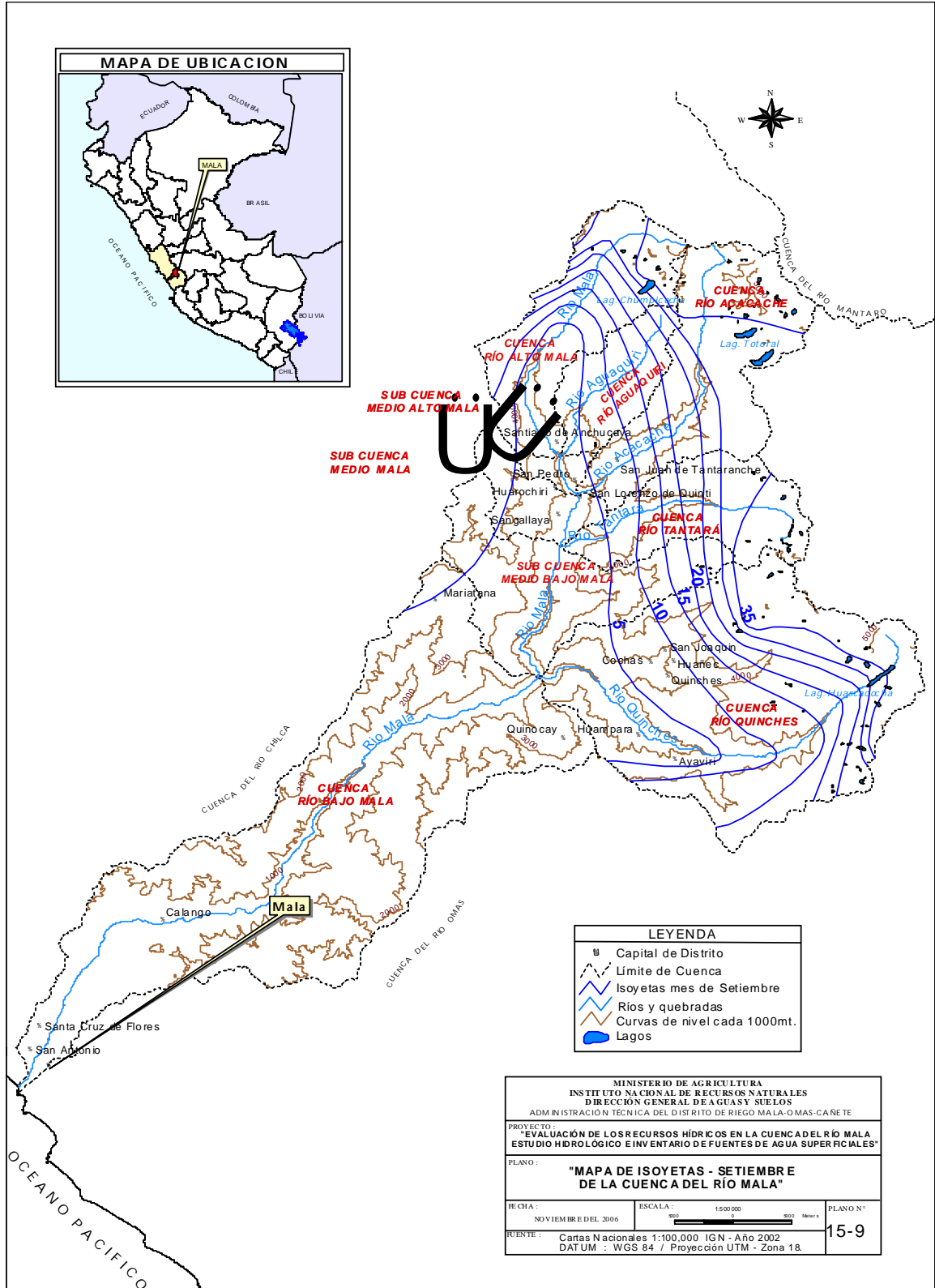
MAPA Nº 15-7 MAPA DE ISOYETAS MES DE JULIO CUENCA DEL RIO MALA



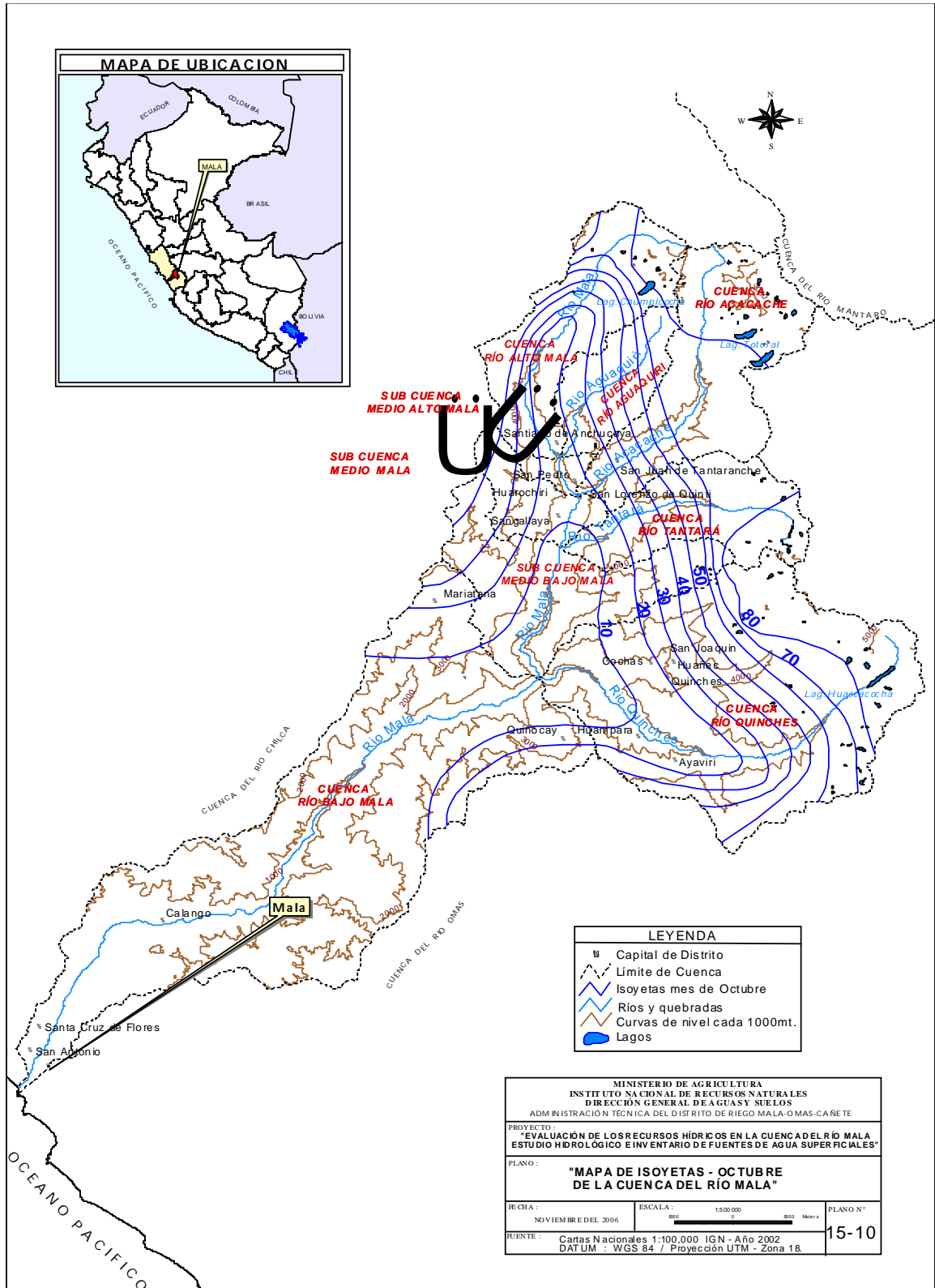
MAPA N° 15-8 MAPA DE ISOYETAS MES DE AGOSTO CUENCA DEL RIO MALA



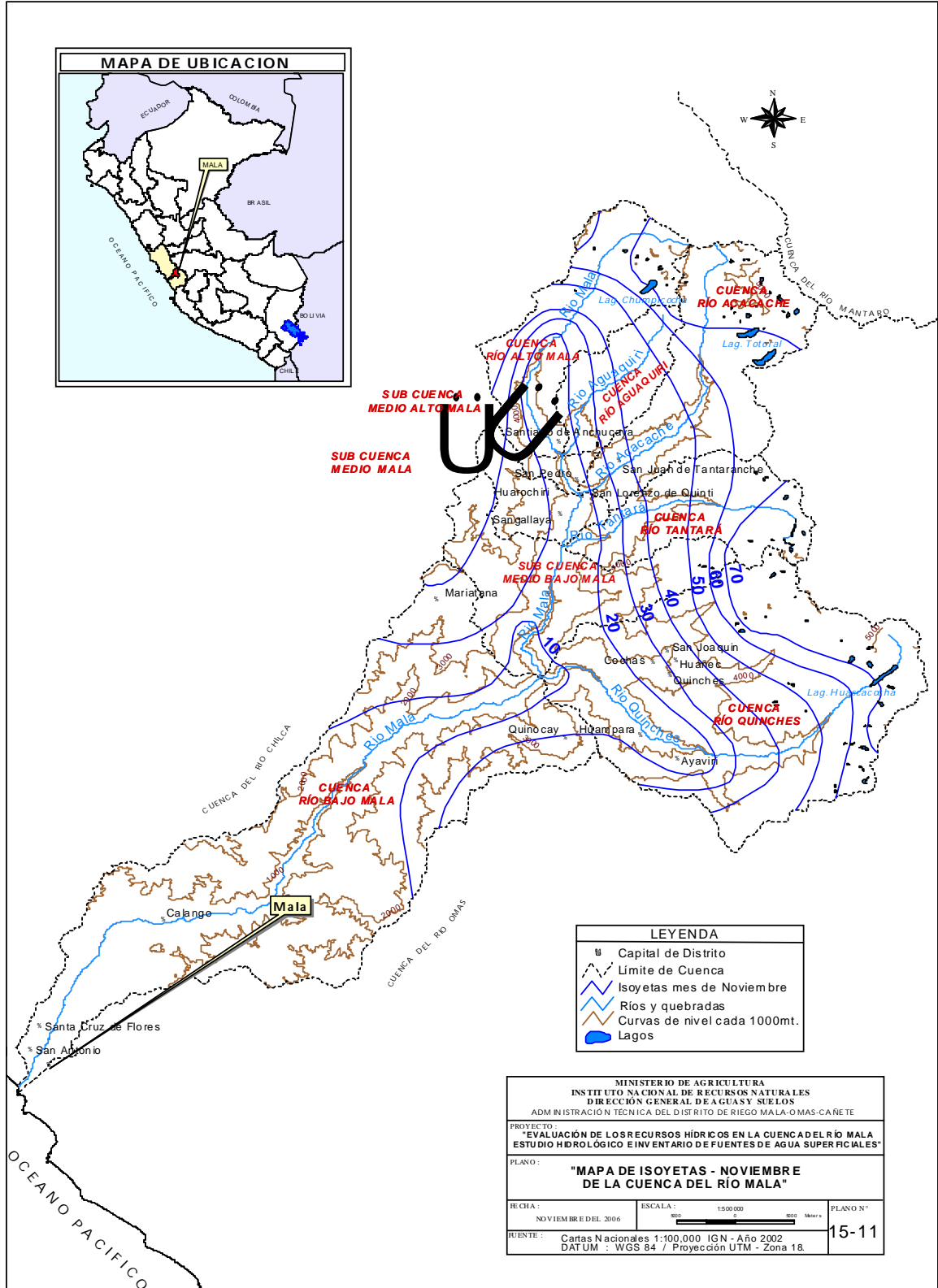
MAPA N° 15-9 MAPA DE ISOYETAS MES DE SETIEMBRE CUENCA DEL RIO MALA



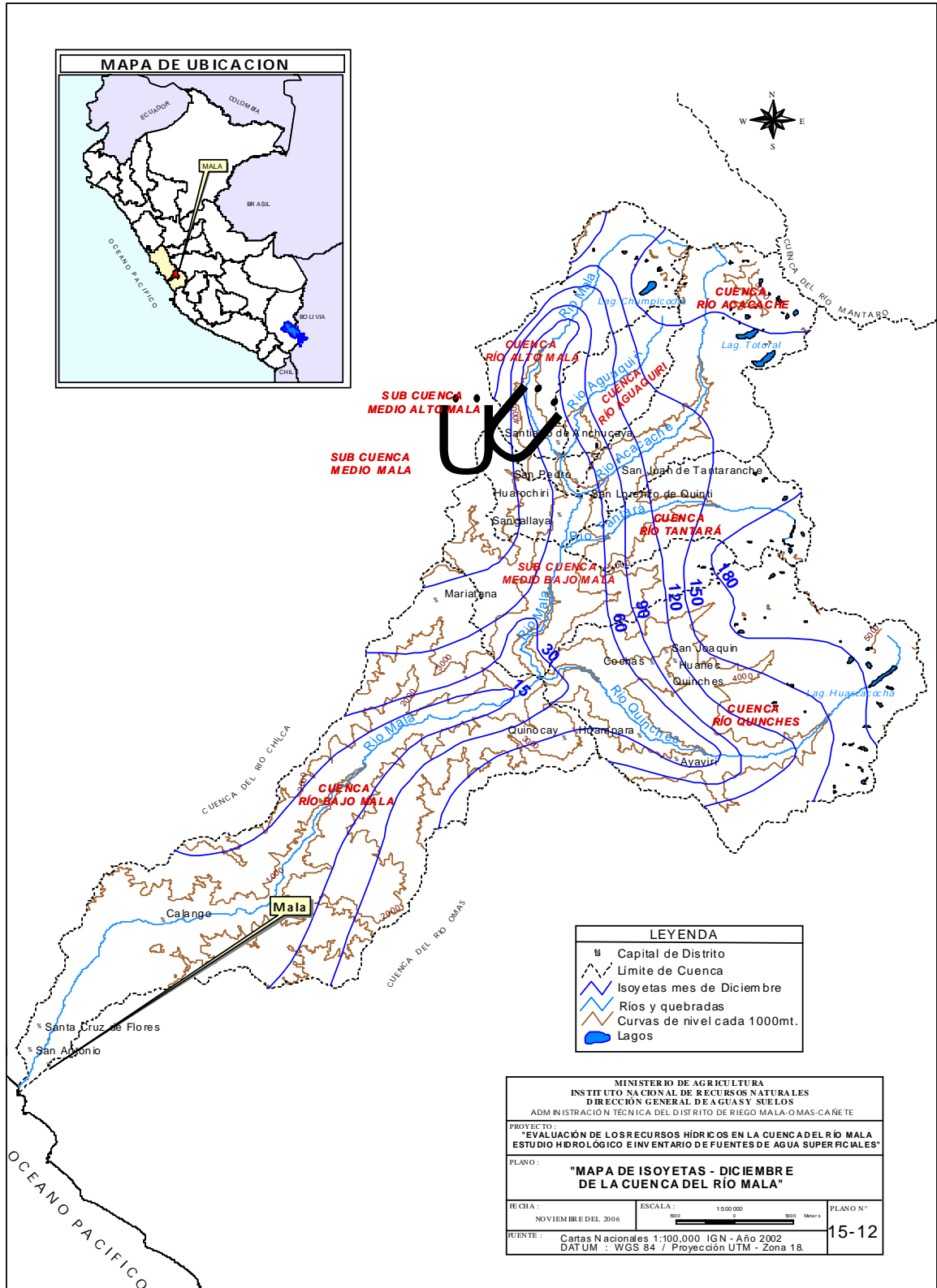
MAPA Nº 15-10 MAPA DE ISOYETAS MES DE OCTUBRE CUENCA DEL RIO MALA



MAPA Nº 15-11 MAPA DE ISOYETAS MES DE NOVIEMBRE CUENCA DEL RIO MALA



MAPA Nº 15-12 MAPA DE ISOYETAS MES DE DICIEMBRE CUENCA DEL RIO MALA



LEYENDA	
	Capital de Distrito
	Limite de Cuenca
	Isoyetas mes de Diciembre
	Ríos y quebradas
	Curvas de nivel cada 1000mt.
	Lagos

MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Y SUELOS ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DEL DISTRITO DE RIEGO MALA-OMAS-CAÑETE		
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MALA. ESTUDIO HIDROLOGICO E INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIALES"		
PLANO: "MAPA DE ISOYETAS - DICIEMBRE DE LA CUENCA DEL RÍO MALA"		
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2006	ESCALA: 1:500,000	PLANO N° 15-12
FUENTE: Cartas Nacionales 1:100,000 IGN - Año 2002 DATUM: WGS 84 / Proyección UTM - Zona 18.		

V. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA ESCORRENTIA

5.1. Estaciones hidrométricas - Información histórica

Las mediciones del caudal en el río Mala, son efectuadas por la estación La Capilla, que viene operando desde el año 1,938, en que inicio su operación bajo la conducción del SENAMHI, entidad encargada de su control y operación.

El **CUADRO N° 5.1.1**, muestra la relación las estaciones hidrométricas utilizadas en el Proyecto.

CUADRO N° 5.1.1 ESTACIONES HIDROMETRICAS CUENCA DEL RIO MALA

ITEM	ESTACION	TIPO	CUENCA	RIO	AREA CUENCA Km ²	ALTITUD msnm.	UBICACIÓN		PERIODO DE OBSERVACION	OPERADO
							LAT.	LONG.		
1	LA CAPILLA	HM/LG	MALA	MALA	2332.07	468	12° 31'	76° 31'	ENE.1,964 - DIC.2,005	SENAMHI
2	IMPERIAL	HM	CAÑETE	CAÑETE	6078.52	250	13°02'	76°11'	ENE.1,926 - DIC.2,000	SENAMHI
3	SOCSI	HM/LM	CAÑETE	CAÑETE	5800.1	350	13°00'	76°10'	ENE.1,965 - DIC. 2,000	SENAMHI
4	CHAVIN	HM/LG	CAÑETE	CAÑETE	3320.9	1414	12°43'	75°56'	JUN.1,986 - DIC. 2,000	ELECTRO PERU
5	MANCHAY	HM/LM	LURIN	LURIN	1425	200	12°10'	75°50'	JUN.1,960 - JUL.1,999	SENAMHI
6	MANCHAY BAJO	HM/LM	LURIN	LURIN	1425	206	12°10'	75°51'	JUN.1,938 - FEB.1,984	SENAMHI
7	LETRAYOC	HM/LM	PISCO	PISCO	3496	206	13°40'	75°45'	ENE.1,960 - MAR.2,000	SENAMHI

Estación La Capilla

La estación limnigráfica de La Capilla se localiza 30 m aguas arriba del puente La Capilla, del Anexo La Capilla del distrito de Calando, fue instalada en mayo del año 1,938 por el Servicio de Agrometeorología e Hidrología (SAH) y continua operando desde enero de 1,964 hasta la fecha por el SENAMHI; La información que se cuenta actualmente son caudales diarios y caudales mensuales.

La estación se ubica en la margen izquierda del río Mala y las mediciones que realiza el operador del SENAMHI se llevan a cabo 3 veces al día, mediante un correntómetro AOTT en una sección de control ubicado a 15 m aguas debajo de la estructura del Limnógrafo. La estación cuenta con el equipo y accesorios para realizar mediciones de verificación y comprobación de su caudal con correntómetro.

La estación La Capilla registra el caudal escurrido de la cuenca aguas abajo de las áreas de riego del sector Minay; por lo que se recomienda se tome en cuenta su cambio.

Estación Imperial

La estación Imperial ubicada sobre río Cañete a 250 msnm., y opera desde enero de 1,926 a abril de 1,968, es de tipo limnigráfica. La ubicación de la estación Imperial actualmente se encuentra muy cercana a la estación de Socsi.

Estación Socsi

La estación limnigráfica de Socsi se encuentra ubicada a 20.0 m aguas arriba del puente Socsi sobre los 350 msnm. Comienza a operar el año 1,964 bajo la conducción del Servicio de Agrometeorología e Hidrología

(SAH); sin embargo, en enero del año 1,965 es operada por el SENAMHI; siendo su área de influencia 5,800.1 km².

Una característica de esta estación es que registra el caudal total de la cuenca; por encontrarse ubicada aguas arriba de todas las captaciones que aprovechan sus aguas.

Con fines de estudio la información de las estaciones Imperial y Socsi se han fusionado a una sola, consignándose para adelante como estación Toma ImperialSocsi.

Estación Chavín

Esta estación limnigráfica se ubicada sobre el río Cañete, muy cercana a la captación a la Central Hidroeléctrica El Platanal. Se instaló en Mayo de 1,985 por ELECTROPERU S.A., sin embargo en la actualidad es operada por la empresa Cementos Lima S.A. La estación es de Tipo Limnimétrica

La estación Chavín geográficamente se ubica en las coordenadas 75°56' de Longitud Oeste y 12°43' de Latitud Sur, a una altitud de 1414 m.s.n.m., encierra un área de cuenca 3320.9 km².

La estación Chavín se ubica en la margen derecha del río Cañete y las mediciones con la mira se llevan a cabo 3 veces al día. La estación cuenta con el equipo y accesorios para realizar mediciones de caudal con correntómetro.

Estación Manchay

La estación hidrométrica limnigráfica Manchay, se ubica muy próximo al puente Manchay, en el distrito de Pachacamac, registra los caudales del río Lurín. Fue instalada por SENAMHI el año 1,960.

La estación de Manchay, se ubica a una altitud de 200 msnm., controlando un área de cuenca de 1425 km².

Las mediciones de caudal se realizan por lectura directa de un limnómetro durante 3 veces al día.

Estación Manchay Bajo

La estación limnigráfica de Manchay Bajo se encuentra ubicada aguas arriba del puente Manchay sobre los 206 msnm. Esta estación es mas antigua que la estación Manchay que comienza a operar el año 1,938 bajo la conducción del Servicio de Agrometeorología e Hidrología (SAH); siendo su área de influencia 1425.0 km² de superficie.

Estación Letrayoc

La estación limnigráfica de Letrayoc, se ubica a pie de valle sobre el río Pisco a una altura de 640 msnm. La estación comienza a operar el año 1,960 bajo la conducción del SENAMHI; siendo su área de influencia 3,496.0 km² de superficie. Las mediciones de caudal se realizan por lectura directa de un limnómetro durante 3 veces al día. Cuenta con información de caudales diarios desde el año 1,960 hasta el año 2,000.

Información Histórica

La información histórica que se cuenta para efectuar el Estudio Hidrológico son los registros de caudal medio diario, provenientes de las

5.3. Análisis estadístico de consistencia de la información

Para efectuar el análisis estadístico de la información hidrométrica de las estaciones disponibles para el Valle del río Mala, se ha decidido utilizar cuatro estaciones para analizar los registros de caudales (estación La Capilla cuenca Mala, Toma Imperial-Socsi cuenca del río Cañete, Letrayoc cuenca del río Pisco y Manchay cuenca del río Lurin).

Con los registros de las estaciones indicadas se ha recurrido al software “SIH”, proporcionado por el DRH del INRENA, par efectuar el análisis de histogramas, saltos, tendencias y el análisis de doble masa, el mismo que describo a continuación:

El análisis grafico de las estaciones estudiadas se realizo en forma conjunta entre el periodo 1938 -1974, considerándose dudosa la información que resultan tener picos demasiado altos o muy bajos, puesto que las características de las cuencas casi son similares tanto ecológicas, geológicas y topográficas y mas aún en su magnitud. De este análisis la información resultó ser buena.

Analizando sola a la estación La Capilla pudo observarse que los periodos agosto 1,938 - agosto de 1946; septiembre 1,946 – agosto de 1958; septiembre de 1,958 – agosto 1,967; septiembre de 1,967 – abril de 1,974 aparentemente tienen saltos; sin embargo con el software SIH solo se encontró salto en la desviación estándar insignificante, por lo que se considera la información confiable (no se modificó ningún dato). Al mismo tiempo, se efectuó el análisis de tendencias cuyo resultando arrojó que la información carecía de tendencia alguna.

Con la información analizada se procedió a efectuar el análisis de doble masa, para detectar en las series históricas los posibles saltos, sin embargo no se han encontrado quiebres significativos que requieran cambio alguno.

Con las series ya analizadas se efectúa la completación de la información de datos faltantes de las estaciones seleccionadas (estaciones La capilla, Toma Imperial-Socsi, Letrayoc y Manchay), utilizando el software HEC 4 incorporado en el SIH.

Con la información ya completa, nuevamente se procede a efectuar todos los análisis antes descritos, de los cuales, la bondad de la información ya completa resulta satisfactoria. Los cuadros obtenidos por el SIH se adjuntan a continuación y el análisis de doble masa y el grafico del análisis de doble masa se muestran en el ANEXO N° 4.2 y ANEXO N° 4.3

5.4. Ajuste estadístico de las series de caudal

Para efectuar el ajuste de las series anuales a una distribución de probabilidades de tipo normal, se esta empleando a las cuatro estaciones seleccionadas, utilizando para este fin, las pruebas de Chi-Cuadrado y SMIRNOV KOLMOGOROV (test K-S), para nivel de significancia del 5% y una probabilidad del 95%.

De las pruebas realizadas, los resultados para las cuatro estaciones estudiadas fueron satisfactorios, concluyéndose que los resultados de las series anuales de las estaciones estudiadas se ajustan al estadístico SMIRNOV KOLMOGOROV. Los resultados de la estación La Capilla se aprecia en los cuadros siguientes.

5.5. Relación Precipitación – Escorrentía

Existen relaciones entre la precipitación y la escorrentía ($C = Q/P$) sobre el área de la cuenca y para encontrar la relación existente entre la precipitación y la escorrentía superficial, se ha evaluado la precipitación media mensual y anual de la cuenca de nivel 6 y nivel 7, transformándola a m^3/s para uniformizar las unidades entre el caudal y la precipitación.

En el **CUADRO N° 5.5.1**, se muestra el análisis por cuenca de los coeficientes de escurrimiento encontrados para el periodo (1,964-2,005) para la cuenca N6 del río Mala y cuencas de N7 Quinches, Tantará, Acacache, Aguaquiri y Alto Mala.

El coeficientes de escurrimiento anual encontrado para la cuenca Mala alcanza a $C = 0.33$ con los caudales medios mensuales registrados (completados) y mediante los caudales medios mensuales generados se ha obtenido un coeficiente de escurrimiento $C = 0.33$, lo que demuestra una excelente correspondencia de la relación entre los caudales históricos y generados.

De la misma manera se ha obtenido el coeficiente de escurrimiento para la cuenca del río Acacache, donde se ha utilizado los caudales medios mensuales generados alcanzando un $C = 0.32$. Para la cuenca Aguaquiri se ha obtenido un $C = 0.27$, para la cuenca Alto Mala se halló un $C = 0.28$, para la cuenca Quinches se encontró un $C = 0.31$ y para la cuenca Tantara se obtiene un coeficiente de escurrimiento de $C = 0.31$.

Asimismo, el cuadro muestra el análisis con la variación de los coeficientes de escurrimiento para el periodo comprendido entre los años 1,964 – 2,005, limitándose a obtener coeficientes de escurrimientos entre los periodos de (1,938-1,963) por no contar con información pluviométrica.

En el **ANEXO N° 5.4**, se muestra la precipitación media anual transformada a m^3/s , en el **ANEXO N° 5.5**, se muestra los caudales medios mensuales y anuales y en el **ANEXO N° 5.6** se muestran los resultados de los coeficientes de escurrimiento generados de las cuencas de nivel 6 y nivel 7,

CUADRO N° 5.5.1 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA - CUENCAS N6 Y N7 DEL RIO MALA

N°	CUENCA MALA					ACACACHE			AGUAQUIRI			ALTO MALA			QUINCHES			TANTARA		
	P (m³/s)	Q _C (m³/s)	Q _G (m³/s)	C _C	C _G	P (m³/s)	Q _G (m³/s)	C _G	P (m³/s)	Q _G (m³/s)	C _G	P (m³/s)	Q _G (m³/s)	C _G	P (m³/s)	Q _G (m³/s)	C _G	P (m³/s)	Q _G (m³/s)	C _G
1	47.15	14.73	12.96	0.31	0.27	5.394	1.683	0.31	1.600	0.417	0.26	3.4179	0.772	0.23	11.9923	3.603	0.30	3.05616	0.898	0.29
2	44.35	10.69	15.51	0.24	0.35	5.073	1.835	0.36	1.505	0.479	0.32	3.2149	0.905	0.28	11.2802	3.835	0.34	2.87467	0.988	0.34
3	54.25	10.10	12.98	0.19	0.24	6.207	1.647	0.27	1.841	0.372	0.20	3.9331	0.891	0.23	13.8001	3.506	0.25	3.51685	0.901	0.26
4	51.39	22.08	19.29	0.43	0.38	5.879	2.287	0.39	1.744	0.521	0.30	3.7258	0.996	0.27	13.0727	4.907	0.38	3.33149	1.236	0.37
5	48.51	4.43	9.86	0.09	0.20	5.550	1.277	0.23	1.646	0.270	0.16	3.5172	0.784	0.22	12.3408	2.908	0.24	3.14496	0.770	0.24
6	64.23	7.75	17.18	0.12	0.27	7.348	2.162	0.29	2.179	0.521	0.24	4.6565	0.875	0.19	16.3382	4.267	0.26	4.16368	1.200	0.29
7	70.03	12.69	31.07	0.18	0.44	8.012	3.768	0.47	2.376	0.889	0.37	5.0772	1.539	0.30	17.8143	7.593	0.43	4.53983	1.952	0.43
8	50.25	10.55	17.98	0.21	0.36	5.749	2.267	0.39	1.705	0.517	0.30	3.643	0.993	0.27	12.7821	4.526	0.35	3.25742	1.197	0.37
9	62.90	21.61	29.04	0.34	0.46	7.197	3.485	0.48	2.134	0.792	0.37	4.5606	1.593	0.35	16.0019	7.547	0.47	4.07798	1.783	0.44
10	73.54	18.00	22.48	0.24	0.31	8.414	2.870	0.34	2.495	0.612	0.25	5.3317	1.335	0.25	18.7075	6.091	0.33	4.76746	1.488	0.31
11	70.76	12.99	34.35	0.18	0.49	8.095	4.051	0.50	2.401	0.963	0.40	5.1301	1.835	0.36	17.9999	8.388	0.47	4.58714	2.069	0.45
12	61.20	16.94	18.59	0.28	0.30	7.001	2.288	0.33	2.076	0.503	0.24	4.4366	0.979	0.22	15.5667	4.856	0.31	3.96707	1.239	0.31
13	40.16	22.05	10.45	0.55	0.26	4.593	1.292	0.28	1.362	0.298	0.22	2.9109	0.759	0.26	10.2135	2.897	0.28	2.60283	0.752	0.29
14	39.06	13.39	8.03	0.34	0.21	4.468	1.090	0.24	1.325	0.296	0.22	2.8311	0.651	0.23	9.9335	2.255	0.23	2.53148	0.590	0.23
15	29.69	9.90	3.70	0.33	0.12	3.398	0.518	0.15	1.008	0.153	0.15	2.1533	0.530	0.25	7.55512	1.581	0.21	1.92537	0.342	0.18
16	23.15	12.67	3.83	0.55	0.17	2.648	0.463	0.17	0.785	0.176	0.22	1.6779	0.481	0.29	5.88736	1.326	0.23	1.50035	0.304	0.20
17	26.97	6.86	2.76	0.25	0.10	3.084	0.407	0.13	0.915	0.162	0.18	1.9542	0.410	0.21	6.85667	0.991	0.14	1.74737	0.276	0.16
18	39.94	16.67	14.03	0.42	0.35	4.570	1.610	0.35	1.355	0.428	0.32	2.8962	0.990	0.34	10.1617	3.723	0.37	2.58965	0.906	0.35
19	29.90	17.17	3.70	0.57	0.12	3.421	0.407	0.12	1.015	0.156	0.15	2.168	0.526	0.24	7.60686	1.349	0.18	1.93855	0.325	0.17
20	45.74	14.43	9.79	0.32	0.21	5.233	1.373	0.26	1.552	0.366	0.24	3.316	0.772	0.23	11.6347	3.111	0.27	2.96503	0.751	0.25
21	36.94	38.01	4.99	1.03	0.14	4.225	0.630	0.15	1.253	0.215	0.17	2.6771	0.529	0.20	9.3933	1.749	0.19	2.39381	0.484	0.20
22	35.01	18.23	4.95	0.52	0.14	4.006	0.702	0.18	1.188	0.227	0.19	2.5384	0.569	0.22	8.90637	1.790	0.20	2.26972	0.409	0.18
23	56.41	28.52	21.87	0.51	0.39	6.453	2.562	0.40	1.914	0.634	0.33	4.0892	1.331	0.33	14.3479	5.576	0.39	3.65645	1.399	0.38
24	36.24	15.77	14.25	0.44	0.39	4.145	1.828	0.44	1.229	0.435	0.35	2.6267	1.050	0.40	9.21648	3.608	0.39	2.34875	0.925	0.39
25	26.79	12.72	2.22	0.47	0.08	3.063	0.349	0.11	0.909	0.132	0.15	1.9412	0.530	0.27	6.81102	1.152	0.17	1.73574	0.301	0.17
26	32.72	31.81	4.64	0.97	0.14	3.743	0.637	0.17	1.110	0.178	0.16	2.3718	0.606	0.26	8.32204	1.605	0.19	2.12081	0.437	0.21
27	29.42	7.44	2.69	0.25	0.09	3.366	0.451	0.13	0.998	0.164	0.16	2.1329	0.521	0.24	7.4836	1.227	0.16	1.90714	0.344	0.18
28	33.09	13.74	4.41	0.42	0.13	3.786	0.546	0.14	1.123	0.169	0.15	2.3992	0.562	0.23	8.41791	1.454	0.17	2.14524	0.389	0.18
29	26.90	5.99	2.55	0.22	0.09	3.079	0.357	0.12	0.913	0.150	0.16	1.9512	0.565	0.29	6.84602	1.212	0.18	1.74466	0.285	0.16
30	77.42	23.61	29.60	0.30	0.38	8.856	3.613	0.41	2.626	0.837	0.32	5.6119	1.677	0.30	19.6905	7.584	0.39	5.01797	1.875	0.37
31	71.59	39.46	30.27	0.55	0.42	8.188	3.631	0.44	2.429	0.825	0.34	5.1891	1.577	0.30	18.2068	7.898	0.43	4.63988	1.879	0.40
32	50.73	10.35	14.45	0.20	0.28	5.804	1.880	0.32	1.721	0.384	0.22	3.6781	0.905	0.25	12.9053	3.775	0.29	3.28883	0.999	0.30
33	62.89	18.05	24.10	0.29	0.38	7.194	3.035	0.42	2.134	0.693	0.32	4.5589	1.446	0.32	15.9959	6.287	0.39	4.07643	1.561	0.38
34	59.13	12.30	20.96	0.21	0.35	6.764	2.748	0.41	2.006	0.626	0.31	4.2866	1.241	0.29	15.0402	5.421	0.36	3.83289	1.366	0.36
35	55.40	28.27	19.04	0.51	0.34	6.338	2.392	0.38	1.880	0.524	0.28	4.0164	1.216	0.30	14.0922	5.069	0.36	3.5913	1.228	0.34
36	87.41	18.04	34.12	0.21	0.39	9.998	4.331	0.43	2.965	0.911	0.31	6.3357	1.993	0.31	22.2302	8.553	0.38	5.66519	2.170	0.38
37	82.48	21.72	41.09	0.26	0.50	9.437	4.911	0.52	2.799	1.130	0.40	5.9801	1.977	0.33	20.9824	9.641	0.46	5.34721	2.424	0.45
38	66.73	19.74	33.32	0.30	0.50	7.634	4.012	0.53	2.264	0.958	0.42	4.8378	1.684	0.35	16.9743	8.228	0.48	4.32577	2.047	0.47
39	71.50	13.21	27.38	0.18	0.38	8.180	3.290	0.40	2.426	0.736	0.30	5.1838	1.470	0.28	18.1886	6.782	0.37	4.63523	1.665	0.36
40	66.89	7.07	26.31	0.11	0.39	7.651	3.327	0.43	2.269	0.782	0.34	4.8486	1.595	0.33	17.0123	6.838	0.40	4.33547	1.689	0.39
41	62.92	10.08	22.28	0.16	0.35	7.199	2.822	0.39	2.135	0.695	0.33	4.5619	1.482	0.32	16.0065	5.898	0.37	4.07914	1.450	0.36
42	51.37	13.24	18.87	0.26	0.37	5.878	2.412	0.41	1.743	0.517	0.30	3.7249	1.115	0.30	13.0697	5.000	0.38	3.33071	1.217	0.37
Prom.	51.27	16.26	16.71	0.33	0.33	5.865	2.08	0.32	1.74	0.50	0.27	3.72	1.05	0.28	13.04	4.42	0.31	3.32	1.11	0.31

5.6. Análisis de persistencia – Probabilidad de ocurrencia de caudales

Se ha efectuado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y 95% de los caudales medios mensuales y anuales históricos y completos de la estación La Capilla. El análisis efectuado se ajustó según la fórmula de Weibull, cuya ecuación para la obtener la persistencia es de tipo exponencial. Los resultados del análisis realizado mediante el software SIH. Los resultados se muestran en el **CUADRO N° 5.6.1**, se muestra los caudales disponibles al 50%, 75%, 90% y 95% de persistencia del río Mala.

CUADRO N° 5.6.1 PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES DEL RIO MALA (m³/s)

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL DEL RIO MALA (m³/s)

Información Completa Estación La Capilla

P %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
50.0	23.78	41.99	40.64	10.99	5.59	2.73	1.92	1.55	1.43	2.02	3.35	8.32	13.39
75.0	12.11	22.38	30.91	11.43	3.36	1.76	1.30	1.13	1.00	1.20	1.72	3.73	7.60
90.0	8.08	15.34	23.27	8.17	7.48	1.36	1.03	0.94	0.81	0.88	1.16	2.30	5.44
95.0	7.06	13.53	21.17	7.31	2.24	1.24	0.95	0.88	0.76	0.79	1.01	1.96	4.87

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL DEL RIO MALA (MMC)

Información Completa Estación La Capilla

P %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
50.0	63.09	102.49	132.96	51.81	14.97	7.08	5.14	3.94	3.71	5.41	8.68	22.28	421.38
75.0	32.44	54.63	82.79	29.63	9.00	4.56	3.48	2.71	2.59	3.21	4.46	9.99	239.80
90.0	21.64	33.47	62.33	21.18	6.64	3.53	2.76	2.14	2.10	2.36	3.01	6.16	171.65
95.0	18.91	33.02	56.70	18.95	6.00	3.21	2.54	2.01	1.97	2.12	2.62	5.25	153.65

5.7. Disponibilidad hídrica en la cuenca N6 del río Mala

Con la información completa de caudales medios mensuales de la estación La Capilla, periodo de 68 años comprendido entre los años 1,938-2005 se tiene los siguientes resultados.

El río Mala tiene un caudal medio mensual al 75% de persistencia de 7.60 m³/s, un máximo de 30.91m³/s en marzo, un mínimo de 1.00 m³/s en septiembre. El volumen promedio anual al 75% de persistencia del río Mala alcanza a 239.80 MMC, un máximo de 82.79 MMC y un mínimo de 2.59 MMC. En el **CUADRO N° 5.6.1**, se muestra la variación mensual y anual de los caudales disponibles a una persistencia del 75% de la estación La Capilla del río Mala.

El caudal medio mensual del río Mala alcanza a 16.76 m³/s, un máximo de 180.36 m³/s., ocurrido en febrero de 1,994, un mínimo de 0.53 m³/s, ocurrido en septiembre del año 1,992. El volumen promedio anual alcanza a 528.93 MMC, un máximo de 479.79 MMC y un mínimo de 1.38 MMC, ocurridos los meses y años antes citados. En el **CUADRO N° 5.7.1** y **CUADRO N° 5.7.2** se muestra la variación mensual los caudales a nivel mensual y anual de la estación La Capilla del río Mala.

CUADRO N° 5.7.1 DISPONIBILIDAD HIDRICA DEL RIO MALA A NIVEL MEDIO MENSUAL Y ANUAL

DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DEL RIO MALA (m³/s)

Información Completa Estación La Capilla

ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
Número	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
media	31.11	53.66	57.45	24.12	6.56	3.10	2.13	1.67	1.56	2.54	4.85	12.38	16.76
Máximo	91.71	180.36	179.13	67.31	20.09	9.67	6.29	4.57	4.58	13.26	28.92	55.95	180.36
Mínimo	1.74	6.12	13.37	2.89	1.19	0.97	0.80	0.64	0.53	0.58	0.72	0.92	0.53

DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DEL RIO MALA (MMC)

Información Completa Estación La Capilla

ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
Número	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
media	83.31	131.11	153.89	62.51	17.57	8.05	5.72	4.47	4.05	6.80	12.57	33.15	43.60
Máximo	245.64	451.90	479.79	174.47	53.82	25.06	16.84	12.25	11.87	35.52	74.96	149.84	479.79
Mínimo	4.66	14.80	35.80	7.48	3.18	2.52	2.15	1.72	1.38	1.55	1.86	2.46	1.38

CUADRO N° 5.7.2 DISPONIBILIDAD HIDRICA DEL RIO MALA A NIVEL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES(1,938-2,005)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1938	43.973	136.012	61.891	15.124	5.016	3.011	3.302	1.979	1.814	1.878	2.395	6.377	23.564
1939	19.798	45.375	74.115	38.153	10.591	4.592	3.560	2.782	2.557	3.136	3.725	10.932	18.276
1940	41.422	32.112	56.944	21.716	5.886	3.153	2.464	2.212	2.288	2.688	4.180	3.913	14.915
1941	39.893	37.893	41.282	2.886	2.818	1.967	1.668	1.427	1.251	1.435	1.800	8.427	11.896
1942	33.902	50.764	40.719	11.340	12.589	2.086	1.266	1.152	0.945	1.442	1.519	4.625	13.529
1943	31.049	74.480	47.797	35.970	4.106	2.272	1.504	1.387	1.460	2.129	2.804	11.917	18.073
1944	38.861	51.698	70.295	19.841	7.361	2.809	2.501	2.008	1.776	1.823	1.999	5.098	17.173
1945	25.589	28.026	63.047	27.117	5.397	2.611	1.911	1.479	1.306	1.269	6.444	20.322	15.377
1946	76.138	110.885	179.134	67.312	10.340	3.302	2.271	1.850	1.715	2.656	6.419	21.360	40.282
1947	33.571	27.416	57.070	21.750	8.201	2.575	1.917	1.577	1.510	3.463	2.027	6.101	13.932
1948	46.805	32.037	32.781	23.836	10.062	3.384	1.842	1.472	1.229	13.260	11.210	2.821	15.062
1949	28.585	28.390	47.644	28.337	5.570	3.826	2.784	1.660	1.516	1.849	1.351	0.919	12.703
1950	25.986	41.465	47.435	43.448	5.393	2.613	2.128	1.458	1.469	1.657	2.597	47.267	18.576
1951	28.475	53.578	80.187	25.340	5.881	2.630	2.126	1.420	1.348	2.936	26.837	28.593	21.613
1952	38.652	63.107	70.554	22.960	9.376	1.598	1.313	1.539	1.261	1.270	2.775	27.616	20.168
1953	53.692	108.946	121.478	35.680	16.218	5.289	3.418	1.848	1.474	1.672	16.107	18.191	32.001
1954	39.778	83.660	87.214	16.088	5.088	2.733	2.293	2.038	1.698	1.738	28.920	15.345	23.883
1955	62.285	31.534	32.319	17.414	6.857	2.841	1.973	1.661	1.380	3.578	1.532	4.370	13.979
1956	14.254	79.356	57.420	22.536	4.350	2.297	1.827	1.805	2.091	2.031	1.838	1.668	15.956
1957	10.429	48.304	48.741	25.702	7.003	1.819	1.338	1.326	1.107	1.192	1.376	2.108	12.537
1958	9.292	13.304	23.599	14.840	2.068	1.393	1.123	1.415	1.259	1.491	1.867	2.191	6.154
1959	1.738	37.192	78.072	21.562	5.257	2.741	1.643	1.294	1.137	1.913	1.598	6.781	13.411
1960	25.259	21.700	13.367	5.211	3.919	1.525	1.064	0.986	1.215	1.337	1.823	2.024	6.619
1961	21.671	39.240	46.053	30.254	7.961	2.360	1.869	1.287	1.067	1.063	9.773	40.151	16.896
1962	50.860	49.282	62.135	27.522	4.579	3.863	2.106	1.482	1.375	1.289	1.491	5.937	17.660
1963	53.845	55.163	70.139	35.984	5.748	2.446	2.174	1.548	1.613	1.776	6.745	31.987	22.431
1964	10.484	47.476	56.898	39.102	7.146	3.144	1.838	1.459	1.543	1.391	1.697	4.597	14.731
1965	13.256	53.987	39.672	7.387	3.286	1.672	1.326	1.089	1.035	0.967	1.533	3.083	10.691
1966	15.423	19.135	39.666	7.447	2.860	1.434	1.179	1.112	1.027	11.714	3.912	16.265	10.098
1967	38.806	118.874	71.779	8.920	5.979	3.631	1.914	1.475	1.358	5.362	2.817	4.044	22.080
1968	9.919	8.671	13.835	8.053	1.842	1.212	0.802	0.643	0.651	0.813	2.208	4.501	4.429
1969	3.668	10.782	28.998	14.452	2.751	1.104	0.815	0.707	0.560	1.859	4.059	23.214	7.747
1970	59.913	21.560	21.346	13.516	9.220	3.926	2.121	1.354	2.690	3.531	2.742	10.366	12.690
1971	18.573	26.621	48.455	13.803	3.756	2.283	1.751	1.566	1.132	1.259	1.244	6.200	10.554
1972	23.704	47.299	118.488	30.694	9.060	3.208	2.236	1.885	1.935	3.255	3.095	14.492	21.613
1973	47.849	44.333	51.757	31.175	10.484	7.258	2.887	1.690	1.881	2.203	4.057	10.421	18.000
1974	25.052	39.850	49.381	19.399	5.748	4.312	2.385	1.431	1.554	1.703	1.817	3.264	12.991
1975	17.819	23.753	113.842	18.609	8.212	2.782	1.528	1.664	1.974	1.549	3.156	8.409	16.941
1976	42.368	109.717	71.932	21.260	4.573	2.760	2.095	1.889	1.625	1.776	1.914	2.730	22.053
1977	12.346	72.457	42.855	9.787	3.326	1.870	1.718	1.583	1.564	1.571	6.260	5.333	13.389
1978	26.038	43.039	16.191	12.813	2.892	1.736	1.282	1.099	0.909	0.806	1.909	10.067	9.898
1979	7.752	54.908	63.981	13.926	2.286	1.433	1.260	1.073	1.086	1.368	1.430	1.595	12.675
1980	16.499	11.195	17.610	14.214	2.084	1.343	1.102	0.883	0.839	4.568	2.741	9.184	6.855
1981	15.044	80.068	66.387	12.618	1.689	1.064	1.136	1.201	1.060	2.280	4.424	13.040	16.668
1982	16.519	104.286	32.889	15.893	3.961	2.506	2.077	1.305	1.176	3.597	12.733	9.105	17.171
1983	11.402	6.769	37.713	58.407	9.991	5.186	4.457	4.574	4.581	4.371	4.791	20.949	14.433
1984	45.197	180.310	104.335	37.823	9.247	5.468	3.510	2.917	3.143	7.547	12.550	44.110	38.013
1985	14.188	52.479	57.685	48.350	7.742	5.243	4.018	3.257	2.612	2.640	2.966	17.632	18.234
1986	79.681	88.112	82.658	44.853	11.232	4.442	2.802	2.266	2.699	1.985	2.540	18.915	28.515
1987	81.271	54.329	22.677	6.101	3.822	2.711	2.163	2.092	1.820	1.845	3.396	7.015	15.770
1988	24.044	53.952	21.542	23.647	7.613	2.371	1.584	1.647	1.348	1.775	2.549	10.529	12.717
1989	65.639	119.075	126.355	41.660	6.767	3.827	2.480	1.818	1.750	3.795	5.490	3.017	31.806
1990	13.552	6.547	25.257	6.453	2.146	1.695	1.116	1.425	0.954	2.649	10.318	17.165	7.440
1991	26.518	27.775	67.858	14.674	7.171	3.770	2.040	1.433	0.980	2.418	5.645	4.575	13.738
1992	15.985	6.119	30.560	9.269	2.378	1.476	0.894	0.804	0.533	1.308	1.354	1.226	5.992
1993	14.142	58.869	57.738	50.884	12.111	4.256	1.478	0.770	0.939	6.137	20.063	55.945	23.611
1994	91.713	180.357	94.000	46.857	20.094	7.299	5.048	4.151	3.915	5.347	6.597	8.190	39.464
1995	17.406	30.175	40.003	17.102	3.368	1.123	0.989	0.997	0.996	1.015	7.854	3.156	10.349
1996	30.895	50.121	57.959	40.968	12.102	4.114	3.214	2.132	2.141	1.108	3.996	7.896	18.054

Continuación

1997	18.087	62.864	28.387	5.147	1.187	0.974	0.824	0.740	0.653	0.579	3.119	25.093	12.305
1998	85.532	63.550	139.181	22.699	6.054	4.693	3.288	2.131	1.630	1.313	1.960	7.152	28.265
1999	12.050	82.047	50.068	21.377	11.158	9.667	6.289	2.073	2.150	3.026	3.101	13.520	18.044
2000	46.881	65.797	69.184	28.803	10.849	5.805	3.865	3.042	2.245	4.342	2.468	17.406	21.724
2001	56.416	32.257	77.985	29.823	11.648	6.450	3.574	2.294	2.335	1.961	6.102	6.012	19.738
2002	7.620	41.135	45.773	38.929	7.321	3.568	2.363	2.008	1.218	1.277	3.331	3.958	13.208
2003	3.993	17.829	20.153	8.500	4.790	2.242	1.139	1.093	0.888	0.802	0.740	22.632	7.067
2004	5.267	28.428	31.224	28.423	4.073	2.193	1.410	1.284	1.037	1.313	3.200	13.071	10.077
2005	30.901	20.946	41.226	38.142	4.456	2.079	1.724	1.400	1.122	0.580	0.719	15.581	13.240
Nº	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
SUMA	2115.214	3648.772	3906.915	1639.88	446.11	211.066	145.106	113.548	106.149	172.676	329.749	841.696	1139.7403
MEDIA	31.106	53.658	57.455	24.116	6.560	3.104	2.134	1.670	1.561	2.539	4.849	12.378	16.761
DS	21.561	37.356	31.839	13.927	3.673	1.677	1.052	0.712	0.726	2.216	5.454	11.533	7.659
CV	0.693	0.696	0.554	0.578	0.560	0.540	0.493	0.426	0.465	0.873	1.125	0.932	0.457
MAX	91.713	180.357	179.134	67.312	20.094	9.667	6.289	4.574	4.581	13.260	28.920	55.945	40.282
MIN	1.738	6.119	13.367	2.886	1.187	0.974	0.802	0.643	0.533	0.579	0.719	0.919	4.429

Información completada

5.8 Análisis de caudales máximos

5.8.1. Información histórica - Metodología de análisis

Para la determinación de los caudales máximos se está empleando la información de caudales máximos diarios del río Mala observados en la estación La Capilla correspondientes al periodo 1,960-2,005.

5.8.2. Análisis de frecuencia

El análisis de frecuencia para el estudio se realiza con las funciones de distribución de probabilidades, entre las más aplicables se tiene:

- Distribución Normal
- Distribución Log-Normal
- Distribución Gumbel
- Distribución Log-Pearson III

5.8.3. Caudales máximos para periodos extendidos.

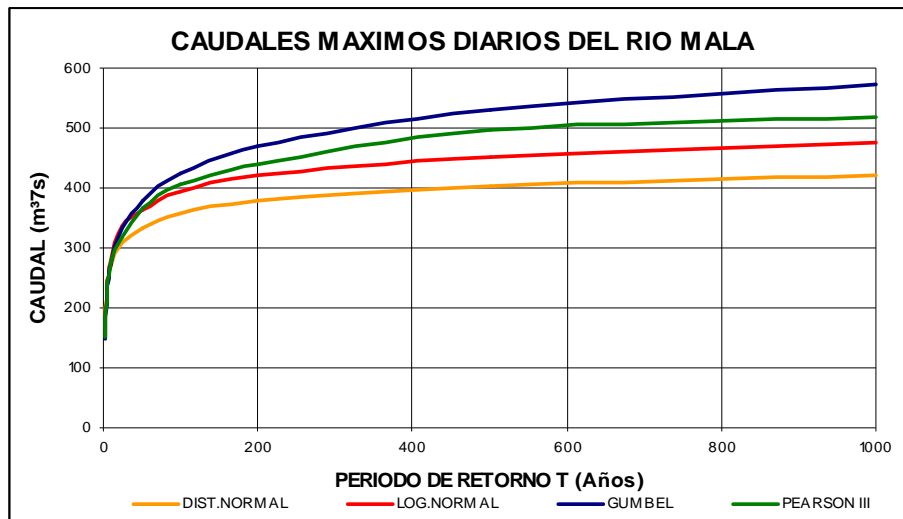
Los valores críticos $K(T)$ para los métodos empleados en el análisis de máximas avenidas se presenta en el **CUADRO Nº 5.8.1**. El cálculo de caudales máximos se aprecia en el **CUADRO Nº 5.8.2**, donde, su análisis muestra que los métodos empleados son muy aceptables, porque brindan resultados satisfactorios.

CUADRO Nº 5.8.1 VALORES CRITICOS $K(T)$ PARA LAS DISTRIBUCIONES

T Años	NORMAL	LOG.NORMAL g = -0,721	GUMBEL	PEARSON III g = 0,827
2	0,000	0,118	0,367	-0,134
5	0,842	0,856	1,500	0,777
10	1,282	1,182	2,250	1,34
25	1,771	1,520	3,199	1,85
50	2,054	1,651	3,902	2,465
100	2,326	1,795	4,600	2,909
200	2,576	1,908	5,296	3,336
500	2,878	2,022	6,214	4,025
1000	3,090	2,119	6,907	4,279

CUADRO Nº 5.8.2 CAUDALES MAXIMOS DIARIOS PARA EL RIO MALA (VARIOS METODOS)

ITEM	P	T	DISTRIBUCION			
			NORMAL	LOG.NORMAL	GUMBEL	PEARSON III
			%	Años	m³/s	m³/s
1	0,500	2	162,5	150,7	148,8	151,3
2	0,800	5	232,7	230,3	222,5	227,3
3	0,900	10	269,4	277,8	271,3	274,3
4	0,960	25	310,2	337,4	333,0	316,8
5	0,980	50	333,8	363,8	378,7	368,1
6	0,990	100	356,5	395,2	424,1	405,1
7	0,995	200	377,4	421,7	469,4	440,8
8	0,998	500	402,6	450,3	529,1	498,2
9	0,999	1000	420,2	476,1	574,2	519,4

GRAFICO Nº 5.8.1 CAUDALES MAXIMOS DIARIOS PARA EL RIO MALA (VARIOS METODOS)

5.9. Análisis de máximas avenidas para cuencas de nivel 7 mediante el método de Mac Math (Modelo empírico)

El análisis de máximas avenidas para las cuencas de nivel 7 se han obtenido haciendo uso del modelo empírico de Mac Math cuya fórmula se indica a continuación:

$$Q_{\text{Max}} = 10^{-3} C \times P \times A^{0.58} \times I^{0.42}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía

P = Precipitación máxima en 24 horas (mm)

A = Área de la cuenca (ha)

I = Pendiente del curso principal (m/Km)

La información de precipitación máxima en 24 horas corresponde a la estación PLU de Tanta que afectada por un factor altitudinal entre la altura media de la cuenca y la altura de la estación. Los caudales máximos calculados indirectamente fueron ajustados a la distribución probabilística

Log-Pearson III, con la cual es posible predecir las descargas máximas del río estudiado; siendo la distribución :

$$\text{Log } Q = X + K \times S$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

X = Media de los logaritmos de los caudales

S = Desviación estándar de los logaritmos de los caudales

K = Factor de frecuencia, que depende del sesgo y del nivel de probabilidad de excedencia.

Cuenca Mala

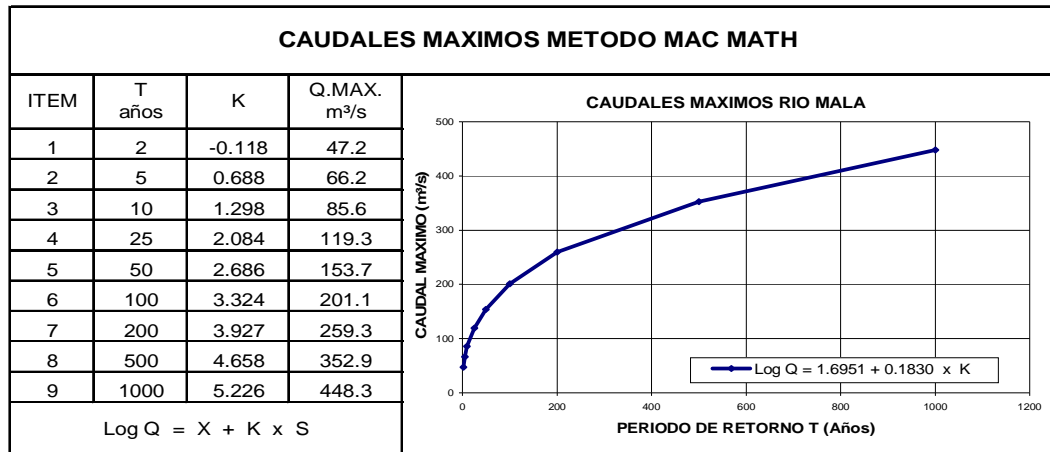
Aplicando el análisis anteriormente descrito, los caudales máximos para la cuenca de nivel 6 del río Mala se muestran en el **CUADRO Nº 5.9.1**.

CUADRO Nº 5.9.1 ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAS SEGÚN MAC MATH UTILIZANDO PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24 HORAS

ESTACIÓN TANTA

Año	P.Max 24 Horas	P.Max 24 H CORREGIDO FA=1.14	Q.MAXIMO RIO MALA CRONOLOGICO	Q.MAXIMO RIO MALA ORDENADO	Log (Q)	(Qi - Q)^3
1964	25.4	28.96	61.3	178.7	2.252100	0.172808
1965	34.5	39.33	83.3	100.5	2.001962	0.028895
1966	26.6	30.32	64.2	91.5	1.961507	0.018908
1967	28.0	31.92	67.6	83.3	1.920687	0.011480
1968	23.7	27.02	57.2	76.5	1.883927	0.006733
1969	23.1	26.33	55.8	69.8	1.843766	0.003286
1970	37.9	43.21	91.5	67.6	1.830026	0.002456
1971	24.5	27.93	59.2	65.2	1.814232	0.001691
1972	26.1	29.75	63.0	64.2	1.807750	0.001430
1973	18.2	20.75	43.9	63.7	1.804472	0.001308
1974	19.3	22.00	46.6	63.0	1.799509	0.001138
1975	13.6	15.50	32.8	62.3	1.794488	0.000982
1976	17.5	19.95	42.3	61.3	1.787702	0.000794
1977	16.4	18.70	39.6	59.2	1.772034	0.000455
1978	16.3	18.58	39.4	59.2	1.772034	0.000455
1979	11.7	13.34	28.3	57.2	1.757617	0.000244
1980	14.4	16.42	34.8	55.8	1.746480	0.000136
1981	13.1	14.93	31.6	46.6	1.668425	-0.000019
1982	13.3	15.16	32.1	43.9	1.642940	-0.000142
1984	11.3	12.88	27.3	43.5	1.638141	-0.000185
1985	12.4	14.14	29.9	42.3	1.625906	-0.000331
1986	18.0	20.52	43.5	40.6	1.608177	-0.000657
1987	16.8	19.15	40.6	39.6	1.597712	-0.000924
1988	13.8	15.73	33.3	39.4	1.595056	-0.001001
1989	13.9	15.85	33.6	38.4	1.584265	-0.001362
1990	15.8	18.01	38.2	38.2	1.581525	-0.001465
1991	11.8	13.45	28.5	34.8	1.541231	-0.003643
1992	15.9	18.13	38.4	33.6	1.525883	-0.004845
1993	41.6	47.42	100.5	33.3	1.522747	-0.005120
1994	26.4	30.10	63.7	32.8	1.516407	-0.005706
1995	27.0	30.78	65.2	32.1	1.506720	-0.006685
1996	31.7	36.14	76.5	31.6	1.500139	-0.007410
1997	74.0	84.36	178.7	29.9	1.476290	-0.010476
1998	25.8	29.41	62.3	28.5	1.454750	-0.013885
1999	24.5	27.93	59.2	28.3	1.451054	-0.014535
2000	28.9	32.95	69.8	27.3	1.435947	-0.017405
A = 233207 ha		Nº DATOS 36		SUMA 61.02360946 0.157403632		
l = 44.9531563 m/Km pendiente		MEDIA 1.695100263		0.004372323		
C = 0.33 Coeficiente de escorrentía		STDS 0.18301661		SESGO 0.776781317		
Los caudales máximos fueron ajustado a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, con la cual es posible predecir probalisticamente las descargas maximas del río; siendo la ecuación igual a: Log Q = X +K x S Donde Q = Caudal Maximo (m ³ /s) X = Media de los logaritmos de los caudales S = Desviación estandar de los logaritmos de los caudales K = Factor de frecuencia, que depende del sesgo y del nivel de probabilidades de exedencia; la ecuación de predicción resulta ser: Log Q = 1.695 + 0.1830 x K						

GRAFICO Nº 5.9.1 CAUDALES MAXIMAS RIO MALA UTILIZANDO P. MAX 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO



Cuenca Quinchés

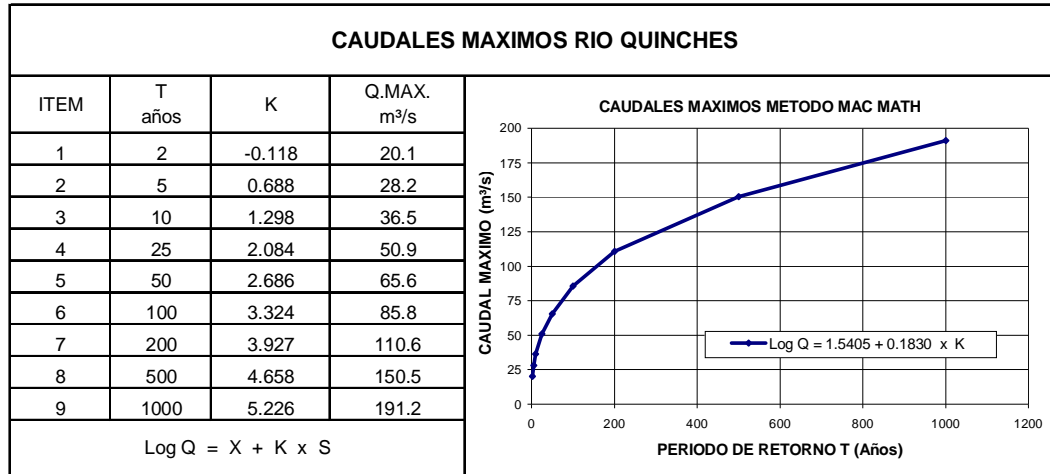
Los caudales máximos para diferentes periodos de retorno de la cuenca nivel 7 del río Quinchés se muestran en el **CUADRO Nº 5.9.2**.

CUADRO Nº 5.9.2 ANALISIS DE MAXIMA AVENIDAS SEGÚN MAC MATH UTILIZANDO PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24 HORAS

Año	P.Max 24 Horas	P.Max 24 H CORREGIDO FA=0.85	Q.MÁXIMO RIO QUINCHES CRONOLOGICO	Q.MÁXIMO QUINCHES ORDENADO	Log (Q)	(Qi -Q)^3
1964	25.4	21.70	26.2	76.2	1.882015	0.172808
1965	34.5	29.47	35.5	42.8	1.631877	0.028895
1966	26.6	22.72	27.4	39.0	1.591423	0.018908
1967	28.0	23.92	28.8	35.5	1.550602	0.011480
1968	23.7	20.24	24.4	32.6	1.513843	0.006733
1969	23.1	19.73	23.8	29.8	1.473681	0.003286
1970	37.9	32.37	39.0	28.8	1.459941	0.002456
1971	24.5	20.93	25.2	27.8	1.444147	0.001691
1972	26.1	22.29	26.9	27.4	1.437665	0.001430
1973	18.2	15.55	18.7	27.2	1.434387	0.001308
1974	19.3	16.49	19.9	26.9	1.429424	0.001138
1975	13.6	11.62	14.0	26.6	1.424403	0.000982
1976	17.5	14.95	18.0	26.2	1.417617	0.000794
1977	16.4	14.01	16.9	25.2	1.401949	0.000455
1978	16.3	13.92	16.8	25.2	1.401949	0.000455
1979	11.7	9.99	12.0	24.4	1.387532	0.000244
1980	14.4	12.30	14.8	23.8	1.376395	0.000136
1981	13.1	11.19	13.5	19.9	1.298341	-0.000019
1982	13.3	11.36	13.7	18.7	1.272855	-0.000142
1984	11.3	9.65	11.6	18.5	1.268056	-0.000185
1985	12.4	10.59	12.8	18.0	1.255821	-0.000331
1986	18.0	15.38	18.5	17.3	1.238093	-0.000657
1987	16.8	14.35	17.3	16.9	1.227627	-0.000924
1988	13.8	11.79	14.2	16.8	1.224971	-0.001001
1989	13.9	11.87	14.3	16.4	1.214180	-0.001362
1990	15.8	13.50	16.3	16.3	1.211440	-0.001465
1991	11.8	10.08	12.2	14.8	1.171146	-0.003643
1992	15.9	13.58	16.4	14.3	1.155798	-0.004845
1993	41.6	35.53	42.8	14.2	1.152662	-0.005120
1994	26.4	22.55	27.2	14.0	1.146322	-0.005706
1995	27.0	23.06	27.8	13.7	1.136635	-0.006685
1996	31.7	27.08	32.6	13.5	1.130055	-0.007410
1997	74.0	63.21	76.2	12.8	1.106205	-0.010476
1998	25.8	22.04	26.6	12.2	1.084665	-0.013885
1999	24.5	20.93	25.2	12.0	1.080969	-0.014535
2000	28.9	24.69	29.8	11.6	1.065862	-0.017405
A=	56836	ha	Nº DATOS		36	
l=	95.8062184	m/Km pendiente	SUMA		47.7005527	0.157403632
c=	0.31	Coeфициente de escorrentia	MEDIA		1.325015424	0.004372323
			STDS		0.18301661	
			SESGO		0.776781317	

Los caudales máximos son ajustado a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, y ecuación de predicción resulta ser: Log Q = 1.3250 + 0.1830 x K

GRAFICO Nº 5.9.2 CAUDALES MAXIMAS UTILIZANDO P. MAX 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO



Cuenca Tantar

Los caudales máximos para diferentes periodos de retorno de la cuenca nivel 6 del río Tantar se muestran en el **CUADRO Nº 5.9.3**.

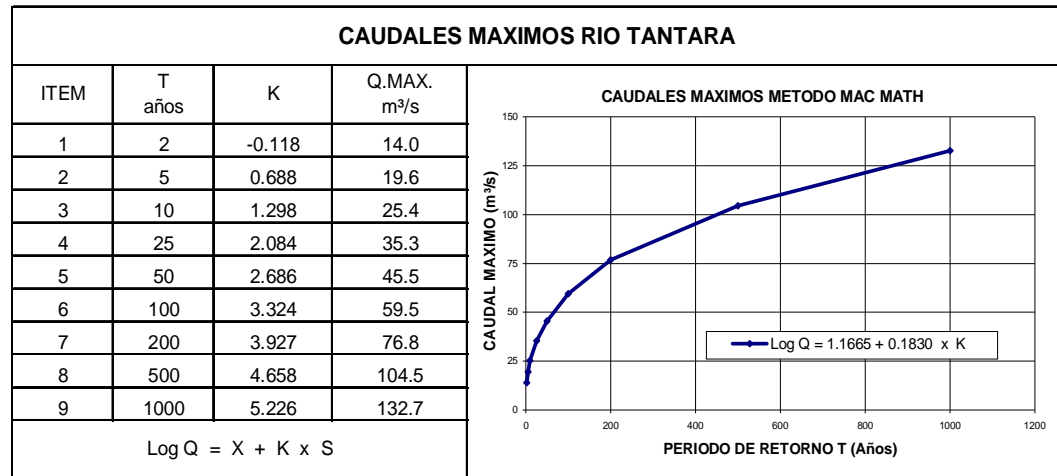
CUADRO Nº 5.9.3 ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAS RIO TANTARA SEGÚN MAC MATH UTILIZANDO PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24 HORAS

Año	P.Max 24 Horas	P.Max 24 H CORREGIDO FA=0.85	Q.MAXIMO RIO TANTARA CRONOLOGICO	Q.MAXIMO TANTARA ORDENADO	Log (Q)	(Qi -Q)^3
1964	25.4	23.12	18.2	52.9	1.723503	0.172808
1965	34.5	31.40	24.7	29.7	1.473365	0.028895
1966	26.6	24.21	19.0	27.1	1.432911	0.018908
1967	28.0	25.49	20.0	24.7	1.392091	0.011480
1968	23.7	21.57	16.9	22.7	1.355331	0.006733
1969	23.1	21.03	16.5	20.7	1.315170	0.003286
1970	37.9	34.50	27.1	20.0	1.301430	0.002456
1971	24.5	22.30	17.5	19.3	1.285635	0.001691
1972	26.1	23.76	18.7	19.0	1.279153	0.001430
1973	18.2	16.57	13.0	18.9	1.275876	0.001308
1974	19.3	17.57	13.8	18.7	1.270912	0.001138
1975	13.6	12.38	9.7	18.4	1.265891	0.000982
1976	17.5	15.93	12.5	18.2	1.259105	0.000794
1977	16.4	14.93	11.7	17.5	1.243438	0.000455
1978	16.3	14.84	11.7	17.5	1.243438	0.000455
1979	11.7	10.65	8.4	16.9	1.229020	0.000244
1980	14.4	13.11	10.3	16.5	1.217884	0.000136
1981	13.1	11.92	9.4	13.8	1.139829	-0.000019
1982	13.3	12.11	9.5	13.0	1.114343	-0.000142
1984	11.3	10.29	8.1	12.9	1.109544	-0.000185
1985	12.4	11.29	8.9	12.5	1.097310	-0.000331
1986	18.0	16.39	12.9	12.0	1.079581	-0.000657
1987	16.8	15.29	12.0	11.7	1.069116	-0.000924
1988	13.8	12.56	9.9	11.7	1.066459	-0.001001
1989	13.9	12.65	9.9	11.4	1.055669	-0.001362
1990	15.8	14.38	11.3	11.3	1.052929	-0.001465
1991	11.8	10.74	8.4	10.3	1.012634	-0.003643
1992	15.9	14.47	11.4	9.9	0.997286	-0.004845
1993	41.6	37.87	29.7	9.9	0.994151	-0.005120
1994	26.4	24.03	18.9	9.7	0.987811	-0.005706
1995	27.0	24.58	19.3	9.5	0.978123	-0.006685
1996	31.7	28.86	22.7	9.4	0.971543	-0.007410
1997	74.0	67.36	52.9	8.9	0.947693	-0.010476
1998	25.8	23.49	18.4	8.4	0.926154	-0.013885
1999	24.5	22.30	17.5	8.4	0.922458	-0.014535
2000	28.9	26.31	20.7	8.1	0.907350	-0.017405

A = 24348 ha I = 111.334 m/Km pendiente C = 0.31 Coeficiente de escorrentia	Nº DATOS 36 SUMA 41.99413494 MEDIA 1.166503748 STDS 0.18301661 SESGO 0.776781317
---	--

Los caudales máximos fueron ajustado a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, la ecuación de predicción resulta ser: $\text{Log } Q = 1.1665 + 0.1830 \times K$

GRAFICO Nº 5.9.3 CAUDALES MAXIMAS RIO TANTARA UTILIZANDO P. MAX 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO



Cuenca Acacache

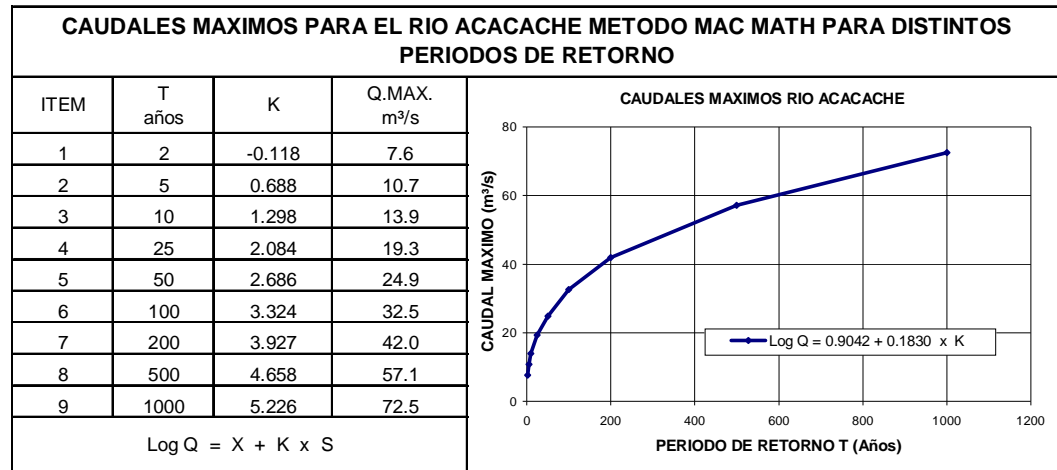
Los caudales máximos para diferentes periodos de retorno de la cuenca nivel 7 del río Acacache se muestran en el **CUADRO Nº 5.9.4**.

CUADRO Nº 5.9.4 ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAS RIO ACACACHE SEGÚN MAC MATH UTILIZANDO PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24 H

Año	P.Max 24 Horas	P.Max 24 H CORREGIDO FA=0.95	Q.MAXIMO RIO ACACACHE CRONOLOGICO	Q.MAXIMO ACACACHE ORDENADO	Log (Q)	(Qi -Q)^3
1964	25.4	24.12	9.9	28.9	1.461182	0.172808
1965	34.5	32.76	13.5	16.3	1.211044	0.028895
1966	26.6	25.25	10.4	14.8	1.170590	0.018908
1967	28.0	26.58	10.9	13.5	1.129770	0.011480
1968	23.7	22.50	9.3	12.4	1.093010	0.006733
1969	23.1	21.93	9.0	11.3	1.052848	0.003286
1970	37.9	35.98	14.8	10.9	1.039108	0.002456
1971	24.5	23.26	9.6	10.6	1.023314	0.001691
1972	26.1	24.78	10.2	10.4	1.016832	0.001430
1973	18.2	17.28	7.1	10.3	1.013554	0.001308
1974	19.3	18.32	7.5	10.2	1.008591	0.001138
1975	13.6	12.91	5.3	10.1	1.003570	0.000982
1976	17.5	16.61	6.8	9.9	0.996784	0.000794
1977	16.4	15.57	6.4	9.6	0.981117	0.000455
1978	16.3	15.48	6.4	9.6	0.981117	0.000455
1979	11.7	11.11	4.6	9.3	0.966699	0.000244
1980	14.4	13.67	5.6	9.0	0.955562	0.000136
1981	13.1	12.44	5.1	7.5	0.877508	-0.000019
1982	13.3	12.63	5.2	7.1	0.852022	-0.000142
1984	11.3	10.73	4.4	7.0	0.847223	-0.000185
1985	12.4	11.77	4.8	6.8	0.834988	-0.000331
1986	18.0	17.09	7.0	6.6	0.817260	-0.000657
1987	16.8	15.95	6.6	6.4	0.806794	-0.000924
1988	13.8	13.10	5.4	6.4	0.804138	-0.001001
1989	13.9	13.20	5.4	6.2	0.793348	-0.001362
1990	15.8	15.00	6.2	6.2	0.790608	-0.001465
1991	11.8	11.20	4.6	5.6	0.750313	-0.003643
1992	15.9	15.10	6.2	5.4	0.734965	-0.004845
1993	41.6	39.50	16.3	5.4	0.731830	-0.005120
1994	26.4	25.06	10.3	5.3	0.725489	-0.005706
1995	27.0	25.63	10.6	5.2	0.715802	-0.006685
1996	31.7	30.10	12.4	5.1	0.709222	-0.007410
1997	74.0	70.26	28.9	4.8	0.685372	-0.010476
1998	25.8	24.50	10.1	4.6	0.663832	-0.013885
1999	24.5	23.26	9.6	4.6	0.660136	-0.014535
2000	28.9	27.44	11.3	4.4	0.645029	-0.017405
A=	9085	ha	Nº DATOS		36	
l=	86.484	m/Km pendiente	SUMA		32.55057053	0.157403632
c=	0.32	Coeфициente de escorrentia	MEDIA		0.904182515	0.004372323
			STDS		0.18301661	
			SESGO		0.776781317	

Los caudales máximos fueron ajustado a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, con la ecuación de predicción resulta ser: $\text{Log Q} = 0.9042 + 0.1830 \times K$

GRAFICO Nº 5.9.4 CAUDALES MAXIMAS RIO ACACACHE UTILIZANDO P. MAX 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO



Cuenca Aguaquiri

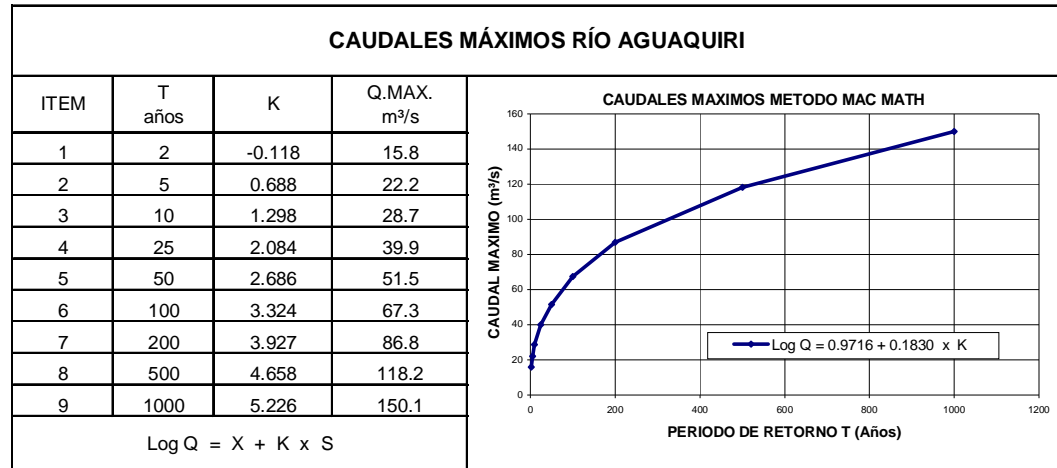
Los caudales máximos para diferentes periodos de retorno de la cuenca nivel 7 del río Aguaquiri se muestran en el **CUADRO Nº 5.9.5**

CUADRO Nº 5.9.5 ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAS RIO AGUAQUIRI SEGÚN MAC MATH UTILIZANDO PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24 H

Año	P.Max 24 Horas	P.Max 24 H CORREGIDO FA=0.95	Q.MAXIMO RIO AGUAQUIRI CRONOLOGICO	Q.MAXIMO AGUAQUIRI ORDENADO	Log (Q)	(Qi -Q)^3
1964	25.4	24.12	20.5	59.8	1.776946	0.172808
1965	34.5	32.76	27.9	33.6	1.526808	0.028895
1966	26.6	25.25	21.5	30.6	1.486353	0.018908
1967	28.0	26.58	22.6	27.9	1.445533	0.011480
1968	23.7	22.50	19.2	25.6	1.408773	0.006733
1969	23.1	21.93	18.7	23.4	1.368612	0.003286
1970	37.9	35.98	30.6	22.6	1.354872	0.002456
1971	24.5	23.26	19.8	21.8	1.339078	0.001691
1972	26.1	24.78	21.1	21.5	1.332596	0.001430
1973	18.2	17.28	14.7	21.3	1.329318	0.001308
1974	19.3	18.32	15.6	21.1	1.324355	0.001138
1975	13.6	12.91	11.0	20.9	1.319334	0.000982
1976	17.5	16.61	14.1	20.5	1.312548	0.000794
1977	16.4	15.57	13.3	19.8	1.296880	0.000455
1978	16.3	15.48	13.2	19.8	1.296880	0.000455
1979	11.7	11.11	9.5	19.2	1.282463	0.000244
1980	14.4	13.67	11.6	18.7	1.271326	0.000136
1981	13.1	12.44	10.6	15.6	1.193272	-0.000019
1982	13.3	12.63	10.8	14.7	1.167786	-0.000142
1984	11.3	10.73	9.1	14.6	1.162987	-0.000185
1985	12.4	11.77	10.0	14.1	1.150752	-0.000331
1986	18.0	17.09	14.6	13.6	1.133023	-0.000657
1987	16.8	15.95	13.6	13.3	1.122558	-0.000924
1988	13.8	13.10	11.2	13.2	1.119902	-0.001001
1989	13.9	13.20	11.2	12.9	1.109111	-0.001362
1990	15.8	15.00	12.8	12.8	1.106371	-0.001465
1991	11.8	11.20	9.5	11.6	1.066077	-0.003643
1992	15.9	15.10	12.9	11.2	1.050729	-0.004845
1993	41.6	39.50	33.6	11.2	1.047593	-0.005120
1994	26.4	25.06	21.3	11.0	1.041253	-0.005706
1995	27.0	25.63	21.8	10.8	1.031566	-0.006685
1996	31.7	30.10	25.6	10.6	1.024985	-0.007410
1997	74.0	70.26	59.8	10.0	1.001136	-0.010476
1998	25.8	24.50	20.9	9.5	0.979596	-0.013885
1999	24.5	23.26	19.8	9.5	0.975900	-0.014535
2000	28.9	27.44	23.4	9.1	0.960793	-0.017405
A=	24348	ha		Nº DATOS	36	
l=	187.585	m/Km pendiente		SUMA	43.91806558	0.157403632
c=	0.31	Coefficiente de escorrentia		MEDIA	1.219946266	0.004372323
				STDS	0.18301661	
				SESGO	0.776781317	

Los caudales máximos fueron ajustado a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, con la Log-Pearson Tipo III, con la ecuación de predicción resulta ser: $\text{Log } Q = 1.2199 + 0.1830 \times K$

GRAFICO Nº 5.9.4 CAUDALES MAXIMAS RIO AGUAQUIRI UTILIZANDO P. MAX 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO



Cuenca Alto Mala

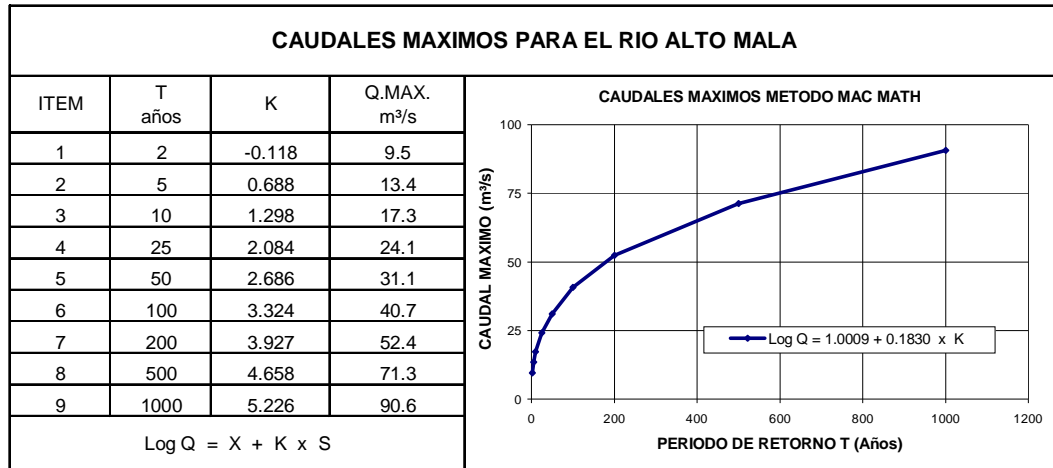
Los caudales máximos para diferentes periodos de retorno de la cuenca nivel 7 del río Alto Mala se muestran en el **CUADRO Nº 5.9.6**

CUADRO Nº 5.9.6 ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAS RIO ALTO MALA SEGÚN MAC MATH UTILIZANDO P. MAX. DE 24 HORAS

Año	P.Max 24 Horas	P.Max 24 H CORREGIDO FA=0.95	Q.MAXIMO RIO ALTO MALA CRONOLOGICO	Q.MAXIMO ALTO MALA ORDENADO	Log (Q)	(Qi - Q)^3
1964	25.4	23.87	12.4	36.1	1.557867	0.172808
1965	34.5	32.43	16.8	20.3	1.307729	0.028895
1966	26.6	25.00	13.0	18.5	1.267274	0.018908
1967	28.0	26.32	13.7	16.8	1.226454	0.011480
1968	23.7	22.28	11.6	15.5	1.189695	0.006733
1969	23.1	21.71	11.3	14.1	1.149533	0.003286
1970	37.9	35.62	18.5	13.7	1.135793	0.002456
1971	24.5	23.03	12.0	13.2	1.119999	0.001691
1972	26.1	24.53	12.7	13.0	1.113517	0.001430
1973	18.2	17.11	8.9	12.9	1.110239	0.001308
1974	19.3	18.14	9.4	12.7	1.105276	0.001138
1975	13.6	12.78	6.6	12.6	1.100255	0.000982
1976	17.5	16.45	8.5	12.4	1.093469	0.000794
1977	16.4	15.41	8.0	12.0	1.077801	0.000455
1978	16.3	15.32	8.0	12.0	1.077801	0.000455
1979	11.7	11.00	5.7	11.6	1.063384	0.000244
1980	14.4	13.53	7.0	11.3	1.052247	0.000136
1981	13.1	12.31	6.4	9.4	0.974193	-0.000019
1982	13.3	12.50	6.5	8.9	0.948707	-0.000142
1984	11.3	10.62	5.5	8.8	0.943908	-0.000185
1985	12.4	11.65	6.1	8.5	0.931673	-0.000331
1986	18.0	16.92	8.8	8.2	0.913945	-0.000657
1987	16.8	15.79	8.2	8.0	0.903479	-0.000924
1988	13.8	12.97	6.7	8.0	0.900823	-0.001001
1989	13.9	13.06	6.8	7.8	0.890032	-0.001362
1990	15.8	14.85	7.7	7.7	0.887292	-0.001465
1991	11.8	11.09	5.8	7.0	0.846998	-0.003643
1992	15.9	14.94	7.8	6.8	0.831650	-0.004845
1993	41.6	39.10	20.3	6.7	0.828514	-0.005120
1994	26.4	24.81	12.9	6.6	0.822174	-0.005706
1995	27.0	25.38	13.2	6.5	0.812487	-0.006685
1996	31.7	29.80	15.5	6.4	0.805907	-0.007410
1997	74.0	69.55	36.1	6.1	0.782057	-0.010476
1998	25.8	24.25	12.6	5.8	0.760517	-0.013885
1999	24.5	23.03	12.0	5.7	0.756821	-0.014535
2000	28.9	27.16	14.1	5.5	0.741714	-0.017405
A=	19343	ha	Nº DATOS		36	
I=	72.844	m/Km pendiente	SUMA		36.03122452	0.157403632
c=	0.31	Coeefeiciente de escorrentia	MEDIA		1.000867348	0.004372323
			STDS		0.18301661	
			SESGO		0.776781317	

Los caudales máximos fueron ajustado a la distribución probalística Log-Pearson Tipo III, con la ecuación de predicción resulta ser: $\text{Log } Q = 1.0009 + 0.1830 \times K$

GRAFICO Nº 5.9.6 CAUDALES MAXIMOS PARA RIO ALTO MALA UTILIZANDO LA P. MAX 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO



5.10. Análisis de Sequías

Las sequías conocidas también como los valores mínimos anuales de los promedios diarios de una variable hidrológica tal como la esorrentía.

El estudio estadístico de las sequías con fines de predicción es importante como fuente de información para la construcción de represas, plantas hidroeléctricas y reservorios; y es decisivo en la solución de problemas originados por la contaminación ambiental.

5.10.1. Información básica – Metodología de análisis

La información básica requerida en el presente estudio son los caudales mínimos diarios obtenidos y seleccionados de la estación La Capilla.

La metodología seguida para el análisis de las sequías es el método de Gumbel, donde considera que las sequías necesariamente son valores positivos. Y la solución de este problema requiere el estimado del límite inferior **E**, llamado “sequía mínima”, que puede ser positivo o cero. Para el análisis usamos la probabilidad **PI (y)** de una variable **Y** de ser igual o mayor un valor dado “y”, o sea:

$$PI(y) = P(Y \geq y) = 1 - P(Y \leq y) \quad (1)$$

$$= m/(N+1) \quad (\text{Posiciones de Plateo})$$

Además, el periodo de retorno T_r , que representa el intervalo de ocurrencia esperado de que se presente una sequía de una magnitud igual o menor que un valor dado “y” se expresa como:

$$T_r = 1/P(Y \leq y), \quad T_r = 1/(1 - P(Y \leq y)), \quad (2)$$

$$T_r = 1/(1 - m/(N+1)) \quad (\text{Posiciones de Plateo})$$

La ecuación que expresa la distribución teórica acumulada de valores extremos mínimos, según Gumbel es:

$$PI(y) = \exp(-e^{-\omega}) \quad (3)$$

Donde ω , la variable reducida, es:

$$\omega = k [\ln(Y - E) - \ln(\theta - E)] \quad (4)$$

Donde:

k = es una constante sin dimensiones,

Y = es un valor cualquiera de la variable hidrológica

E = es el valor de la sequía mínima

θ = es la sequía característica

La ecuación general de Gumbel para expresar las sequías en un papel de probabilidades construido de acuerdo a la ecuación (3) es:

$$\ln(Y-E) = \ln(\theta - E) + \omega L,$$

Donde:

$$L = 1/K \quad (5)$$

La ecuación (5) se puede escribir como:

$$Y = E + (\theta - E) \exp(\omega L) \quad (6)$$

De la ecuación (3) se puede observar que si ω tiende a infinito, $P(Y \geq y)$ tiende a cero, y de la ecuación (6) se puede observar que si ω tiende a menos infinito, Y toma el valor teórico de E , la sequía mínima, y que este valor lo alcanza en forma asintótica.

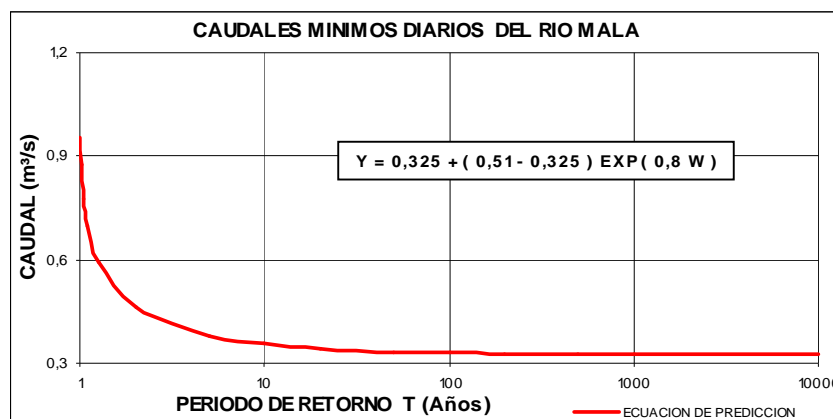
5.10.2. Cuantificación y descripción de las sequías críticas

Con la información de los caudales mínimos diarios obtenidos de la estación La Capilla del río Mala se ha obtenido los siguientes resultados que se muestran en el **CUADRO Nº 5.10.1**:

CUADRO Nº 5.10.1 CAUDALES MINIMOS DIARIOS PARA EL RIO MALA (METODO DE GUMBEL)

ITEM	P	T	W	Qmin.
1	0,010	1,01	1,529	0,952
2	0,020	1,02	1,369	0,877
3	0,048	1,05	1,113	0,775
4	0,091	1,10	0,875	0,696
5	0,200	1,25	0,476	0,595
6	0,500	2,00	-0,367	0,463
7	0,800	5,00	-1,500	0,381
8	0,900	10,0	-2,250	0,356
9	0,950	20,0	-2,970	0,342
10	0,980	50,0	-3,902	0,333
11	0,990	100,0	-4,600	0,330
12	0,995	200,0	-5,296	0,328
13	0,998	500,0	-6,214	0,326
14	0,999	1000	-6,907	0,326
15	1,000	10000	-9,210	0,325

GRAFICO Nº 5.10.1 CAUDALES MINIMOS DIARIOS PARA EL RIO MALA (METODO DE GUMBEL)



Del **CUADRO Nº 5.10.1** y **GRÁFICO Nº 5.10.1** se puede ver que los caudales mínimos diarios del río Mala, estadísticamente la probabilidad de ocurrencia se producen entre 1 a 2 años donde sus caudales bajan entre 0.952 m³/s a 0.463 m³/s, que representa un 48%, entre 2 a 20 años la probabilidad de ocurrencia de los caudales varía entre 0.463 m³/s a 0.342 m³/s, que representa un 26%, mientras que la probabilidad de ocurrencia se reduce más entre 20 a 200 años donde los caudales no varían significativamente entre 0.342 m³/s a 0.328 m³/s que representa un 4%; mientras que la probabilidad de ocurrencia es mínima entre los 200 a 1000 años alcanzando una variación del 0.91% los caudales 0.328 m³/s a 0.325 m³/s respectivamente.

5.11. Análisis de la Capacidad de Almacenamiento

5.11.1. Información básica – Metodología de análisis

Desde el punto de vista de riego, capacidad de embalse se define como un lago artificial construido para almacenar agua durante la estación lluviosa y para distribuirla durante la estación seca. En la mayoría de los países del mundo, ésta es una condición general impuesta por el clima.

Nuestras lluvias están concentradas durante un periodo de cinco a seis meses, siendo escasas a nulas el resto del año. Ese desajuste del periodo de lluvias nos obliga a desarrollar obras de embalses que puedan almacenar agua, al cual se le debe dar mucho énfasis en estos tiempos.

En el riego, uso doméstico e industrial, se obtiene como beneficio el incremento en la producción agropecuaria y el suministro de agua potable para las poblaciones y de las industrias.

Es importante el control de inundaciones y prevención de daños causados por los desbordamientos durante las crecientes del río, en defensa de las poblaciones, áreas cultivadas o industriales.

El control de la erosión por efecto de las avenidas, el mejoramiento de la piscicultura, mejoramiento de la ecología vegetal y animal se debe tener en cuenta dentro de la cuenca del río Mala.

Para efectuar un análisis para hallar la capacidad de almacenamiento dentro de la cuenca Mala no se cuenta con información adecuada como por ejemplo: No se cuenta con estaciones que mantienen el control de información de caudales en varios puntos de una misma cuenca, se les conoce también como redes de flujo, lo que impide desarrollar adecuadamente una metodología de análisis. Sin embargo, con la información disponible de la estación base de Tanta y empleando el método de generación de caudales medios mensuales para la cuenca receptora Lagunas Suyoc y Chumpicocha, se ha analizado la capacidad de almacenamiento de las lagunas antes indicadas.

La información utilizada para la pérdida por infiltración en lagunas presentada en el CUADRO Nº 5.10.1 y CUADRO Nº 5.10.2 corresponde a la bibliografía de estudios efectuados por el Plan Meriss Inka en lagunas de la sierra Sur, cuyo caudal promedio considerado es de 3 l/s.

El análisis elaborado para hallar la capacidad de almacenamiento de las lagunas se sustenta con el **CUADRO Nº 5.11.1** para la laguna Suyoc, mientras que para la laguna Chumpicocha se muestra el **CUADRO Nº 5.11.2**, donde se llega a la conclusión que las lagunas tienen un capacidad de almacenamiento de 14.533 MMC y 10.376 MMC respectivamente.

5.12.Regulación de la disponibilidad hídrica en la cuenca

5.12.1. Descripción de las obras de regulación existentes

En la cuenca del río Mala existen dos obras de represamiento sobre las Lagunas de Suyoc y Chumpicocha. Estas obras de represamiento fueron construidos (Suyoc 2,003) y (Chumpicocha 2,001), según manifestado por los usuarios de ambos represamientos.

Sin embargo, estos represamientos no cumplieron con los objetivos de almacenar el recurso hídrico, por cuanto se construyeron sin contar con estudios tanto técnicos como hidrológicos (construcciones rústicas) que muy bien pudieron sustentar y garantizar un embalsamiento de sus aguas.

Por otro lado, en la actualidad los usuarios de ambas presas vienen participando en faenas comunales para reparar e incrementar su altura de su presa hasta por tres metros de altura.

Laguna Suyoc.- Se encuentra ubicada en la cuenca de nivel 7 del río Acacache, en las coordenadas geográficas Norte 8670777 y Este 383793; en la cota 4,625 msnm. Esta laguna, se ubicada políticamente en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí y distrito de San Lorenzo de Quinti, cuenta con un espejo de agua de 109.0 ha, actualmente cuenta con una profundidad aproximada de 30.00 m., un volumen total de 11.90 MMC, un volumen muerto de 11.40 MMC y un volumen útil de 0.50 MMC.

El año 2,003, se efectuaron obras de regulación en la laguna; sin embargo, dichas obras de regulación no han logrado embalsar el recurso hídrico deseado por los usuarios de la zona de San Lorenzo de Quinti, por cuanto, sus estructuras de tipo rústico no garantizaron un embalsamiento en épocas de lluvias (demasiada filtración) , por lo que decidieron ejecutar la reconstrucción de dicha presa.

La construcción de la estructura encontrada es a base de mampostería de piedra; sus dimensiones son de 1.80 m de alto por 27 metros de longitud, con un ancho de corona de 1.0 m y 2.40 m de base, tiene forma trapezoidal. En los trabajos de campo realizados se ha encontrado una huella histórica del nivel máximo que alcanza a llenar la laguna que asciende a 0.50 m de altura. El volumen útil calculado alcanza a 0.50 MMC. Como se demuestra:

Área del espejo de agua =	109.00	ha
Altura embalse =	0.50	m
Evaporación aprox. =	22,500	m ³
Infiltración Aprox. =	22,500	m ³
Vu = 0.5 × 109 × 10000 =	500,000	m³

De acuerdo a la manifestación de los usuarios de las comunidades de San Lorenzo de Quinti y usuarios del sector de Huarochirí, antes de su reconstrucción la laguna ya no operaba eficientemente por el deterioro

de su estructura y la destrucción de su muro por efecto del interperismo y clima severo existente en esas alturas.

En la actualidad esta laguna está siendo reconstruida e encimada en 1.20 m de altura según indicaron los miembros del Comité de Regantes del sector de San Lorenzo de Quinti. Según manifestación de los usuarios, la entidad que apoya la construcción es el Gobierno Regional de Lima. Sin embargo, la falta de presupuesto, nuevamente las obras quedaron paralizadas.

Asimismo, los usuarios manifestaron que siguen esperando un nuevo presupuesto para su culminación, siendo sus pretensiones almacenar un volumen a 3.0 MMC, encimando su altura hasta 3.00 m su altura de presa, según el estudio con el cual ejecutan su reconstrucción.

Un estudio realizado por la década del 80 del siglo pasado, señala, que esta laguna podría almacenar 8.29 MMC, mediante la construcción de una presa de mayores dimensiones que las actuales, incrementando hasta 11.00 m. de altura y 255 m. de longitud, con un ancho de 6.00 m. y taludes de 2.5:1 aguas arriba y 2:1 aguas abajo.

CUADRO Nº 5.12.1 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO LAGUNA SUYOC

MES	PRECIP. MEDIA MENSUAL	VOLUMEN ALMACE. LAGUNA	CAUDAL INGRESO CUENCA	VOLUMEN INGRESO CUENCA	EVAPOR. LAGUNA	PERDIDAS EVAPOR. LAGUNA	PERDIDAS POR INFILTRA. LAGUNA	APORTE MENSUAL LAGUNA	APORTE MENSUAL LAGUNA
	(mm)	m ³	l/s	m ³	(mm)	m ³	m ³	m ³	l/s
JUL	5,9	74942	24,1	64537	90,6	98732	8035	32711	12,2
AGO	9,6	121939	18,5	49678	95,4	103985	8035	59597	22,3
SET	29,2	370898	27,5	71218	89,7	97748	7776	336593	129,9
OCT	59,4	754499	53,7	143932	86,5	94300	8035	796095	297,2
NOV	76,6	972973	83,9	217543	81,9	89294	7776	1093446	421,9
DIC	110	1397220	160,1	428799	73,3	79938	8035	1738046	648,9
ENE	147,9	1878626	259,0	693578	54,5	59420	8035	2504749	935,2
FEB	164,4	2088209	377,8	913882	47,5	51787	7258	2943045	1216,5
MAR	153,6	1951027	340,3	911421	46,7	50885	8035	2803529	1046,7
ABR	90,6	1150801	213,9	554503	58,1	63359	7776	1634169	630,5
MAY	25,1	318820	92,3	247242	74,5	81169	8035	476858	178,0
JUN	7,6	96535	44,1	114357	81,2	88473	7776	114642	44,2
AÑO	879,9	11176490	1695,2	4410689	879,9	959091	94608	14533480	465,3
Area receptora de la cuenca =			12,702	Km ²	Area receptora laguna =			109	ha

Laguna Chumpicocha.- Se ubica dentro de la cuenca de nivel 7 del río Mala, en las coordenadas geográficas Norte 8677940 y Este 373861; en la cota 4,475 msnm, se ubicada políticamente en el departamento de Lima, en la provincia de Huarochirí, en el distrito de San Juan de Tantaranche, cuenta con un espejo de agua de 84.7 ha, actualmente cuenta con una profundidad aproximada de 25.00 m. y un volumen total de 8.6 MMC, un volumen muerto de 8.30 MMC y un volumen útil de 0.30 MMC.

La represa de esta laguna fue construida el año 2,001 para beneficiar a los usuarios del distrito de Huarochirí, sin embargo, esta presa no ha cumplido su cometido, por presentar fallas dentro de su estructura (abundantes filtraciones), almacenando solo hasta una altura de 0.40 m de altura, que fue tomada en la visita de campo que se efectuó en el mes de septiembre del año 2,006. El volumen útil alcanza a 300,000 m³ año, y es corroborado con el siguiente análisis:

Área del espejo de agua = 84.70 ha

Altura embalse = 0.40 m
 Evaporación aprox. = 19,400 m³
 Infiltración Aprox. = 19,400 m³

$$V_u = 0.4 \times 84.70 \times 10000 = 300,000 \text{ m}^3$$

El tipo de estructura que tuvo fue de mampostería de piedra rústica, cuya longitud de la corona es de 20m., la sección transversal del muro de contención tiene la forma de un trapecio con un ancho en la parte superior de 0.80 m y una base de 1.50 y una altura de 1.5 m. Asimismo, la laguna tiene 0.40 m de altura de su huella histórica. De los cálculos realizados resulta:

En la actualidad la presa se encuentra en reconstrucción, iniciándose los trabajos la excavación para evacuar el agua y de esta manera penetrar y profundizar la base de la presa hasta alcanzar una buena base y su posterior incremento en su altura hasta 3.0 m. Indagando la obra que se viene ejecutando cuenta con un estudio que fue elaborado por el Gobierno regional de Lima; sin embargo, se conoce que los usuarios han dejado de efectuar los trabajos por falta de presupuesto.

CUADRO Nº 5.12.2 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO LAGUNA CHUMPICOCHA

MES	PRECIP. MEDIA MENSUAL	VOLUMEN ALMACE. LAGUNA	CAUDAL INGRESO CUENCA	VOLUMEN INGRESO CUENCA	EVAPOR. LAGUNA	PERDIDAS EVAPOR. LAGUNA	PERDIDAS POR INFILTRA. LAGUNA	APORTE MENSUAL LAGUNA	APORTE MENSUAL LAGUNA
	(mm)	m ³	l/s	m ³	(mm)	m ³	m ³	m ³	l/s
JUL	5.7	54099	21.6	57904	87.7	74263	8035	29705	11.1
AGO	9.3	88266	15.3	41069	92.3	78143	8035	43157	16.1
SET	28.2	267646	19.5	50544	86.7	73475	7776	236939	91.4
OCT	57.4	544783	35.2	94190	83.7	70929	8035	560010	209.1
NOV	74.1	703283	56.9	147374	79.2	67110	7776	775771	299.3
DIC	106.4	1009842	106.4	285058	71.0	60138	8035	1226727	458.0
ENE	143.1	1358162	173.6	464894	52.7	44679	8035	1770341	661.0
FEB	159.1	1510018	258.6	625536	46.0	38920	7258	2089376	863.7
MAR	148.6	1410363	237.4	635737	45.2	38253	8035	1999812	746.6
ABR	87.7	832361	158.0	409474	56.3	47650	7776	1186409	457.7
MAY	24.3	230631	74.6	199732	72.0	60987	8035	361341	134.9
JUN	7.4	70233	38.9	100718	78.5	66504	7776	96672	37.3
AÑO	851.3	8079688	1195.8	3112231	851.3	721051	94608	10376260	332.2
Area receptora de la cuenca =			9.491	Km ²	Area receptora laguna =			84.7	ha

5.12.2. Rendimiento Hídrico de las cuencas de regulación

La laguna Chumpicocha, ubicada por debajo de los nevados Huacaypaca actualmente no se encuentra en funcionamiento, por los motivos ya descritos; sin embargo, de acuerdo a las huellas históricas obtenidas en campo se pudo determinar que las presas actualmente no operan por lo que no se les considera que tienen un rendimiento hídrico; sin embargo con los análisis realizados en los **CUADROS Nº 5.12.1** y **CUADRO Nº 5.12.2**, la lagunas Suyoc la más grande de la cuenca puede rendir hasta 14.533 MMC; mientras que la laguna Chumpicocha cuarta en tamaño puede rendir hasta 10.376 MMC.

La laguna Suyoc tiene un área de cuenca receptora de 12.702 Km² y un espejo de agua de 109 ha. En la zona que actualmente se ubica la presa presenta condiciones para poder efectuar obras regulación.

La laguna Chumpicocha tiene un espejo de agua de 84.8 ha y una cuenca con una área receptora de 9.491 Km² de superficie. Esta laguna, igualmente presenta condiciones para ejecutar obras en la zona de salida de la laguna.

5.12.3. Represamientos propuestos

En la cuenca del río Mala se cuenta con 117 lagunas, de acuerdo al Inventario de Fuentes Hídricas de Agua Superficiales realizado juntamente con el presente estudio; Sin embargo se está describiendo a las lagunas con factibilidad de represamiento que son las siguientes:

Laguna Huascacocha.- Se encuentra ubicada en la cuenca de nivel 7 del río Quinches, en las coordenadas geográficas Norte 8639104 y Este 393923; en la cota 4,225 m.s.n.m. Esta laguna está ubicada en el departamento de Lima, en la provincia de Yauyos, en el distrito de Ayavirí, en el cerro Portachuelo, cuenta con un espejo de agua de 880850 m², cuenta con una profundidad aproximada de 20.00 m. y un volumen total de 6.22 MMC

Según un estudio realizado por la Firma Ingenieros Consultores Peruanos S.A., por la década del 80 del siglo pasado, indica que, la laguna Huascacocha podría almacenar un volumen de 19.20 MMC, mediante la construcción en su boquilla de una presa de mampostería de 20.10 m. de altura y 380 m. de longitud, el diseño efectuado considera un ancho de corona de 6 m. y taludes de 2.5:1 en el paramento de aguas arriba y de 2:1 en el de aguas abajo. El agua regulada en la presa sería vertida al cauce del río Ayavirí, por donde discurriría hasta la altura de la cota 3,400 msnm., donde sería captada para su derivación a la cuenca alta del río Asia, mediante el sistema de derivación Ayavirí – Ñauyacu – Tres Cruces.

Laguna Suyoc.- Se ubicada en la cuenca de nivel 7 río Acacache, su posición está en la coordenada geográfica Norte 8670777 y Este 383793; en la cota 4,625 msnm.; se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochiri, distrito de San Lorenzo de Quinti. Esta laguna a la fecha se encuentra represada con una estructura de mampostería de 27 m. de longitud y 1.80 m. de altura., con la cual no se logra almacenar lo deseado; sin embargo existen huellas de haber almacenado un total de 0.50 MMC.

Existe un proyecto de construcción que plantea la construcción con una altura de un cimacio de 11.00 m. y 255 m. de longitud, ubicada en la salida de la laguna, con este proyecto sería posible almacenar un total de 8.29 MMC, con lo cual sería posible disminuir en cierto sentido la imperiosa necesidad del elemento agua en las partes altas de la cuenca.

Laguna Huascacocha.- Se encuentra ubicada en la cuenca de nivel 7 río Tantarà, su posición está en la coordenada geográfica Norte 8656899 y Este 385535; en la cota 4,380 msnm.; políticamente se ubica en el departamento de Lima, provincia de Yauyos, distrito de Tanta.

Según el estudio ejecutado por la firma Ingenieros Consultores Peruanos S.A., indica que la laguna Huascacocha podría almacenar un volumen de 6.88 MMC, mediante la construcción en su boquilla de una presa de mampostería de 21.00 m. de altura y 260 m. de longitud, con un ancho de corona de 6.00 m. y taludes de 2.5:1 en el paramento de aguas arriba y de 2:1 aguas abajo.

Este proyecto beneficiaría en gran sentido a la parte alta de la cuenca, en especial a los distritos de San Lorenzo de Quinti y San Juan de Tantarache.

Laguna Cochatupe 1.- Es una de las lagunas más importante dentro de la cuenca de nivel 7 río Quinches, su ubicación geográfica está en la coordenada geográfica Norte 8649172 y Este 384435; en la cota 4,375 msnm.; se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de San Pedro de Huancayre.

Esta laguna posee un espejo de agua de 94147m², y según el estudio ejecutado por la firma Ingenieros Consultores Peruanos S.A., indica que la laguna Cochatupe1 podría almacenar un volumen de 3.64 MMC, mediante la construcción en su boquilla de una presa de mampostería de 17.50 m. de altura y 278 m. de longitud, con un ancho de corona de 6.00m. y taludes de 2.5:1 en el paramento de aguas arriba y de 2:1 aguas abajo.

Asimismo, pueden tener posibilidades de ser represar las lagunas Totoral, y Suyoc ubicada en la cuenca N7 de Acacache, Yanacocha, Espejococha, Chiccococha que aporta directamente a la laguna Huaccacocha, todas en la cuenca Quinches, laguna Tuctupata ubicada en la cuenca Alto Mala, Yanama, Huascacocha y Yapanca ubicadas en la cuenca Tantará, las mismas con una visita de campo y reconocimiento se evaluaría dicho anhelo.

5.12.4. Aporte de escorrentía de las obras de almacenamiento

Actualmente las obras de represamiento no cumplen su objetivo de almacenar las aguas en las lagunas como inicialmente fueron diseñadas, a pesar que la laguna Chumpicocha fue construida por los años 2,001 y la laguna Suyoc el año 2,003; sin embargo, para los años posteriores cuando se hayan reconstruido totalmente dichas lagunas, podrían entrar a operar y satisfacer las expectativas y necesidades de los usuarios de las zonas del poblado de Huarochirí y de San Lorenzo de Quinti.

Actualmente el sistema al sistema hídrico de la cuenca del río Mala es no regulado, por lo que los aportes de estos represamientos son nulos, porque los caudales que ingresan hacia la laguna se consideran los mismos caudales que egresan de las lagunas; información recada en las visitas de campo mes de septiembre 2,006.

Sin embargo, para conocer el volumen de almacenamiento de las lagunas descrito anteriormente, se ha procedido inicialmente encontrar los caudales medios mensuales sintéticos (generados) que ingresan a las lagunas; encontrándose que la variación mensual de ingreso hacia la laguna Suyoc **CUADRO N° 5.12.1**, muestra un caudal medio mensual de 141.3 l/s y los meses que aportan mayor caudal corresponden a los meses lluviosos entre diciembre a abril con 160.1 l/s y 213.9 l/s respectivamente.

Los caudales medios mensuales sintéticos (generados) que ingresan hacia la laguna Chumpicocha se muestran en el **CUADRO N° 5.12.2**, donde el caudal medio mensual que ingresa es de 99.7 l/s y los meses con un máximo aporte a la cuenca se presenta entre diciembre a abril con 106.4 l/s y 158.0l/s respectivamente.

VI. MODELACION MATEMATICA - ESTOCASTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

6.1. Importancia de la modelación

Como todo modelo de generación de caudales precipitación escurrimiento, tiene como finalidad transformar caudales mensuales a partir de la precipitación. Estos caudales sintéticos y obtenidos sirven como base para obtener recursos Hídricos para proyectos de irrigación donde no se cuenta con registros históricos de caudales. Es decir, los parámetros más importantes para llevar a cabo este proceso son las características geomorfológicas de la cuenca y la información pluviométrica.

La importancia del método precipitación escurrimiento a utilizar es que es posible determinarlo mediante un modelo combinado entre el balance hídrico con un proceso Markoviano de tipo I.

6.2. Descripción general del modelo

El modelo que fue analizado en 19 cuencas entre Cusco y Cajamarca, inicialmente se fue analizando los datos hidrometeorológicos, donde se procedió a calcular los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de la escorrentía promedio. En un segundo paso, se ha establecido un conjunto de modelos estocásticos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en estas cuencas que carecen de información hidrométrica.

Aplicando los datos meteorológicos regionalizados para la cuenca respectiva y los modelos parciales, se puede calcular los caudales mensuales. El tercer paso permite la generación de los caudales para un periodo extendido en el punto requerido, combinando la precipitación efectiva con las descargas del mes anterior por un proceso Markoviano de tipo I y calibrando el modelo integral por aforos ejecutados. Los parámetros del cálculo han sido determinados anteriormente por los valores del año promedio generados mediante el balance hídrico. Comparando los caudales generados por el modelo con registros hidrométricos se constata una correspondencia satisfactoria.

6.3. Validación y descripción del modelo

La validación del modelo es el cálculo teórico de los caudales tomando como base el balance hídrico. Este método permite combinar los diferentes factores, tales como: precipitación, evaporación y almacenamiento natural en la cuenca para el cálculo de las descargas en forma de un modelo matemático. El cálculo por modelo tiene la ventaja de poder constatar la influencia de cada componente del balance hídrico y en consecuencia, tener la posibilidad de calibrar el modelo por aforos. Además, el modelo puede combinar varias influencias determinadas por sub.-modelos determinísticos o estocásticos. Cada modelo parcial tiene su margen de error, pero la ley de Gauss muestra que el error global de un sistema es menor que la suma de los errores de sus componentes. Se puede aprovechar de esta ley combinando varias pequeñas partes del conjunto del fenómeno.

A continuación se darán algunos conceptos básicos del balance hídrico, con la finalidad de establecer los modelos parciales, sean estos determinísticos o estocásticos del modelo, para regionalizar los parámetros que describen el caudal mensual.

Balance Hídrico.- La ecuación fundamental del balance hídrico mensual expresada en mm/mes se puede describir en la forma siguiente propuesta por Fischer.

$$(1) \quad \mathbf{CMi = Pi - Di + Gi - Ai}$$

Donde:

CMi	= Caudal mensual	(mm/mes)
Pi	= Precipitación total mensual sobre la cuenca	(mm/mes)
Di	= Déficit de escurrimiento	(mm/mes)
Gi	= Gasto de la retención en la cuenca	(mm/mes)
Ai	= Abastecimiento de la retención	(mm/mes)

Admitiendo primero en periodos largos el gasto y el abastecimiento son iguales, o sea que la retención de la cuenca no cambia a largo plazo y segundo, que para el año promedio, una parte fija de la precipitación se pierde por evaporación se puede transformar la ecuación (1) en la ecuación básica del método racional (2), sustituyendo (P-D) por (.C * P). Cuando además, se tiene en cuenta que la descarga se mide en (m³/seg.) y que la precipitación por lo general, tiene la dimensión de (mm/mes) se llega a la forma:

$$(2) \quad \mathbf{Q = c' \times C \times P \times AR}$$

Donde:

Q	= Descarga	(m ³ /seg.)
c'	= Coeficiente para la conversión del tiempo	(mes /seg.)
C	= Coeficiente de escurrimiento	(1)
P	= Precipitación total mensual	(m./mes)
AR	= Área de la cuenca	(m ²)

Teniendo en cuenta una relación empírica entre la precipitación anual y la elevación y siempre que la determinación de la precipitación sobre la cuenca no cause dificultades para los proyectos se utiliza el, método de Thiessen, la estimación del coeficiente de escurrimiento es la parte del calculo que causa la mayor incertidumbre en el método racional.

Coeficiente de escurrimiento.- La literatura profesional muestra varias referencias para la estimación del coeficiente de escurrimiento "C". Aplicando esos coeficientes hay que distinguir entre el caso de lluvias torrenciales para el cálculo de avenidas y el caso del caudal anual determinado a partir de la precipitación total anual.

Un método para el cálculo del coeficiente "C" ha sido presentado por L. Turc. La fórmula desarrollada por L. Turc. Sobre la base de observaciones hechas en 254 cuencas situadas en todos los climas alrededor del globo pero con una gran parte ubicada en Francia y África tiene la expresión:

$$(3) \quad \mathbf{D = P \times (0.9 + P^2 / L^2)^{-1/2}}$$

Donde:

D	= déficit de escurrimiento	(mm / año)
----------	----------------------------	------------

P = precipitación total anual (mm / año)
L = coeficiente de la temperatura

$$(3a) \quad L = 300 + 25 \times T + 0.05 \times T^3$$

T = Temperatura media anual (centígrados)

Aplicando la fórmula de Turc a las observaciones en la 19 cuencas de las cuales se dispone de registros hidrometeorológicos, se constata que mediante la fórmula (3) se puede calcular el déficit de escurrimiento solamente en el norte del país, en la región de Cajamarca, con una precisión satisfactoria.

En el sur de la sierra, el método de Turc falla por el clima muy especial, clima montañoso con temperaturas bajas de alrededor 7° ubicado en la zona tropical. Por esta razón se ha buscado un método más apropiado para la región del Sur. Se ha probado varias ecuaciones de regresión lineal, cuadrada y logarítmica entre el déficit **D** o el coeficiente **C** dependiente de la precipitación y/o evaporación y/o temperatura, empleando la relación (4) entre el déficit y el coeficiente de escurrimiento.

$$(4) \quad C = (P - D) / P$$

El análisis mostró que se puede alcanzar un coeficiente de regresión muy alto para regiones limitadas, mientras que una fórmula global para la sierra da mejores resultados que en los obtenidos por la ecuación Turc.

Para la región del Sur y Centro se utiliza las ecuaciones siguientes desarrolladas sobre la base de observaciones en la región de Cusco y Huancavelica.

$$(5) \quad \hat{C} = 3.16 \times 10^{-12} \times P^{-0.571} \times EP^{-3.686}; r = 0.96$$

$$(6) \quad \hat{D} = -1380 + 0.872 \times P + 1.032 \times EP; r = 0.96$$

Donde:

\hat{C} = Coeficiente de escurrimiento (1)
D = Déficit de escurrimiento (mm/año)
P = Precipitación total anual (mm/año)
EP = Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)
r = Coeficiente de correlación, nivel significativo;
 n = 8; % = 0.05 r = 0.707

La evapotranspiración se determina por la fórmula de radiación (7) desarrollada por GH Hargreaves para el cálculo de la evapotranspiración potencial (fórmula (7) adaptada de estudios del PN – PMI sin otras fuentes conocidas).

$$(7) \quad EP = 0.0075 \times RSM \times TF \times FA$$

$$RSM = 0.075 \times RA \times (n/N)^{1/2}$$

$$FA = 1 + 0.06 \times AL$$

Donde:

EP	=	Evapotranspiración potencial anual	(mm/año)
RSM	=	Radiación solar media	
TF	=	Componente de la temperatura	
FA	=	Coeficiente de corrección por elevación	
TF	=	Temperatura media anual	(°Fahrenheit)
RA	=	Radiación extraterrestre	(mm H ₂ O/año)
n/N	=	Relación entre insolación actual y posible	(%)
n/N	=	50% (estimación sobre base de registros)	
AL	=	elevación media de la cuenca en kilómetros	(Km)

La temperatura anual de la cuenca se calcula en base a datos registrados en las estaciones de referencia teniendo en cuenta una gradiente de temperatura de $-5.3 \text{ }^{\circ}\text{C}/1,000 \text{ m}$. Que se determinó para la sierra.

Precipitación efectiva.- Suponiendo que los caudales promedios observados pertenezcan a un estado del equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención de la cuenca respectiva, se calculó la precipitación efectiva para el coeficiente de escurrimiento promedio de la manera que la relación entre precipitación efectiva y total sea igual al coeficiente de escurrimiento. Para este cálculo se adoptó el método del United States Bureau of Reclamation (USBR) para la determinación de la porción de lluvias que es aprovechable para cultivos.

El Bureau of Reclamation llama a esta cantidad la precipitación efectiva de los cultivos que en realidad es el antítesis de la precipitación de escorrentía anteriormente mencionada.

El elemento constitutivo del método del USBR para el cálculo de la precipitación efectiva para cultivos es el principio que cuando aumenta la precipitación total mensual se toma un porcentaje disminuyendo del incremento de la lluvia con aumento de la precipitación efectiva para los cultivos se mantenga constante. Para la Hidrología se toma como precipitación efectiva esta parte de la precipitación total mensual que sale como el déficit según el método original del USBR. Para facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado un polinomio de quinto grado:

$$(8) \text{ PE} = a_0 + a_1 \times P + a_2 \times P^2 + a_3 \times P^3 + a_4 \times P^4 + a_5 \times P^5$$

Donde:

PE	=	Precipitación efectiva	(mm/mes)
P	=	Precipitación total mensual	(mm/mes)
a₁	=	Coeficiente de Polinomio	

Los coeficientes a₁ del polinomio que permiten alcanzar cada valor del coeficiente de escurrimiento C están predeterminados entre 0.15 y 0.45 y se obtienen por interpolación.

De este modo es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y total de manera que el volumen anual de la precipitación efectiva sea igual al caudal anual de la cuenca respectiva.

$$(9) \quad C = Q/P = \sum_{i=1}^{12} PE_i / P$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación total anual

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

Retención de la cuenca.- Suponiendo que para el año promedio exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y admitiendo, además, que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, se puede calcular la contribución de la reserva hídrica al caudal según las formulas (10.1) y (10.2).

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

$$(10.2) \quad CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

CM_i	= Caudal mensual	(mm/mes)
PE	= 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 de cero	(mm/mes)
R_i	= A _i para valores menores de cero	(mm/mes)

Sumando todos los valores G o A respectivamente, se halla la retención total R de la cuenca durante el año promedio en la dimensión de (mm/año).

El análisis ejecutado para 19 cuencas de la Sierra muestra que la retención varía entre 43 y 188 (mm/año), resultados que se indican en el volumen del modelo, asimismo muestran una uniformidad del cambio de los valores G y A durante el año para las cuencas pertenecientes a la misma región, que permite trabajar con un hidrograma tipo dentro de la zona del Proyecto en el cual se refiere al cambio entre el periodo del gasto durante la estación seca y el abastecimiento de la retención durante la estación lluviosa.

Relación entre descargas y retención.- Durante la estación seca el gasto de la retención alimenta los ríos y mantiene la descarga básica. La reserva de la cuenca se agota al final de la estación seca y durante este tiempo se puede indicar la descarga por la descarga del mes anterior y el coeficiente de agotamiento según la fórmula conocida:

$$(11) \quad Q_t = Q_o \times e^{-axt}$$

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 y parte de las lluvias más abundantes entra en los almacenes hídricos. El proceso de abastecimiento se muestra por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. Analizando los hidrogramas de la contribución de la retención a los caudales, se constata que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa y cuando los almacenes naturales – lagunas, pantano, nevados y los acuíferos ya están recargados parcialmente, la restitución acaba poco a poco.

Coeficiente de agotamiento.- Aplicando la fórmula (11) se puede calcular el coeficiente de agotamiento “a” sobre la base de los datos hidrométricos. Se constata que el coeficiente “a” no es constante durante toda la estación seca sino que disminuye poco a poco.

Para los ríos en la Sierra que han sido analizados, el valor de “a” inicial es hasta dos veces más grande que el “a” final. Este fenómeno se explica por el agotamiento más rápido de los almacenes hídricos a corto plazo, por ejemplo, la retención por intercepción y en lagunas que tienen descargas mas elevadas durante un nivel más alto (1). Generando, por ejemplo, los caudales producidos por el deshielo de nevados temporales, se puede demostrar que este tipo almacén hídrico tiene también un valor “a” muy importante que disminuye con su agotamiento progresivo. La contribución de los acuíferos es muy equilibrada y gana mayor importancia después del agotamiento parcial de otros almacenes (2). En consecuencia, la combinación de los efectos particulares de cada tipo y su importancia relativa de la cuenca producen el coeficiente de agotamiento “a” específico de la cuenca respectiva. El análisis temporal del coeficiente muestra, además, que “a” no es constante para todos los años sino oscila alrededor de un promedio.

Para el cálculo práctico, estos fenómenos no son decisivos y se pueden despreciar la variación del coeficiente “a” durante la estación seca empleando un valor promedio del coeficiente.

Da mayor importancia es la dependencia conocida del coeficiente del agotamiento del área de la cuenca en forma logarítmica:

$$(12) \quad a = f (\ln AR)$$

El análisis de las observaciones disponibles muestran, además, cierta influencia del clima, de la geología y de cobertura vegetal. La ecuación empírica (12.a) desarrollada sobre la base de 12 cuencas en la sierra muestra un coeficiente de regresión elevado de $r = 0.86$, los resultados no pueden satisfacer las exigencias del modelo.

$$(12.a) \quad a = 3.1249E67 \times AR^{-1144} \times EP^{-19.336} \times T^{-3.369} \times R^{-1.429} ; \quad r = .86$$

El nivel significativo del coeficiente de regresión tiene el valor de ($n = 19$, $r_{0.05} = 0.456$)

Se ha formado un juego de 4 ecuaciones (12.1 – 12.4) para determinar el coeficiente “a” para 4 clases de cuencas :

- Agotamiento muy rápido por temperatura elevada mayor de 10° C y retención reducida (50 mm/año) hasta retención mediana (80 mm/año) ;

$$(12.1) \quad a = -0.00252 * \text{Ln AR} + 0.034$$

- Agotamiento rápido por la retención entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna) ;

$$(12.2) \quad a = -0.00252 * \text{Ln AR} + 0.030$$

- Agotamiento mediano por retención mediana (alrededor de 80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados)

$$(12.3) \quad a = -0.00252 * \text{Ln AR} + 0.026$$

- Agotamiento reducido por alta retención (arriba de 100 mm/año) y vegetación mezclada.

$$(12.4) \quad a = -0.00252 * \text{Ln AR} + 0.023$$

Donde:

a	=	coeficiente de agotamiento por día	(1)
AR	=	Área de la cuenca	(Km ²)
EP	=	Evapotranspiración potencial anual	(mm/año)
T	=	Duración de la temporada seca	(días)
R	=	Retención total de la cuenca	(mm/año)

Se puede determinar el coeficiente de agotamiento real mediante varios aforos en el río durante la estación seca. Pero cuando no exista ningún aforo o solamente una observación, se utiliza una de las ecuaciones empíricas (12.1 hasta 12.4) según la predominancia de los criterios anteriormente mencionados

Almacenamiento Hídrico.- Entre los almacenes naturales que producen el efecto de la retención en la cuenca, se puede distinguir tres tipos con mayor importancia:

- Acuíferos
- Lagunas y pantanos
- Nevados

Sobre la base de las observaciones disponibles, se puede indicar la lámina de agua “L” que cada tipo almacena durante el año promedio.

(13.1) Acuíferos en función de la pendiente del desagüe

$$LA = -750 \times I + 315 \text{ (mm/año)}$$

LA = Lámina específica de acuíferos

I = Pendiente del desagüe ; < 15%

(13.2) Lagunas y pantanos

LL = 500 (mm/año)

LL = Lámina específica de lagunas y pantanos

(13.3) Nevados

LN = 500 (mm/año)

LN = Lámina específica de nevados

La extensión de cada tipo de la cuenca se mide con precisión suficiente en mapas de 1 : 100000. Además, se toma como referencia aerofotografías en caso que estén disponibles. Este procedimiento vale también para la estimación de la extensión de los acuíferos potenciales. El almacenamiento a corto plazo, intercepción, no se toma en consideración estacionaria de valores mensuales, sino que ya está incluido en la precipitación efectiva.

Abastecimiento de la Retención.- Comparando cuencas vecinas respecto a la lámina de agua que entra en la retención de la cuenca, se puede demostrar que el abastecimiento durante la estación lluviosa es casi uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En la región del Cusco el abastecimiento empieza en mes de noviembre con 5% del volumen total y ya en enero se alcanza el 80% del volumen final. Las precipitaciones altas del mes de febrero completan el 20% restante y las precipitaciones efectivas del mes de marzo escurren directamente sin contribuir a la retención. En las regiones situadas más al norte se muestra la influencia del clima ecuatorial de transición. Allí el abastecimiento empieza en el mes de octubre con 10% hasta 20%. La contribución de los meses de noviembre y diciembre es solamente pequeña y la restitución de los almacenes hídricos tiene lugar en enero hasta marzo.

6.4. Síntesis del modelo hidrológico

Los componentes del modelo global como se ha presentado anteriormente en modelos parciales se basan en el balance hídrico. La generación de caudales mensuales mediante el modelo hidrológico para el año promedio se lleva a cabo combinando los factores de la ecuación fundamental (1). Líneas adelante de este acápite se presentaran los datos básicos y la aplicación del conjunto de modelos parciales.

Precipitación sobre la cuenca.- Se determina la precipitación total mensual sobre la cuenca según el método de Thiessen por polígonos de influencia de las estaciones meteorológicas dentro y alrededor de la cuenca, teniendo en cuenta la gradiente de la lluviosidad calculada a partir de datos de las mismas estaciones.

Coefficiente de Escurrimiento.- Para la estimación del coeficiente del escurrimiento C, se comprueba el resultado de las ecuaciones (5) y (6), si son confiables respecto a las condiciones específicas de la cuenca respectiva. En el caso que existan registros hidrométricos en cuencas vecinas similares se tiene buen instrumento para ajustar el coeficiente C. Al mismo tiempo, se puede tener en cuenta la influencia del clima, de la forma de la cuenca y sus particularidades respecto a la geología y vegetación.

Precipitación Efectiva.- La precipitación efectiva se calcula usando la metodología anteriormente descrita de modo que la suma de los valores

mensuales PE_i ; sea igual al producto de la precipitación total anual P por el coeficiente de escurrimiento C (según la ecuación 4). Por lo general, se debe ajustar la suma PE_i por interpolación entre dos series de valores PE determinados por los coeficientes del cuadro N° 3.3.3, según curva I y II o curva II y III.

$$(14) \quad \sum_{i=1}^{12} PE_i = C \times P$$

Donde:

PE_i = precipitación efectiva mensual (mm/mes)
 P = precipitación total anual (mm/años)
 C = coeficiente de escurrimiento

Retención de la Cuenca

Dimensión Total.- Se mide la extensión de los almacenes naturales – acuíferos potenciales, lagunas, pantanos y nevados en el mapa 1 : 100,000 y se multiplica su área por la lámina de agua respectiva.

La suma de los volúmenes particulares se transforma a una lámina de agua sobre toda la cuenca. El resultado indica la retención total de la cuenca para el año promedio en (mm/año) que por definición es igual al gasto total G durante la estación seca y además igual al abastecimiento A durante la estación lluviosa.

Gasto de la Retención.- Para la estimación del coeficiente de agotamiento se utiliza resultados de afloros ejecutados durante la estación seca y/o el juego de ecuaciones empíricas (12.1 – 12.4) indicadas en el punto 3.4.2. En el caso que interese en particular calcular descargas mínimas seguras durante la estación seca, se puede elegir un valor “a” un poco más alto. La ecuación (11) indica que los caudales durante la estación seca están relacionados a los del mes anterior por la relación siguiente cuando se cuenta el mes por 30 días.

$$(15) \quad b_o = e^{-a \times 30}$$

Donde :

b_o = relación entre la descarga del mes actual y del mes anterior
 a = coeficiente de agotamiento

Durante la estación seca de m meses de duración, el caudal disminuye en la relación:

$$(16) \quad Q_j / Q_o = b_o^j$$

Donde:

Q_j = descarga del mes j
 Q_o = descarga inicial
 B_o^j = relación entre las descargas Q_j y Q_o

La suma de los factores mensuales b_o^j durante la estación seca de m meses :

$$(17) \quad b_m = \sum_{i=1}^m b_o^i$$

Corresponde al gasto total durante el periodo de meses secos o el agotamiento total de la reserva hídrica de la cuenca. En consecuencia, la contribución mensual de la retención durante la estación seca se puede indicar por la relación siguiente:

$$(18) \quad G_i / R = b_o^i / \sum_{i=1}^m b_o^i$$

Donde:

$$\begin{aligned} b_o^j &= \text{relación entre el caudal del mes actual y anterior} \\ b_o^i &= \text{relación entre el caudal del mes } i \text{ y el caudal inicial} \\ G_i &= \text{gasto mensual de la retención} && (\text{mm / mes}) \\ R &= \text{retención de la cuenca} && (\text{mm / mes}) \end{aligned}$$

Abastecimiento de la retención.- Siempre que se pueda describir el gasto de la retención R durante la estación seca mediante una ecuación sencilla (11), no existe una fórmula similar para la descripción del abastecimiento durante la estación lluviosa. No se puede emplear el modelo de Norton u otros modelos similares para la infiltración porque estos métodos han sido establecidos para calcular infiltraciones altas (rango mm/hora), durante lluvias fuertes.

Por eso se aplica los coeficientes determinados en las cuencas de referencia para el cálculo del abastecimiento mensual, salvo que se disponga de datos confiables provenientes de cuencas vecinas comparables. La suma de los valores relativos del abastecimiento "ai" que es igual a 100% correspondiente a la restitución total de la retención R de la cuenca.

La lámina de agua Ai que entra en al reserva de la cuenca se muestra en forma de un déficit mensual de la precipitación efectiva mensual PE_i. Se calcula mediante la ecuación:

$$(19) \quad A_i = a_i \times R / 100$$

Donde:

$$\begin{aligned} A_i &= \text{abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva} && (\text{mm/mes}) \\ a_i &= \text{coeficiente de abastecimiento} && (\%) \\ R &= \text{retención de la cuenca} && (\text{mm/año}) \end{aligned}$$

Caudal mensual promedio.- La lámina de agua que corresponde al caudal mensual para el año promedio se calcula según la ecuación básica (10) del balance hídrico a partir de los componentes descritos anteriormente.

$$(10) \quad CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (\text{mm/año})$$

Donde:

$$\begin{aligned} CM_i &= \text{caudal del mes } i && (\text{mm/mes}) \\ PE_i &= \text{precipitación efectiva del mes } i && (\text{mm/mes}) \\ G_i &= \text{gasto de la retención en el mes } i && (\text{mm/mes}) \\ A_i &= \text{abastecimiento en el mes } i && (\text{mm/mes}) \end{aligned}$$

Generación de Caudales Mensuales para periodos extendidos

Método.- El modelo hidrológico presentado anteriormente permite determinar los caudales mensuales del año promedio con una precisión satisfactoria (véase los resultados de ejemplos prácticos en el punto (6). Para determinar, además de los promedios, otros parámetros estadísticos, sobre todo la desviación tipo que necesita para el cálculo de caudales consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden (5, p. 313), según la ecuación (20) con una variable de impulso, que para el problema presente es la precipitación efectiva en la ecuación (21).

$$(20) \quad Q_t = f (Q_{t-1})$$

$$(21) \quad Q_t = g (PE_t)$$

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

$$(22) \quad Z = z \times S \times (i - r^2)^{1/2}$$

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales combinando los componentes anteriormente citados, se escribe:

$$(23) \quad Q_t = B1 + B2 \times Q_{t-1} + B3 \times PE_t + z \times S \times (1 - r^2)^{1/2}$$

Donde:

Q_t = caudal del mes t
 Q_{t-1} = caudal del mes anterior
 PE_t = precipitación efectiva del mes t
 $B1$ = factor constante = caudal básico

Se calcula los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio mediante un cálculo de regresión triple con Q_t como valor independiente y Q_{t-1} y PE_t , como valores independientes.

Todos los cálculos se pueden ejecutar en forma de cuadro. En lo que se refiere a los valores aleatorios, se puede emplear los valores publicados en tablas o se puede generar por medio de la computadora.

Existen varias posibilidades para elegir el valor inicial del proceso de generación.

- Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo.
- Empezar con el caudal promedio de cualquier mes, o empezar con el caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como Q_0 sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del periodo generado.
- La comparación estadística de los resultados, según la ecuación (23) con otras ecuaciones que incluyen un número más alto de variables independientes, por ejemplo, Q_{t-2} y/o PE_{t-1} muestra que el aumento

de los cálculos no mejora el valor del coeficiente de regresión que en el caso de 5 variables para el río Vilcanota es solamente 0.3 por mil del valor ya muy alto de $r = 0.98$ con tres variables.

Test Estadísticos.- La calidad de la coincidencia de los caudales generados con los observados, se lleva a cabo mediante comparación de los promedios y desviaciones tipo de ambos valores. Se prueba si los promedios salen de la misma población, es decir, son iguales mediante el test de Student. Se calcula el valor de prueba t para cada mes,

$$(24) \quad \hat{t} = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / ((s_1^2 + s_2^2) / n)^{1/2}$$

Donde:

\hat{t} = valor de prueba
 \bar{X}_1 = promedio del cuerpo 1, caudales registrados
 \bar{X}_2 = promedio del grupo 2, caudales generados
 S_1 = desviación tipo del grupo 1
 s_2 = desviación tipo del grupo 2
 n = grado de libertad – número de valores disminuido por 1
 \bar{X}_2 = promedio del grupo 2, caudales generados
 s_1 = desviación tipo del grupo 1
 s_2 = desviación tipo del grupo 2
 n = grado de libertad – número de valores disminuido por 1

Se compara el valor \hat{t} con el valor límite $t_{p, n}$, que indica el límite superior que, con una probabilidad de error del P%, permite decir que ambos promedios pertenecen a la misma población.

Para comparar las desviaciones tipo se calcula el valor (\hat{F}) de las tablas del test de Fisher

$$(25) \quad \hat{F} = s_1^2 / s_2^2 \quad \text{ó} \quad s_2^2 / s_1^2 > 1$$

y se le compara con el valor límite $F_{P/2} (\%), (n_1, n_2)$

Resultados.- Se comparan caudales registrados con caudales generados de la misma cuenca, se debe verificar los coeficientes de regresión que deben ser valores satisfactorios que varían desde $r = 0.86$ hasta $r = 0.99$ para el año promedio generado por el modelo hidrológico, así como para el promedio de periodos extendidos. Los test para el promedio y la desviación tipo, salvo unas cuantas excepciones deben cumplir con los estadísticos de la media y desviación estándar, tanto para los caudales generados y aforados, deben presentar el mismo promedio y la misma desviación tipo.

Comparando caudales mínimos sobre intervalos de retorno predeterminados se constata también una coincidencia de los caudales determinados sobre base de observaciones con los calculados según el modelo. En total el método presentado anteriormente, indica caudales mensuales confiables, sobre todo durante el periodo crítico de riego que por lo general, corresponde a los meses de Agosto a Noviembre.

6.5. Aplicación del modelo en cuenca de nivel 6 y cuencas nivel 7

El uso del modelo de Generación de Caudales Mensuales (Lutz Scholz) para la cuenca N6 del río Mala y cuencas de N7 de la misma cuenca se aplica siguiendo la siguiente secuencia:

Análisis de los datos básicos de la cuenca.- En el **CUADRO Nº 6.5.1**, se muestra los datos básicos obtenidos a partir de los parámetros climatológicos e información geomorfológica de la cuenca:

CUADRO Nº 6.5.1 DATOS BASICOS PARA LA GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO

PROYECTO = "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MALA"

COMPONTE: " ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA"

NOMBRE DE LA CUENCA : **MALA** NOMBRE DEL RIO = **MALA** CONTROL: EST. **LA CAPILLA**

Area de la cuenca (A) en Km² = 2332,07

Altura media de la Cuenca (Hm) msnm = 3964

Alt. Est. De referencia Tanta (Hr) msnm = 4505

Temp. Media Anual Est. De Referencia °C (Te) Huarochiri = 5,5

Temp. Media anual de cuenca °C (Tc) = 7.4

Lat. Sur C.G. De la cuenca ° ' " (LS) = 12° 16' 17"

Long. Oeste C.G. De la cuenca ° ' " (LO) = 76° 14' 17"

Radiación extraterrestre cuenca mm/año (Ra) = 5312.4

Retención de la cuenca mm/año (R) = 45.7

Duración de la temporada seca días (TD) = 214

Precipitación media de la cuenca mm/año (Pc) Estación Tanta = 693.7

Temperatura media de la cuenca (°C)

$Tc = (Te - (0.0035 \times (Hm - Hr))) = 7,4$

$F = 1.8 \times Tc + 32 = 45,3$

E. T. P. De la cuenca

$ETP = 0.0075 \times 0.075 \times Ra \times (50)^{1/2} \times F \times (1 + 0.06 \times Hm/1000) = 1184.8$

Coef. Temp. °C; $^{\circ}C = 300 + 25 \times 25 Tc + 0,05 \times Tc^3 = 505,3$

Deficit de Ecurr (Do, D1) =

$Do = 0.872 \times Pc + 1.032 \times ETP - 1380 = 447.6$

$D1 = Pc / (0.9 + Pc^2/Ct^2)^{1/2} = 415.7$

Coeficiente de escurrimiento (C)

$C1 = 0.914 - 2.36E-4 \times Pc - 0.0581 \times Tc = 0,32$

$C2 = 0.682 - 0.0526 \times Tc - 1.36E-4 \times Tc^2 = 0,29$

$C3 = 1.813 - 1.87E-4 \times Pc - 1.12E-3 \times ETP = 0,36$

$C4 = 5.21 - 7.31E-3 \times ETP + 2.68E-6 \times ETP^2 = 0,31$

$C5 = 3.16E12 \times Pc^{0.571} \times ETP^{-3.686} = 0,35$

$C6 = 6.47 - 0.0691 \times \ln(Pc) - \ln(ETP) = 0,36$

$C7 = (Pc - Do) / Pc = 35$

$C8 = (Pc - D1) / Pc = 0,40$

Decisión para hallar el coeficiente de escurrimiento =

C = (C4) = 0,31

Coeficiente de Agoramiento (a)

$a = -0.00252 \times \ln(Ar) + 0.034 = 0,01751$

Precipitación media de la cuenca.- Con la finalidad de efectuar la generación de caudales medios mensuales, para periodos extendidos, se requiere el cálculo de la precipitación media de la cuenca y para este fin se hace uso de la estación Tanta, considerada la estación mas cercana a la altura media de la cuenca, la misma que es afectada por un factor de altura de 0.81 el cual nos proporciona una precipitación media de la cuenca Mala.

La precipitación media de la cuenca obtenida con el método de Corrección Altitudinal se será la Precipitación que se empleará en todos los análisis del presente estudio; mayores detalles se dan en el capítulo IV Ítem 4.5 sobre el análisis de los resultados para el uso de la precipitación media de la cuenca. En el **CUADRO Nº Nº 6.5.2**, se presenta la precipitación media de

la cuenca del río Mala. En el **ANEXO Nº 6.1**, se muestra la precipitación efectiva (PE) utilizada para la cuenca Mala

Calculo de los caudales para el año promedio.- En el **CUADRO Nº 6.5.3**, se muestra el proceso para la generación de los caudales para el año promedio periodo (1964-2005). Asimismo, muestra la transformación de la precipitación media mensual de la cuenca en precipitación efectiva de escurrimiento, el gasto de la retención y el abasto considerado para la cuenca Mala. Asimismo, se muestra los caudales observados y generados para el año promedio y la regresión triple para hallar los parámetros estadísticos de generación para periodos extendidos.

CUADRO Nº 6.5.2 PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO MALA (Método Corrección Altitudinal)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
1964	72,8	129,3	171,7	75,5	17,1	5,3	0,0	0,9	8,1	40,3	55,3	61,8	638,0
1965	79,4	222,4	92,5	54,5	23,9	0,0	6,2	0,9	2,5	36,3	8,2	73,4	600,1
1966	129,2	93,3	129,0	80,5	17,2	0,0	0,0	3,6	26,4	68,2	64,4	122,3	734,2
1967	149,0	188,9	108,3	42,7	34,6	0,0	12,4	3,0	18,5	81,5	21,0	35,5	695,5
1968	112,2	112,2	108,6	31,2	4,1	0,0	1,8	18,9	55,9	94,1	56,4	61,1	656,5
1969	76,7	132,4	101,5	92,9	0,0	3,5	0,0	4,1	32,6	92,2	116,3	217,0	869,2
1970	271,9	14,6	109,7	129,9	60,1	0,0	7,0	0,0	89,9	23,7	89,0	151,9	947,7
1971	62,2	146,3	174,3	56,6	0,0	0,0	0,0	22,7	0,0	28,6	39,1	150,2	680,0
1972	106,0	61,0	287,3	186,5	0,0	0,0	11,7	7,3	0,0	51,4	76,5	63,5	851,3
1973	186,5	87,4	150,3	124,6	45,4	0,0	5,1	9,7	84,7	101,6	70,6	129,3	995,2
1974	209,8	210,1	202,5	90,4	18,5	14,2	0,0	24,9	12,7	21,7	68,7	84,0	957,6
1975	89,9	88,7	176,8	159,2	68,2	8,7	0,0	13,0	47,1	73,7	34,2	68,6	828,1
1976	129,3	129,7	103,5	28,1	18,1	20,6	12,0	6,6	0,0	17,0	32,8	45,8	543,3
1977	106,7	93,7	114,4	60,6	15,8	0,0	0,0	0,9	12,1	26,1	55,7	42,5	528,5
1978	57,5	68,2	77,1	62,6	19,8	2,8	0,0	8,9	22,5	43,1	14,9	24,4	401,9
1979	34,9	81,4	79,3	43,6	13,8	5,0	0,0	0,0	6,6	10,2	21,3	17,2	313,2
1980	57,6	29,5	73,3	15,8	1,8	0,0	7,9	7,8	4,5	58,0	62,3	46,5	364,8
1981	74,5	191,0	131,1	23,8	0,0	0,0	0,0	7,8	13,0	25,7	40,4	33,2	540,6
1982	77,4	59,7	64,3	46,8	0,0	0,0	2,5	3,6	10,1	25,6	76,6	38,0	404,7
1983	102,0	146,5	63,1	87,4	76,9	38,9	13,8	4,0	15,4	7,4	17,6	45,9	619,0
1984	82,7	99,1	68,7	41,0	41,0	51,2	0,8	4,3	1,9	11,5	38,0	59,7	499,7
1985	81,9	73,4	93,6	77,5	17,1	12,7	9,8	15,3	2,8	20,6	30,5	38,6	473,8
1986	110,1	256,6	105,2	59,1	4,9	0,0	1,6	0,8	8,1	105,4	48,2	63,3	763,3
1987	149,8	182,1	30,0	19,7	0,0	5,8	7,5	16,3	4,8	10,5	24,8	39,1	490,3
1988	58,4	54,3	81,1	41,4	6,8	2,8	6,3	9,9	2,5	4,3	41,8	52,9	362,3
1989	79,7	58,3	87,3	40,9	12,5	2,5	4,5	13,0	7,9	22,7	97,5	15,9	442,7
1990	31,3	26,5	51,9	64,5	12,8	13,7	20,2	16,0	28,0	9,1	69,3	54,8	398,1
1991	88,2	71,5	59,7	57,8	36,9	13,0	9,5	11,9	2,8	18,3	43,6	34,6	447,8
1992	49,5	42,3	63,5	16,7	2,5	5,4	11,0	11,8	12,2	38,1	45,5	65,5	364,2
1993	172,8	197,3	161,6	97,7	24,0	6,9	6,1	6,9	28,9	82,1	131,3	132,1	1047,5
1994	185,1	250,9	125,0	83,7	26,7	26,9	11,7	7,8	70,9	31,1	69,9	79,0	968,6
1995	172,8	61,9	134,1	44,4	10,8	2,1	1,4	0,0	29,8	53,5	65,9	109,8	686,6
1996	181,2	186,6	134,4	105,1	13,0	0,0	0,0	13,4	13,4	49,7	28,2	126,0	851,0
1997	143,4	205,3	19,8	80,6	4,4	0,0	0,0	17,3	40,6	36,9	107,7	144,1	800,1
1998	201,1	115,0	98,6	86,5	0,0	0,0	0,0	7,3	28,7	52,9	59,0	100,6	749,7
1999	134,0	240,3	131,6	125,5	68,5	5,9	4,5	5,7	17,7	120,5	110,6	218,0	1182,6
2000	162,8	251,1	206,3	84,0	37,6	0,0	9,6	0,0	47,6	84,9	72,2	160,0	1116,2
2001	192,0	140,6	251,4	19,3	12,7	0,0	1,9	0,0	38,4	45,8	155,1	45,8	903,0
2002	122,0	144,7	229,6	100,3	21,1	0,0	3,2	0,0	42,3	76,8	119,6	107,9	967,6
2003	159,5	163,8	177,9	84,8	26,0	0,0	5,3	0,0	5,3	49,7	48,1	184,7	905,0
2004	47,2	226,9	81,8	65,2	10,7	4,0	1,5	10,4	61,9	94,6	78,8	168,5	851,5
2005	106,0	110,4	174,3	112,1	4,9	0,0	0,0	0,0	7,8	20,6	29,1	130,0	695,3
Número	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Sumatoria	8033,13	8973,85	10788,5	2386,19	172,315	6,85729	5,3349	15,035	116,09	772,1	1122,87	4299,43	29136,4
media	191,3	213,7	256,9	56,8	4,1	0,2	0,1	0,4	2,8	18,4	26,7	102,4	693,7
Máximo	477,0	428,9	677,5	224,9	33,3	1,1	0,5	3,5	12,3	114,5	103,3	298,6	1182,6
Mínimo	29,9	12,8	50,1	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,1	313,2
Mediana	172,9	216,1	249,4	54,8	1,4	0,1	0,1	0,1	0,9	9,4	13,9	90,6	690,9
Desviación	109,1	110,4	116,8	41,4	6,8	0,2	0,1	0,6	3,6	24,7	29,3	77,2	232,8
Varianza	11894,1	12186,1	13653,5	1716,71	46,1449	0,04427	0,0167	0,3623	13,09	612,31	860,235	5955,3	54190,29

CUADRO Nº 6.5.3 GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - MODELO HIDROLOGICO – RIO MALA

M E S	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES			PARAMETROS				
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO		MENSUALES			REGRESION				
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS	AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t			
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes		
JUL	4.7	0.0	0.6	1.2	0.9	0.12	3.97			4.9	4.266	2.134	4.9	7.6	0.9		
AGO	7.5	0.0	0.9	1.8	1.3	0.07	2.32			3.6	3.135	1.670	3.6	4.9	1.3		
SET	23.0	0.0	2.4	4.8	3.4	0.04	1.32			4.7	4.229	1.561	4.7	3.6	3.4		
OCT	46.8	0.9	5.3	9.8	7.2	0.02	0.66	-0.12	5.5	2.4	2.090	2.539	2.4	4.7	7.2		
NOV	60.4	1.9	8.1	14.4	10.8			-0.15	6.9	3.9	3.509	4.849	3.9	2.4	10.8		
DIC	86.7	5.6	17.4	29.1	22.3			-0.25	11.4	10.9	9.491	12.378	10.9	3.9	22.3		
ENE	116.6	14.2	35.2	56.4	44.1			-0.30	13.7	30.4	26.469	31.106	30.4	10.9	44.1		
FEB	129.6	20.1	45.4	69.9	55.7			-0.13	5.9	49.8	48.006	53.658	49.8	30.4	55.7		
MAR	121.1	16.1	38.6	61.1	48.1			-0.05	2.3	45.8	39.878	57.455	45.8	49.8	48.1		
ABR	71.5	3.1	11.4	19.5	14.8	0.59	19.54			34.3	30.860	24.116	34.3	45.8	14.8		
MAY	19.8	0.0	2.1	4.3	3.0	0.34	11.26			14.3	12.451	6.560	14.3	34.3	3.0		
JUN	6.0	0.0	0.7	1.5	1.0	0.20	6.62			7.6	6.838	3.104	7.6	14.3	1.0		
TOT.	693.7	61.9	168.1	273.8	212.6	1.38	45.69	-1.00	45.70	212.6	15.935	16.76	212.6	212.6	212.6		
Estadísticos Regresión Triple						b1= -1.081	b2= 0.491	b3= 0.570	r= 0.98	S= 3.427							
Ecuación de generación						CMT= -1,081 +0.491 CMT-1 + 0.570 PEt +0.682 Z									Z= Número aleatorio		S(1-r²)½ = 0.682

También del cuadro se deduce, que existe una buena correlación ($r = 0.98$) entre los caudales aforados y los caudales generados, siendo los caudales generados en un 3.98% menores que los caudales observados, esto explica que la precipitación de la estación Tanta tomada como estación base, es menor relativamente en un 3.98% durante los periodos de lluvias. El coeficiente de escurrimiento tomado de las formulas empíricas también es muy cercano a lo observado.

Comparando las dos series de caudales por el calculo de la regresión simple, se obtiene un coeficiente de regresión de $r = 0.99$ que demuestra una coincidencia satisfactoria entre los caudales observados y generados.

Generación de caudales para periodos extendidos.- Después de evaluar los parámetros estadísticas del proceso de generación de caudales para el año promedio y con la ecuación:

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

Donde.

$B1 = -1.081$, $B2 = 0.491$, $B3 = 0.570$, $r = 0.98$. $S = 3.427$ que resulta ser:

$$Q_t = -1.081 + 0.491 \times Q_{t-1} + 0.570 \times PE_t + z \times 3.427 \times (1 - 0.98^2)^{1/2}$$

$$Q_t = -1.081 + 0.491 \times Q_{t-1} + 0.570 \times PE_t + 0.682 \times z$$

$$PE_t = -0,021 + 0,1358 \times P - 0,002296 \times P^2 + 4349E-9 \times P^3 - 89E-9 \times P^4 - 879E-13 \times P^5$$

$Z =$ Variable aleatoria, promedio $z = 0$ y desviación estandar tipo de $s_z = 1$

6.6. Series sintéticas generadas

Los resultados del cálculo de caudales mensuales para periodos extendidos, se muestran en el **CUADRO Nº 6.6.1**.

CUADRO N° 6.6.1 CAUDALES GENERADOS DEL RIOMALA PARA EL PERIODO 1964-2005 (m³/s)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	8.725	26.794	52.657	31.155	15.017	6.513	2.905	1.915	0.803	2.244	2.993	3.858	15.019
2	1965	8.699	78.905	44.262	24.906	11.558	4.779	2.061	1.538	0.956	0.911	1.010	6.554	16.568
3	1966	25.589	24.790	33.461	22.466	11.705	5.025	2.034	1.174	1.489	3.774	5.010	19.263	18.622
4	1967	40.011	76.424	48.671	25.976	13.332	6.419	2.518	2.188	0.510	7.062	4.723	3.671	19.607
5	1968	16.564	24.400	24.243	14.011	6.106	2.694	0.837	1.001	2.522	11.649	8.780	5.571	14.662
6	1969	8.964	30.931	25.049	21.095	7.921	3.796	1.808	0.681	1.855	11.044	20.921	72.043	23.047
7	1970	124.764	66.247	42.125	42.648	22.729	9.913	3.392	1.828	9.729	5.041	9.779	34.604	33.015
8	1971	19.123	43.305	60.105	32.061	15.281	6.296	2.872	2.164	0.685	0.658	2.285	30.916	16.455
9	1972	27.401	15.531	104.138	101.545	45.689	21.230	9.200	4.840	1.669	3.873	6.100	7.251	28.833
10	1973	50.970	37.468	46.557	42.980	20.533	8.604	4.222	2.751	7.555	13.613	10.096	24.466	25.899
11	1974	71.354	106.979	103.057	60.197	27.766	14.369	6.634	3.069	1.906	1.425	5.796	9.707	33.187
12	1975	13.501	17.488	49.968	59.877	32.112	15.199	6.885	4.129	3.672	7.732	4.601	7.859	19.585
13	1976	24.508	36.559	29.188	15.619	6.511	4.445	1.411	0.485	0.834	0.988	1.099	3.701	14.206
14	1977	15.639	18.391	23.941	15.347	6.985	3.355	1.205	0.881	0.994	1.971	3.495	4.122	11.346
15	1978	3.788	7.967	9.268	7.564	4.346	1.089	0.880	0.993	1.740	2.561	1.829	2.424	5.543
16	1979	2.793	8.605	10.944	7.977	4.346	2.422	1.284	1.139	1.186	1.197	1.747	2.262	5.055
17	1980	2.433	2.223	7.005	4.013	2.184	0.937	0.990	1.580	1.310	2.610	3.673	4.123	4.401
18	1981	8.312	60.041	48.132	25.182	9.983	5.040	2.583	1.574	1.661	1.573	1.489	2.822	15.459
19	1982	5.669	7.694	7.020	5.924	2.959	1.211	0.667	0.503	0.636	1.338	5.595	5.164	5.549
20	1983	12.980	38.405	19.230	17.021	11.972	5.955	1.779	1.859	1.972	1.254	1.275	3.806	11.652
21	1984	7.683	16.492	12.731	6.958	4.990	3.941	0.885	0.747	0.954	0.786	1.228	2.492	7.603
22	1985	7.291	8.340	13.468	13.362	6.748	3.271	0.420	0.927	0.773	1.358	0.945	2.465	7.719
23	1986	16.042	102.309	57.228	31.104	14.745	5.687	2.850	1.355	1.276	13.141	8.103	8.592	24.399
24	1987	33.909	69.361	32.280	16.096	7.180	2.641	1.268	2.291	1.277	0.864	1.465	2.337	13.168
25	1988	2.850	3.771	7.993	4.198	1.156	1.382	1.061	0.865	0.636	0.699	1.015	1.039	4.161
26	1989	7.703	7.445	11.812	6.410	2.558	0.509	0.688	0.701	0.721	0.906	11.529	4.704	7.540
27	1990	3.777	3.169	2.446	4.812	2.946	2.242	1.090	1.082	0.951	0.783	5.198	3.793	4.375
28	1991	10.649	10.977	8.028	6.526	5.096	2.878	0.952	0.734	0.827	1.090	2.089	3.088	6.538
29	1992	4.277	3.595	4.007	1.222	0.862	0.993	1.144	0.860	0.810	2.101	3.617	7.138	3.898
30	1993	44.092	82.652	74.113	47.654	21.695	11.434	3.925	2.409	0.930	7.601	25.126	33.570	31.354
31	1994	65.520	123.223	73.520	43.559	21.794	11.020	3.243	2.096	4.036	2.012	5.832	7.352	31.561
32	1995	46.300	29.314	36.461	19.276	8.844	2.944	1.001	0.803	1.655	4.093	6.929	15.724	17.101
33	1996	52.140	78.930	58.852	42.724	18.915	9.214	2.931	1.055	1.009	2.599	1.461	19.330	26.615
34	1997	37.675	83.834	36.118	23.829	10.030	4.249	2.155	2.037	2.744	2.185	13.320	33.335	23.626
35	1998	71.217	55.407	34.222	24.760	11.077	4.297	2.260	0.852	2.005	4.120	4.661	13.638	21.280
36	1999	29.448	98.275	65.338	52.784	29.425	12.697	4.503	1.821	1.219	17.350	22.564	73.982	40.558
37	2000	73.590	123.991	114.884	65.078	30.793	15.360	6.089	3.712	4.925	8.466	8.349	37.876	38.717
38	2001	69.278	65.108	107.859	53.939	25.101	11.994	5.986	2.655	1.334	2.312	35.150	19.144	32.372
39	2002	27.187	45.148	90.990	57.597	28.440	13.039	4.486	2.820	3.883	6.675	22.811	25.491	29.423
40	2003	47.144	65.393	72.194	43.057	20.011	8.291	3.385	1.181	0.812	3.506	1.958	48.759	25.519
41	2004	25.039	85.239	44.644	26.602	11.166	4.693	2.512	1.375	2.743	9.821	10.426	43.081	23.497
42	2005	33.149	34.563	57.294	43.449	19.872	8.223	1.821	1.424	1.026	1.793	2.240	21.635	21.570
SUMAT		1207.747	1925.683	1805.503	1212.560	582.479	270.290	110.822	70.094	80.230	176.779	298.312	682.752	780.304
MEDIA		28.756	45.850	42.988	28.870	13.869	6.435	2.639	1.669	1.910	4.209	7.103	16.256	16.713
D.STAND		26.514	35.735	30.738	21.537	10.245	4.811	1.981	0.995	1.847	4.197	7.702	18.178	10.353
C.V.		0.922	0.779	0.715	0.746	0.739	0.748	0.751	0.596	0.967	0.997	1.084	1.118	0.619
MAX,		124.764	123.991	114.884	101.545	45.689	21.230	9.200	4.840	9.729	17.350	35.150	73.982	124.764
MIN,		2.433	2.223	2.446	1.222	0.862	0.509	0.420	0.485	0.510	0.658	0.945	1.039	0.420

6.7. Análisis de la información sintética generada

Se constata que la media del caudal generado 16.713 m³/s es menor que el caudal registrado 16.761m³/s, ello se refiere a que la variable aleatoria

tiene cierta influencia con su promedio actual de $z = 0$ y $s = 1.564$, y puede influir con $\pm 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ al caudal registrado. Es así, que con otro ensayo los caudales generados podrían salir más bajos o mayores.

Se puede observar que los caudales generados para periodos secos y los caudales observados no difieren, por cuanto, existen otros métodos especiales para el cálculo de avenidas. Por eso, no se puede tener en cuenta en este modelo el aumento del coeficiente de escurrimiento que ocurre durante temporadas lluviosas extendidas; sin embargo el método también puede aplicarse para la estimación de avenidas en cuencas que carecen de información hidrométrica

De los resultados obtenidos en el test estadístico para las medias y las varianzas de los caudales mensuales y anuales generados y observados se tiene que los valores promedios, en el valor $t_{p\%n}$ sobre el nivel de probabilidad del 95% con grados de libertad: $n = 42 - 1 = 41$:

$$T_{5\%, 41} = 1.98$$

Para el test de la varianza s^2 se calcula el valor $F_{p/2(n1, n2)}$ sobre el nivel de probabilidad del 5% con $n1 = n2 = 41$

$$F_{2.5\%(41, 41)} = 1.68$$

Los resultados de los test se muestran en el **CUADRO N° 6.7.1**, donde se ve que los promedios en todos los meses cumplen el test $t_c < t_t$, mientras que la varianza también cumple en su totalidad de los meses analizados.

CUADRO N° 6.7.1 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS

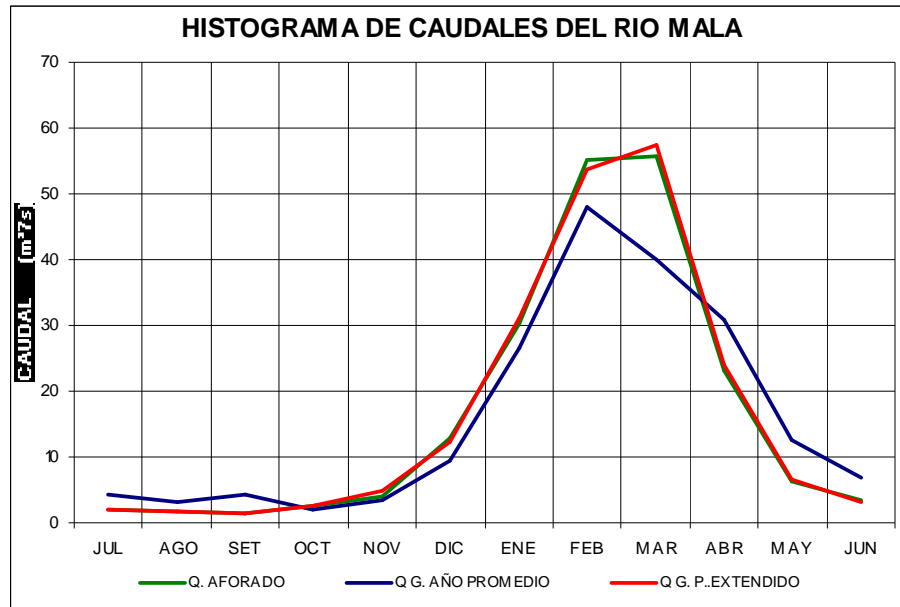
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Q0	30.305	55.177	55.815	23.241	6.320	3.363	2.138	1.635	1.553	2.523	4.135	12.945	16.596
QG	31.106	53.658	57.455	24.116	6.560	3.103	2.134	1.670	1.561	2.539	4.849	12.378	16.761
S0	23.39	42.07	33.94	14.11	3.93	2.08	1.19	0.84	0.84	2.10	3.72	11.52	8.578
SG	21.561	37.356	31.839	13.927	3.673	1.677	1.052	0.712	0.726	2.216	5.454	11.533	7.659
CV0	0.772	0.763	0.608	0.607	0.623	0.620	0.556	0.513	0.544	0.833	0.899	0.890	0.517
CVG	0.693	0.696	0.55	0.578	0.56	0.54	0.49	0.43	0.47	0.87	1.13	0.93	0.457
n	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Tc	0.163	0.175	0.228	0.286	0.289	0.631	0.016	0.207	0.049	0.034	0.701	0.225	0.093
Tt	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
Fc	1.085	1.126	1.066	1.013	1.071	1.243	1.130	1.177	1.162	0.949	0.682	0.999	1.120
Ft	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680
Q0 = QG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S0 = SG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Q₀ = Caudal observado **Q_G** = Caudal generado **S₀** = Desv. estd. de Q observado: **S_G** = Desv. estd. de Q generados
CV₀ = Coef. Varianza de datos observados **CV_G** = Coef. Varianza de datos generados
Q₀ = Q_G Comparacion estadistica de dos valores a la m **S₀ = S_G** Comparacion estadistica de dos valores a la desviación estandar

Los cálculos y el test ejecutado para el río Mala muestra que el Modelo para los promedios y el método para la generación de caudales medios mensuales para periodos extendidos alcanzan a determinar teóricamente los caudales con una precisión satisfactoria y en consecuencia constituyen un instrumento apropiado para la determinación de caudales mensuales a partir de la precipitación en cuencas que carecen de información hidrométrica.

En el **GRAFICO N° 6.7.1** y **ANEXO N° 6.1**, se muestra los hidrogramas medias mensuales y anuales para la observación y comparación de los caudales observados y generados del río Mala.

GRAFICO Nº 6.7.1 HISTOGRAMAS DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DEL RIO MALA



6.8. Análisis de persistencia con caudales generados

Después de efectuar la generación de caudales medios mensuales para el río Mala, se ha realizado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y 95%. Este análisis de persistencia, se ha efectuado utilizando la fórmula de Weibull, cuya ecuación para la obtener la persistencia es de tipo exponencial. Los resultados de dicho análisis fueron obtenidos mediante el software SIH. En el **CUADRO Nº 6.8.1**, se pueden ver los caudales medios mensuales desviados a los diferentes niveles de persistencia.

CUADRO Nº 6.8.1 PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO MALA A NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95%

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO MALA (m³/s)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	18.17	29.36	30.51	20.44	9.97	4.71	2.05	1.43	1.45	2.71	4.39	9.12	11.10
75	7.33	11.50	13.69	9.22	4.59	2.24	1.09	0.87	0.83	1.20	1.85	3.50	4.79
90	4.25	6.56	8.47	5.72	2.88	1.44	0.74	0.65	0.59	0.73	1.10	1.97	2.91
95	3.55	5.44	7.21	4.88	2.47	1.24	0.65	0.59	0.52	0.62	0.93	1.63	2.46
PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO MALA (MMC)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	48.67	71.66	81.72	52.98	26.70	12.21	5.49	3.83	3.76	7.26	11.38	24.43	350.08
75	19.63	28.07	36.67	23.90	12.29	5.81	2.92	2.33	2.15	3.21	4.80	9.37	151.15
90	11.38	16.01	22.69	14.83	7.71	3.73	1.98	1.74	1.53	1.96	2.85	5.28	91.69
95	9.51	13.28	19.31	12.65	6.62	3.21	1.74	1.58	1.35	1.66	2.41	4.37	77.68

6.9. Disponibilidad hídrica en unidades hidrográficas de menor orden (cuencas Nivel 7)

Empleando el método de Generación de Caudales en la Sierra [19], descrito anteriormente se ha obtenido los caudales medios mensuales para un periodo de 42 años, entre los años 1,964-2,005, de las cuencas de Nivel 7 (Cuenca Acacache, Aguaquiri, Alto Mala, Quinchés y Tantarà).

a.- Cuenca del río Acacache

Los resultados obtenidos mediante la generación de caudales medios mensuales para la cuenca del río Acacache, alcanza un caudal medio mensual de 2.077 m³/s, un máximo de 15.183 m³/s, un mínimo de 0.013 m³/s. El volumen promedio anual del río Acacache alcanza a 5.46 MMC, un máximo de 14.27 MMC y un mínimo de 0.48 MMC respectivamente. Los datos básicos para la generación se ven en el **CUADRO N° 6.9.1**, la generación de caudales mensuales para el año promedio se ven en el **CUADRO N° 6.9.2**, los resultados de los caudales medios mensuales generados para el periodo 1964-2005 del río Acacache se ven en el **CUADRO N° 6.9.3** y la disponibilidad hídrica del río mala a distintos niveles de persistencia se ven en el **CUADRO N° 6.9.4**.

CUADRO N° 6.9.1 DATOS BASICOS PARA LA GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO CUENCA DEL RIO ACACACHE

<p>PROYECTO = "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MALA"</p> <p>COMPONTE: " ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA"</p> <p>NOMBRE DE LA CUENCA : ACACACHE NOMBRE DEL RIO = ACACACHE</p> <p>PUNTO DE CONTROL: SAN JUAN DE TANTARANCHE</p> <p>Area de la cuenca Húmeda (A) en Km² = 243,48</p> <p>Altura media de la Cuenca (Hm) msnm = 4996</p> <p>Alt. Est. De referencia Tanta (Hr) msnm = 4505</p> <p>Temp. Media Anual Est. De Referencia °C (Te) Huarochiri = 5,47</p> <p>Temp. Media anual de cuenca °C (Tc) = 7,3</p> <p>Lat. Sur C.G. De la cuenca ° ' " (LS) = 12° 01' 53"</p> <p>Long. Oeste C.G. De la cuenca ° ' " (LO) = 76° 06' 39"</p> <p>Radiación extraterrestre cuenca mm/año (Ra) = 5361,5</p> <p>Retención de la cuenca mm/año (R) = 51.7</p> <p>Duración de la temporada seca días (TD) = 214</p> <p>Precipitación media de la cuenca mm/año (Pc) Estación Tanta = 760.4</p> <p>Temperatura media de la cuenca (°C)</p> <p>$Tc = (Te - (0.0035 \times (Hm - Hr))) = 7,3$</p> <p>$F = 1.8 \times Tc + 32 = 45,1$</p> <p>E. T. P. De la cuenca</p> <p>$ETP = 0.0075 \times 0.075 \times Ra \times (50)^{1/2} \times F \times (1 + 0.06 \times Hm/1000) = 1183.1$</p> <p>Coef. Temp. °C; °C = 300+25x25 c+ 0,05x c² = 502</p> <p>Deficit de Ecurr (Do, D1) =</p> <p>$Do = 0.872 \times Pc + 1.032 \times ETP - 1380 = 503.9$</p> <p>$D1 = Pc / (0.9 + Pc^2/Ct^2)^{1/2} = 425.4$</p> <p>Coefficiente de escurrimiento (C)</p> <p>$C1 = 0.914 - 2.36E-4 \times Pc - 0.0581 \times Tc = 0,31$</p> <p>$C2 = 0.682 - 0.0526 \times Tc - 1.36E-4 \times Tc^2 = 0,29$</p> <p>$C3 = 1.813 - 1.87E-4 \times Pc - 1.12E-3 \times ETP = 0,35$</p> <p>$C4 = 5.21 - 7.31E-3 \times ETP + 2.68E-6 \times ETP^2 = 0,31$</p> <p>$C5 = 3.16E12 \times Pc^{0.571} \times ETP^{-3.686} = 0,34$</p> <p>$C6 = 6.47 - 0.0691 \times \ln(Pc) - \ln(ETP) = 0,35$</p> <p>$C7 = (Pc - Do) / Pc = 34$</p> <p>$C8 = (Pc - D1) / Pc = 0,44$ no considerado</p> <p>Desición para hallar el coefixciente de escurrimiento =</p> <p>$C = (C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7) / 7 = 0,33$</p> <p>Coefficiente de Agoramiento (a)</p> <p>$a = -0.00252 \times \ln(Ar) + 0.034 = 0,01728$</p>

CUADRO Nº 6.9.2 GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - MODELO HIDROLOGICO – RIO ACACACHE

M E S	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES			PARAMETROS		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO		MENSUALES			REGRESION		
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS	AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t	
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	5.1	0.0	0.6	1.3	0.8	0.12	4.40			5.2	0.473		5.2	8.8	0.8
AGO	8.3	0.0	1.0	2.0	1.4	0.07	2.57			4.0	0.364		4.0	5.2	1.4
SET	25.2	0.1	2.6	5.2	3.5	0.04	1.47			5.0	0.470	0.27	5.0	4.0	3.5
OCT	51.3	1.2	6.1	11.1	7.9	0.02	0.73	-0.1	5.2	3.4	0.309		3.4	5.0	7.9
NOV	66.2	2.5	9.7	16.9	12.2			-0.12	6.2	6.0	0.564		6.0	3.4	12.2
DIC	95.1	7.4	21.6	35.8	26.6			-0.30	15.5	11.1	1.009		11.1	6.0	26.6
ENE	127.8	19.2	43.9	68.1	52.5			-0.28	14.5	38.0	3.454		38.0	11.1	52.5
FEB	142.1	27.3	56.3	82.4	65.5			-0.10	5.2	60.3	6.069		60.3	38.0	65.5
MAR	132.7	21.8	48.0	73.0	56.9			-0.10	5.2	51.7	4.700		51.7	60.3	56.9
ABR	78.3	4.1	13.8	23.4	17.2	0.60	22.00			39.2	3.682		39.2	51.7	17.2
MAY	21.7	0.0	2.3	4.6	3.1	0.35	12.83			15.9	1.445		15.9	39.2	3.1
JUN	6.6	0.0	0.8	1.6	1.1	0.21	7.70			8.8	0.827		8.8	15.9	1.1
TOT.	760.4	83.6	206.7	325.4	248.7	1.41	51.70	-1.00	51.80	248.6	1.947	0.27	248.6	248.6	248.7
Estadísticos Regresión Triple					b1= -0.647	b2= 0.451	b3= 0.580	r= 0.98	S= 4.958						
Ecuación de generación					CMt= -0,647 + 0.451 CMt-1 + 0.580 PEt + 0.987 Z				Z= Número aleatorio	S(1-r²)½ = 0.987					

Del cuadro se deduce que las series entre los caudales del año anterior, los caudales actuales y la precipitación efectiva actual utilizando la regresión triple alcanzan una buena correlación ($r = 0.987$).

El coeficiente de escurrimiento tomado de las formulas empíricas que alcanza a $C = 0.33$, es casi similar al obtenido mediante el calculo directo de la precipitación media mensual de la cuenca $C = 0.32$.

Generación de caudales para periodos extendidos.- Después de evaluar los parámetros estadísticas del proceso de generación de caudales para el año promedio y de la regresión triple, se ha obtenido la ecuación de generación de caudales para periodos extendidos siguiente:

$$Q_t = -0.647 + 0.451 \times CM_{t-1} + 0.580 \times PE_t + z \times 4.958 \times (1 - 0.98^2)^{1/2}$$

$$Q_t = -0.647 + 0.451 \times Q_{t-1} + 0.580 \times PE_t + 0.987 \times z$$

$$PE_t = -0.021 + 0.1358 \times P - 0.002296 \times P^2 + 4349E-9 \times P^3 - 89E-9 \times P^4 - 879E-13 \times P^5$$

Z = Variable aleatoria, promedio $z = 0$ y desviación estándar $s_z = 1.22$.

En el **ANEXO Nº 6.4**, se muestra la precipitación efectiva del periodo 1,964 - 2,005 utilizada para la generación de caudales para periodos extendidos del río Acacache.

Series sintéticas generadas.- Los resultados del cálculo de caudales mensuales para periodos extendidos, se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.3** y en el **ANEXO Nº 6.4**, se muestra el histograma de los caudales generados correspondientes al periodo 1964-2005.

Con los caudales medios mensuales generados para el río Acacache, se ha efectuado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y 95%. Este análisis de persistencia, se ha efectuado utilizando la fórmula

de Weibull. Los resultados del análisis de persistencia fueron obtenidos haciendo uso del software SIH. En el **CUADRO N° 6.9.4**, se muestra los caudales medios mensuales desviados a los diferentes niveles de persistencia.

CUADRO N° 6.9.3 CAUDALES GENERADOS DEL RIO ACACACHE PARA EL PERIODO 1,964-2,005 (m³/s)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	1.247	3.708	6.895	3.893	1.840	0.670	0.255	0.139	0.236	0.238	0.454	0.616	15.019
2	1965	1.103	9.666	5.143	2.891	1.347	0.564	0.079	0.134	0.057	0.178	0.149	0.710	16.568
3	1966	3.133	3.068	4.057	2.961	1.329	0.624	0.057	0.064	0.137	0.727	0.813	2.792	18.622
4	1967	5.415	9.768	5.681	2.705	1.232	0.494	0.123	0.092	0.221	1.095	0.411	0.203	19.607
5	1968	2.117	3.291	3.131	1.710	0.802	0.164	0.126	0.016	0.441	1.440	1.135	0.955	14.662
6	1969	1.087	4.009	3.141	2.611	0.871	0.199	0.082	0.118	0.264	1.301	3.069	9.196	23.047
7	1970	15.183	7.475	5.080	5.301	2.867	1.298	0.422	0.029	0.955	0.585	1.350	4.671	33.015
8	1971	2.588	5.601	7.686	3.946	1.581	0.646	0.044	0.186	0.150	0.160	0.373	4.240	16.455
9	1972	3.599	2.378	13.053	12.191	5.000	2.093	0.728	0.454	0.059	0.412	0.923	0.929	28.833
10	1973	6.507	4.486	5.732	5.291	2.328	0.881	0.459	0.381	1.186	2.151	1.553	3.490	25.899
11	1974	9.032	12.765	12.375	6.813	2.778	1.151	0.585	0.398	0.194	0.263	0.830	1.429	33.187
12	1975	1.943	2.369	6.693	7.624	3.787	1.727	0.523	0.327	0.341	0.894	0.453	0.779	19.585
13	1976	3.088	4.438	3.707	1.734	0.778	0.389	0.223	0.038	0.062	0.234	0.430	0.384	14.206
14	1977	1.986	2.623	3.153	2.074	0.877	0.395	0.268	0.201	0.158	0.308	0.445	0.594	11.346
15	1978	0.741	1.177	1.349	1.274	0.610	0.077	0.071	0.184	0.084	0.136	0.181	0.330	5.543
16	1979	0.343	1.247	1.339	0.951	0.583	0.130	0.125	0.036	0.173	0.203	0.331	0.097	5.055
17	1980	0.432	0.517	0.847	0.612	0.321	0.033	0.129	0.178	0.057	0.606	0.711	0.442	4.401
18	1981	0.916	7.622	5.988	2.655	0.927	0.499	0.153	0.077	0.024	0.046	0.208	0.206	15.459
19	1982	0.841	0.811	0.823	0.728	0.079	0.034	0.099	0.069	0.017	0.034	0.741	0.612	5.549
20	1983	1.941	5.131	2.684	2.465	1.608	1.115	0.555	0.295	0.294	0.158	0.106	0.122	11.652
21	1984	0.909	2.003	1.381	0.960	0.497	0.708	0.103	0.053	0.066	0.222	0.220	0.433	7.603
22	1985	1.285	1.569	1.932	1.698	0.767	0.471	0.031	0.052	0.156	0.215	0.137	0.106	7.719
23	1986	2.181	12.227	6.578	3.510	1.238	0.374	0.217	0.142	0.144	1.839	1.325	0.971	24.399
24	1987	4.474	8.873	3.868	1.991	0.978	0.358	0.309	0.176	0.046	0.126	0.319	0.418	13.168
25	1988	0.548	0.595	1.085	0.541	0.197	0.137	0.082	0.203	0.208	0.071	0.127	0.390	4.161
26	1989	1.115	0.945	1.557	0.788	0.219	0.028	0.013	0.172	0.156	0.214	1.773	0.667	7.540
27	1990	0.491	0.465	0.651	0.826	0.508	0.322	0.172	0.208	0.122	0.111	0.875	0.657	4.375
28	1991	1.503	1.641	1.069	1.052	0.489	0.290	0.086	0.147	0.021	0.049	0.100	0.099	6.538
29	1992	0.312	0.306	0.578	0.485	0.212	0.070	0.108	0.241	0.234	0.372	0.520	0.840	3.898
30	1993	5.586	10.473	8.937	5.494	2.270	0.848	0.180	0.196	0.044	1.096	3.535	4.700	31.354
31	1994	8.144	14.958	8.740	4.933	2.251	1.237	0.397	0.039	0.788	0.311	0.673	1.100	31.561
32	1995	5.993	3.675	4.664	2.485	1.155	0.599	0.150	0.041	0.190	0.413	0.837	2.358	17.101
33	1996	6.769	9.888	7.325	5.050	2.122	0.852	0.178	0.261	0.217	0.435	0.428	2.899	26.615
34	1997	5.042	10.716	4.488	3.041	1.164	0.328	0.179	0.225	0.414	0.345	2.210	4.821	23.626
35	1998	9.115	6.778	4.292	3.058	1.306	0.686	0.257	0.209	0.201	0.333	0.732	1.738	21.280
36	1999	3.759	12.016	8.052	6.687	3.376	1.489	0.668	0.380	0.366	2.659	3.134	9.383	40.558
37	2000	9.033	15.068	13.555	7.371	3.151	1.229	0.671	0.410	0.625	1.270	1.232	5.315	38.717
38	2001	8.808	8.352	13.318	6.062	2.604	0.891	0.406	0.295	0.146	0.276	4.689	2.295	32.372
39	2002	3.682	5.950	11.207	6.709	2.907	1.391	0.539	0.184	0.304	0.763	2.658	3.191	29.423
40	2003	5.993	8.218	9.063	5.164	2.376	1.069	0.577	0.130	0.084	0.365	0.620	6.260	25.519
41	2004	2.979	10.524	5.374	3.111	1.521	0.637	0.271	0.228	0.416	1.480	1.540	5.782	23.497
42	2005	4.553	4.513	7.409	5.506	2.212	0.910	0.316	0.170	0.104	0.038	0.093	3.124	21.570
SUMA		155.516	241.903	223.680	146.952	65.065	28.107	11.016	7.578	10.162	24.172	42.443	90.344	780.304
MEDIA		3.703	5.760	5.326	3.499	1.549	0.669	0.262	0.180	0.242	0.576	1.011	2.151	2.077
D.STAND		3.279	4.310	3.715	2.514	1.109	0.494	0.202	0.115	0.248	0.616	1.050	2.406	10.353
C.V.		0.886	0.748	0.698	0.719	0.716	0.738	0.769	0.637	1.025	1.070	1.039	1.118	4.984
MAX,		15.183	15.068	13.555	12.191	5.000	2.093	0.728	0.454	1.186	2.659	4.689	9.383	15.183
MIN,		0.312	0.306	0.578	0.485	0.079	0.028	0.013	0.016	0.017	0.034	0.093	0.097	0.013

CUADRO Nº 6.9.4 PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO ACACACHE A NIVELS DEL 50%, 75%, 90% Y 95%

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO ACACACHE (m³/s)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	2.41	3.84	3.90	2.63	1.13	0.45	0.19	0.14	0.16	0.34	0.62	1.08	1.39
75	1.00	1.58	1.83	1.30	0.53	0.18	0.09	0.07	0.07	0.13	0.25	0.35	0.61
90	0.59	0.93	1.16	0.85	0.34	0.11	0.05	0.05	0.04	0.07	0.15	0.18	0.37
95	0.50	0.78	1.00	0.74	0.29	0.09	0.05	0.04	0.04	0.06	0.12	0.14	0.32

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO ACACACHE (MMC)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	6.45	9.37	10.45	6.82	3.03	1.17	0.51	0.37	0.41	0.91	1.61	2.89	43.99
75	2.68	3.86	4.90	3.37	1.42	0.47	0.24	0.19	0.18	0.35	0.65	0.94	19.24
90	1.58	2.27	3.11	2.20	0.91	0.29	0.13	0.13	0.10	0.19	0.39	0.48	11.79
95	1.34	1.90	2.68	1.92	0.78	0.23	0.13	0.11	0.10	0.16	0.31	0.37	10.04

b.- Cuenca del río Aguaquiri

Los resultados de la generación de caudales medios mensuales para el periodo 1964-2005 obtenidos para la cuenca del río Aguaquiri, alcanzan un caudal medio mensual de 0.496 m³/s, un máximo de 3.359 m³/s y un mínimo de 0.015 m³/s. El volumen promedio anual del río Acacache alcanza a 1.30 MMC, un máximo de 3.19 MMC y un mínimo de 0.16 MMC respectivamente.

CUADRO Nº 6.9.5 DATOS BASICOS PARA LA GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO CUENCA DEL RIO AGUAQUIRI

PROYECTO = "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MALA"
COMPONTE: " ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA"
NOMBRE DE LA CUENCA : AGUAQUIRI NOMBRE DEL RIO = AGUAQUIRI
PUNTO DE CONTROL: UNION RIO AGUAQUIRI Y ALTO MALA
Area de la cuenca Húmeda (A) en Km² = 90.85
Altura media de la Cuenca (Hm) msnm = 4745
Alt. Est. De referencia Tanta (Hr) msnm = 4505
Temp. Media Anual Est. De Referencia °C (Te) Huarochiri = 5,47
Temp. Media anual de cuenca °C (Tc) = 6.1
Lat. Sur C.G. De la cuenca ° ' " (LS) = 12° 02' 28"
Long. Oeste C.G. De la cuenca ° ' " (LO) = 76° 11' 06"
Radiación extraterrestre cuenca mm/año (Ra) = 5319.8
Retención de la cuenca mm/año (R) = 47.4
Duración de la temporada seca días (TD) = 214
Precipitación media de la cuenca mm/año (Pc) Estación Tanta = 604.1
Temperatura media de la cuenca (°C)
$Tc = (Te - (0.0035 \times (Hm - Hr))) = 7,4$
$F = 1.8 \times Tc + 32 = 43,5$
E. T. P. De la cuenca
$ETP = 0.0075 \times 0.075 \times Ra \times (50)^{1/2} \times F \times (1 + 0.06 \times Hm/1000) = 1154.3$
Coef. Temp. °C; °C = $300 + 25 \times 25 Tc + 0,05 \times Tc^3 = 473.1$
Deficit de Escurr (Do, D1) =
$Do = 0.872 \times Pc + 1.032 \times ETP - 1380 = 338.1$
$D1 = Pc / (0.9 + Pc^2/Ct^2)^{1/2} = 379.8$
Coeficiente de escurrimiento (C)
$C1 = 0.914 - 2.36E-4 \times Pc - 0.0581 \times Tc = 0,4$
$C2 = 0.682 - 0.0526 \times Tc - 1.36E-4 \times Tc^2 = 0,34$
$C3 = 1.813 - 1.87E-4 \times Pc - 1.12E-3 \times ETP = 0,41$
$C4 = 5.21 - 7.31E-3 \times ETP + 2.68E-6 \times ETP^2 = 0,34$
$C5 = 3.16E12 \times Pc^{0.571} \times ETP^{-3.686} = 0,42$
$C6 = 6.47 - 0.0691 \times \ln(Pc) - \ln(ETP) = 0,39$
$C7 = (Pc - Do) / Pc = 44$
$C8 = (Pc - D1) / Pc = 0,37$ no consideradp
Desición para hallar el coefixiente de escurrimiento =
C = (C2+C4)/2 = 0,34
Coeficiente de Agoramiento (a)
$a = -0.00252 \times \ln(Ar) + 0.034 = 0,01786$

Los datos básicos para la generación de caudales mensuales para el año promedio se ven en el **CUADRO Nº 6.9.5**, la generación de caudales mensuales para el año promedio se ven en el **CUADRO Nº 6.9.6**, los resultados de los caudales medios mensuales generados del río Aguaquiri se ven en el **CUADRO Nº 6.9.7** y la disponibilidad hídrica de la cuenca del río Aguaquiri para los distintos niveles de persistencia se aprecia en el **CUADRO Nº 6.9.8**.

CUADRO Nº 6.9.6 GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - MODELO HIDROLOGICO – RIO AGUAQUIRI

M E S	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES			PARAMETROS		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO		MENSUALES			REGRESION		
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS	AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t	
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m ³ /s	m ³ /s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	4.1	0.0	0.5	1.0	1.0	0.11	3.81			4.8	0.163		4.8	8.2	1.0
AGO	6.6	0.0	0.8	1.6	1.6	0.07	2.42			4.0	0.136		4.0	4.8	1.6
SET	20.0	0.0	2.1	4.3	4.2	0.04	1.38			5.6	0.196	0.051	5.6	4.0	4.2
OCT	40.8	0.6	4.4	8.3	8.2	0.02	0.69	0	0.0	8.9	0.302		8.9	5.6	8.2
NOV	52.6	1.3	6.4	11.5	11.4			-0.05	2.4	9.0	0.315		9.0	8.9	11.4
DIC	75.5	3.7	12.8	21.8	21.5			-0.20	9.5	12.0	0.407		12.0	9.0	21.5
ENE	101.5	9.1	25.2	41.4	40.9			-0.40	19.0	21.9	0.743		21.9	12.0	40.9
FEB	112.9	12.8	32.6	52.5	51.9			-0.20	9.5	42.4	1.592		42.4	21.9	51.9
MAR	105.5	10.3	27.6	45.2	44.7			-0.15	7.1	37.6	1.275		37.6	42.4	44.7
ABR	62.2	2.1	8.6	15.1	14.9	0.59	20.41			35.3	1.237		35.3	37.6	14.9
MAY	17.2	0.0	1.8	3.8	3.7	0.34	11.76			15.5	0.526		15.5	35.3	3.7
JUN	5.2	0.0	0.6	1.3	1.3	0.20	6.92			8.2	0.287		8.2	15.5	1.3
TOT.	604.1	39.9	123.4	207.8	205.3	1.37	47.39	-1.00	47.50	205.2	0.598	0.05	205.2	205.2	205.3
Estadísticos Regresión Triple		b1= 0.321		b2= 0.513		b3= 0.468		r= 0.95		S= 4.729					
Ecuación de generación		CMt= 0,321 +0,513 CMt-1 + 0,468 PEt +1,477 Z		Z= Número aleatorio		S(1-r²)^{1/2} = 1.477									

Del cuadro se deduce que las series de los caudales del año anterior, los caudales actuales y la precipitación efectiva actual al someterlos mediante una regresión triple sus resultados son muy óptimos, llegando a obtener un coeficiente de correlación ($r = 0.95$).

El coeficiente de escurrimiento tomado de las formulas empíricas que es de $C = 0.34$ se asemeja al obtenido por transformación de la precipitación media de la cuenca alcanza a $C = 0.27$.

Generación de caudales para periodos extendidos.- Después de evaluar los parámetros estadísticas del proceso de generación de caudales para el año promedio se ha obtenido la siguiente ecuación:

$$Q_t = 0.321 + 0.513 \times CM_{t-1} + 0.468 \times PE_t + z \times 4.729 \times (1 - 0.987^2)^{1/2}$$

$$Q_t = 0.321 + 0.513 \times CM_{t-1} + 0.468 \times PE_t + 1.477 \times z$$

$$PE_t = -0,021 + 0,1358 \times P - 0,002296 \times P^2 + 4349E-9 \times P^3 - 89E-9 \times P^4 - 879E-13 \times P^5$$

Z = Variable aleatoria, promedio $z = 0$, desviación estándar $s_z = 1$

En el **ANEXO Nº 6.5**, se muestra la precipitación efectiva (PE) del periodo 1,964 - 2,005 utilizada en la generación de caudales para periodos extendidos del río Aguaquiri.

Series sintéticas generadas.- Los resultados del cálculo de caudales mensuales para periodos extendidos, se muestran en el **CUADRO N° 6.9.7** y en el **ANEXO N° 6.5**, se muestra el histograma de los caudales generados del periodo 1964-2005. Con los caudales medios mensuales generados para el río Aguaquiri, se ha efectuado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y 95%. Este análisis de persistencia, se ha efectuado utilizando la fórmula de Weibull. Los resultados del análisis de persistencia fueron obtenidos mediante el software SIH. En el **CUADRO N° 6.9.8**, se muestra los caudales medios mensuales desviados a los diferentes niveles de persistencia.

CUADRO N° 6.9.7 CAUDALES GENERADOS DEL RIO AGUAQUIRI PARA EL PERIODO 1,964-2,005 (m³/s)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	0.414	0.844	1.390	0.951	0.444	0.320	0.232	0.163	0.021	0.069	0.064	0.089	15.019
2	1965	0.280	2.125	1.308	0.729	0.481	0.198	0.083	0.133	0.020	0.059	0.099	0.238	16.568
3	1966	0.700	0.756	0.841	0.567	0.398	0.165	0.095	0.017	0.043	0.171	0.129	0.587	18.622
4	1967	0.988	1.845	1.250	0.641	0.391	0.195	0.167	0.034	0.045	0.274	0.217	0.208	19.607
5	1968	0.503	0.670	0.593	0.328	0.267	0.163	0.023	0.034	0.044	0.231	0.136	0.245	14.662
6	1969	0.315	0.827	0.778	0.626	0.248	0.229	0.129	0.100	0.084	0.283	0.609	2.029	23.047
7	1970	3.359	2.032	1.267	1.233	0.778	0.328	0.247	0.048	0.109	0.106	0.206	0.959	33.015
8	1971	0.663	1.099	1.614	0.864	0.373	0.193	0.152	0.110	0.066	0.050	0.148	0.868	16.455
9	1972	0.835	0.475	2.785	2.627	1.258	0.579	0.226	0.041	0.089	0.102	0.256	0.233	28.833
10	1973	1.299	0.944	1.277	1.096	0.666	0.425	0.131	0.058	0.089	0.335	0.302	0.725	25.899
11	1974	2.021	2.912	2.703	1.630	0.804	0.399	0.259	0.157	0.024	0.040	0.223	0.385	33.187
12	1975	0.419	0.564	1.444	1.612	0.912	0.421	0.187	0.084	0.050	0.072	0.107	0.159	19.585
13	1976	0.677	0.778	0.646	0.335	0.148	0.146	0.197	0.179	0.101	0.104	0.119	0.141	14.206
14	1977	0.467	0.564	0.643	0.547	0.280	0.242	0.220	0.052	0.046	0.056	0.233	0.200	11.346
15	1978	0.182	0.300	0.366	0.328	0.141	0.040	0.081	0.094	0.052	0.080	0.099	0.072	5.543
16	1979	0.163	0.403	0.269	0.215	0.191	0.219	0.055	0.017	0.068	0.118	0.185	0.203	5.055
17	1980	0.257	0.282	0.274	0.095	0.074	0.146	0.089	0.129	0.083	0.199	0.224	0.089	4.401
18	1981	0.164	1.592	1.255	0.783	0.490	0.320	0.089	0.061	0.061	0.048	0.138	0.135	15.459
19	1982	0.173	0.277	0.218	0.265	0.160	0.151	0.096	0.020	0.059	0.049	0.290	0.119	5.549
20	1983	0.406	1.066	0.664	0.606	0.552	0.374	0.232	0.037	0.059	0.075	0.125	0.199	11.652
21	1984	0.239	0.463	0.330	0.259	0.273	0.340	0.174	0.114	0.100	0.121	0.064	0.097	7.603
22	1985	0.320	0.454	0.399	0.469	0.278	0.155	0.137	0.138	0.100	0.066	0.049	0.164	7.719
23	1986	0.469	2.760	1.669	0.979	0.540	0.195	0.046	0.071	0.055	0.310	0.276	0.240	24.399
24	1987	0.914	1.718	0.908	0.552	0.236	0.117	0.161	0.038	0.098	0.150	0.158	0.173	13.168
25	1988	0.123	0.245	0.332	0.224	0.196	0.080	0.059	0.103	0.025	0.021	0.093	0.082	4.161
26	1989	0.230	0.253	0.360	0.226	0.084	0.112	0.119	0.043	0.030	0.117	0.393	0.171	7.540
27	1990	0.149	0.165	0.233	0.300	0.215	0.177	0.104	0.061	0.078	0.121	0.178	0.189	4.375
28	1991	0.221	0.399	0.357	0.285	0.203	0.074	0.160	0.027	0.021	0.071	0.117	0.089	6.538
29	1992	0.246	0.272	0.324	0.202	0.201	0.024	0.094	0.018	0.084	0.096	0.062	0.175	3.898
30	1993	1.112	2.201	1.912	1.341	0.798	0.435	0.268	0.090	0.091	0.251	0.751	0.792	31.354
31	1994	1.660	3.207	2.063	1.221	0.590	0.366	0.230	0.044	0.028	0.103	0.190	0.198	31.561
32	1995	1.103	0.776	0.886	0.497	0.198	0.118	0.129	0.148	0.048	0.135	0.125	0.446	17.101
33	1996	1.311	1.916	1.566	1.169	0.588	0.372	0.181	0.137	0.104	0.230	0.135	0.606	26.615
34	1997	0.963	2.268	1.160	0.705	0.331	0.270	0.132	0.113	0.103	0.136	0.428	0.900	23.626
35	1998	1.941	1.637	0.946	0.660	0.303	0.099	0.055	0.098	0.059	0.034	0.065	0.391	21.280
36	1999	0.719	2.649	1.764	1.457	0.776	0.366	0.102	0.037	0.023	0.457	0.671	1.906	40.558
37	2000	2.013	3.309	3.126	1.741	0.947	0.456	0.165	0.048	0.049	0.256	0.341	1.110	38.717
38	2001	1.862	1.807	3.012	1.576	0.896	0.399	0.186	0.042	0.016	0.108	0.955	0.639	32.372
39	2002	0.701	1.101	2.334	1.573	0.888	0.537	0.201	0.085	0.061	0.196	0.484	0.667	29.423
40	2003	1.270	1.839	1.890	1.215	0.684	0.419	0.212	0.031	0.097	0.191	0.255	1.282	25.519
41	2004	0.803	2.307	1.375	0.827	0.502	0.308	0.171	0.058	0.051	0.365	0.383	1.189	23.497
42	2005	0.848	0.898	1.546	1.125	0.553	0.252	0.139	0.094	0.015	0.090	0.057	0.590	21.570
SUMAT		33.502	52.999	50.077	34.681	19.336	10.924	6.215	3.206	2.549	6.146	10.139	19.979	780.304
MEDIA		0.798	1.262	1.192	0.826	0.460	0.260	0.148	0.076	0.061	0.146	0.241	0.476	0.496
D.STAND		0.686	0.914	0.802	0.553	0.284	0.139	0.064	0.045	0.029	0.101	0.201	0.476	10.353
C.V.		0.860	0.724	0.673	0.669	0.617	0.533	0.430	0.593	0.478	0.693	0.832	1.001	20.892
MAX,		3.359	3.309	3.126	2.627	1.258	0.579	0.268	0.179	0.109	0.457	0.955	2.029	3.359
MIN,		0.123	0.165	0.218	0.095	0.074	0.024	0.023	0.017	0.015	0.021	0.049	0.072	0.015

CUADRO Nº 6.9.8 PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO AGUAQUIRI A NIVELS DEL 50%, 75%, 90% Y 95%

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO AGUAQUIRI (m³/s)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	0.57	0.93	0.92	0.65	0.37	0.22	0.13	0.06	0.05	0.12	0.18	0.31	0.37
75	0.27	0.45	0.47	0.34	0.21	0.12	0.08	0.04	0.03	0.06	0.10	0.14	0.19
90	0.17	0.29	0.32	0.23	0.15	0.09	0.07	0.03	0.02	0.04	0.07	0.09	0.13
95	0.15	0.25	0.28	0.20	0.13	0.08	0.06	0.02	0.02	0.04	0.06	0.07	0.11

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO AGUAQUIRI (MMC)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	1.53	2.27	2.46	1.68	0.99	0.57	0.35	0.16	0.13	0.32	0.47	0.83	11.76
75	0.72	1.10	1.26	0.88	0.56	0.31	0.21	0.11	0.08	0.16	0.26	0.37	6.03
90	0.46	0.71	0.86	0.60	0.40	0.23	0.19	0.08	0.05	0.11	0.18	0.24	4.10
95	0.40	0.61	0.75	0.52	0.35	0.21	0.16	0.05	0.05	0.11	0.16	0.19	3.55

c.- Cuenca del río Alto Mala

Siguiendo la misma metodología, los resultados de la generación de caudales medios mensuales para la cuenca del río Alto Mala, alcanzan un caudal medio mensual de 1.054 m³/s, un máximo de 6.083 m³/s, un mínimo de 0.034 m³/s. El volumen promedio anual del río Alto Mala alcanza a 2.77 MMC, un máximo de 6.39 MMC y un mínimo de 0.64 MMC respectivamente. Los datos básicos para la generación se ven en el **CUADRO Nº 6.9.9**, la generación de caudales mensuales para el año promedio se ven en el **CUADRO Nº 6.9.10**, los resultados de los caudales medios mensuales generados para el periodo 1964-2005 se ven en el **CUADRO Nº 6.9.11** y la disponibilidad hídrica del río Alto Mala a distintos niveles de persistencia se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.12**.

CUADRO Nº 6.9.9 DATOS BASICOS PARA LA GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO CUENCA DEL RIO ALTO MALA

PROYECTO = "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MALA"	
COMPONTE: " ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA"	
NOMBRE DE LA CUENCA : ALTO MALA NOMBRE DEL RIO = ALTO MALA	
PUNTO DE CONTROL: UNION RIO AGUAQUIRI Y ALTO MALA	
Area de la cuenca Húmeda (A) en Km² = 193	
Altura media de la Cuenca (Hm) msnm = 4793	
Alt. Est. De referencia Tanta (Hr) msnm = 4505	
Temp. Media Anual Est. De Referencia °C (Te) Huarochiri = 5,47	
Temp. Media anual de cuenca °C (Tc) = 6.4	
Lat. Sur C.G. De la cuenca ° ' " (LS) = 11° 59' 12"	
Long. Oeste C.G. De la cuenca ° ' " (LO) = 76° 12' 46"	
Radiación extraterrestre cuenca mm/año (Ra) = 5320,6	
Retención de la cuenca mm/año (R) = 55.1	
Duración de la temporada seca días (TD) = 214	
Precipitación media de la cuenca mm/año (Pc) Estación Tanta = 606.2	
Temperatura media de la cuenca (°C)	
Tc = (Te - (0.0035 x (Hm-Hr))) = 6,4 F = 1.8 x Tc + 32 = 43.5	
E. T. P. De la cuenca	
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000) = 1155,3	
Coef. Temp. °C; °C = 300+25x25Tc+ 0,05xTc³ °C = 473.1	
Deficit de Escurr (Do, D1) Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP -1380 = 340.9	
D1 = Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½ = 380.2	
Coefficiente de escurrimiento (C)	
C1 = 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc = 0.40	C2 = 0.682 - 0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc² = 0.34
C3 = 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP = 0,41	C4 = 5.21-7.31E-3 x ETP+2.68E-6 x ETP² = 0.34
C5 = 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686 = 0,42	C6 = 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc)-Ln(ETP) = 0.39
C7 = (Pc -Do) / Pc = 0.44	C8 = (Pc -D1)/Pc = 0.37
Desición para hallar el coefixciente de escurrimiento = C = (C2 + C4)/2 = 0.34	
Coefficiente de Agoramiento (a) a = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034 = 0,01785	

CUADRO Nº 6.9.10 GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - MODELO HIDROLOGICO – RIO ALTO MALA

M E S	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES			PARAMETROS		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO		MENSUALES			REGRESION		
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS	AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t	
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	4.1	0.0	0.5	1.0	1.0	0.11	4.42			5.4	0.389		5.4	9.3	1.0
AGO	6.6	0.0	0.8	1.6	1.6	0.07	2.82			4.4	0.317		4.4	5.4	1.6
SET	20.1	0.0	2.1	4.3	4.2	0.04	1.61			5.8	0.432	0.162	5.8	4.4	4.2
OCT	40.9	0.6	4.4	8.4	8.3	0.02	0.80	0	0.0	9.1	0.656		9.1	5.8	8.3
NOV	52.8	1.3	6.4	11.6	11.4			-0.05	2.8	8.6	0.640		8.6	9.1	11.4
DIC	75.8	3.7	12.9	21.9	21.6			-0.20	11.0	10.6	0.764		10.6	8.6	21.6
ENE	101.9	9.2	25.4	41.8	41.2			-0.40	22.0	19.2	1.384		19.2	10.6	41.2
FEB	113.3	13.0	32.8	52.9	52.2			-0.20	11.0	41.2	3.287		41.2	19.2	52.2
MAR	105.8	10.4	27.8	45.5	44.8			-0.15	8.3	36.5	2.630		36.5	41.2	44.8
ABR	62.5	2.1	8.7	15.2	15.0	0.59	23.73			38.7	2.882		38.7	36.5	15.0
MAY	17.3	0.0	1.9	3.8	3.7	0.34	13.67			17.4	1.254		17.4	38.7	3.7
JUN	5.2	0.0	0.6	1.3	1.3	0.20	8.04			9.3	0.692		9.3	17.4	1.3
TOT.	606.3	40.3	124.3	209.3	206.3	1.37	55.09	-1.00	55.10	206.2	1.277	0.16	206.2	206.2	206.3
Estadísticos Regresión Triple					b1= 0.117	b2= 0.555	b3= 0.438	r= 0.92	S= 5.916						
Ecuación de generación					CMT= 0,117 +0.555 CM _{t-1} + 0.438 PE _t +2.319 Z				Z= Número aleatorio	S(1-r²) ^{1/2} = 2.319					

Del cuadro se deduce que las series entre los caudales del año anterior, los caudales actuales y la precipitación efectiva actual utilizando la regresión triple alcanzan una buena correlación ($r = 0.92$).

El coeficiente de escurrimiento tomado de las formulas empíricas que alcanza a $C = 0.34$, es casi similar al obtenido mediante el cálculo directo de la precipitación media mensual de la cuenca $C = 0.28$.

Generación de caudales para periodos extendidos.- Después de evaluar los parámetros estadísticas del proceso de generación de caudales para el año promedio y de la regresión triple, se ha obtenido la ecuación de generación de caudales para periodos extendidos siguiente:

$$Q_t = 0.117 + 0.555 \times CM_{t-1} + 0.438 \times PE_t + z \times 5.916 \times (1 - 0.92^2)^{1/2}$$

$$Q_t = 0.117 + 0.555 \times CM_{t-1} + 0.438 \times PE_t + 2.319 \times z$$

$$PE_t = -0.021 + 0.1358 \times P - 0.002296 \times P^2 + 4349E-9 \times P^3 - 89E-9 \times P^4 - 879E-13 \times P^5$$

$Z =$ Variable aleatoria, promedio $z = 0$ y desviación estándar $s_z = 1.224$

En el **ANEXO Nº 6.6**, se adjuntan los registros con la precipitación efectiva del periodo 1,964-2,005 utilizada para la generación de caudales para periodos extendidos del río Alto Mala.

Series sintéticas generadas.- Los resultados del cálculo de los caudales medios mensuales generados para periodos extendidos, se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.11** y en el **ANEXO Nº 6.6**, se muestra el histograma de los caudales generados correspondiente al periodo 1964-2005.

Con los caudales medios mensuales generados para el río Alto Mala, se ha efectuado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y 95%. Este análisis para el cálculo de persistencia, se ha efectuado

utilizando la fórmula de Weibull. Los resultados y análisis de persistencia de los caudales medios mensuales fueron obtenidos mediante el software SIH. Los caudales medios mensuales desviados a diferentes niveles de persistencia se ven en el **CUADRO N° 6.9.12**.

CUADRO N° 6.9.11 CAUDALES GENERADOS DEL RIO ALTO MALA PARA EL PERIODO 1,964-2,005 (m³/s)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	0.844	1.374	2.901	1.731	0.974	0.259	0.190	0.183	0.211	0.205	0.283	0.112	15.019
2	1965	0.683	3.984	1.978	1.165	0.496	0.585	0.448	0.133	0.225	0.118	0.290	0.757	16.568
3	1966	1.705	1.315	1.578	1.308	0.998	0.782	0.569	0.322	0.049	0.103	0.505	1.463	18.622
4	1967	2.135	3.653	2.235	1.463	0.849	0.203	0.283	0.281	0.038	0.311	0.073	0.430	19.607
5	1968	1.243	1.782	1.804	1.175	0.958	0.379	0.244	0.251	0.174	0.353	0.555	0.489	14.662
6	1969	0.837	1.534	1.171	0.891	0.474	0.084	0.244	0.322	0.322	0.564	0.831	3.228	23.047
7	1970	5.434	3.052	1.739	2.127	1.166	0.540	0.202	0.423	0.386	0.549	0.716	2.133	33.015
8	1971	1.117	2.186	2.715	1.507	0.713	0.353	0.367	0.568	0.200	0.265	0.176	1.744	16.455
9	1972	1.418	0.713	5.337	5.225	2.316	0.834	0.472	0.147	0.287	0.567	0.818	0.982	28.833
10	1973	2.912	2.378	2.887	2.565	1.352	0.803	0.155	0.074	0.357	0.644	0.604	1.290	25.899
11	1974	3.460	5.466	5.435	3.472	1.857	0.948	0.297	0.322	0.208	0.161	0.115	0.278	33.187
12	1975	0.713	0.564	2.242	3.184	1.750	0.799	0.447	0.100	0.149	0.462	0.691	0.646	19.585
13	1976	1.115	2.046	1.720	1.070	0.829	0.318	0.408	0.353	0.332	0.324	0.464	0.132	14.206
14	1977	0.879	1.347	1.306	0.970	0.750	0.341	0.363	0.062	0.230	0.174	0.600	0.786	11.346
15	1978	0.829	1.040	0.947	0.845	0.422	0.123	0.226	0.316	0.391	0.275	0.414	0.529	5.543
16	1979	0.613	1.046	1.085	0.563	0.201	0.261	0.315	0.231	0.391	0.237	0.389	0.445	5.055
17	1980	0.692	0.861	0.783	0.600	0.149	0.165	0.226	0.336	0.406	0.366	0.222	0.114	4.401
18	1981	0.659	3.498	2.786	1.954	1.132	0.601	0.086	0.357	0.151	0.438	0.088	0.135	15.459
19	1982	0.550	0.742	0.803	0.514	0.495	0.286	0.214	0.461	0.414	0.224	0.680	0.932	5.549
20	1983	1.014	2.008	1.385	1.251	1.190	0.478	0.327	0.268	0.304	0.206	0.253	0.579	11.652
21	1984	0.867	1.026	0.539	0.252	0.528	0.472	0.403	0.294	0.266	0.337	0.541	0.822	7.603
22	1985	1.007	1.119	1.056	1.121	0.534	0.221	0.219	0.465	0.051	0.202	0.313	0.523	7.719
23	1986	0.772	5.519	3.278	1.907	1.166	0.579	0.492	0.359	0.319	0.519	0.250	0.811	24.399
24	1987	2.032	3.566	2.080	1.554	1.020	0.431	0.364	0.366	0.148	0.189	0.445	0.403	13.168
25	1988	0.772	0.843	0.906	0.524	0.502	0.524	0.422	0.284	0.290	0.357	0.627	0.305	4.161
26	1989	0.843	0.592	0.905	0.976	0.709	0.575	0.286	0.418	0.380	0.353	0.651	0.587	7.540
27	1990	0.639	0.695	0.672	0.686	0.627	0.542	0.315	0.119	0.229	0.287	0.643	0.793	4.375
28	1991	1.055	1.046	0.721	0.803	0.810	0.605	0.375	0.044	0.145	0.196	0.286	0.662	6.538
29	1992	0.765	0.940	1.046	0.678	0.288	0.339	0.404	0.458	0.485	0.145	0.360	0.869	3.898
30	1993	2.751	4.558	3.811	2.716	1.379	0.480	0.418	0.145	0.213	0.453	1.297	1.901	31.354
31	1994	2.965	6.083	3.673	2.479	1.452	0.597	0.052	0.122	0.152	0.259	0.512	0.580	31.561
32	1995	2.392	1.389	1.875	1.556	0.832	0.746	0.181	0.197	0.132	0.125	0.487	0.942	17.101
33	1996	3.012	4.359	3.097	2.568	1.634	0.702	0.304	0.468	0.176	0.093	0.076	0.862	26.615
34	1997	1.824	4.484	2.313	1.529	0.587	0.370	0.405	0.338	0.418	0.215	0.692	1.715	23.626
35	1998	3.728	3.476	2.268	1.628	0.959	0.274	0.173	0.134	0.211	0.360	0.391	0.985	21.280
36	1999	1.570	5.443	4.102	3.569	1.905	1.018	0.355	0.335	0.172	0.812	1.184	3.455	40.558
37	2000	3.240	5.888	5.559	3.378	1.964	0.770	0.136	0.034	0.123	0.602	0.380	1.647	38.717
38	2001	3.158	2.926	5.270	3.355	2.048	0.919	0.180	0.080	0.369	0.041	1.283	0.575	32.372
39	2002	1.307	2.400	4.524	3.434	1.748	0.855	0.300	0.300	0.124	0.281	1.084	1.282	29.423
40	2003	2.679	3.488	4.101	2.562	1.261	0.980	0.440	0.234	0.079	0.328	0.518	2.471	25.519
41	2004	1.377	4.631	2.716	1.967	1.348	0.946	0.779	0.149	0.482	0.531	0.575	2.286	23.497
42	2005	1.981	1.657	2.756	2.121	1.005	0.912	0.390	0.049	0.157	0.395	0.659	1.294	21.570
SUMAT		69.588	106.717	100.105	74.943	43.377	22.999	13.476	10.902	10.346	13.626	22.021	42.974	780.304
MEDIA		1.657	2.541	2.383	1.784	1.033	0.548	0.321	0.260	0.246	0.324	0.524	1.023	1.054
D.STAND		1.111	1.698	1.439	1.087	0.539	0.262	0.137	0.138	0.121	0.170	0.302	0.793	10.353
C.V.		0.670	0.668	0.604	0.609	0.522	0.479	0.427	0.532	0.491	0.525	0.576	0.775	9.825
MAX,		5.434	6.083	5.559	5.225	2.316	1.018	0.779	0.568	0.485	0.812	1.297	3.455	6.083
MIN,		0.550	0.564	0.539	0.252	0.149	0.084	0.052	0.034	0.038	0.041	0.073	0.112	0.034

CUADRO Nº 6.9.12 PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO ALTO MALA A NIVELS DEL 50%, 75%, 90% Y 95%

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO ALTO MALA (m³/s)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	24.28	36.09	36.15	22.99	9.54	4.08	2.01	1.58	2.04	4.11	7.03	13.39	13.50
75	11.20	16.33	18.80	11.98	5.04	2.30	1.49	1.18	1.16	1.67	2.91	5.70	6.60
90	7.04	10.15	12.69	8.11	3.43	1.63	1.24	0.99	0.83	0.97	1.71	3.42	4.32
95	6.03	8.66	11.14	7.12	3.02	1.45	1.17	0.93	0.74	0.81	1.44	2.88	3.76

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO ALTO MALA (MMC)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	65.03	88.09	96.82	59.59	25.55	10.58	5.38	4.23	5.29	11.01	18.22	35.86	425.66
75	30.00	39.86	50.35	31.05	13.50	5.96	3.99	3.16	3.01	4.47	7.54	15.27	208.16
90	18.86	24.77	33.99	21.02	9.19	4.22	3.32	2.65	2.15	2.60	4.43	9.16	136.37
95	16.15	21.14	29.84	18.46	8.09	3.76	3.13	2.49	1.92	2.17	3.73	7.71	118.59

d.- Cuenca del río Quinches

Los caudales medios mensuales generados para la cuenca del río Quinches varían entre 29.663 m³/s a 0.062 m³/s el caudal máximo y mínimo respectivamente y su promedio mensual alcanza un caudal 11.610 m³/s, El volumen promedio anual del río Quinches alcanza a 11.61 MMC, tiene un máximo de 28.38 MMC y un mínimo de 1.99 MMC respectivamente. Los datos básicos para la generación se ven en el **CUADRO Nº 6.9.13**, la generación de caudales mensuales para el año promedio se ven en el **CUADRO Nº 6.9.14**, los resultados de los caudales medios mensuales generados para el periodo 1964-2005 del río Quinches se ven en el **CUADRO Nº 6.9.15** y la disponibilidad hídrica del río a distintos niveles de persistencia se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.16**.

CUADRO Nº 6.9.13 DATOS BASICOS PARA LA GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO CUENCA DEL RIO QUINCHES

PROYECTO = "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MALA"
COMPONTE: " ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA"
NOMBRE DE LA CUENCA : QUINCHES NOMBRE DEL RIO = QUINCHES
PUNTO DE CONTROL: RUINAS DE LURIN
Area de la cuenca (A) en Km² = 568.36
Altura media de la Cuenca (Hm) msnm = 5274
Alt. Est. De referencia Tanta (Hr) msnm = 4505
Temp. Media Anual Est. De Referencia °C (Te) Huarochiri = 5,47
Temp. Media anual de cuenca °C (Tc) = 6.4
Lat. Sur C.G. De la cuenca ° ' " (LS) = 12° 19' 32"
Long. Oeste C.G. De la cuenca ° ' " (LO) = 76° 05' 15"
Radiación extraterrestre cuenca mm/año (Ra) = 5312.2
Retención de la cuenca mm/año (R) = 52.2
Duración de la temporada seca días (TD) = 214
Precipitación media de la cuenca mm/año (Pc) Estación Tanta = 724.1
Temperatura media de la cuenca (°C)
$Tc = (Te - (0.0035 \times (Hm - Hr))) = 5.5$ $F = 1.8 \times Tc + 32 = 41.9$
E. T. P. De la cuenca
$ETP = 0.0075 \times 0.075 \times Ra \times (50)^{1/2} \times F \times (1 + 0.06 \times Hm/1000) = 1154.9$
Coef. Temp. °C; °C = 300+25x25Tc+ 0,05xTc³ °C = 445.8
Deficit de Escurr (Do, D1) $Do = 0.872 \times Pc + 1.032 \times ETP - 1380 = 443.3$
$D1 = Pc / (0.9 + Pc^2/Ct^2)^{1/2} = 384.9$
Coefficiente de escurrimiento (C)
$C1 = 0.914 - 2.36E-4 \times Pc - 0.0581 \times Tc = 0.42$ $C2 = 0.682 - 0.0526 \times Tc - 1.36E-4 \times Tc^2 = 0.39$
$C3 = 1.813 - 1.87E-4 \times Pc - 1.12E-3 \times ETP = 0,38$ $C4 = 5.21 - 7.31E-3 \times ETP + 2.68E-6 \times ETP^2 = 0.34$
$C5 = 3.16E12 \times Pc^{0.571} \times ETP^{-3.686} = 0,38$ $C6 = 6.47 - 0.0691 \times Ln(Pc) - Ln(ETP) = 0.37$
$C7 = (Pc - Do) / Pc = 0.39$ $C8 = (Pc - D1)/Pc = 0.47$ DESCARTADA
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = $C = (C4 + C6)/2 = 0.36$
Coefficiente de Agoramiento (a) $a = -0.00252 \times Ln(Ar) + 0.034 = 0.01741$

CUADRO Nº 6.9.14 GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - MODELO HIDROLOGICO – RIO QUINCHES

M E S	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES			PARAMETROS		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO		MENSUALES			REGRESION		
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS	AFOR.	Qt	Qt - 1	PE t	
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	4.9	0.0	0.6	1.2	1.0	0.12	4.47			5.5	1.167		5.5	9.1	1.0
AGO	7.9	0.0	0.9	1.9	1.5	0.07	2.61			4.1	0.870		4.1	5.5	1.5
SET	24.0	0.1	2.5	5.0	4.1	0.04	1.49			5.6	1.228	0.702	5.6	4.1	4.1
OCT	48.9	1.1	5.7	10.4	8.7	0.02	0.75	0	0.0	9.5	2.016		9.5	5.6	8.7
NOV	63.0	2.2	8.8	15.4	13.0			-0.05	2.6	10.4	2.280		10.4	9.5	13.0
DIC	90.5	6.4	19.2	32.0	27.4			-0.20	10.4	17.0	3.607		17.0	10.4	27.4
ENE	121.7	16.4	39.0	61.8	53.6			-0.40	20.9	32.7	6.939		32.7	17.0	53.6
FEB	135.3	23.2	50.2	75.6	66.5			-0.20	10.4	56.1	13.180		56.1	32.7	66.5
MAR	126.4	18.5	42.7	66.8	58.2			-0.15	7.8	50.4	10.695		50.4	56.1	58.2
ABR	74.6	3.6	12.4	21.2	18.0	0.59	22.00			40.0	8.771		40.0	50.4	18.0
MAY	20.6	0.0	2.2	4.4	3.6	0.35	13.05			16.7	3.544		16.7	40.0	3.6
JUN	6.3	0.0	0.7	1.6	1.3	0.21	7.83			9.1	1.995		9.1	16.7	1.3
TOT.	724.1	71.5	184.9	297.3	256.9	1.40	52.20	-1.00	52.10	257.1	4.691	0.702	257.1	257.1	256.9
Estadísticos Regresión Triple					b1= 0.651	b2= 0.464	b3= 0.506	r= 0.98	S= 4.215						
Ecuación de generación					CMT= 0,651 +0.464 CMT-1 + 0.506 PEt +0.839 Z				Z= Número aleatorio	S(1-r²) ^{1/5} = 0.839					

Del cuadro se deduce que las series entre los caudales del año anterior, los caudales actuales y la precipitación efectiva actual utilizando la regresión triple alcanzan una buena correlación ($r = 0.98$).

El coeficiente de escurrimiento tomado de las formulas empíricas que alcanza $C = 0.34$, es casi similar al obtenido mediante el cálculo directo de transformación de la precipitación media mensual a caudal, donde se obtiene $C = 0.31$

Generación de caudales para periodos extendidos.- Después de evaluar los parámetros estadísticas del proceso de generación de caudales para el año promedio y de la regresión triple, se ha obtenido la ecuación de generación de caudales para periodos extendidos siguiente:

$$Q_t = 0.651 + 0.464 \times CM_{t-1} + 0.506 \times PE_t + z \times 0.839 \times (1 - 0.98^2)^{1/2}$$

$$Q_t = 0.651 + 0.464 \times CM_{t-1} + 0.506 \times PE_t + 0.839 \times z$$

$$PE_t = -0.021 + 0.1358 \times P - 0.002296 \times P^2 + 4349E-9 \times P^3 - 89E-9 \times P^4 - 879E-13 \times P^5$$

Z = Variable aleatoria, promedio $z = 0$ y desviación estandar $s_z = 1.353$.

En el **ANEXO Nº 6.2**, se adjuntan los registros con la precipitación efectiva del periodo 1,964-2,005 utilizada para la generación de caudales para periodos extendidos del río Quinchés.

Series sintéticas generadas.- Los resultados obtenidos del cálculo de caudales medios mensuales generados para periodos extendidos, se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.15** y en el **ANEXO Nº 6.2**, se muestra el histograma de los caudales generados correspondiente al periodo 1964-2005.

Con los caudales medios mensuales generados para el río Quinches, se ha efectuado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y 95%. Este análisis se ha efectuado utilizando la fórmula de Weibull. Los resultados del análisis de persistencia fueron obtenidos mediante el software SIH. Los caudales medios mensuales fueron desviados a diferentes niveles de persistencia que se ven en el **CUADRO N° 6.9.16**.

CUADRO N° 6.9.15 CAUDALES GENERADOS DEL RIO QUINCHES PARA EL PERIODO 1,964-2,005 (m³/s)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	2.853	7.332	13.124	8.272	3.717	2.198	0.859	0.623	0.213	0.805	1.645	1.591	15.019
2	1965	2.478	18.751	10.284	5.962	3.092	1.341	1.078	0.645	0.126	0.191	0.292	1.774	16.568
3	1966	6.422	6.500	8.167	5.733	3.203	1.523	0.797	0.697	0.616	1.354	1.730	5.335	18.622
4	1967	10.362	18.596	11.611	6.588	3.409	1.481	0.943	0.289	0.678	2.185	1.593	1.149	19.607
5	1968	4.153	6.296	6.495	3.793	2.069	1.415	1.025	1.073	1.344	2.903	2.223	2.111	14.662
6	1969	2.883	7.610	6.582	5.552	2.442	1.099	0.319	0.405	0.664	2.615	4.901	16.127	23.047
7	1970	28.955	14.970	9.735	10.168	5.849	3.264	1.399	0.598	2.016	1.600	3.416	9.142	33.015
8	1971	5.369	10.529	14.590	7.882	3.937	1.963	0.817	0.467	0.105	0.479	0.501	7.676	16.455
9	1972	7.148	5.035	25.409	24.447	11.174	5.686	2.588	1.689	0.839	1.325	2.629	2.595	28.833
10	1973	13.122	9.254	11.304	10.947	5.785	3.270	1.947	1.357	1.893	4.066	3.172	6.977	25.899
11	1974	17.922	25.232	24.456	13.919	6.412	3.261	1.951	1.316	0.934	1.019	1.718	2.514	33.187
12	1975	3.673	4.726	12.895	15.167	8.234	3.929	1.606	1.186	1.267	1.808	1.521	2.254	19.585
13	1976	6.717	9.004	7.429	3.809	2.239	1.574	0.654	0.259	0.401	0.358	0.941	1.381	14.206
14	1977	4.435	4.937	6.414	3.927	2.123	0.898	0.505	0.335	0.754	0.531	0.884	1.318	11.346
15	1978	1.932	2.163	2.930	2.786	1.814	1.281	1.000	1.026	0.984	1.375	1.031	0.645	5.543
16	1979	1.107	2.943	3.000	2.423	1.611	1.175	0.653	0.438	0.316	0.468	0.912	0.863	5.055
17	1980	1.431	1.535	2.432	1.239	0.622	0.099	0.143	0.063	0.547	1.181	1.483	1.120	4.401
18	1981	1.846	14.629	12.112	6.476	2.871	1.240	0.742	0.906	0.900	0.981	1.120	0.855	15.459
19	1982	2.465	2.546	2.016	1.598	1.060	0.943	0.323	0.222	0.434	0.977	1.954	1.651	5.549
20	1983	3.964	10.403	5.205	4.881	3.633	2.531	1.349	1.146	1.247	1.144	0.774	1.053	11.652
21	1984	2.712	4.682	3.263	1.911	1.634	1.313	1.022	0.485	0.668	0.768	1.255	1.280	7.603
22	1985	2.739	3.132	4.257	4.084	2.295	1.470	1.100	0.756	0.263	0.357	0.500	0.525	7.719
23	1986	4.298	24.123	13.498	7.739	3.500	1.903	0.935	0.662	0.744	4.085	2.832	2.593	24.399
24	1987	8.763	16.883	7.685	3.835	1.592	0.634	0.708	0.336	0.653	0.439	0.655	1.108	13.168
25	1988	1.792	2.151	2.837	1.984	1.072	0.408	0.062	0.261	0.331	0.672	1.138	1.113	4.161
26	1989	2.674	2.326	3.004	1.811	1.417	0.807	0.315	0.713	0.918	0.703	2.973	1.602	7.540
27	1990	1.316	1.517	1.457	2.206	0.984	1.050	0.626	0.331	0.969	0.698	2.059	1.508	4.375
28	1991	2.954	3.341	2.142	1.773	1.697	1.027	1.004	1.014	0.738	0.409	0.556	0.793	6.538
29	1992	1.386	1.894	2.350	1.238	0.630	0.653	0.887	0.939	0.684	0.803	1.468	1.609	3.898
30	1993	10.641	19.879	17.478	11.477	5.843	3.008	1.577	0.642	0.978	2.634	7.503	9.351	31.354
31	1994	16.194	29.663	17.733	10.452	5.369	3.386	1.775	1.216	2.261	1.240	2.369	3.112	31.561
32	1995	11.499	6.944	8.903	5.060	2.259	1.172	0.887	0.821	0.703	0.891	1.464	4.697	17.101
33	1996	13.427	19.241	14.512	10.261	4.630	2.508	1.444	0.634	0.569	1.371	1.000	5.842	26.615
34	1997	9.387	19.914	8.900	6.529	3.197	1.569	0.641	0.620	0.613	0.922	3.878	8.877	23.626
35	1998	17.723	13.474	8.788	6.778	2.936	1.396	1.054	0.719	0.567	1.334	2.001	4.056	21.280
36	1999	7.859	23.642	15.675	13.144	7.089	3.578	2.012	1.394	0.894	4.816	5.859	16.678	40.558
37	2000	17.021	28.378	26.294	14.503	6.839	3.099	1.506	0.856	1.494	2.855	2.813	10.039	38.717
38	2001	17.064	16.001	25.514	12.769	6.029	2.829	1.439	1.114	1.354	1.211	8.906	4.500	32.372
39	2002	6.941	11.424	21.715	13.678	6.344	3.439	1.881	0.738	0.787	2.221	6.004	6.210	29.423
40	2003	11.807	16.652	17.978	10.757	4.936	2.263	1.568	1.205	0.499	1.065	1.332	11.999	25.519
41	2004	6.072	20.716	10.683	6.694	2.969	1.887	1.223	0.513	1.661	3.117	3.595	11.642	23.497
42	2005	9.162	8.970	14.233	10.661	4.820	2.735	1.180	0.479	0.809	0.723	0.657	5.571	21.570
SUMAT		312.668	477.938	445.089	304.913	153.377	82.305	45.544	31.188	35.435	60.699	95.257	182.836	780.304
MEDIA		7.444	11.379	10.597	7.260	3.652	1.960	1.084	0.743	0.844	1.445	2.268	4.353	4.419
D.STAND		6.163	8.178	7.082	4.967	2.312	1.149	0.553	0.375	0.491	1.105	1.918	4.248	10.353
C.V.		0.828	0.719	0.668	0.684	0.633	0.586	0.510	0.506	0.582	0.765	0.846	0.976	2.343
MAX,		28.955	29.663	26.294	24.447	11.174	5.686	2.588	1.689	2.261	4.816	8.906	16.678	29.663
MIN,		1.107	1.517	1.457	1.238	0.622	0.099	0.062	0.063	0.105	0.191	0.292	0.525	0.062

CUADRO Nº 6.9.16 PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO QUINCHES A NIVELS DEL 50%, 75%, 90% Y 95%

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO QUINCHES (m³/s)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	24.28	36.09	36.15	22.99	9.54	4.08	2.01	1.58	2.04	4.11	7.03	13.39	13.50
75	11.20	16.33	18.80	11.98	5.04	2.30	1.49	1.18	1.16	1.67	2.91	5.70	6.60
90	7.04	10.15	12.69	8.11	3.43	1.63	1.24	0.99	0.83	0.97	1.71	3.42	4.32
95	6.03	8.66	11.14	7.12	3.02	1.45	1.17	0.93	0.74	0.81	1.44	2.88	3.76

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO QUINCHES (MMC)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	65.03	88.09	96.82	59.59	25.55	10.58	5.38	4.23	5.29	11.01	18.22	35.86	425.66
75	30.00	39.86	50.35	31.05	13.50	5.96	3.99	3.16	3.01	4.47	7.54	15.27	208.16
90	18.86	24.77	33.99	21.02	9.19	4.22	3.32	2.65	2.15	2.60	4.43	9.16	136.37
95	16.15	21.14	29.84	18.46	8.09	3.76	3.13	2.49	1.92	2.17	3.73	7.71	118.59

e.- Cuenca del río Tantar

Del análisis, los caudales medios mensuales generados para la cuenca del río Tantar varían entre 7.693 m³/s a 0.046 m³/s el caudal máximo y mínimo respectivamente y su promedio mensual alcanza un caudal 1.107 m³/s, El volumen promedio anual del río Tantar alcanza a 2.91 MMC, tiene un máximo de 7.09 MMC y un mínimo de 0.47 MMC respectivamente. Los datos básicos para la generación se ven en el **CUADRO Nº 6.9.17**, la generación de caudales mensuales para el año promedio se ven en el **CUADRO Nº 6.9.18**, los resultados de los caudales medios mensuales generados para el periodo 1964-2005 del río Tantar se ven en el **CUADRO Nº 6.9.19** y la disponibilidad hídrica del río a niveles de persistencia del 50%, 75%, 90% y 95%, se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.20**.

CUADRO Nº 6.9.17 DATOS BASICOS PARA LA GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO CUENCA DEL RIO TANTARA

PROYECTO = "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MALA"	
COMPONTE: " ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA"	
NOMBRE DE LA CUENCA : TANTARA NOMBRE DEL RIO = TANTARA	
PUNTO DE CONTROL: CRUZ PAMPA	
Area de la cuenca (A) en Km² = 148.5	
Altura media de la Cuenca (Hm) msnm = 4949	
Alt. Est. De referencia Tanta (Hr) msnm = 4505	
Temp. Media Anual Est. De Referencia °C (Te) Huarochiri = 5,47	
Temp. Media anual de cuenca °C (Tc) = 5.5	
Lat. Sur C.G. De la cuenca ° ' " (LS) = 12° 09' 44"	
Long. Oeste C.G. De la cuenca ° ' " (LO) = 76° 06' 58"	
Radiación extraterrestre cuenca mm/año (Ra) = 5317.2	
Retención de la cuenca mm/año (R) = 46.6	
Duración de la temporada seca días (TD) = 214	
Precipitación media de la cuenca mm/año (Pc) Estación Tanta = 706.3	
Temperatura media de la cuenca (°C)	
Tc = (Te - (0.0035 x (Hm-Hr))) = 5.5 F = 1.8 x Tc + 32 = 41.9	
E. T. P. De la cuenca	
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000) = 1149.3	
Coef. Temp. °C; °C = 300+25x25Tc+ 0,05xTc³ °C = 445.8	
Deficit de Escurr (Do, D1) Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP -1380 = 422	
D1 = Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½ = 382.5	
Coefficiente de escurrimiento (C)	
C1 = 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc = 0.43 C2 = 0.682 - 0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc² = 0.39	
C3 = 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP = 0,39 C4 = 5.21-7.31E-3 x ETP+2.68E-6 x ETP² = 0.35	
C5 = 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686 = 0,39 C6 = 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc)-Ln(ETP) = 0.38	
C7 = (Pc -Do) / Pc = 0.40 C8 = (Pc -D1)/Pc = 0.46 DESCARTADA	
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C = (C4 + C6)/2 = 0.37	
Coefficiente de Agoramiento (a) a = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034 = 0.01747	

CUADRO Nº 6.9.18 GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - MODELO HIDROLOGICO – RIO TANTARA

M E S	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES			PARAMETROS		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO		MENSUALES			REGRESION		
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS	AFOR.	Qt	Qt - 1	PE t	
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	4.8	0.0	0.6	1.2	1.1	0.12	4.05			5.2	0.288		5.2	8.1	1.1
AGO	7.7	0.0	0.9	1.9	1.7	0.07	2.36			4.1	0.227		4.1	5.2	1.7
SET	23.4	0.0	2.4	4.9	4.4	0.04	1.35			5.8	0.332	0.098	5.8	4.1	4.4
OCT	47.6	1.0	5.5	10.1	9.2	0.02	0.68	0	0.0	9.9	0.549		9.9	5.8	9.2
NOV	61.5	2.0	8.4	14.8	13.5			-0.05	2.3	11.2	0.642		11.2	9.9	13.5
DIC	88.3	5.9	18.1	30.3	27.8			-0.20	9.3	18.5	1.026		18.5	11.2	27.8
ENE	118.7	15.1	36.7	58.6	54.1			-0.40	18.6	35.5	1.968		35.5	18.5	54.1
FEB	132.0	21.4	47.4	72.3	67.2			-0.20	9.3	57.9	3.554		57.9	35.5	67.2
MAR	123.3	17.1	40.3	63.5	58.7			-0.15	7.0	51.7	2.866		51.7	57.9	58.7
ABR	72.7	3.3	11.8	20.2	18.5	0.59	19.92			38.4	2.200		38.4	51.7	18.5
MAY	20.1	0.0	2.1	4.3	3.8	0.34	11.48			15.3	0.848		15.3	38.4	3.8
JUN	6.1	0.0	0.7	1.5	1.3	0.20	6.75			8.1	0.464		8.1	15.3	1.3
TOT.	706.2	65.8	174.9	283.6	261.3	1.38	46.59	-1.00	46.50	261.6	1.247	0.098	261.6	261.6	261.3
Estadísticos Regresión Triple					b1= 0.907	b2= 0.420	b3= 0.539	r= 0.98	S= 3.740						
Ecuación de generación					CMT= 0,907 +0.420 CMT-1 + 0.539 PEt +0.744 Z				Z= Número aleatorio	S(1-r²) ^{1/2} = 0.744					

Del cuadro se deduce que las series entre los caudales del año anterior, los caudales actuales y la precipitación efectiva actual utilizando la regresión triple alcanzan una buena correlación ($r = 0.98$).

El coeficiente de escurrimiento tomado de las formulas empíricas que alcanza $C = 0.37$, es casi similar al obtenido mediante el cálculo directo de transformación de la precipitación media mensual a caudal, donde se obtiene $C = 0.31$

Generación de caudales para periodos extendidos.- Después de evaluar los parámetros estadísticas del proceso de generación de caudales para el año promedio y de la regresión triple, se ha obtenido la ecuación de generación de caudales para periodos extendidos siguiente:

$$Q_t = 0.907 + 0.420 \times CM_{t-1} + 0.539 \times PE_t + z \times 3.740 \times (1 - 0.98^2)^{1/2}$$

$$Q_t = 0.907 + 0.420 \times CM_{t-1} + 0.539 \times PE_t + 0.744 \times z$$

$$PE_t = -0.021 + 0.1358 \times P - 0.002296 \times P^2 + 4349E-9 \times P^3 - 89E-9 \times P^4 - 879E-13 \times P^5$$

Z = Variable aleatoria, promedio $z = 0$ y desviación estandar $s_z = 1.241$.

En el **ANEXO Nº 6.3**, se adjuntan los registros con la precipitación efectiva del periodo 1,964-2,005 utilizada para la generación de caudales para periodos extendidos del río Tantaré.

Series sintéticas generadas.- Los resultados del cálculo de caudales mensuales para periodos extendidos, se muestran en el **CUADRO Nº 6.9.19** y en el **ANEXO Nº 6.3**, se muestra el histograma de los caudales generados correspondiente al periodo 1964-2005.

Con los caudales medios mensuales generados para el río Tantaré, se ha efectuado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75% 90% y

95%. Este análisis de persistencia, se ha efectuado utilizando la fórmula de Weibull. Los resultados del análisis de persistencia fueron obtenidos mediante el software SIH. Los caudales medios mensuales desviados a diferentes niveles de persistencia se ven en el **CUADRO N° 6.9.20**.

CUADRO N° 6.9.19 CAUDALES GENERADOS DEL RIO TANTARA PARA EL PERIODO 1,964-2,005 (m³/s)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	0.791	1.832	3.433	1.928	0.852	0.451	0.222	0.163	0.208	0.202	0.278	0.420	15.019
2	1965	0.741	5.032	2.629	1.343	0.588	0.310	0.143	0.086	0.123	0.159	0.225	0.475	16.568
3	1966	1.710	1.495	2.057	1.435	0.768	0.301	0.214	0.143	0.198	0.464	0.480	1.550	18.622
4	1967	2.684	4.889	2.815	1.444	0.775	0.332	0.210	0.120	0.240	0.597	0.450	0.270	19.607
5	1968	1.222	1.710	1.727	0.881	0.453	0.247	0.211	0.240	0.378	0.888	0.747	0.540	14.662
6	1969	0.747	2.043	1.564	1.414	0.637	0.271	0.206	0.122	0.185	0.819	1.612	4.778	23.047
7	1970	7.693	3.713	2.475	2.637	1.390	0.667	0.383	0.162	0.520	0.383	0.882	2.524	33.015
8	1971	1.369	2.799	3.782	2.006	0.841	0.368	0.142	0.258	0.087	0.182	0.335	2.189	16.455
9	1972	1.741	0.892	6.330	6.014	2.556	1.156	0.609	0.324	0.124	0.353	0.703	0.588	28.833
10	1973	3.439	2.254	2.943	2.625	1.287	0.568	0.248	0.142	0.580	1.053	0.908	1.807	25.899
11	1974	4.668	6.482	6.148	3.348	1.477	0.664	0.345	0.217	0.242	0.184	0.402	0.655	33.187
12	1975	0.848	1.058	3.273	3.838	1.879	0.954	0.499	0.361	0.360	0.650	0.505	0.643	19.585
13	1976	1.686	2.401	1.749	0.985	0.485	0.411	0.228	0.166	0.134	0.216	0.240	0.322	14.206
14	1977	1.073	1.212	1.620	1.031	0.444	0.177	0.187	0.145	0.159	0.236	0.422	0.370	11.346
15	1978	0.493	0.728	0.698	0.558	0.377	0.296	0.094	0.046	0.218	0.251	0.181	0.161	5.543
16	1979	0.187	0.636	0.763	0.544	0.360	0.191	0.192	0.119	0.086	0.147	0.240	0.180	5.055
17	1980	0.386	0.245	0.490	0.253	0.142	0.157	0.138	0.204	0.078	0.354	0.489	0.377	4.401
18	1981	0.551	3.978	3.033	1.379	0.642	0.287	0.111	0.116	0.150	0.193	0.239	0.188	15.459
19	1982	0.475	0.499	0.492	0.514	0.196	0.207	0.094	0.118	0.192	0.171	0.524	0.414	5.549
20	1983	1.041	2.637	1.316	1.215	1.011	0.546	0.344	0.222	0.224	0.130	0.083	0.244	11.652
21	1984	0.717	1.088	0.802	0.610	0.482	0.519	0.347	0.236	0.233	0.199	0.210	0.362	7.603
22	1985	0.616	0.760	0.920	0.828	0.463	0.265	0.173	0.204	0.068	0.119	0.180	0.314	7.719
23	1986	1.166	6.312	3.372	1.739	0.815	0.485	0.201	0.218	0.251	1.001	0.611	0.612	24.399
24	1987	2.245	4.465	1.862	0.965	0.412	0.189	0.196	0.108	0.196	0.157	0.125	0.183	13.168
25	1988	0.382	0.417	0.751	0.454	0.328	0.132	0.179	0.092	0.146	0.115	0.307	0.310	4.161
26	1989	0.579	0.496	0.748	0.581	0.298	0.247	0.197	0.259	0.265	0.219	0.885	0.475	7.540
27	1990	0.399	0.339	0.409	0.550	0.344	0.294	0.312	0.242	0.182	0.077	0.494	0.491	4.375
28	1991	0.861	0.785	0.598	0.540	0.370	0.287	0.224	0.145	0.089	0.136	0.289	0.348	6.538
29	1992	0.295	0.396	0.564	0.289	0.162	0.125	0.183	0.112	0.191	0.321	0.332	0.449	3.898
30	1993	2.883	5.231	4.389	2.737	1.210	0.684	0.293	0.130	0.206	0.583	1.842	2.315	31.354
31	1994	4.057	7.593	4.190	2.400	1.068	0.676	0.302	0.156	0.546	0.305	0.574	0.681	31.561
32	1995	3.053	1.732	2.319	1.253	0.637	0.290	0.168	0.133	0.206	0.353	0.584	1.256	17.101
33	1996	3.535	4.935	3.493	2.382	1.097	0.486	0.251	0.142	0.222	0.333	0.346	1.515	26.615
34	1997	2.393	5.190	2.094	1.452	0.602	0.300	0.192	0.171	0.273	0.253	1.167	2.305	23.626
35	1998	4.504	3.387	2.009	1.476	0.707	0.289	0.131	0.185	0.257	0.311	0.497	0.979	21.280
36	1999	2.023	6.301	3.827	3.060	1.551	0.827	0.386	0.191	0.165	1.307	1.636	4.770	40.558
37	2000	4.392	7.482	6.709	3.453	1.590	0.769	0.357	0.140	0.205	0.685	0.635	2.671	38.717
38	2001	4.450	3.964	6.676	2.950	1.291	0.606	0.336	0.152	0.306	0.330	2.374	1.125	32.372
39	2002	1.627	2.884	5.486	3.197	1.490	0.767	0.430	0.178	0.331	0.527	1.452	1.608	29.423
40	2003	2.930	4.157	4.462	2.437	1.088	0.515	0.336	0.227	0.167	0.316	0.435	3.201	25.519
41	2004	1.502	5.265	2.584	1.431	0.681	0.367	0.149	0.231	0.390	0.918	0.927	2.950	23.497
42	2005	2.106	2.107	3.548	2.634	1.058	0.515	0.236	0.225	0.254	0.231	0.195	1.500	21.570
SUMAT		80.260	121.821	111.149	72.810	34.904	18.195	10.399	7.351	9.635	16.428	26.042	49.115	780.304
MEDIA		1.911	2.901	2.646	1.734	0.831	0.433	0.248	0.175	0.229	0.391	0.620	1.169	1.107
D.STAND		1.615	2.171	1.798	1.196	0.519	0.237	0.110	0.064	0.118	0.296	0.508	1.182	10.353
C.V.		0.845	0.748	0.680	0.690	0.624	0.547	0.445	0.364	0.515	0.757	0.819	1.011	9.349
MAX,		7.693	7.593	6.709	6.014	2.556	1.156	0.609	0.361	0.580	1.307	2.374	4.778	7.693
MIN,		0.187	0.245	0.409	0.253	0.142	0.125	0.094	0.046	0.068	0.077	0.083	0.161	0.046

CUADRO Nº 6.9.20 PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO TANTARA A NIVELS DEL 50%, 75%, 90% Y 95%

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO TANTARA (m³/s)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	24.28	36.09	36.15	22.99	9.54	4.08	2.01	1.58	2.04	4.11	7.03	13.39	13.50
75	11.20	16.33	18.80	11.98	5.04	2.30	1.49	1.18	1.16	1.67	2.91	5.70	6.60
90	7.04	10.15	12.69	8.11	3.43	1.63	1.24	0.99	0.83	0.97	1.71	3.42	4.32
95	6.03	8.66	11.14	7.12	3.02	1.45	1.17	0.93	0.74	0.81	1.44	2.88	3.76

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL GENERADOS DEL RIO TANTARA (MMC)													
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
50	65.03	88.09	96.82	59.59	25.55	10.58	5.38	4.23	5.29	11.01	18.22	35.86	425.66
75	30.00	39.86	50.35	31.05	13.50	5.96	3.99	3.16	3.01	4.47	7.54	15.27	208.16
90	18.86	24.77	33.99	21.02	9.19	4.22	3.32	2.65	2.15	2.60	4.43	9.16	136.37
95	16.15	21.14	29.84	18.46	8.09	3.76	3.13	2.49	1.92	2.17	3.73	7.71	118.59

6.10. Determinación de caudales específicos en unidades hidrográficas de menor orden (Cuencas N7)

Para determinar los caudales específicos en las cuencas de Nivel 6 y Nivel 7 se está utilizando los caudales medios mensuales generados. Estos valores de los caudales específicos de los caudales medios mensuales contra el área de las cuencas nos muestra el grado o índice de caudal q aporta cada cuenca respecto a su área.

En el **CUADRO Nº 6.10.1**, se muestra los valores de los caudales específicos de la cuenca de Nivel 6 del río Mala, tanto para los caudales medios mensuales históricos y generados, donde la muestra del caudal medio anual observado es mayor en 48 centésimos frente al caudal medio anual generado. Para el caso de las cuencas de Nivel 7, no se cuenta con aforos con los cuales se pueden comparar su bondad; sin embargo, la suma de los caudales generados en comparación a los caudales registrados de las cuencas de Nivel 7 son iguales (0.0072, 0.0072) respectivamente.

CUADRO Nº 6.10.1 ESTIMACION DE CAUDALES ESPECIFICOS EN LAS CUENCAS ESTUDIADAS

Nº	NOMBRE DEL RÍO	AREA DE LA CUENCA (Km²)	CAUDAL (m³/s)	CAUDAL ESPECIFICO (m³/s/Km²)
1	Mala	2332.07	16.761	0.0072
2	Mala (*)	2332.07	16.713	0.0072
3	Acacache	243.5	2.077	0.0085
4	Aguaquiri	90.8	0.496	0.0055
5	Alto Mala	193.4	1.054	0.0054
6	Quinches	568.3	4.419	0.0078
7	Tantara	148.5	1.107	0.0075

(*) Caudales generados

VII. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO HIDROLOGICO DE LA CUENCA

7.1. La cuenca y el ciclo hidrológico

7.1.1. Descripción cualitativa del ciclo hidrológico en la cuenca

La energía del sol y la gravedad de la Tierra mueven el agua a través de los mares, la atmósfera y la tierra, sobre y bajo el suelo, en un ciclo permanente de actividad durante el cual el agua cambia de fase sólida, a líquida y luego a vapor. El movimiento del agua a través de las diferentes fases del ciclo hidrológico es muy errático o irregular, tanto en el espacio como en el tiempo. El ciclo hidrológico es el resultado de la acción energética permanente del sol sobre el agua y constituye un proceso continuo que determina que el agua sea un recurso natural renovable, teniendo como bases estos conceptos fundamentales podemos describir cualitativamente el ciclo hidrológico en la cuenca del río Mala de la siguiente manera:

Las precipitaciones pluviales que se producen sobre las laderas del flanco occidental al de la cordillera de los Andes, procedentes del ascenso de las nubes desde el Océano Atlántico hacia la cordillera Occidental, que son de carácter netamente convectivo y concentradas en los meses de verano (diciembre a abril), en su inicio son depositadas en su mayor parte porcentaje en la cobertura vegetal como intercepción y en las depresiones del terreno como almacenamiento superficial, denominándose a este primer proceso como retención superficial (gastos de intercepción, de almacenamiento superficial y evaporación durante la precipitación).

De esta forma, conjuntamente que el proceso de infiltración, se alimentan o abastecen los acuíferos, los que se sitúan en las altiplanicies de la región, sobre los 4,000 msnm. Estos acuíferos en época de estiaje se “agotan” gradualmente aportando directamente a la escorrentía superficial, haciendo factible la presencia de un significativo caudal base de estiaje. Contribuye de manera importante a la formación de este “caudal base” los deshielos de los nevados permanentes situados en la parte superior.

Otro porcentaje o excedente de precipitación llega a drenar por la red hidrográfica existente en la cuenca del río Mala, que junto al aporte subterráneo conforma el caudal total de salida del sistema o cuenca. Consiguientemente este caudal total es el resultado de restar a la precipitación total de los gastos de realimentación de la cuenca (fracción de la precipitación que no contribuye a la formación o generación de escorrentía fluvial o de agua del subsuelo) o gastos de evapotranspiración, infiltración, menos gasto subterráneo).

Las características hidrológicas fundamentales del ciclo hidrológico de la cuenca del río Mala están influenciadas principalmente por los rasgos climatológicos de la zona (que son medidos por la red de estaciones hidrometeorológicas situadas en la cuenca), aspectos fisiográficos, geológicos y vegetación del ámbito.

Los períodos medios que comprende el ciclo hidrológico de la cuenca del río Mala están determinados principalmente por las avenidas (lluvias) y estiaje (secas) y que, según los datos pluviométricos e

hidrométricos de estaciones de la cuenca, les corresponden los meses de noviembre – marzo (151 días) y abril – octubre (214 días) respectivamente. En el **CUADRO Nº 7.1.1** se muestra los períodos medios del ciclo hidrológico correspondiente a la cuenca del río Mala.

CUADRO Nº 7.1.1 PERÍODOS MEDIOS DEL CICLO HIDROLÓGICO CUENCA DEL RÍO MALA.

Descripción	Período		
	Avenidas	Transicional	Estiaje
Fecha promedio	Diciembre - Marzo	Abril - Mayo	Junio - Noviembre
Duración media (días)	121	61	183

7.1.2. Descripción cuantitativa del ciclo hidrológico en la cuenca

La descripción cuantitativa del ciclo hidrológico de la cuenca del río Mala se realiza mediante el empleo de un concepto ampliamente difundido que es el balance hidrológico.

El balance hidrológico de una cuenca permite inferir, con cierto grado de seguridad, sus características y su comportamiento frente a los factores incidentes principales, tales como: precipitación, escorrentía o escurrimiento, evaporación y evapotranspiración, infiltración, etc. La ecuación básica de balance hidrológico de una cuenca hidrográfica, presentada en forma simplificada, es:

$$(P + Q_i) - E(E_t) \pm \Delta S = Q_s$$

Donde:

P = Precipitación en todas sus formas.

Q = Caudal ingresado a la cuenca, ya sea por corrientes de agua superficiales o subterráneas.

E(E_t)= La energía solar, representada en este caso por la evaporación

ΔS = Variación en el almacenamiento que puede producirse en el sistema

Q_s = Caudal de salida o escorrentía en todas las formas que comprende (corrientes superficiales, subálveas y subterráneas).

Si consideramos el factor dinámico del funcionamiento hidrológico de una cuenca se debe establecer los elementos que constituyen la función de entrada (X_t) y también la función de salida (Y_t). En la anterior ecuación de balance hidrológico el primer miembro representa la función de entrada y el segundo de salida.

El modelo matemático está definido por el concepto que rige al análisis de sistemas, es decir, que considera las funciones de entrada y analiza el complejo de variables que ello representa; define el papel del bloque transformador y, según la respuesta esperada, procesa la función de salida.

De acuerdo a la disponibilidad de la información para la cuenca del río Mala se ha identificado distintas ecuaciones que sintetizan el balance

hidrológico de la cuenca fluvial; teniendo en cuenta además que la determinación directa de ciertos componentes del ciclo hidrológico como la infiltración y el aporte subterráneo son difíciles de calcular.

Se ha efectuado el análisis del balance hidrológico en la cuenca, estableciendo las siguientes relaciones:

$$1) \quad P + Qst = ETP + I + Qt \pm \Delta S$$

$$2) \quad P = ETP + I + Qs \pm \Delta S$$

$$3) \quad Qt = Qst + Qs$$

Donde:

P = Precipitación media sobre la cuenca.
Qst = Caudal subterráneo.
Qs = Flujo superficial
Qt = Caudal total en el punto de control
ETP = Evapotranspiración Real en la cuenca
I = Infiltración total en la cuenca
ΔS = Variación en el almacenamiento.

CUADRO Nº 7.1.2 PARAMETROS DEL CICLO HIDROLOGICO PARA EL AÑO PROMEDIO 1964-2005 DE LA CUENCA MALA

Dic	Días	Precipitación Media (P) & mm	Infiltración (I) mm	Evapotranspiración Real (ETR) mm	Aporte Subterráneo *** (Qst) mm	Flujo Superficial (Qs) mm	Caudal Total (Qt) mm	Variación de almacenaje
NOV	30	60.4	17.08	37.7	2.20	5.569	7.77	0.00
DIC	31	86.7	35.13	37.4	2.13	14.216	16.35	0.00
ENE	31	116.6	42.29	38.6	2.13	35.725	37.06	-0.80
FEB	28	129.6	39.87	34.1	2.35	55.663	56.91	-1.10
MAR	31	121.1	34.03	22.2	2.13	64.839	66.12	-0.85
ABR	30	71.5	20.70	23.1	2.20	27.697	33.40	2.75
MAY	31	19.8	-10.36	22.6	2.13	7.534	9.66	0.00
JUN	30	6	-25.37	27.8	2.20	3.568	5.77	0.00
JUL	31	4.7	-24.15	26.4	2.13	2.451	4.58	0.00
AGO	31	7.5	-23.55	29.1	2.13	1.918	4.05	0.00
SEP	30	23	-11.50	32.7	2.20	1.793	3.99	0.00
OCT	31	46.8	7.05	36.8	2.13	2.916	5.05	0.00
SUMA	ANUAL	693.7	101.21	368.6	26.06	223.890	249.95	0.00
	LLUVIAS *	514.4	168.41	170.0	10.94	176.013	186.95	-
	SECAS **	179.3	-67.19	198.6	15.12	47.878	63.00	-

* PERIODO DE LLUVIAS = NOVIEMBRE - MARZO

(&) = PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA CUADRO Nº 6,5,2

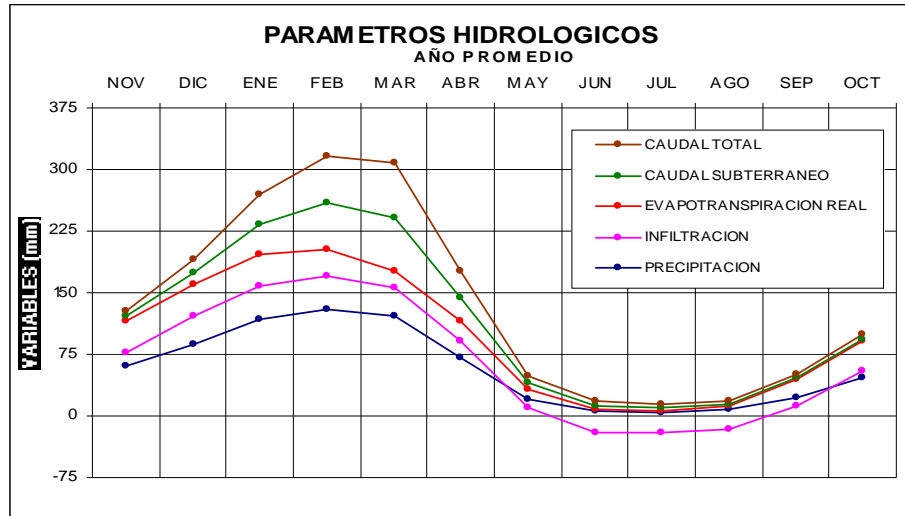
** PERIODO DE SECAS = ABRIL - OCTUBRE

*** CALCULO DE APORTE SUBTERRANEO

CUADRO Nº 7.1.3 BALANCE HIDROLOGICO SEGÚN RELACIONES DE TEMEZ PARA LA CUENCA MALA

PROMEDIO ANUAL			PROMEDIO ANUAL				
Qt	Qt(Secas)	Qt(LLuvias)	P+Qst	ETR	I	Qt	a
249.95	63.00	186.95	719.76	368.60	101.21	249.95	0.00
100.00%	25.20%	74.80%	100.00%	51.21%	14.06%	34.73%	0.00%
PROMEDIO ANUAL			PROMEDIO ANUAL				
Qt	Qst	Qt	P	ETR	I	Qs	a
63.00	15.12	47.88	693.70	368.60	101.21	223.89	0.00
100.00%	24.00%	76.00%	100.00%	53.13%	14.59%	32.27%	0.00%
L= Realimentación total anual de la cuenca (P - Qt) según Linsley -Franzini						443.75 mm	63.97%

GRAFICO Nº 7.1.1 VARIACION DE LOS PARAMETROS DEL BALANCE HIDROLOGICO DE LA CUENCA MALA



De acuerdo a las relaciones sustentadas por Dr. Temez sobre el balance hidrológico, y de los resultados obtenidos se ha encontrado que: Las relaciones (1) (2) y (3) cumplen las condiciones del balance hidrológico de la cuenca, con los parámetros analizados como la precipitación media de la cuenca (Cuadro Nº 4.2.4), Caudal registrado Cuadro Nº 5.7.2 en mm), caudal subterráneo cuya fuente fue obtenida del estudio "Inventario y Monitoreo de las Aguas Subterráneas en el valle de Mala" realizado el 2,002, ETP, ETR, infiltración parámetro obtenido de la diferencia de la precipitación media menos la evapotranspiración real y el flujo superficial, almacenamiento del sistema entre otros.

Durante el año promedio en 53.13% se pierde por efectos del proceso de evapotranspiración real; sin embargo el 34.73% fluye superficialmente y el 14.59% se infiltra durante el año.

En el periodo de lluvias el 74.80% le corresponde al caudal superficial directo y el 25.20% al periodo de secas.

La retroalimentación total anual de la cuenca (P-Qt) es de 443.75mm y representa el 63.97% del total de la precipitación.

Asimismo, el gráfico muestra, que la infiltración no se produce en los meses de junio a agosto porque no se presentan precipitaciones durante el periodo seco, corroborando de esta manera lo que realmente se produce en la cuenca.

7.2. Esquema hidráulico de funcionamiento actual en la cuenca.

7.2.1. Descripción de la operación del actual sistema hidráulico de la cuenca.

La Junta de Usuarios del Sub - Distrito de Riego Mala – Omas, está conformada por 8 Comisiones de Regantes, todas ellas pertenecen a la cuenca del río Mala, estas son: Escala Salitre, Flores – San Antonio, Flores Azpitia, Bujama, San Andrés, Correvientos – Rinconada, Calango y Minay.

La operación del actual sistema hidráulico se puede ver resumido en el **ESQUEMA Nº 7.2.1**

El sistema de captación de la junta de usuarios, consta de 63 captaciones, de las cuales 10 de estas estructuras han sido construidas de concreto armado y el resto son captaciones rústicas hechas en su mayoría por los mismos agricultores de la zona.

Las captaciones empiezan su operación a partir de la comisión de regantes Minay, contando esta comisión con un total de 32 captaciones, en segundo lugar el río entrega sus aguas a las 11 captaciones pertenecientes a la comisión de regantes de Calango, en la comisión de regantes de Calango también encontramos a la captación del canal San Andrés perteneciente a la comisión de regantes del mismo nombre.

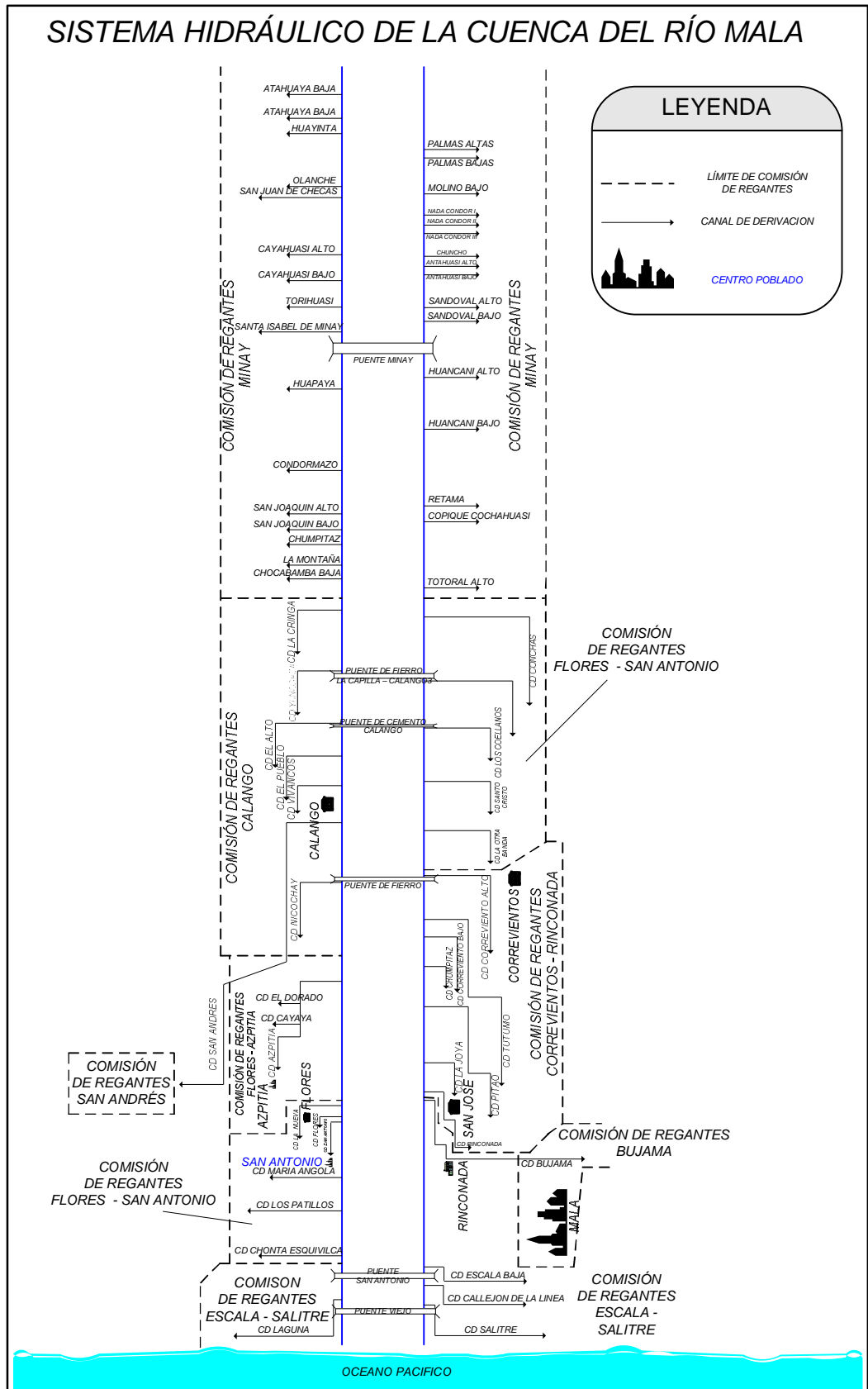
En el trayecto del río la comisión de regantes de Correvientos – Rinconada capta agua mediante sus 7 captaciones, mientras que la comisión de regantes Flores – Azpitia capta agua en la única captación que posee del mismo nombre. La comisión de regantes aprovecha el agua del río mediante la captación del mismo nombre, mientras que la comisión de regantes Flores – San Antonio capta agua mediante 6 captaciones y hasta llegar finalmente a la comisión de regantes Escala – Salitre la que capta agua a ambos márgenes del río mediante 4 captaciones.

Las estructuras de captación permanente están implementadas de estructuras de control y regulación (compuertas), algunas en mal estado. El sistema de conducción principal lo constituyen mayormente canales sin revestir con los mismos nombres de su toma de captación. Asimismo el sistema de distribución mediante canales laterales, sub laterales, etc. también, mayormente son excavados en tierra, sin revestir. La red de conducción la constituyen 66 canales, debido a que del canal Azpitia derivan los, canales El Dorado y Cayaya; y del canal San Andrés se deriva el canal Los Rincones; esta red de conducción tiene una longitud total aproximada de 212.466 km., de los cuales aproximadamente 18.90Km son revestidos y el resto sin revestir. Entre los canales revestidos destaca el canal Bujama con un tramo revestido de 17.00 km.

La Junta de Usuarios conjuntamente con las comisiones de regantes realiza la operación y mantenimiento de los sistemas de captación, regulación y distribución principal. Los registros de volúmenes de ingreso así como la operación y mantenimiento de los sistemas de captación, regulación y distribución principal se realizan de la siguiente manera:

El sistema de medición en cabecera de los canales principales lo constituyen 15 puntos de aforo entre estructuras Parshall o RBC y secciones de canal y de 3 Limnímetros. Existen sistemas de riego en las zonas altas, donde los usuarios han formado su propio sistema de operación, que generalmente están dirigidos por las autoridades locales, como son, los alcaldes, gobernadores y presidentes de las comunidades. Se tiene conocimiento que los padrones de infraestructuras de riego de las partes altas solo son listados de usuarios del agua, no cuentan con padrones oficiales con el número de usuarios, área irrigada, caudales y/o volúmenes utilizados.

ESQUEMA Nº 7.2.1 ESQUEMA HIDRÁULICO DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL EN LA CUENCA



VIII. USO Y DEMANDA ACTUAL Y FUTURA DE AGUA EN LA CUENCA

8.1. Aspectos Generales

Es indiscutible la importancia que tienen los recursos naturales agua suelo en el desarrollo económico del país. Su empleo en forma racional y eficiente sólo puede lograrse mediante un adecuado planeamiento integral de la unidad de producción que es la cuenca hidrográfica, a través de acciones de conservación, manejo y aprovechamiento de estos recursos.

Las necesidades de la agricultura son las que, finalmente, condicionan las acciones por las cuales debe ser considerada y coordinada la utilización del agua. Esto significa la necesidad de planificar los cultivos y el riego basándose en los momentos oportunos y cantidades de agua óptimas que requieren las plantas para satisfacer sus necesidades; como también formular una adecuada política en la distribución, control y medición eficiente del agua a través de la infraestructura del sistema hasta nivel de parcela.

8.2. Consumo actual de agua en la cuenca baja o valle de la cuenca

8.2.1. Uso agrícola del agua

El agua como elemento vital para el desarrollo de las plantas es hoy día el problema común en todos los valles de la costa, por ende el valle de Mala esta también involucrado en esta problemática. Dentro de los objetivos de y planes de la Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas y Cañete, está, velar por una buena gestión, manejo y una buena operación del sistema de riego.

Para el uso agrícola del agua en el valle de Mala, se requiere de contar cuantitativamente de una cedula de cultivo, la misma que resulta del análisis del promedio de las cédulas de cultivo presentados en los planes de cultivos y riego de las campañas agrícolas de los años 2001/2002 a 2004/2005 de la junta de usuarios de Mala-Omas y las necesidades de agua en forma individual de cada cultivo.

Los coeficientes de uso consuntivo, fueron consignados de los estudios de riego y drenaje elaborado por la FAO y de otros estudios realizados en la zona por otras instituciones.

Asimismo, se requiere contar con información de la evapotranspiración potencial que fue obtenida utilizando el método de Penman en base a los registros meteorológicos analizados en el capítulo II.

También se requiere la disponibilidad hídrica a un nivel del 75% de persistencia, analizada en el capítulo VI.

Para determinar la cedula de cultivos representativa para el valle de Mala, de cuatro campañas agrícolas entre 2001/2002 a 2004/2005 efectuado por la Junta de Usuarios Mala – Omas.

El área consignada bajo riego para el valle es de 5,527.91 ha, por otro lado las campañas agrícolas de los Planes de Cultivo y Riego 2001/2002 a 2004/2005 elaborado por la Junta de Usuarios Mala – Omas, se muestra en el **CUADRO Nº 8.2.1**, donde el Plan de Riego lo proyecta a un nivel del 75% sobre la intención de siembra.

Tomando el criterio de la Junta de Usuarios Mala – Omas, para la proyección del 75% del área declarada para una intención de siembra, se determino la distribución promedio de las campañas 2001

a 2004 a nivel de cada cultivo y para cada Comisión de Regantes; asimismo, se determinó el promedio para la campaña 2004-2005. Y para obtener la cédula de cultivo promedio para el valle de Mala se obtiene del promedio de las cédulas de cultivo de las campañas agrícolas 2001/2002 a 2004/2005 para cada Comisión de Regantes. Ver **CUADRO Nº 8.2.2**, **CUADRO Nº 8.2.3** y **CUADRO Nº 8.2.4**

**CUADRO Nº 8.2.1 DECLARACION DE AREAS DE LAS
CAMPAÑAS AGRICOLAS E INTENCION DE SIEMBRA DEL VALLE
DE MALA.**

PCR	Á R E A (ha)				
	DECLARACION INTENCION DE SIEMBRA	PROYECTADO CON 75%	CAMPAÑA AGRICOLA	TERRENO NO CULTIVADO	BAJO RIEGO
2001-2002	2,619.75	2,181.12	4,800.87	727.04	5,527.91
2002-2003	3,621.19	1,430.04	5,051.23	476.68	5,527.91
2003-2004	3,380.10	1,610.86	4,990.96	536.95	5,527.91
2004-2005	3,277.72	1,687.64	4,965.36	562.55	5,527.91
PROMEDIO	3,224.69		4,952.11	575.81	5,527.91

Para el análisis de la asignación de agua para el valle de Mala, la cédula de cultivos con su calendario de siembra representativa para zona baja del valle la integran las Comisiones de Regantes Escala Salitre, Bujama Y Flores San Antonio, que se muestra representada en el **CUADRO Nº 8.2.5**, para la zona media del valle la integran las Comisiones de Regantes de San Andrés, Correvientos-Rinconada y Flores Azpitia se presenta en el **CUADRO Nº 8.2.6** y para la zona alta del valle las Comisiones de Regantes Minay y Calando se indica en el **CUADRO Nº 8.2.7**.

Para el cálculo de las Necesidades de Agua de los Cultivos se ha seguido la metodología establecida en la publicación Nº 24 de la FAO y con el soporte del Software Cropwat se ha estimado la demanda hídrica, considerando antes las fases de los periodos vegetativos de los cultivos (inicial, desarrollo, mediados y final), con sus respectivos coeficientes de uso consuntivo (Kc) de las fases de desarrollo. En el **CUADRO Nº 8.2.8** se muestran los parámetros de los cultivos para el cálculo del requerimiento neto de agua para el valle de Mala.

En el **ANEXO Nº 8.1**, se presentan los reportes de los cálculos de la disponibilidad hídrica para la comisión de regantes de Bujama, donde se halla el total de cultivos bajo riego que se ha identificado en el valle de Mala.

**CUADRO Nº 8.2.2 PROMEDIO DE AREAS DECLARADAS Y PROYECTADAS
POR CULTIVOS (ha) DE LAS CAMPAÑA PROMEDIO 2001-2004 DEL VALLE
MALA**

CULTIVOS	COMISIONES DE REGANTES (ha)							
	CALANGO	SAN ANDRES	CORRE-VIENTOS RINCONADA	FLORES AZPITIA	ESCALA SALITRE	BUJAMA	FLORES S.ANTONIO	MINAY
Manzana	320.42	142.05	419.22	93.58	95.37	258.56	211.03	219.16
Vid	4.9	87.21	31.87	36.85	106.28	33.34	94.8	1.82
Membrillo	1.26	29.63	2.05	14.5	2.63	3.2	16.45	
Pastos Naturales	5.37	14.26	6	28.58	12.02	21.42	11.91	5.59
Durazno	0.45	17.94	4.69	13.86	2.11	11.19	2.93	1.44
Palto	0.18	16.41	4.23	1.25	0.81	11.97	1.45	
Tuna	0.29			0.31	2.57	1.12	0.04	0.52
Maíz amarillo	10.87	56.28	84.43	25.38	259.21	377.2	52.22	
Camote	3.39	24.93	31.48	2.65	32.92	143.78	15.72	
Frijol	1.67	3.21	10.01	5.23	3.21	23.23	4.64	
Arveja	1.37		1.04	0.27	3.08	4.66		
Vainita	0.09		0.38		17.24	5.76	2.03	
Ají	0.09		5.7			3.55		
Yuca	0.64	1.53	17	2.01	14.29	10.41	4.11	0.11
Pera	0.09	88.43	8.91	31.16	0.23	14.16	18.88	
Tomate	0.86	21.1	2.54	0.03	7.83	16.75		
Pepino	0.65							
Lúcumo		6.18	4.6	4.23	1.38	58.16	0.98	
Algodón			75.88	1.1	69.46	94.42	0.65	
Platano	0.04		4.2	0.06	254.48	14.89	13.78	
Tara			13.63					
Hortalizas (1)	0.2	0.21	6.64	0.98	2.2	7.81	6.44	
Frutales (2)	0.49	23.27	0.49	4.55	3.96	17.66	1.57	1.1
Pallar			1.27	2.28	2.27	3.96		
Ajos				0.04	0.75	2.95	0.47	
Cebolla				0.53		0.34		
Maní				0.17	0.44	1.08	0.67	
Flores : Rosas			0.76	1.73	102.26	18.21	1.07	
Alfalfa		0.37		4.92	1.79	9.67		
Maíz amiláceo	0.21	0.76	11.04	0.15	70.39	17.5	0.74	
Sandía			1.14		3.37	3.17		
Totora					8.81			
Pecana	1.14	1.14				0.75	0.03	
Chirimoyo						0.53		
Ciruela	0.32	0.32		0.2		0.15		
Mango						1.35		
Papa			1.9	0.09		8.28		
Zapallo			0.38	0.1	4.51	9.86		
Maíz Morado					2.78	2.52		
Maíz Chala			6.86	3.01	1.2	27.4		
Naranja						1.13		
Mandarina						0.5		
Olivo						0.75		

Fuente Base de Información: Planes de Cultivo y Riego de la Junta de Usuarios Mala-Omas

**CUADRO Nº 8.2.3 AREA DE LAS CAMPAÑA AGRÍCOLA 2004-2005
DEL VALLE MALA**

COMISION REGANTES	COMISION DE REGANTES (ha)							
	CALANGO	SAN ANDRES	CORRE- VIENTOS RINCONADA	FLORES AZPITIA	ESCALA SALITRE	BUJAMA	FLORES S.ANTONIO	MINAY
CULTIVOS PERMANENTES								
Manzana	283.64	79.27	397.88	103.18	106.57	234.51	95.64	229.23
Pera		111.63	11	27.05	3.52	18.05	35.81	1.13
Durazno	0.99	8.2	1.52	10.98	2.68	6.56	3.23	1.48
Membrillo		52.68	2.23	14.87	1.95	2.28	17.26	0.21
Palto		9.48	7.55	0.92		13		
Lucuma		20.87	6.83	3.87	0.24	47.4		0.7
Mango						1.08		
Vid	1.32	52.51	41.03	41.79	87.89	34.52	170.48	0.67
Citricos		0.75				4.99		
Olivo		8.5	3.04			1.35		
Platano			12.96		178.17	10.3	9.68	
Alfalfa			0.82	9.34		20.16		
Pastos	2.98	0.6	10.83	17.15	72.51	37.83		1.23
Frutales	1.99	24.18	8.65	10.79	8.43	16.95	17.74	2.8
Especies Forestales					2.98	2.5	0.16	
Rosas			0.29		91.82	19.94		0.13
Total	290.92	368.65	504.64	239.93	556.77	471.42	350	237.59
CULTIVOS TRANSITORIOS								
Algodón			100.16		74.38	56.81		
Camote		4.47	32.55	1.51	22.47	218.04	18.87	
Cucurbitaceas					3.18			
Frijol	4.15		5.9	3.34	5.67	9.78	1.13	0.88
Maíz Chala		31.3	7.4	0.57	60.5	144.26	2.26	
Maíz Choclo		1.49		0.89	28.34	20.17		
Maíz Grano	11.7	82.85	75.7	15.13	275.62	294.15	45.97	
Papa					2.49	5.37	5.16	
Total	15.85	120.11	221.71	21.43	472.64	748.57	73.39	0.88
CULTIVOS DE PAN LLEVAR								
Vainita			19.48		30.63	19.54		
Alverja			2.23	0.62	4.69	7.23		
Pallar				0.75		9.11	6.77	
Hortalizas			18.84	0.98	34.76	48.25	1.29	
Legumbres		12.54				1.35		
Pan Llevar	0.5			1.57	26.93		5.65	0.98
Yuca	0.25	0.7	3.12	0.7	0.54	10.7		
Total	0.75	13.24	43.66	4.62	97.55	96.19	13.71	0.98
GRAN TOTAL	307.51	502	770.01	265.99	1,126.95	1,316.18	437.09	239.45

Fuente: Plan de Cultivo y Riego 2004-2005 de la Junta de Usuarios Mala-Omas

**CUADRO Nº 8.2.4 AREA DE LAS CAMPAÑA AGRÍCOLA PROMEDIO
DEL PLAN DE CULTIVO Y RIEGO 2001-2005 DEL VALLE MALA**

COMISION REGANTES	COMISION DE REGANTES (ha)								
	CALANGO	SAN ANDRES	CORRE- VIENTOS RINCONADA	FLORES AZPITA	ESCALA SALITRE	BUJAMA	FLORES S.ANTONIO	MINAY	TOTAL
CULTIVOS PERMANENTES									
Manzana	302.03	110.66	408.55	98.38	100.97	246.54	153.34	224.19	1644.65
Pera	0.04	100.03	9.96	29.10	1.88	16.10	27.34	0.57	185.02
Durazno	0.72	13.07	3.11	12.42	2.40	8.87	3.08	1.46	45.12
Membrillo	0.63	41.16	2.14	14.68	2.29	2.74	16.85	0.11	80.60
Palto	0.09	12.94	5.89	1.08	0.40	12.49	0.73		33.62
Lucuma		13.52	5.71	4.05	0.81	52.78	0.49	0.35	77.72
Mango						1.22			1.22
Vid	3.11	69.86	36.45	39.32	97.09	33.93	132.64	1.25	413.65
Citricos		0.37				3.31			3.68
Olivo		4.25	1.52			1.05			6.82
Platano	0.02		8.58	0.03	216.33	12.59	11.73		249.28
Alfalfa		0.18	0.41	7.13	0.89	14.92			23.53
Pastos	4.17	7.43	8.42	22.86	42.27	29.62	5.95	3.41	124.13
Frutales Varios	2.11	24.45	4.57	7.92	7.48	18.59	9.69	2.21	77.02
Especies Forestales			6.81		5.90	1.25	0.08		14.04
Rosas			0.53	0.87	97.04	19.08	0.54	0.07	118.11
Total	312.94	397.93	502.64	237.84	575.74	475.07	362.45	233.61	3098.22
CULTIVOS TRANSITORIOS									
Algodón			88.02	0.55	71.92	75.61	0.33		236.43
Camote	1.69	14.7	32.02	2.08	27.7	180.91	17.29		276.39
Cucurbitaceas			0.76	0.05	5.53	6.52			12.86
Frijol	2.91	1.61	7.95	4.28	4.44	16.5	2.88	0.44	41.02
Maíz Chala		15.65	7.13	1.79	30.85	85.83	1.13		142.37
Maíz Choclo	0.1	1.13	5.52	0.52	49.36	18.83	0.37		75.84
Maíz Grano	11.29	69.56	80.07	20.25	268.8	336.93	49.09		836
Papa			1.9	0.05	1.24	6.83	2.58		12.59
Total	15.99	102.65	223.36	29.57	459.85	727.96	73.68	0.88	1633.5
CULTIVOS DE PAN LLEVAR									
Vainita			9.93		23.94	12.65	1.02		47.53
Alverja			1.63	0.45	3.89	5.95			11.92
Pallar			0.63	1.52	1.13	6.53	3.39		13.2
Hortalizas Varias		10.55	13.54	0.87	21.9	36.47	1.21		84.54
Legumbres Varias		6.27				0.67			6.94
Pan Llevar Varios	0.25			0.78	13.46		2.82	0.49	17.81
Yuca	0.12	1.12	10.06	1.35	7.41	10.56	2.06	0.05	32.73
Total	0.37	17.93	35.79	4.97	71.73	72.83	10.49	0.55	214.67
TOTAL CULTIVOS	329.3	518.51	761.8	272.39	1,107.31	1,275.87	446.62	234.6	4946.4
AREA BAJO RIEGO	368.74	557.07	815.81	307.65	1,313.74	1,328.64	573.92	262.34	5527.91

Fuente: Planes de Cultivo y Riego de la Junta de Usuarios Mala-Omas, Campañas Agrícolas 2001/2002 a 2004/2005

CUADRO Nº 8.2.5 CEDULA DE CULTIVO Y CALENDARIO DE SIEMBRA (*)
COMISIÓN DE REGANTES ESCALA SALITRE, BUJAMA Y FLORES SAN
ANTONIO, ZONA BAJA DEL VALLE

Cultivos	ESCALA SALITRE (ha)	BUJAMA (ha)	FLORES SAN ANTONIO (ha)	MESES DE RIEGO											
				AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
CULTIVOS PERMANENTES															
Frutales Caducos(1)	107.53	274.25	200.61												
Palto	0.4	12.49	0.73												
Lúcumo	0.81	52.78	0.49												
Mango		1.22													
Vid	97.09	33.93	132.64												
Cítricos		3.31													
Olivo		1.05													
Platano	216.33	12.59	11.73												
Alfalfa	0.89	14.92													
Pastos	42.27	29.62	5.95												
Frutales Varios (2)	7.48	18.59	9.69												
Frutales Forestales (3)	5.9	1.25	0.08												
Rosas	97.04	19.08	0.54												
Total (ha)	575.74	475.08	362.46												
CULTIVOS TRANSITORIOS															
Algodón	71.92	75.61	0.33												
Camote	27.7	180.91	17.29												
Cucurbitáceas (4)	5.53	6.52													
Frijol	4.44	16.5	2.88												
Maíz Chala	30.85	85.83	1.13												
Maíz Choclo	49.36	18.83	0.37												
Maíz Grano	268.8	336.93	49.09												
Papa	1.24	6.83	2.58												
Total (ha)	459.84	727.96	73.67												
CULTIVOS DE PAN LLEVAR															
Vainita	23.94	12.65	1.02												
Alverja	3.89	5.95													
Pallar	1.13	6.53	3.39												
Hortalizas varias (5)	21.9	36.47	1.21												
Legumbres varias (6)		0.67													
Pan Llevar varias (7)	13.46		2.82												
Yuca	7.41	10.56	2.06												
Total (ha)	71.73	72.83	10.5												
TOTAL	1107.31	1275.87	446.63												

(*) En base al promedio de los Planes de Cultivo y Riego Campañas Agrícolas 2001/2002-2004/2005 de la Junta de Usuarios Mala-Omas

(1) Frutales caducos: Manzano, pera, membrillo, durazno

(2) Frutales varios: Tuna, ciruelo, pecana

(3) Especies forestales: Totorá y Tara

(4) Cucurbitáceas: Zapallo, sandía, melón

(5) Hortalizas varias: Tomate, ají, pepino, cebolla

(6) Legumbres varias: Leguminosas, guisantes

(7) Pan llevar varios: Zanahoria

CUADRO Nº 8.2.6 CEDULA DE CULTIVO Y CALENDARIO DE SIEMBRA (*)
COMISIÓN DE REGANTES SAN ANDRES, CORREVIENTOS-RINCONADA-
FLORES AZPITIA, ZONA MEDIA DEL VALLE

Cultivos	SAN ANDRES (ha)	CORREVIENTO RINCONADA (ha)	FLORES AZPITIA (ha)	MESES DE RIEGO											
				AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
CULTIVOS PERMANENTES															
Frutales Caducos(1)	264.91	423.75	154.58												
Palto	12.94	5.89	1.08												
Lúcumo	13.52	5.71	4.05												
Vid	69.86	36.45	39.32												
Cítricos	0.37														
Olivo	4.25	1.52													
Platano		8.58	0.03												
Alfalfa	0.18	0.41	7.13												
Pastos	7.43	8.42	22.86												
Frutales Varios (2)	24.45	4.57	7.92												
Frutales Forestales (3)		6.81													
Rosas		0.53	0.87												
Total (ha)	397.91	502.64	237.84												
CULTIVOS TRANSITORIOS															
Algodón		88.02	0.55												
Camote	14.7	32.02	2.08												
Cucurbitáceas (4)		0.76	0.05												
Frijol	1.61	7.95	4.28												
Maíz Chala	15.65	7.13	1.79												
Maíz Choclo	1.13	5.52	0.52												
Maíz Grano	69.56	80.07	20.25												
Papa		1.9	0.05												
Total (ha)	102.65	223.37	29.57												
CULTIVOS DE PAN LLEVAR															
Vainita		9.93													
Alverja		1.63	0.45												
Pallar		0.63	1.52												
Hortalizas varias (5)	10.55	13.54	0.87												
Legumbres varias (6)	6.27														
Pan Llevar varias (7)			0.78												
Yuca	1.12	10.06	1.35												
Total (ha)	17.94	35.79	4.97												
TOTAL	518.5	761.8	272.38												

(*) En base al promedio de los Planes de Cultivo y Riego Campañas Agrícolas 2001/2002-2004/2005 de la Junta de Usuarios Mala-Omas

(1) Frutales caducos: Manzano, pera, membrillo, durazno

(2) Frutales varios: Tuna, ciruelo, pecana

(3) Especies forestales: Totorá y Tara

(4) Cucurbitáceas: Zapallo, sandía, melón

(5) Hortalizas varias: Tomate, ají, pepino, cebolla

(6) Legumbres varias: Leguminosas, guisantes

(7) Pan Llevar varios: Zanahoria

CUADRO Nº 8.2.7 CEDULA DE CULTIVO Y CALENDARIO DE SIEMBRA (*)
COMISIÓN DE REGANTES CALANGO Y MINAY ZONA ALTA DEL VALLE

Cultivos	CALANGO (ha)	MINAY (ha)	MESES DE RIEGO											
			AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
CULTIVOS PERMANENTES														
Frutales Caducos(1)	303.43	226.32												
Palto	0.09													
Lúcumo		0.35												
Vid	3.11	1.25												
Platano	0.02													
Pastos	4.17	3.41												
Frutales Varios (2)	2.11	2.21												
Rosas		0.07												
Total (ha)	312.93	233.61												
CULTIVOS TRANSITORIOS														
Camote	1.69													
Frijol	2.91	0.44												
Maíz Choclo	0.1													
Maíz Grano	11.29													
Total (ha)	15.99	0.44												
CULTIVOS DE PAN LLEVAR														
Pan Llevar varias (3)	0.25	0.49												
Yuca	0.12	0.06												
Total (ha)	0.37	0.55												
TOTAL	329.29	234.6												

(*) En base al promedio de los Planes de Cultivo y Riego Campañas Agrícolas 2001/2002-2004/2005 de la Junta de Usuarios Mala-Omas

(1) Frutales caducos: Manzano, pera, membrillo, durazno (2) Frutales varios: Tuna, ciruelo, pecana

(3) Pan llevar varios: Zanahoria

CUADRO Nº 8.2.8 PARAMETROS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO NETO DE AGUA PARA EL VALLE DE MALA

Cultivo: FRUTALES CADUCOS (manzano, pera, durazno, membrillo)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	140	90	90	40	360
Coefficiente cultural	coeficiente	0.66	>>>	1.1	0.8	
Profundidad de raíces	m	2	>>>	2	2	
Nivel agotamiento	fracción	0.87	>>>	0.85	0.8	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.2	0.2	1	0.5	0.9
Cultivo: VID						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	40	120	80	260
Coefficiente cultural	coeficiente	0.66	>>>	0.7	0.45	
Profundidad de raíces	m	1.5	>>>	2.3	2.3	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.45	0.5	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.2	0.7	0.85	0.4	0.85
Cultivo: CITRICOS						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	60	90	120	90	360
Coefficiente cultural	coeficiente	0.66	>>>	0.65	0.75	
Profundidad de raíces	m	1.5	>>>	1.5	1.5	
Nivel agotamiento	fracción	0.5	>>>	0.5	0.5	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	1	1	1	1	1
Cultivo: PLATANO						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	120	60	175	5	360
Coefficiente cultural	coeficiente	1	>>>	1.2	1.1	
Profundidad de raíces	m	0.9	>>>	1	1	
Nivel agotamiento	fracción	0.3	>>>	0.35	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Cultivo: PASTOS						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	10	20	70	20	120
Coefficiente cultural	coeficiente	0.95	>>>	1.05	1	
Profundidad de raíces	m	1	>>>	1.2	1.2	
Nivel agotamiento	fracción	0.5	>>>	0.6	0.7	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	1	1	1	1	1
Cultivo: ROSAS						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	25	35	40	20	120
Coefficiente cultural	coeficiente	0.87	>>>	1.15	0.35	
Profundidad de raíces	m	0.3	>>>	1.3	1.3	
Nivel agotamiento	fracción	0.45	>>>	0.5	0.8	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.4	0.6	0.8	0.8	0.95
Cultivo: ALGODÓN						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	45	90	45	45	225
Coefficiente cultural	coeficiente	0.45	>>>	1.05	0.65	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	2	2	
Nivel agotamiento	fracción	0.6	>>>	0.65	0.7	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.4	0.4	0.5	0.4	0.85
Cultivo: CAMOTE						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	30	35	50	30	145
Coefficiente cultural	coeficiente	0.56	>>>	1.15	0.65	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1.7	1.7	
Nivel agotamiento	fracción	0.6	>>>	0.65	0.7	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.45	0.8	0.8	0.3	1.1
Cultivo: CUCURVITÁCEAS (zapallo, sandía, melón)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	25	35	40	20	120
Coefficiente cultural	coeficiente	0.82	>>>	0.95	0.65	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1.7	1.7	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.4	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.5	0.6	1.1	0.8	1.05
Cultivo: FRIJOL						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	30	30	10	90
Coefficiente cultural	coeficiente	0.74	>>>	0.95	0.85	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	0.8	0.8	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.45	0.5	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.2	1.1	0.75	0.2	1.15

Cultivo: MAÍZ CHOCLO						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	25	25	10	80
Coefficiente cultural	coeficiente	0.66	>>>	1.05	0.55	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1.4	1.4	
Nivel agotamiento	fracción	0.5	>>>	0.5	0.6	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.4	0.4	1.5	0.5	1.25
Cultivo: MAÍZ GRANO						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	25	40	40	30	135
Coefficiente cultural	coeficiente	0.54	>>>	1.05	0.55	
Profundidad de raíces	m	0.3	>>>	1	1	
Nivel agotamiento	fracción	0.5	>>>	0.5	0.5	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.4	0.4	1.3	0.5	1.25
Cultivo: PAPA						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	30	35	50	30	145
Coefficiente cultural	coeficiente	0.54	>>>	1.05	0.7	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	0.7	0.7	
Nivel agotamiento	fracción	0.3	>>>	0.35	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.45	0.8	0.8	0.3	1.1
Cultivo: VAINITA						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	30	30	10	90
Coefficiente cultural	coeficiente	0.74	>>>	0.95	0.85	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	0.8	0.8	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.45	0.5	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.2	0.6	1	0.4	1.15
Cultivo: ALVERJA (guisantes)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	30	35	15	100
Coefficiente cultural	coeficiente	0.74	>>>	1.05	0.95	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1.2	1.2	
Nivel agotamiento	fracción	0.3	>>>	0.35	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.2	0.6	1	0.4	1.15
Cultivo: PALLAR (frijol seco)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	30	40	20	110
Coefficiente cultural	coeficiente	0.74	>>>	1.05	0.3	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1	1	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.45	0.5	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.2	0.6	1	0.4	1.15
Cultivo: HORTALIZAS VARIAS (tomate, ají, pepino, cebolla)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	30	40	45	30	145
Coefficiente cultural	coeficiente	0.78	>>>	1.05	0.66	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1.7	1.7	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.4	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.5	0.6	1.1	0.8	1.05
Cultivo: LEGUMBRES VARIAS (leguminosas)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	20	30	35	15	100
Coefficiente cultural	coeficiente	0.84	>>>	1.05	0.3	
Profundidad de raíces	m	0.3	>>>	0.6	0.6	
Nivel agotamiento	fracción	0.2	>>>	0.2	0.2	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	1	1	1	1	1
Cultivo: PAN LLEVAR VARIOS (zanahoria)						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	30	40	60	20	150
Coefficiente cultural	coeficiente	0.87	>>>	1.05	0.95	
Profundidad de raíces	m	0.25	>>>	1.2	1.2	
Nivel agotamiento	fracción	0.3	>>>	0.35	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.45	0.8	0.8	0.3	1.1
Cultivo: YUCA						
Etapas de Crecimiento	Unidad	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final	Total
Duración	días	150	40	110	60	360
Coefficiente cultural	coeficiente	0.66	>>>	1.1	0.5	
Profundidad de raíces	m	0.2	>>>	1.2	1.2	
Nivel agotamiento	fracción	0.4	>>>	0.4	0.4	
Respuesta en rendimiento	coeficiente	0.45	0.8	0.8	0.3	1.1

La eficiencia de riego consignada para el presente estudio proviene de la síntesis del Informe de factibilidad del proyecto PER/95/007/C/01/99: Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Infraestructura de Captación y Conducción del Sector de Riego Bujama Mala, efectuado el año 1,996 por el Programa Sub Sectorial de Riego y el Banco Interamericano de Desarrollo, concluyen que las eficiencias de riego en el Sector de Riego Bujama son las siguientes:

METODO DE RIEGO	EFICIENCIA DE RIEGO			
	APLICACIÓN	DISTRIBUCION	CONDUCCION	TOTAL
SURCOS	51%	80%	75%	31%
MELGAS	51%	80%	75%	31%
PROMEDIO	51%	80%	75%	31%

El Proyecto Sub Sectorial de Irrigación (PSI) con el Programa de Entrenamiento en Servicio (PES), ha efectuado mediciones en el valle de Mala para determinar la Eficiencia de Distribución cuyos resultados se muestran a continuación:

FECHA	COMISION DE REGANTES	NOMBRE CANAL	CAUDAL (m ³ /s)		EFICIENCIA DE DISTRIBUCION (%)	PROMEDIO (%)
			ENTREGADO	DISTRIBUIDO		
13.ABR.04	CALANGO	CD CONCHAS GRAMADAL	0.12	0.098	82%	81%
11.MAY.04			0.13	0.105	81%	
15.JUN.04			0.13	0.105	81%	
05.ABR.04	CORREVIENTOS RINCONADA	CD TUTUMO	0.25	0.205	82%	81%
12.MAY.04			0.24	0.195	81%	
02.JUN.04			0.26	0.21	81%	
03.MAY.04	SAN ANDRES	CD SAN ANDRES	0.47	0.33	70%	71%
04.JUN.04			0.45	0.32	71%	
14.ABR.04	BUJAMA	LATERAL L1 LUMBRERAS	0.85	0.71	84%	83%
05.MAY.04			0.8	0.67	84%	
09.JUN.04			0.8	0.65	81%	
PROMEDIO					80%	-

Por otro lado la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)^[15] en el Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales Cuencas de los ríos Chilca, Mala y Asia, obtiene las siguientes Eficiencias de Conducción:

NOMBRE CANAL	CAUDAL (m ³ /s)		EFICIENCIA DE CONDUCCION (%)	PROMEDIO (%)
	ENTRADA	SALIDA		
SAN ANDRES	0.35	0.276	79%	80%
	0.53	0.430	81%	
SALITRE	0.034	0.023	68%	71%
BUJAMA	0.282	0.222	79%	73%
	0.668	0.452	68%	
TUTUMO	0.215	0.175	81%	81%
AZPITIA	0.089	0.059	66%	66%
RINCONADA	0.078	0.059	76%	76%
PROMEDIO			75%	-

De los resultados señalados se puede decir que las eficiencias de riego de Conducción, distribución y aplicación para las Comisiones de Regantes del valle de Mala son:

COMISION DE REGANTES	EFICIENCIA DE RIEGO (%)			
	APLICACIÓN	DISTRIBUCION	CONDUCCION	TOTAL
CALANGO Y MINAY	51%	81%	81%	33%
CORREVIENTOS RINCONADA	51%	81%	81%	33%
BUJAMA	51%	83%	73%	31%
SAN ANDRES	54%	71%	80%	31%
FLORES AZPITIA	51%	83%	66%	28%
FLORES SAN ANTONIO	51%	83%	73%	31%
ESCALA SALITRE	51%	80%	68%	28%

Del estudio Propuesta de Asignación de Agua en Bloque para la Formalización de los Derechos de Uso del Agua, formulo una propuesta inicial de Conformación de Bloques de Asignación del valle de Mala. El 31.agosto del 2004, en el local de la Junta de Usuarios Mala-Omas se promovió una reunión de trabajo con el objetivo de definir en forma concertada y definitiva la conformación de los Bloques de Asignación del valle Mala, con la participación del Presidente y Gerente Técnico de la Junta de Usuarios Mala-Omas; la Sub Administradora Técnica del Sub Distrito de Riego Mala-Omas, el Responsable Zonal del PROFODUA y como invitado técnico el Responsable del Programa de Entrenamiento en Servicio (PES) del Proyecto Sub Sectorial de Irrigación (PSI).

Después de muchos debates y análisis de la propuesta inicial y teniendo como base la infraestructura de riego del valle, áreas, número de predios, número de usuarios, distribución, manejo y control de las aguas de riego en forma eficiente y concertada con los usuarios; así como, la supervisión y participación permanente como viene desarrollando ancestralmente la Junta de Usuarios Mala-Omas a través de los Sectorista de Riego de la Junta y de las Comisiones de Regantes, **se acuerda y valida que los bloques de asignación se encuentren conformados a nivel de cada Comisión de Regantes que integran la Junta de Usuarios Mala-Omas, opinión técnica compartida**, como se muestra en el siguiente resumen:

Nº	BLOQUES COMISIONES DE REGANTES	AREA BAJO RIEGO (ha)	NUMERO PREDIOS	NUMERO USUARIOS
1	CALANGO	368.74	861	590
2	SAN ANDREZ	557.07	65	59
3	CORREVIENTOS RINCONADA	815.81	447	344
4	FLOREZ-AZPITIA	307.65	1075	593
5	ESCALA-SALITRE	1313.74	1206	917
6	BUJAMA	1328.64	1060	923
7	FLORES-SAN ANTONIO	573.92	2544	1431
8	MINAY	262.34	474	246
TOTAL		5527.91	7732	5103

Con las eficiencias antes descritas se estimo el requerimiento de agua bruto de los cultivos a nivel de cada Bloque (Comisión de Regantes). Los cálculos para el requerimiento de agua brutos para cada cultivo según la cédula promedio a nivel de cada Bloque se presenta en el

ANEXO Nº 8.2. La demanda neta se presenta en mm/mes; la demanda bruta en m³/s y MMC, y el área utilizada durante el periodo de riego.

La Demanda Hídrica Neta de la cédula promedio agrícola de los Planes de Cultivo y Riego de las campañas agrícolas 2001 a 2005 del valle de Mala es 4,946.40 ha es de 122.055 MMC como se muestra en el **CUADRO Nº 8.2.9**, y para el área total irrigable del valle de Mala de acuerdo al Padrón de Usuarios de la Junta de Usuarios Mala-Omas con 5,527.91 ha la demanda hídrica por bloques alcanza a 136.959 MMC, como se puede ver en el **CUADRO Nº 8.2.10**

CUADRO Nº 8.2.9 DEMANDA HIDRICA TOTAL POR BLOQUE CON AREAS PROMEDIO Y PCR(2001-2005) (MMC).

BLOQUE	Área (ha)	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL
MINAY	234.6	0.401	0.462	0.534	0.595	0.642	0.8	0.964	1.046	0.948	0.819	0.722	0.586	8.519
CALANGO	329.3	0.547	0.617	0.712	0.794	0.861	1.076	1.298	1.407	1.299	1.128	1.004	0.813	11.556
SAN ANDRÉS	518.51	0.594	0.667	0.818	0.968	1.152	1.435	1.64	1.663	1.483	1.152	0.954	0.722	13.248
CORREVENTOS RINCONADA	761.8	0.789	0.862	1.085	1.367	1.691	2.139	2.45	2.324	2.041	1.636	1.346	0.973	18.703
FLORES AZPITIA	272.39	0.386	0.439	0.539	0.636	0.74	0.916	1.042	1.062	0.949	0.749	0.608	0.446	8.512
BUJAMA	1275.87	1.082	0.993	1.215	1.458	2.13	2.749	3.144	2.886	2.776	2.097	1.861	1.473	23.864
FLORES SAN ANTONIO	446.62	0.483	0.534	0.668	0.81	0.978	1.198	1.351	1.323	1.141	0.808	0.663	0.481	10.438
ESCALA SALITRE	1107.31	1.404	1.426	1.753	2.086	2.562	3.083	3.291	2.797	2.762	2.344	2.059	1.648	27.215
TOTAL	4946.40	5.686	6.000	7.324	8.714	10.756	13.396	15.180	14.508	13.399	10.733	9.217	7.142	122.055

CUADRO Nº 8.2.10 DEMANDA HIDRICA TOTAL POR BLOQUE CON EL AREA TOTAL DE RIEGO (MMC).

BLOQUE	Área (ha)	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL
MINAY	62.34	0.449	0.517	0.598	0.666	0.719	0.896	1.079	1.171	1.062	0.917	0.808	0.656	9.539
CALAGO 1	84.41	0.142	0.16	0.185	0.206	0.224	0.28	0.338	0.366	0.338	0.293	0.261	0.211	3.005
CALANGO 2	284.33	0.471	0.531	0.613	0.683	0.74	0.925	1.116	1.21	1.117	0.97	0.863	0.699	9.938
SAN ANDRÉS	557.07	0.636	0.714	0.875	1.036	1.232	1.536	1.755	1.78	1.587	1.233	1.021	0.772	14.176
CORREVENTOS RINCONADA	815.81	0.845	0.922	1.161	1.463	1.809	2.289	2.621	2.487	2.184	1.75	1.441	1.042	20.014
FLORES AZPITIA	307.65	0.436	0.496	0.609	0.719	0.836	1.035	1.178	1.2	1.072	0.846	0.687	0.504	9.618
BUJAMA	1328.64	1.125	1.032	1.264	1.516	2.216	2.859	3.27	3.001	2.887	2.181	1.936	1.532	24.818
FLORES SAN ANTONIO	573.92	0.623	0.689	0.861	1.045	1.262	1.546	1.742	1.707	1.471	1.042	0.856	0.62	13.465
ESCALA SALITRE	1313.74	1.671	1.698	2.086	2.483	3.049	3.668	3.916	3.328	3.287	2.789	2.45	1.961	32.386
TOTAL	5327.91	6.40	6.76	8.25	9.82	12.09	15.03	17.02	16.25	15.01	12.02	10.32	8.00	136.959

Calango 1: Demanda aguas arriba de la EH La Capilla (Bloque de Asignación Calango)

Calango 2: Demanda aguas arriba de la EH La Capilla (Bloque de Asignación Calango)aguas abajo EH La Capilla

8.2.2. Demanda de agua para consumo poblacional

El agua es una de las preocupaciones diarias para los pobladores del valle de Mala. Algunas personas se preocupan más por la calidad del agua, sobre todo cuando el servicio de la misma llega sin ser potabilizada y con impurezas. Para otras personas, la calidad no es relevante frente a la necesidad latente de dotación que se les proporciona y los esfuerzos que deben hacer para obtener un poco de la misma. En todo caso, obtener agua en cantidad y calidad adecuadas es una demanda real y cotidiana.

Múltiples cuestionamientos han surgido de los pobladores de Mala por la escasez y la baja calidad de su agua, que superan en algunos

casos los parámetros individuales del uso del agua, como los derivados de la determinación de calidad de agua en términos físicos, químicos y biológicos, del balance hidrológico, de la magnitud de caudales, del incremento de enfermedades, del marco legal y otros de similar importancia.

El presente estudio pretende dar insumos para la discusión sobre la problemática que dejó de ser simple desde hace mucho tiempo y que, debido a la poca atención y acción efectiva de los usuarios, ha llegado a la complejidad y gravedad actual de falta de agua.

En el **CUADRO Nº 8.2.11**, se aprecia la demanda hídrica actual y la requerida actual, donde los pobladores de los distritos señalados solo usufructúan con agua potable un 80 % de la población total.

Es decir, actualmente la demanda hídrica total del valle alcanza a 1'786,449 m³/año, considerando una demanda per cápita de 150l/día y una pérdida por conducción y distribución del 20%.

CUADRO Nº 8.2.11, DEMANDA POBLACIONAL ACTUAL Y DEMANDA REQUERIDA DEL VALLE DE MALA

DISTRITOS	POBLACION	POBLACION CON SERVICIO (*)	DEMANDA ACTUAL		DEMANDA REQUERIDA	
			l/día (**)	m ³ /año	l/día	m ³ /año
Calango	2559	2047	368460	134488	460620	168126
Mala	25520	20416	3674880	1341331	4593600	1676664
San Antonio	3460	2768	498240	181858	622800	227322
Santa Cruz de Flores	2450	1960	352800	128772	441000	160965
Total	33989	27191	4894380	1786449	6118020	2233077

(*)Según EMAPE MALA 80% de la población total cuenta con servicio de agua potable

(**) Según EMAPA MALA, considera 20% de pérdida de conducción y distribución

La posibilidad de bombear agua no es la problemática, sino el almacenamiento de la misma, por cuanto, EMAPA Mala, solo cuenta con 8 reservorios, dos ubicados dentro de la población de Mala de 500³ y 80m³ respectivamente, el distrito de Santa Cruz de Flores cuenta con un reservorio de 400 m³, el distrito de San Antonio cuenta con dos reservorios de 400m³ y 60m³ respectivamente y en el distrito de Calango cuenta con un reservorio de 150m³, en el sector de Corrientes existe un reservorio de 50m³ de capacidad y en el poblado de azpitia existen pequeños reservorios de uso domiciliario, que sumados alcanzan 250 m³.

Asimismo, la Empresa EMAPA Mala viene construyendo un reservorio de 1,000 m³ de capacidad para incrementar la dotación de 12 horas que actualmente ofrece hasta las 24 horas.

8.2.3 Otros consumos de agua en la cuenca

En el valle de Mala existen otras instituciones que usufructúan el recurso hídrico superficial como subterráneo, es así, que en el distrito de Calango existe la planta de Producción y Crianza de Camarones Calango, que pertenece a la Municipalidad de Calango. Esta Planta cosecha dos veces al año y las aguas del río Mala son desviadas a la planta mediante un canal aductor.

La Empresa de Producción y Cría de Aves de Corral (Pollos) San Fernando es otra empresa que utiliza las aguas subterráneas del valle de Mala.

En la cuenca del río Mala, actualmente no existen instituciones que utilicen el recurso hídrico para uso energéticos ni industrial.

En el uso pecuario, la cuenca cuenta con una población pecuaria muy baja como se puede apreciar en el **CUADRO Nº 8.2.1**, donde se señala por distrito la población pecuaria, resaltando que en los distritos de la costa la población pecuaria es mínima, que conlleva a no considerar como consumo importante.

En el sector del poblado de Azpitia, existen numerosas casas de hospedaje y viviendas que utilizan las aguas subterráneas con fines recreacionales, para el llenado de sus piscinas que usan los turistas tanto nacionales como extranjeros que concurren al Mirador de la Zona de Azpitia.

En tiempo de máximas crecidas hay empresas turísticas que emplean las aguas del río Mala con fines de aventura mediante el canotaje de aventura.

CUADRO Nº 8.2.1, POBLACION PECUARIA EN LOS DISTRITOS DE LA CUENCA MALA

UBICACIÓN POLITICA		GEOGRAFICAS		POBLACION PECUARIA (Unidades)					
Provincia	Distrito	Altitud (msnm)	Region Natural	Vacunos	Ovinos	Porcino	Caprino	Alpaca	Llama
Cañete	Calango	305	Costa	100					
	Mala	30	Costa	800		500			
	San Antonio	36	Costa	200		400			
	Santa Cruz de Flores	85	Costa	250	1500				
	Total			1350	1500	900			
Yauyos	Ayaviri	3235	Sierra	2000	800	20	1000		
	Cochas	2831	Sierra	300	110	20	800		
	Huampara	2478	Sierra	300		20	1000		
	Huañec	3202	Sierra	2000	850	100	3000		
	Omas	1539	Sierra	300	100	20	2500		
	Quinchos	2962	Sierra	2500	800	80	500		
	Quinocay	2652	Sierra	200	90	30	6000		
	San Joaquin	2947	Sierra	400	500	80	1000		
	Tanta	4278	Sierra	700	6000			2000	1600
Total			8700	9250	370	15800	2000	1600	
Huarochiri	Huarochiri	3146	Sierra	1300	6400		1320	565	100
	Mariatana	3534	Sierra	780	1400	4500			
	San Juan de Tantarache	3436	Sierra	1780	4150		200	250	400
	San Lazaro de Quinti	2680	Sierra	1700	3500		2000	300	800
	San Pablo de Huancayre	3135	Sierra	650	1300		300		100
	Sangallaga	2738	Sierra	566	300		1130		
	Santiago de Anchucaya	3384	Sierra	450	3200		200	50	60
Total			7226	20250	4500	5150	1165	1460	
TOTAL				17276	31000	5770	20950	3165	3060

Fuente: Ministerio de Agricultura División Política y Organización Administrativa - Dirección de Información Agraria (2,002)

8.3. Consumo de agua en la cuenca media y alta

8.3.1. Uso agrícola del agua

En la cuenca media y alta de la cuenca del río Mala, cuenta con una superficie agrícola de 6,796.29 ha, de las cuales, 5,422.57 ha se encuentran bajo riego y 1,373.72 ha son tierras de cultivo en secano., como se puede apreciar en el **CUADRO Nº 8.3.1**.

CUADRO Nº 8.3.1 SUPERFICIE AGRICOLA DE LA ZONA MEDIA Y ALTA DE LA CUENCA DEL RIO MALA

DISTRITO	SUPERFICIE AGRICOLAS (ha)		
	TOTAL AGRICOLA	BAJO RIEGO	EN SECANO
Quinchés	1214.35	1191.71	22.64
Ayabiri	660.65	634.22	26.43
Cochas	197.80	197.80	0.00
Huampara	170.24	112.19	58.05
Huañec	188.99	185.99	3.00
Quinocay	282.75	228.65	54.10
San Joaquín	232.25	229.75	2.50
San Pedro de Pilas	198.22	149.96	48.26
Tanta	0.02	0.01	0.01
Huarochari	558.99	524.53	34.46
Mariatana	367.23	183.39	183.84
San Juan de Tantaranche	177.36	136.25	41.11
San Lorenzo de Quinti	1326.39	528.65	797.74
San Pedro de Huancayre	128.91	126.56	2.35
Sangallya	662.75	563.52	99.23
Santiago de Anchucaya	429.39	429.39	0.00
TOTAL	6796.29	5422.57	1373.72

Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección Regional Agraria Lima-Callao

Como se puede apreciar en el cuadro, la cuenca Mala de la zona media y alta ofrece 6, 796.29 ha, que son regadas generalmente en el periodo de siembra (machaco) y algunos riegos durante el periodo de crecimiento. La cédula de cultivo en la cuenca media esta conformada generalmente por cultivos de manzana, chirimoya, entre otros y la mayoría de las áreas es sembrada con cultivos como la papa, maíz amiláceo, habas, trigo, cebada, pastos y otros cultivos.

En la parte alta, la cedula de cultivos esta conformada por cultivos como la papa, oca, mashua y algunas áreas con pastos cultivables.

8.3.2. Demanda de agua para consumo poblacional

En la zona media y alta de la cuenca del río mala, la mayoría de los distritos cuenta con servicio de agua potable, generalmente no bien tratada. De acuerdo a los trabajos de campo durante el levantamiento de información se ha encontrado que el 65% de la población en los distritos cuenta con agua potable a domicilio, encontrándose en algunos poblados solamente piletas para el uso domestico.

En el **CUADRO Nº 8.3.2** se puede apreciar la demanda de uso poblacional a nivel distrital.

CUADRO Nº 8.3.2, DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y DEMANDA REQUERIDA DE LAS ZONAS MEDIA Y ALTA DE LA CUENCA MALA

PROVINCIA	DISTRITO	POBLACION	POBLACION CON SERVICIO (*)	DEMANDA ACTUAL		DEMANDA REQUERIDA	
				l/día (**)	m³/año	l/día	m³/año
YAUYOS	Ayaviri	774	464	27864	10170	46440	16951
	Cochas	106	64	3816	1393	6360	2321
	Huampara	286	172	10296	3758	17160	6263
	Huañec	415	249	14940	5453	24900	9089
	Quinchas	686	412	24696	9014	41160	15023
	Quinocay	1027	616	36972	13495	61620	22491
	San Joaquin	542	325	19512	7122	32520	11870
	Tanta	530	318	19080	6964	31800	11607
HUAROCHIRI	Huarochari	1579	947	56844	20748	94740	34580
	Mariatana	1606	964	57816	21103	96360	35171
	S.J.D.Tantarache	570	342	20520	7490	34200	12483
	S. L. de Quinti	1631	979	58716	21431	97860	35719
	S. P. Huancayre	249	149	8964	3272	14940	5453
	Sangallaya	689	413	24804	9053	41340	15089
	Stgo. De Anchucaya	557	334	20052	7319	33420	12198
	TOTAL	11247	6748	404892	147786	674820	246309

(*)Según Encuestas de Campo 65% de la población total cuenta con servicio de agua potable

(**) Según EMAPA MALA, considera 20% de pérdida de conducción y distribución

Como se puede apreciar el Cuadro muestra que en la cuenca tiene una demanda actual de 149786 m³/año, con un consumo per4 capita de 50 l/día y una pérdida 20 % por efecto de conducción y operación del sistema.

Asimismo, es necesario mencionar que la demanda requerida actual es de 246309 m³/año.

8.3.3. Otros consumos de agua

En las partes altas las comunidades utilizan el agua de algunas lagunas para fines de explotación y cría de peces (Truchas), caso de las lagunas Huascacocha, Chiccococha, Cochatupe, entre otras. La laguna Huascacocha recibe el apoyo de la ONG Santa Rosa, para la explotación y cría de Truchas, las cuales les sirve como base en la alimentación de los hijos de los comuneros de la zona.

A la altura de la intercuenca N7 Medio Mala, en el Anexo Lupo perteneciente al distrito de Huarochirí, existe un criadero de Truchas que lo usufructúan en la alimentación de las familias de los mismos comuneros.

8.4. Demanda de agua en situación futura

Los recursos hídricos en el valle de Mala son de vital importancia para la subsistencia de los pobladores y usuarios, al mismo tiempo, de los ecosistemas y como para el desarrollo económico de los pueblos que lo rodean. La demanda de agua varía a través del tiempo, dependiendo de múltiples variables y condiciones.

El contar con proyecciones futuras de la demanda de agua es importante para la planificación, el aprovechamiento, la conservación, y el manejo de los recursos hídricos. Dichas proyecciones también pueden servir como base para hacer análisis de sensibilidad en torno a la oferta de agua, que

puede verse afectada por aspectos como la contaminación y el cambio climático global.

Las proyecciones de la demanda de agua se hicieron asumiendo que la disponibilidad del recurso no varía a futuro. Esto quiere decir que el enfoque fue exclusivamente en la demanda, asumiendo que la oferta no varía. Las proyecciones fueron elaboradas para cada distrito del valle de Mala, bajo tres diferentes escenarios, y para los años 2005, 2010, y 2020.

Para una mejor comprensión y/o entendimiento sobre los escenarios, se toma algunos conceptos importantes donde se describe el porque se emplea cada escenario, describiendo cada uno de ellos:

a.- Escenario status quo.- También se le conoce como Mundo convencional, donde la caracterización de este escenario es que le da la continuidad a los patrones actuales. Tiene la visión de un sistema global en el siglo XXI que se desarrolla sin mayores sorpresas, discontinuidades acentuadas, o transformaciones fundamentales en las bases de la civilización humana. El futuro esta moldeado por una continuación de la evolución, expansión y globalización de los valores dominantes y las relaciones socioeconómicas de la sociedad industrial.

Este escenario parte del supuesto que los patrones históricos continúan a futuro, pero los países en vía de desarrollo no siguen un patrón de desarrollo lineal. Mas bien, los países en vía de desarrollo convergen hacia la situación de los países desarrollados. Para calcular dicha convergencia se utiliza el algoritmo de convergencia propuesto por Kemp-Benedict et al. (2002).

b.- Escenario Pesimista (Barbarización).- Es el cambio social fundamental pero indeseado. Este escenario tiene la visión de una posibilidad de que las bases sociales, económicas y morales de la civilización se deterioran conforme los problemas emergentes sobrepasan la capacidad los mercados y las reformas políticas de lidiar con la situación.

Para el caso específico del agua el escenario pesimista considera una continuación de la sobre explotación actual de los recursos hídricos. Los supuestos varían para cada sector. En general en el escenario pesimista el desarrollo económico continua de forma lineal, y la principal variante es la inequidad en la distribución y el acceso a la riqueza y los recursos.

c.- Escenario Optimista (Grandes transiciones).- Transformación social fundamental y favorable. En grandes transiciones se exploran soluciones visionarias para el reto de la sostenibilidad, incluyendo nuevos arreglos socioeconómicos y cambios fundamentales de valores.

Describe una transición a una sociedad que preserva los sistemas naturales, provee altos niveles de bienestar social a través de suficiencia material y una distribución equitativa, a la vez que disfruta de un alto grado de solidaridad.

Para los niveles de intensidad en el escenario optimista se utilizan los valores disponibles para las mejores prácticas actuales. Se parte del supuesto que se llega a ese estado de racionalidad en el uso de los recursos naturales

8.4.1. Uso agrícola del agua

El consumo de agua por parte de la agricultura irrigada varía de acuerdo a una gran gama de factores, como el consumo de agua para los diferentes tipos de cultivo, diferentes climas, suelos con variadas tasas de retención de agua, la tecnología utilizada, etc.

Por lo tanto, hacer proyecciones para este sector es complicado, y con los datos actuales solamente podemos aspirar proyectar las tendencias que se podrían esperar en los escenarios. Para el análisis de la demanda del sector agrícola se calcula con la siguiente relación:

$$\text{Demanda} = [\text{Área irrigada}] \times [\text{Consumo de agua por hectárea}]$$

Para calcular la demanda a nivel futuro se cuenta con las áreas irrigables del valle y el consumo unitario por sectores de riego (bloques de Riego). Para efectuar las proyecciones futuras se esta basándose experiencias pasadas.

El escenario Pesimista su proyección se basa al crecimiento pasado de la irrigación utilizando los datos porcentuales (1.39 veces) de proyecciones al año 2050 propuestas por GSG. Para el escenario Optimista se asume una tendencia de crecimiento igual a la propuesta por el GSG, que indica que al 2050 el área irrigada en América Latina será 1.28 veces la que se tenía en 1995. Entonces se calcula un incremento gradual anual entre los años 2000 y 2050, asumiendo dicha tasa de crecimiento. Por último, el nivel de actividad para el escenario Status Quo se calcula como el promedio entre el escenario Pesimista y el Optimista.

Para efectuar el análisis de la demanda de agua en situación futura, los valores de las proyecciones de área irrigada en los sectores de riego (bloques de riego) y para los diferentes escenarios, se muestran en el **CUADRO Nº 8.4.1**.

La intensidad de uso de agua para los sectores de riego (bloques de riego) del valle de Mala, se muestra en el **CUADRO Nº 8.4.2**, donde las medidas convencionales para efectuar el análisis están $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Los resultados de la demanda de agua en situación futura para tres escenarios, bloques de riego y para los años seleccionados (año base 2,005, 2,010 y 2020), se aprecia en el **CUADRO Nº 8.4.3**.

En el **GRAFICO Nº 8.4.1** se resume la demanda total en situación futura para los distintos sectores de riego y para el escenario Pesimista y la proyección del año base, 2010 y 2020.

En el **GRAFICO Nº 8.4.2** se muestra los resultados de la demanda total en situación futura para los distintos sectores de riego y para el escenario Status Quo, así como la proyección del año base, 2010 y 2020.

En el **GRAFICO Nº 8.4.3** se muestra los resultados de la demanda total en situación futura para los sectores de riego (bloques de riego), para el escenario Optimista, así como los resultados de la proyección del año base, 2010 y 2020.

CUADRO Nº 8.4.1 PROYECCIONES DE ÁREAS DE RIEGO VALLE DE MALA (ha)

ESCENARIOS	DISTRITO	2005	2010	2020
PESIMISTA	Calango	368.74	407.97	434.12
	Sn andres	557.07	616.34	655.84
	Correvientos Rinconada	815.81	902.61	960.45
	Flores Azpitia	307.65	340.38	362.20
	Escala Salitre	1313.74	1453.52	1546.67
	Bujama	1328.64	1470.01	1564.21
	Flores San Antonio	573.92	634.99	675.68
	Minay	262.34	290.25	308.85
Total		5527.91	6116.08	6508.01
STATUS QUO	Calango	368.74	402.44	424.90
	Sn andres	557.07	607.99	641.91
	Correvientos Rinconada	815.81	890.38	940.06
	Flores Azpitia	307.65	335.77	354.51
	Escala Salitre	1313.74	1433.82	1513.82
	Bujama	1328.64	1450.08	1530.99
	Flores San Antonio	573.92	626.38	661.33
	Minay	262.34	286.32	302.29
Total		5527.91	6033.16	6369.81
OPTIMISTA	Calango	368.74	396.91	415.68
	Sn andres	557.07	599.63	627.99
	Correvientos Rinconada	815.81	878.14	919.66
	Flores Azpitia	307.65	331.15	346.81
	Escala Salitre	1313.74	1414.11	1480.98
	Bujama	1328.64	1430.15	1497.78
	Flores San Antonio	573.92	617.77	646.98
	Minay	262.34	282.38	295.74
Total		5527.91	5950.24	6231.61

CUADRO Nº 8.4.2 INTENSIDAD DE USO DE AGUA POR SECTORES DE RIEGO VALLE DE MALA (m³/ha/año)

ESCENARIOS	DIST	AÑO BASE	2010	2020
PESIMISTA	Calango	35093.00	39209.4	41953.7
	Sn andres	25550.00	28547.0	30545.0
	Correvientos Rinconada	24551.00	27430.8	29350.7
	Flores Azpitia	31249.00	34914.5	37358.2
	Escala Salitre	24578.00	27461.0	29383.0
	Bujama	18704.00	20898.0	22360.6
	Flores San Antonio	23371.00	26112.4	27940.0
	Minay	36313.00	40572.5	43412.2
Total		219409.00	245145.7	262303.5
STATUS QUO	Calango	35093.00	38444.4	40676.3
	Sn andres	25550.00	27990.0	29615.0
	Correvientos Rinconada	24551.00	26895.6	28457.1
	Flores Azpitia	31249.00	34233.3	36220.7
	Escala Salitre	24578.00	26925.2	28488.4
	Bujama	18704.00	20490.2	21679.8
	Flores San Antonio	23371.00	25602.9	27089.3
	Minay	36313.00	39780.9	42090.4
Total		219409.00	240362.6	254317.0
OPTIMISTA	Calango	35093.00	38826.9	41315.0
	Sn andres	25550.00	28268.5	30080.0
	Correvientos Rinconada	24551.00	27163.2	28903.9
	Flores Azpitia	31249.00	34573.9	36789.4
	Escala Salitre	24578.00	27193.1	28935.7
	Bujama	18704.00	20694.1	22020.2
	Flores San Antonio	23371.00	25857.7	27514.7
	Minay	36313.00	40176.7	42751.3
Total		219409.00	242754.1	258310.2

CUADRO Nº 8.4.3 RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES PARA LA DEMANDA DE AGUA (AÑO BASE 2,005, 2,010 Y 2,020) VALLE DE MALA (MMC)

ESCENARIOS	DISTRITO	AÑO BASE-2005	2010	2020
PESIMISTA	Calango	12.940	15.996	18.213
	San Andrés	14.233	17.595	20.033
	Correvientos Rinconada	20.029	24.759	28.190
	Flores Azpitia	9.614	11.884	13.531
	Escala Salitre	32.289	39.915	45.446
	Bujama	24.851	30.720	34.977
	Flores San Antonio	13.413	16.581	18.878
	Minay	9.526	11.776	13.408
Total		136.895	169.228	192.675
STATUS QUO	Calango	12.940	15.472	17.283
	San Andrés	14.233	17.018	19.010
	Correvientos Rinconada	20.029	23.947	26.751
	Flores Azpitia	9.614	11.494	12.840
	Escala Salitre	32.289	38.606	43.126
	Bujama	24.851	29.712	33.192
	Flores San Antonio	13.413	16.037	17.915
	Minay	9.526	11.390	12.724
Total		136.895	163.676	182.842
OPTIMISTA	Calango	12.940	15.411	17.174
	San Andrés	14.233	16.951	18.890
	Correvientos Rinconada	20.029	23.853	26.582
	Flores Azpitia	9.614	11.449	12.759
	Escala Salitre	32.289	38.454	42.853
	Bujama	24.851	29.596	32.981
	Flores San Antonio	13.413	15.974	17.801
	Minay	9.526	11.345	12.643
Total		136.895	163.033	181.684

GRAFICO Nº 8.4.1 DEMANDA TOTAL DE LOS SECTORES DE RIEGO DEL ESCENARIO PESIMISTA VALLE DE MALA

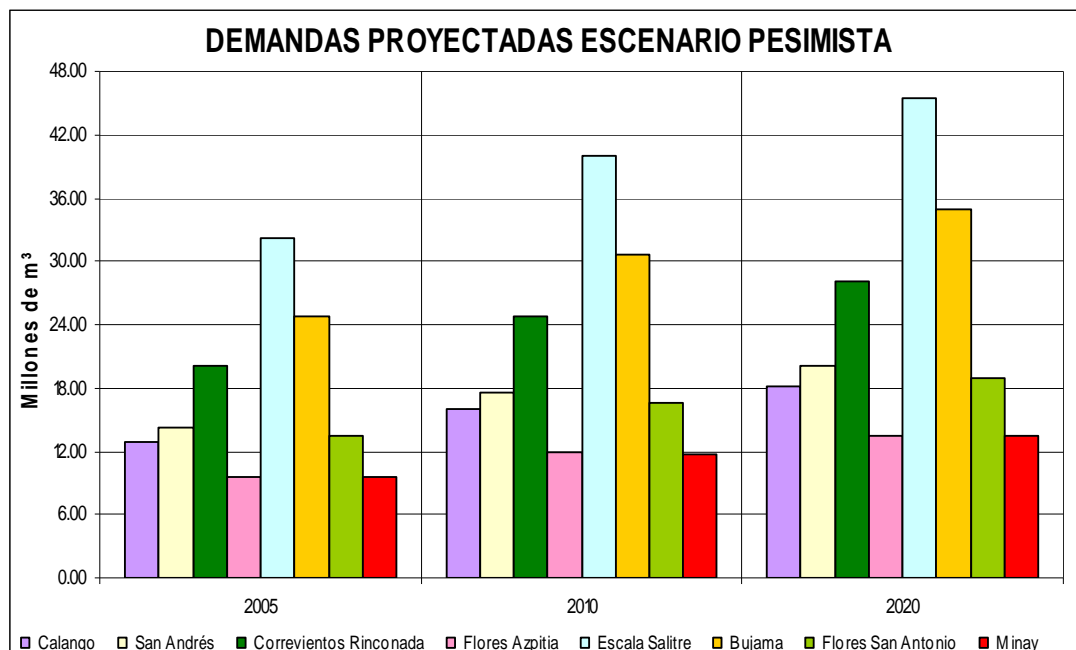


GRAFICO Nº 8.4.2 DEMANDA TOTAL DE LOS SECTORES DE RIEGO DEL ESCENARIO STATUS QUO VALLE DE MALA

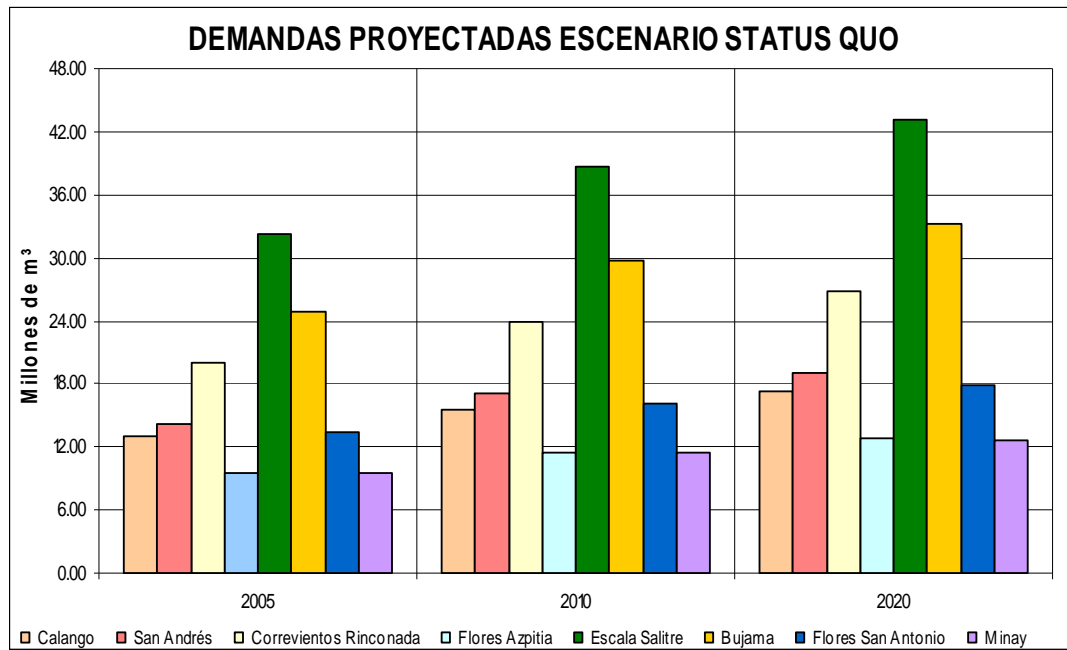
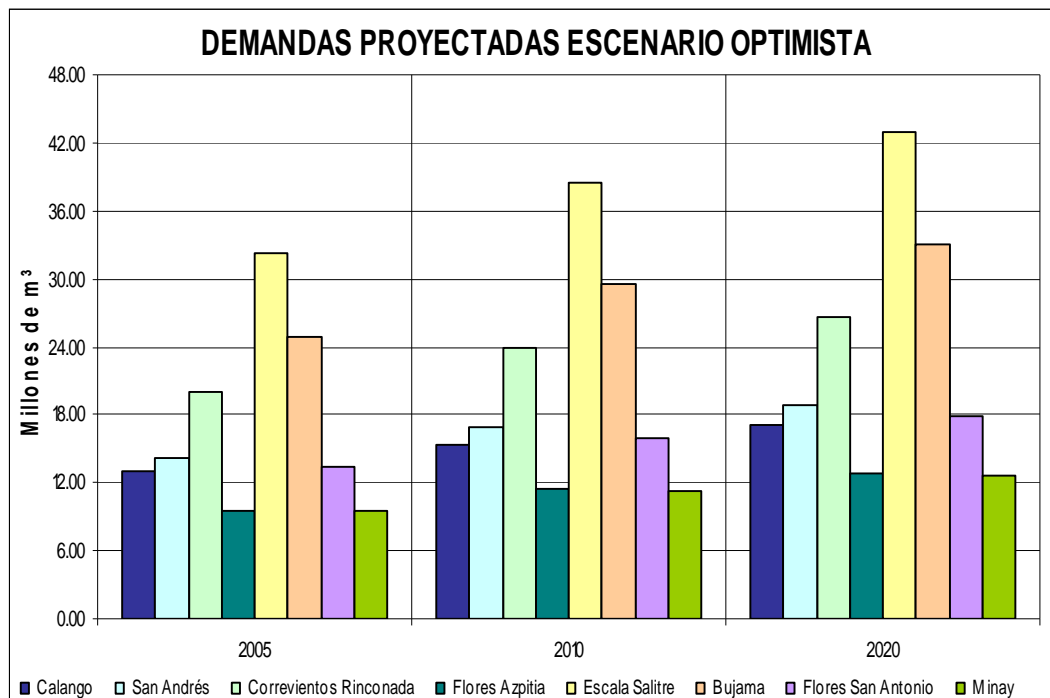


GRAFICO Nº 8.4.3 DEMANDA TOTAL DE LOS SECTORES DE RIEGO DEL ESCENARIO OPTIMISTA VALLE DE MALA



8.4.2. Demanda de agua para consumo poblacional

La demanda de agua para consumo poblacional esta influenciada por varios factores, entre ellos se cuenta como el nivel de ingreso per. Capita, la tecnología, la disponibilidad del agua.

En la actualidad, las intensidades de consumo de agua doméstico varían entre distritos. La tendencia general se aprecia a que a mayor ingreso económico se aumenta la demanda de agua para uso doméstico. Similarmente se da un aumento de la demanda de agua conforme crece la población.

Es menester recordar que la demanda para el sector que se analiza se calcula como:

$$\text{Demanda} = [\text{Población}] \times [\text{Consumo per cápita de agua}]$$

Los valores para la población se obtuvieron de los censos de población a nivel de distrito y provincia del censo realizado los años 1961, 1972, 1981, 1993 y 2005 por el INEI, efectuado en el capítulo II del presente estudio 2.4.1, donde se obtuvo la tasas de crecimiento para la cuenca del río Mala.

En el análisis se ha tomado una proyección intermedia para el escenario Estatus Quo, una mínima para el escenario Optimista y una máxima para el escenario Pesimista. El año 2005 se le nombra como año base y se usaron las proyecciones del año 2,010 y 2,020. En el **CUADRO Nº 8.4.4** se muestran las proyecciones de población de los distritos del valle de mala, con los escenarios.

CUADRO Nº 8.4.4 PROYECCION DE LA POBLACIÓN DEL VALLE DE MALA, BAJO TRES ESCENARIOS(Pesimista, Status Quo y Optimista)

ESCENARIOS	DISTRITO	2005	2010	2020
PESIMISTA	Calango	2559	2811	3315
	Mala	25520	28034	33061
	San Antonio	3460	3801	4482
	Santa Cruz de Flores	2450	2691	3174
Total		33989	37337	44033
STATUS QUO	Calango	2559	2788	3244
	Mala	25520	28873	35579
	San Antonio	3460	3762	4367
	Santa Cruz de Flores	2450	2593	2879
Total		33989	38016	46069
OPTIMISTA	Calango	2559	2777	3212
	Mala	25520	27689	32028
	San Antonio	3460	3754	4342
	Santa Cruz de Flores	2450	2658	3075
Total		33989	36878	42656

En lo que respecta a la intensidad de uso del recurso hídrico por parte del sector doméstico, para el escenario Status Quo, se utilizo la intensidad actual para cada distrito y luego se proyecto a futuro, como se muestra en el **CUADRO Nº 8.4.5**, para los otros escenarios se aplica las mejoras culturales, tanto en el uso como es su operación de los sistemas, pretendiendo que el nivel cultural de los usuarios cambia y mejora a medida que pasa el tiempo.

Los resultados de las proyecciones obtenidas para la demanda de agua en situación futura para los tres escenarios se muestran en el **CUADRO Nº 8.4.6**

En el **GRAFICO Nº 8.4.4**, se muestra la demanda de agua a nivel futura para el escenario Pesimista; el **GRAFICO Nº 8.4.5** muestra la demanda de agua a nivel futura del escenario Status Quo y el **GRAFICO Nº 8.4.6** muestra la demanda de agua a nivel del escenario Optimista.

CUADRO Nº 8.4.5 INTENSIDAD DE USO DEL AGUA SECTOR DOMESTICO A NIVEL FUTURO PARA TRES ESCENARIOS DEL VALLE DE MALA (m³/per cápita/año)

ESCENARIOS	DISTRITO	AÑO BASE	2010	2020
PESIMISTA	Calango	65.7	85.4	109.5
	Mala	65.7	85.4	109.5
	San Antonio	65.7	85.4	109.5
	Santa Cruz de Flores	65.7	85.4	109.5
Total		262.8	341.6	438.0
STATUS QUO	Calango	65.7	82.1	94.9
	Mala	65.7	82.1	94.9
	San Antonio	65.7	82.1	94.9
	Santa Cruz de Flores	65.7	82.1	94.9
Total		262.8	328.5	379.6
OPTIMISTA	Calango	65.7	78.8	91.3
	Mala	65.7	78.8	91.3
	San Antonio	65.7	78.8	91.3
	Santa Cruz de Flores	65.7	78.8	91.3
Total		262.8	315.4	365.0

CUADRO Nº 8.4.6 RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES A FUTURO DEL USO DEL AGUA SECTOR DOMESTICO Y TRES ESCENARIOS DEL VALLE DE MALA (m³)

ESCENARIOS	DISTRITO	2005	2010	2020
PESIMISTA	Calango	168126	240093	363013
	Mala	1676661	2394360	3620197
	San Antonio	227322	324627	490826
	Santa Cruz de Flores	160965	229866	347550
Total		2233073	3188946	4821586
STATUS QUO	Calango	168126	228965	307856
	Mala	1676661	2371195	3376447
	San Antonio	227322	308954	414428
	Santa Cruz de Flores	160965	212950	273217
Total		2233073	3122064	4371948
OPTIMISTA	Calango	168126	218900	293053
	Mala	1676661	2183017	2922519
	San Antonio	227322	295973	396235
	Santa Cruz de Flores	160965	209576	280571
Total		2233073	2907467	3892378

GRAFICO Nº 8.4.4 DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO ESCENARIO PESIMISTA DE LOS DISTRITOS DEL VALLE DE MALA

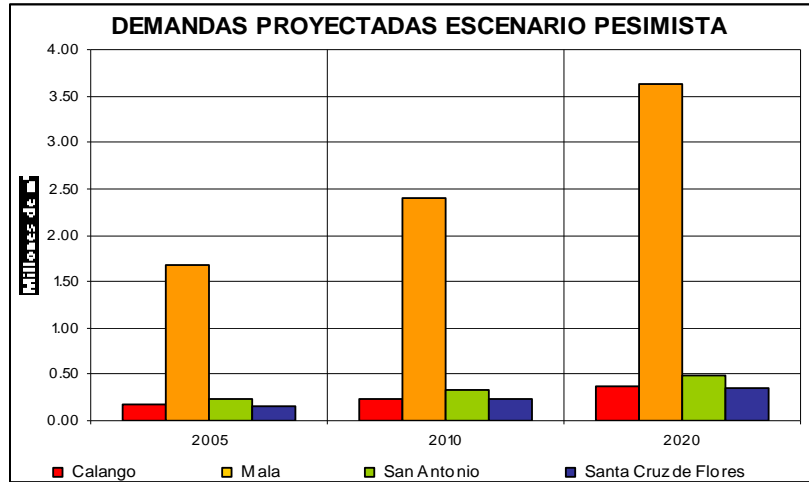


GRAFICO Nº 8.4.5 DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO ESCENARIO STATUS QUO DE LOS DISTRITOS DEL VALLE DE MALA

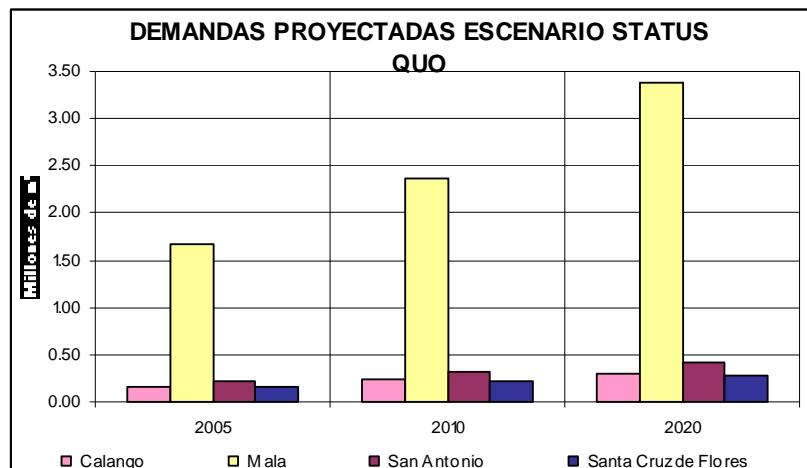
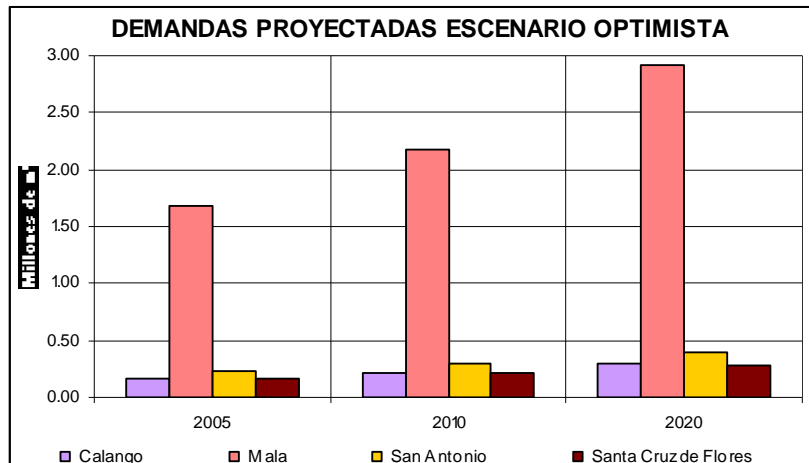


GRAFICO Nº 8.4.6 DEMANDA DE AGUA USO DOMESTICO ESCENARIO OPTIMISTA DE LOS DISTRITOS DEL VALLE DE MALA



8.4.3. Otros consumos de agua

El mayor consumo y/o demanda de agua esta concentrado en la parte del sector agrario, seguido por el uso domestico o poblacional. Los sectores industrial, hidroeléctrico, pecuario, entre otros presentan muy baja proporción de la demanda hídrica, es decir, son casi inexistentes.

En general, en el ámbito de la cuenca, otros consumos hídricos no representan mayor importancia; sin embargo mencionamos que mayormente lo utilizan en algunas zonas (lagunas y ríos) para cría de pescado y camarones, por lo que su uso no ocasiona gasto alguno.

Se conoce también, que el las partes altas existen minas que explotaban aguas subterráneas; sin embargo, según a las visitas de campo realizadas entre el mes septiembre a noviembre, se ha constatado que ninguna de las minas se encuentra operativa.

IX. BALANCE HIDRICO

9.1. Aspectos generales

Después de conocer en forma cuantitativa las características hídricas del valle de Mala, mediante el balance hidrológico, es decir a través de una comparación entre la disponibilidad y las demandas de agua de las áreas del valle.

Las áreas de riego del valle se encuentran condicionadas a una irregular disponibilidad del recurso hídrico. Este problema surge por las variaciones de sus caudales en la disponibilidad de estos de modo imprevisible, especialmente cuando las descargas del río no son reguladas. Las actividades agrícolas, por su naturaleza no pueden seguir el desigual ritmo de estas variaciones y su planeamiento se basa principalmente a las probables disponibilidades estacionales, que por si es un riesgo, acrecentándose si son frecuentes.

En aras de la verdad, el valle llega a alcanzar un estado de equilibrio aparente, en el cual, una extensión de tierra se mantiene preparada para producir cuando el agua esta llega exactamente a tiempo y para soportar, hasta a un límite económicamente permisible; cuando ocurra lo contrario entonces se producen grandes pérdidas. Asimismo, se requiere de un análisis a fondo, cuya realización escapa a los alcances del presente estudio, para determinar en forma detallada y óptima el equilibrio.

Por otro lado, el uso actual de las tierras en el valle a alcanzado su máxima extensión explotable; sin embargo, no esta latente los fenómenos naturales que pueden ocasionar pérdidas de áreas y ocasionar daños a la economía del valle.

Para los fines del balance hidrológico, la disponibilidad de agua esta dada por los recursos hídricos superficiales medidas en la estación de aforos La Capilla entre el periodo 1,938 – 2,005, las aguas subterráneas extraídas del subsuelo mediante bombas y las aguas de recuperación.

9.2. Disponibilidad hídrica

9.2.1. Aporte de agua superficial de río

La disponibilidad hídrica del valle de Mala, son los caudales naturales medidos en la estación La Capilla indicado en el **CUADRO Nº 9.2.1** y **CUADRO Nº 9.2.2**

La variación mensual y anual de la disponibilidad hídrica se presenta a nivel de caudales medios mensuales, a niveles del 50%, 75%, 90% y 95% de persistencia, en miles de metros cúbicos (MMC).

CUADRO Nº 9.2.1 DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DEL RIO MALA (m³/s)

Información Completa Estación La Capilla

ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
Número	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
media	31.11	53.66	57.45	24.12	6.56	3.10	2.13	1.67	1.56	2.54	4.85	12.38	16.76
Máximo	91.71	180.36	179.13	67.31	20.09	9.67	6.29	4.57	4.58	13.26	28.92	55.95	180.36
Mínimo	1.74	6.12	13.37	2.89	1.19	0.97	0.80	0.64	0.53	0.58	0.72	0.92	0.53

DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DEL RIO MALA (MMC)													
Información Completa Estación La Capilla													
ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
Número	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
media	83.31	131.11	153.89	62.51	17.57	8.05	5.72	4.47	4.05	6.80	12.57	33.15	528.93
Máximo	245.64	451.90	479.79	174.47	53.82	25.06	16.84	12.25	11.87	35.52	74.96	149.84	479.79
Mínimo	4.66	14.80	35.80	7.48	3.18	2.52	2.15	1.72	1.38	1.55	1.86	2.46	1.38

CUADRO Nº 9.2.2 PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUAL DEL RIO MALA (m³/s)
Información Completa Estación La Capilla

P %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
50.0	23.78	41.99	40.64	10.99	5.59	2.73	1.92	1.55	1.43	2.02	3.35	8.32	13.39
75.0	12.11	22.38	30.91	11.43	3.36	1.76	1.30	1.13	1.00	1.20	1.72	3.73	7.60
90.0	8.08	15.34	23.27	8.17	7.48	1.36	1.03	0.94	0.81	0.88	1.16	2.30	5.44
95.0	7.06	13.53	21.17	7.31	2.24	1.24	0.95	0.88	0.76	0.79	1.01	1.96	4.87

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUAL DEL RIO MALA (MMC)													
Información Completa Estación La Capilla													
P %	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
50.0	63.09	102.49	132.96	51.81	14.97	7.08	5.14	3.94	3.71	5.41	8.68	22.28	421.38
75.0	32.44	54.63	82.79	29.63	9.00	4.56	3.48	2.71	2.59	3.21	4.46	9.99	239.80
90.0	21.64	33.47	62.33	21.18	6.64	3.53	2.76	2.14	2.10	2.36	3.01	6.16	171.65
95.0	18.91	33.02	56.70	18.95	6.00	3.21	2.54	2.01	1.97	2.12	2.62	5.25	153.65

9.2.2. Aporte de aguas de almacenamiento

Actualmente la cuenca no cuenta con represamientos que embalsan el recurso hídrico. En capítulos anteriores del presente estudio mencionamos los fundamentos por los cuales no existe aporte de las aguas de almacenamiento.

9.2.3. Aporte de aguas de recuperación

En el valle de Mala, las aguas de recuperación de acuerdo al nombre del canal, margen, ubicación de comisiones de regantes o bloques de riego, se muestra en el **CUADRO Nº 9.2.3.**

CUADRO Nº 9.2.3 UBICACIÓN DE LAS AGUAS DE RECUPERACIÓN

Nº	COMISION DE REGANTES	CANAL	MARGEN	CAPTACION (m³/s)
1	FLORES-SAN ANTONIO	LA LAGUNA	DERECHA	0.060
2		MONTE CHICO	DERECHA	0.002
3		MONTEGRANDE	DERECHA	0.017
4		CHONTA	DERECHA	0.040
5	ESCALA-SALITRE	CALLEJON DE LA LINEA	IZQUIERDA	0.040
6		SALITRE	IZQUIERDA	0.050
7		ESCALABAJA	IZQUIERDA	0.060
8	FLORES-AZPITIA	EL DORADO	DERECHA	0.030
9	CORREVIENTO-RINCONADA	LA PLAYA	IZQUIERDA	0.009
10		SAN JOSE DEL MONTE	IZQUIERDA	0.003
TOTAL AÑO				0.311

Fuente: J.U.Mala-Omas e Inventario de Fuentes de agua Superficiales(2,005)

La disponibilidad hídrica de las aguas de recuperación se presenta en el **CUADRO Nº 9.2.4**

CUADRO Nº 9.2.4 DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LAS AGUAS DE RECUPERACIÓN

VALLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q.MEDIO
(m³/s)	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311	0.311
(MMC)	0.833	0.752	0.833	0.806	0.833	0.806	0.833	0.833	0.806	0.833	0.806	0.833	0.817

9.2.4. Aporte de aguas subterráneas

Para efectuar el presente estudio, se ha requerido la información proveniente del estudio "Inventario y Monitoreo de las Aguas

Subterráneas en el Valle Mala” realizado en el año 2002 por la Dirección General de Aguas y Suelos del INRENA.

Con la finalidad de encontrar la oferta hídrica de los recursos subterráneos a nivel de comisión de regantes o bloques de riego se determino los caudales disponibles para el valle de Mala.

En el referido estudio se inventariaron 337 pozos, de los cuales 269 se encuentran operativos, 63 utilizables y 5 no utilizables. De los pozos operativos 247 son de uso domestico, 13 con fines agrícolas, 6 para uso pecuario y 3 de uso industrial.

Asimismo, se identificaron 12 manantiales, de los cuales 9 estaban destinados para uso doméstico y tres para riego. Sin embargo, en el último Inventario de Fuentes de Agua Superficiales que simultáneamente venimos efectuando, se han inventariado 4 manantiales más, que son destinados para uso agrícola como se puede apreciar en el **CUADRO Nº 9.2.5**.

Para valuar la explotación de los recursos hídricos subterráneos a nivel integral considerando que las fuentes de agua subterránea que son extraídos mediante bombas, lo referimos como artificiales y los manantiales como aguas naturales, ver **CUADRO Nº 9.2.6**.

CUADRO Nº 9.2.5. MANANTES DE USO AGRICOLA VALLE DE MALA

Nº	MANANTIAL	CAUDAL		COMISION DE REGANTES
		(l/s)	(l/s)	
1	SANATA CLORINDA	40	40	BUJAMA
2	RINCONADA1	15	25	CORREVIENTOS
3	RINCONAD 4	10		
4	ESQUIVILCA	30	80	FLORES SAN ANTONIO
5	LOS PATILLOS	15		
6	LAS ANIMAS	20		
7	MONTE CHICO	15		

CUADRO Nº 9.2.6. DISPONIBILIDAD HIDRICA DE AGUAS SUBTERRANEAS VALLE DE MALA

DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS(USO AGRICOLA)													
VALLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
(MMC)	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	5.300
DISPONIBILIDAD HIDRICA MENSUAL Y ANUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS(OTROS USOS)													
(MMC)	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937	11.240
DISPONIBILIDAD HIDRICA TOTAL MENSUAL Y ANUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS (MMC)													
TOTAL (MMC)	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	1.378	16.540

Finalmente en el **CUADRO Nº 9.2.7** muestro la disponibilidad total en tres alternativas:

- 1.- Disponibilidad hídrica total considerando solamente a los caudales del río Mala desviados al 75% de persistencia.
- 2.- Disponibilidad hídrica total considerando a los caudales mensuales del río Mala desviados al 75% de persistencia e incluyendo las aguas subterráneas de uso agrícola.
- 3.- Disponibilidad hídrica total considerando a los caudales del río Mala desviados al 75% de persistencia, las aguas subterráneas y las aguas de recuperación.

CUADRO Nº 9.2.7. DISPONIBILIDAD HIDRICA TOTAL (TRES ALTERNATIVAS)

DISPONIBILIDAD HIDRICA TOTAL(RIO MALA)												
CONSIDERANDO LA DISPONIBILIDAD DEL RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA												
UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
MMC	32.440	54.630	82.790	29.630	9.000	4.560	3.480	2.710	2.590	3.210	4.460	9.990
DISPONIBILIDAD HIDRICA TOTAL(AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS)												
CONSIDERANDO LA DISPONIBILIDAD DEL RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA												
UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432
DISPONIBILIDAD HIDRICA TOTAL(TODAS LAS FUENTES*)												
CONSIDERANDO LA DISPONIBILIDAD DEL RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA												
UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
MMC	33.715	55.824	84.065	30.878	10.275	5.808	4.755	3.985	3.838	4.485	5.708	11.265

(*) Río Mala+aguas subterráneas+aguas de recuperación

9.3. Demanda hídrica total en situación actual y futura

Como anteriormente se explicó en el capítulo VIII, ítems 8.2.1 y 8.41, uso agrícola del agua para ambos casos (situación actual y futura de agua para la cuenca); la demanda hídrica total para la cuenca del valle de Mala en situación actual se muestra en el **CUADRO Nº 8.2.10** y la demanda en situación futura se muestra en el **CUADRO Nº 8.4.1**, de los cuales los resultados son los siguientes:

Demanda en situación actual:

- La mayor demanda le corresponde al bloque de riego escala salitre con 32.386 MMC (23.65%); y la menor demanda le corresponde a al bloque de riego Minay con 9.539 MMC (6.96%); correspondiéndoles 1,313.74 ha (24.66%) y 62.34 ha (1.17%) respectivamente de la demanda total.
- El mes con mayor demanda de agua corresponde a febrero con 17.015 MMC (12.42%) y con menor demanda al mes de agosto con 6.399 MMC (4.67%) de la demanda total.
- El bloque de riego con mayor área es Bujama que abarca 1328.6 ha (24.94%) y el bloque de menor área es Minay con 62.34 ha (1,17%) del área total.
- El área total irrigable del valle de mala es 5,327.91 ha y la demanda total alcanza a 136.959 MMC.

Demanda en situación futura:

De la proyección elaborada para la demanda en situación futura, se ha realizado el análisis para tres escenarios (Pesimista, Status Quo y Optimista) y para tres periodos (2,005 año base, 2,010 y 2,020), donde se considera los siguientes aspectos:

- Las proyecciones de demanda de agua se hicieron asumiendo que la disponibilidad del recurso hídrico no varía a futuro.
- Los escenarios futuros que se han efectuado tienen propósitos de apoyar al crecimiento y toma decisiones para poder contribuir y mejorar el valle hacia un porvenir más próspero y sostenible.
- Las tres clases amplias de escenarios se han denominado como: Mundo convencional (status quo), Barbarización (pesimista) y Grandes Transiciones (optimista)
- Su caracterización del escenario Status Quo tiene la visión de un sistema global en el siglo XXI que se desarrolla sin mayores sorpresas.

El futuro está moldeado por una continuación de la evolución, expansión y globalización de los valores dominantes y las relaciones socioeconómicas de la sociedad industrial.

- Su caracterización del escenario Pesimista, es que tiene la visión de una posibilidad de que las bases sociales, económicas y morales de la civilización se deterioran, conforme los problemas emergentes sobrepasan la capacidad de los mercados y las reformas políticas de lidiar con la situación. Para el caso específico de la demanda de agua del valle, el escenario pesimista considera una continuación de la sobre-explotación actual de los recursos hídricos (falta agua para irrigar más áreas).
- Su caracterización del escenario Optimista radica en la transformación social fundamental y favorable. En grandes transiciones se exploran soluciones visionarias para el reto de la sostenibilidad, incluyendo nuevos arreglos socioeconómicos y cambios fundamentales de valores. Describe una transición a una sociedad que preserva los sistemas naturales, provee altos niveles de bienestar social a través de suficiencia material y una distribución equitativa, a la vez que disfruta de un alto grado de solidaridad.
- Al igual que las demás cuencas de la costa peruana, el principal usuario del agua en términos de volumen es el sector agropecuario. Utiliza el 98.01% de la oferta hídrica existente del valle (265.838 MMC) y solamente 1.99% del agua esta destinado para otros usos (Agua potable, pecuario, Industrial y otros).

De los resultados de las proyecciones de las demandas hídricas a futuro se puede decir que:

- En el escenario pesimista, status quo y optimista la demanda agrícola es la misma.
- En el escenario pesimista para el año 2,010 la demanda agrícola se incrementa en un 23.62 % frente al año base (2,005) y para el año 2,020 la demanda se incrementa en un 40.75%, frente al año base.
- En el escenario status quo para el año 2,010 la demanda agrícola se incrementa en un 19.56 % frente al año base (2,005) y para el año 2,020 la demanda se incrementa en un 33.56%, frente al año base.
- En el escenario optimista para el año 2,010 la demanda agrícola se incrementa en un 19.09 % frente al año base (2,005) y para el año 2,020 la demanda se incrementa en un 32.72%, frente al año base
- Para el año 2010 el escenario pesimista frente al escenario Status Quo es en el 0.40% mayor y el 3.80% mayor frente al escenario optimista.
- Para el año 2020 el escenario pesimista frente al escenario Status Quo es en el 0.64% mayor y el 6.14% mayor frente al escenario optimista.

En resumen, en los tres escenarios existen diferencias de las demandas proyectadas a futuro, variando desde el año base 2,005 hasta el 2,020 proyectada.

9.4. Balance hídrico en situación actual de la cuenca

Para conocer los porcentajes de oferta y déficit hídrico del valle se ha realizado el balance hídrico. Es decir, se ha efectuado un análisis desde el punto de vista cuantitativo de la oferta hídrica en tres modalidades:

- a.- En **CUADRO N° 9.4.1**, marcado de celeste, se plantea un balance hídrico con solamente la oferta hídrica del río mala al 75% de persistencia y una demanda de riego para el total de bloques de riego y un área total irrigable del valle de 5527.91 ha.

b.- En el mismo cuadro, marcado con verde, se plantea un balance hídrico con la oferta hídrica del río mala al 75% de persistencia mas las aguas subterráneas y considerando una demanda de riego para el total de bloques de riego y un área total irrigable del valle de 5527.91 ha.

c.- En el mismo cuadro, marcado con color beige, se plantea un balance hídrico con la oferta hídrica del río mala al 75% de persistencia mas las aguas subterráneas y las aguas de recuperación, considerando el total de bloques de riego y una demanda de riego para un área irrigable total del valle de 5527.91 ha.

d.- En **CUADRO Nº 9.4.2**, marcado de celeste, se plantea el balance hídrico con la oferta hídrica del río mala al 75% de persistencia y una demanda de riego parcial, excluyendo las áreas de riego (146.75ha) de los bloques de riego de Minay y Calango 1, por encontrarse ubicados aguas arriba de la Estación Hidrométrica La Capilla. Considerando el área total irrigable de 5,181.16 ha.

e.- En el mismo cuadro, marcado de verde, se plantea el balance hídrico con la oferta hídrica del río mala al 75% de persistencia mas las aguas subterráneas para una demanda de riego parcial, excluyendo las áreas de riego (146.75ha) de los bloques de riego de Minay y Calango 1 por ubicarse aguas arriba de la Estación Hidrométrica La Capilla y un área total irrigable de 5,181.16 ha.

f.- En el mismo cuadro, marcado de color beige, se plantea el balance hídrico con la oferta hídrica del río mala al 75% de persistencia, las aguas subterráneas y las aguas de recuperación; para una demanda de riego parcial, excluyendo las áreas de riego (146.75ha) de los bloques de riego de Minay y Calango 1, por encontrarse ubicados aguas arriba de la Estación Hidrométrica La Capilla y un área total irrigable de 5,181.16 ha.

En el **CUADRO Nº 9.4.1**, donde la demanda se ha calculado con el área total irrigable (5,527.91 ha), para todos los bloques de riego, en los tres casos expuestos existe déficit hídrico en los meses de mayo a diciembre, presentándose el mes con mayor déficit en junio; y existiendo un superávit del recurso hídrico de enero a abril.

La demanda atendida al 100% se presenta en los meses de enero –abril y los meses de mayo-diciembre solamente es atendida una demanda que varia entre el 38.3% el mes de septiembre a 82.7% en diciembre (caso con aguas del río Mala). De la misma manera la variación de superávit y déficit ocurren con aguas incrementadas de aguas subterráneas y aguas de recuperación.

En el **CUADRO Nº 9.4.2**, donde la demanda hídrica excluye a los bloques de riego Minay y calango 1 en 146.75ha y solo se considera una demanda agrícola de 5,181.16ha, porque estos, se ubican aguas arriba de la Estación Hidrométrica La Capilla, en los tres casos expuestos igualmente existe déficit hídrico en los meses de mayo a diciembre, presentándose el mes con mayor déficit en junio; y existiendo un superávit del recurso hídrico de enero a abril.

La demanda atendida al 100% se presenta en los meses de enero –abril y los meses de mayo-diciembre solamente es atendida una demanda que varia entre el 42.6% el mes de septiembre a 89.7% en diciembre (caso con recursos del río Mala). De la misma manera la variación de superávit y déficit ocurren con aguas incrementadas de aguas subterráneas y aguas de recuperación.

CUADRO Nº 9.4.1 BALANCE HIDRICO CON TRES ALTERNATIVAS DEL VALLE DE MALA PARA 5,527.91ha.

UNIDAD	MESES DE RIEGO													TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
OFERTA HIDRICA RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA														
MMC	32.440	54.630	82.790	29.630	9.000	4.560	3.480	2.710	2.590	3.210	4.460	9.990	239.490	
DEMANDA HIDRICA TOTAL(5527.91 ha)														
MMC	15.033	17.015	16.250	15.005	12.022	10.322	7.998	6.399	6.759	8.252	9.817	12.087	136.959	
DEMANDA HIDRICA ATENDIDA														
MMC	32.440	54.630	82.790	29.630	9.000	4.560	3.480	2.710	2.590	3.210	4.460	9.990	239.490	
%	100.0	100.0	100.0	100.0	74.9	44.2	43.5	42.4	38.3	38.9	45.4	82.7	67.52	
SUPERÁVIT														
MMC	17.407	37.615	66.540	14.625	-	-	-	-	-	-	-	-	136.187	
DÉFICIT														
MMC	-	-	-	-	3.022	5.762	4.518	3.689	4.169	5.042	5.357	2.097	33.656	
%	-	-	-	-	25.1	55.8	56.5	57.6	61.7	61.1	54.6	17.3	48.72	
OFERTA HIDRICA RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA + AGUAS SUBTERRANEAS														
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432	244.790	
DEMANDA HIDRICA TOTAL(5527.91 ha)														
MMC	15.033	17.015	16.250	15.005	12.022	10.322	7.998	6.399	6.759	8.252	9.817	12.087	136.959	
DEMANDA HIDRICA ATENDIDA														
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432	244.790	
%	100	100	100	100	78.5	48.5	49.0	49.3	44.9	44.3	49.9	86.3	70.89	
SUPERÁVIT														
MMC	17.849	38.057	66.982	15.067	-	-	-	-	-	-	-	-	137.954	
DÉFICIT														
MMC	-	-	-	-	2.580	5.320	4.076	3.247	3.727	4.600	4.915	1.655	30.122	
%	-	-	-	-	21.5	51.5	51.0	50.7	55.1	55.7	50.1	13.7	43.67	
OFERTA HIDRICA RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA + AGUAS SUBTERRANEAS + AGUAS DE RECUPERACION														
MMC	33.715	55.824	84.065	30.878	10.275	5.808	4.755	3.985	3.838	4.485	5.708	11.265	254.598	
DEMANDA HIDRICA TOTAL(5527.91 ha)														
MMC	15.033	17.015	16.250	15.005	12.022	10.322	7.998	6.399	6.759	8.252	9.817	12.087	136.959	
DEMANDA HIDRICA ATENDIDA														
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432	244.790	
%	100	100	100	100	85.5	56.3	59.4	62.3	56.8	54.3	58.1	93.2	77.16	
SUPERÁVIT														
MMC	18.682	38.809	67.815	15.873	-	-	-	-	-	-	-	-	141.178	
DÉFICIT														
MMC	-	-	-	-	1.747	4.514	3.243	2.414	2.921	3.767	4.109	0.822	23.539	
%	-	-	-	-	14.5	43.7	40.6	37.7	43.2	45.7	41.9	6.8	34.26	

En el **GRAFICO Nº 9.4.1**, se puede apreciar las tres alternativas de variación respecto al recurso hídrico (río Mala color celeste, aguas subterráneas color verde y aguas de recuperación color beige) y con el área total de cada uno de los bloques de riego (5,527.91 ha),

En el **GRAFICO Nº 9.4.2**, se puede apreciar las tres alternativas de variación respecto al recurso hídrico (río Mala color celeste, aguas subterráneas color verde y aguas de recuperación color beige) y descontando las áreas de los bloques de riego Minay y Calango1 que asciende a un área de riego de (5,181.16 ha).

CUADRO Nº 9.4.2 BALANCE HIDRICO TRES ALTERNATIVAS DEL VALLE DE MALA PARA 5181.16ha.

UNIDAD	MESES DE RIEGO												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
OFERTA HIDRICA RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA													
MMC	32.440	54.630	82.790	29.630	9.000	4.560	3.480	2.710	2.590	3.210	4.460	9.990	239.490
DEMANDA HIDRICA TOTAL(5181.16 ha)													
MMC	13.860	15.600	14.710	13.610	10.810	9.250	7.130	5.810	6.080	7.470	8.950	11.140	124.420
DEMANDA HIDRICA ATENDIDA													
MMC	32.440	54.630	82.790	29.630	9.000	4.560	3.480	2.710	2.590	3.210	4.460	9.990	239.490
%	100.0	100.0	100.0	100.0	83.3	49.3	48.8	46.6	42.6	43.0	49.8	89.7	71.09
SUPERÁVIT													
MMC	18.580	39.030	68.080	16.020	-	-	-	-	-	-	-	-	141.710
DÉFICIT													
MMC	-	-	-	-	1.810	4.690	3.650	3.100	3.490	4.260	4.490	1.150	26.640
%	-	-	-	-	16.7	50.7	51.2	53.4	57.4	57.0	50.2	10.3	43.36
UNIDAD													
UNIDAD	MESES DE RIEGO												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
OFERTA HIDRICA RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA + AGUAS SUBTERRANEAS													
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432	244.790
DEMANDA HIDRICA TOTAL(5181.16 ha)													
MMC	13.860	15.600	14.710	13.610	10.810	9.250	7.130	5.810	6.080	7.470	8.950	11.140	124.420
DEMANDA HIDRICA ATENDIDA													
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432	244.790
%	100	100	100	100	87.3	54.1	55.0	54.2	49.9	48.9	54.8	93.6	74.82
SUPERÁVIT													
MMC	19.022	39.472	68.522	16.462	-	-	-	-	-	-	-	-	143.477
DÉFICIT													
MMC	-	-	-	-	1.368	4.248	3.208	2.658	3.048	3.818	4.048	0.708	23.106
%	-	-	-	-	12.7	45.9	45.0	45.8	50.1	51.1	45.2	6.4	37.77
UND													
UND	MESES DE RIEGO												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
OFERTA HIDRICA RIO MALA AL 75% DE PERSISTENCIA + AGUAS SUBTERRANEAS + AGUAS DE RECUPERACION													
MMC	33.715	55.824	84.065	30.878	10.275	5.808	4.755	3.985	3.838	4.485	5.708	11.265	254.598
DEMANDA HIDRICA TOTAL(5181.16 ha)													
MMC	13.860	15.600	14.710	13.610	10.810	9.250	7.130	5.810	6.080	7.470	8.950	11.140	124.420
DEMANDA HIDRICA ATENDIDA													
MMC	32.882	55.072	83.232	30.072	9.442	5.002	3.922	3.152	3.032	3.652	4.902	10.432	244.790
%	100	100	100	100	95.0	62.8	66.7	68.6	63.1	60.0	63.8	101.1	81.76
SUPERÁVIT													
MMC	19.855	40.224	69.355	17.268	-	-	-	-	-	-	-	-	146.701
DÉFICIT													
MMC	-	-	-	-	0.535	3.442	2.375	1.825	2.242	2.985	3.242	0.125	16.773
%	-	-	-	-	5.0	37.2	33.3	31.4	36.9	40.0	36.2	1.1	27.64

(*) No se considera las áreas de los Bloques de Riego Minay y Calago 1 , ubicados aguas arriba de la EH la Capilla.

En el **GRAFICO Nº 9.4.1**, se puede apreciar las tres alternativas de variación respecto al recurso hídrico (río Mala color celeste, aguas subterráneas color verde y aguas de recuperación color beige) y con el área total de cada uno de los bloques de riego (5527.91 ha),

En el **GRAFICO Nº 9.4.2**, se muestra tres alternativas con variaciones de la oferta hídrica y considerando un área de 5181.19 ha. De los bloques de riego ubicados aguas debajo de la Estación Hidrométrica La Capilla.

GRÁFICO Nº 9.4.1 BALANCE HIDRICO TRES ALTERNATIVAS DEL VALLE DE MALA PARA 5,527.91ha.

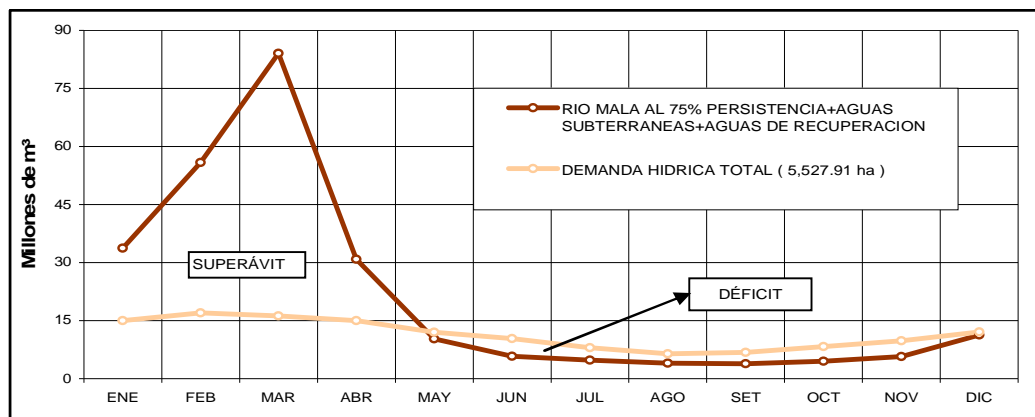
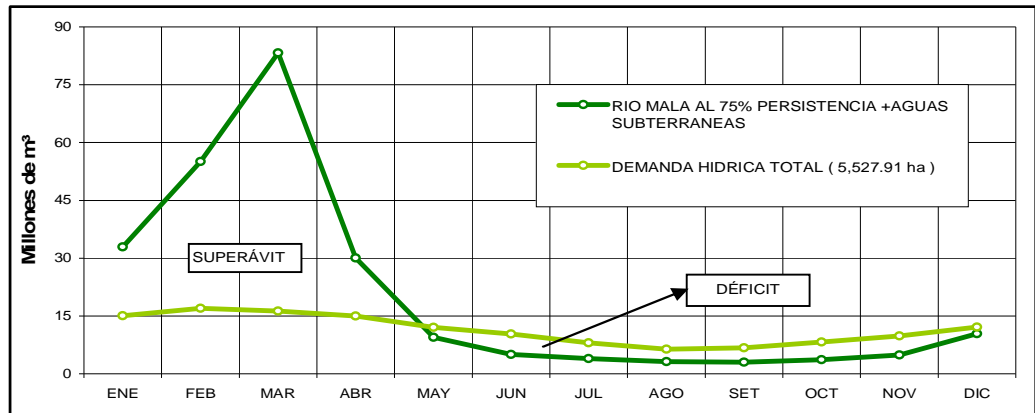
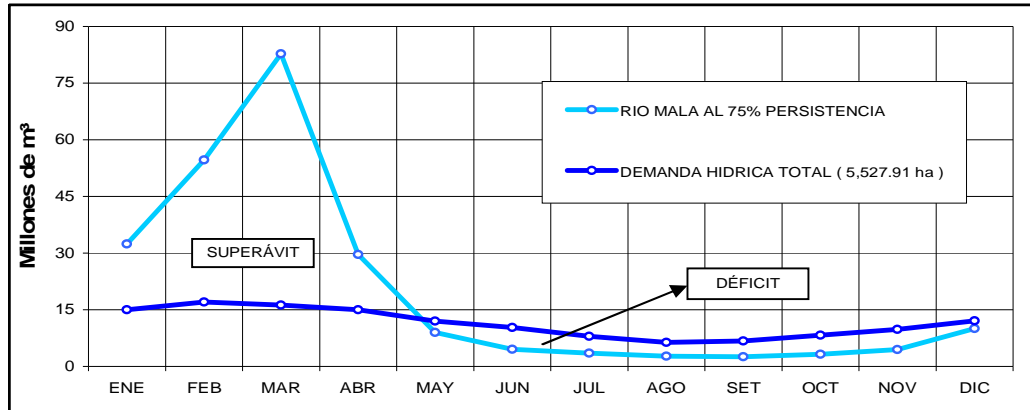
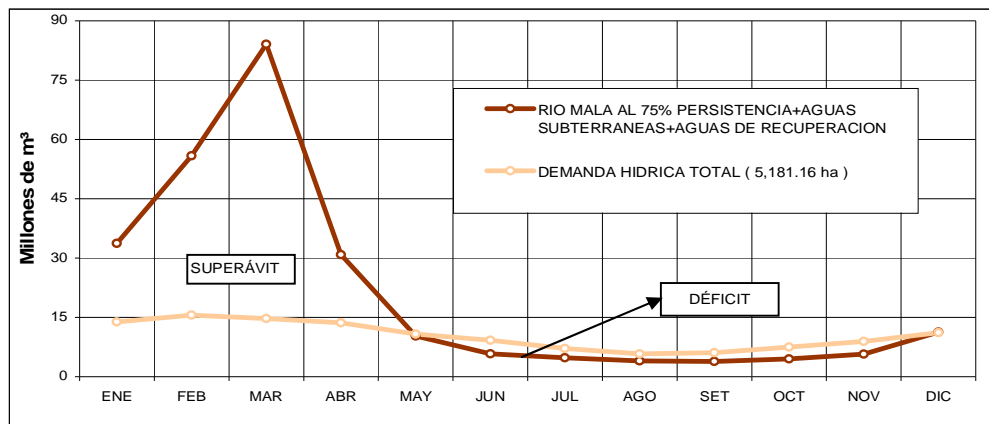
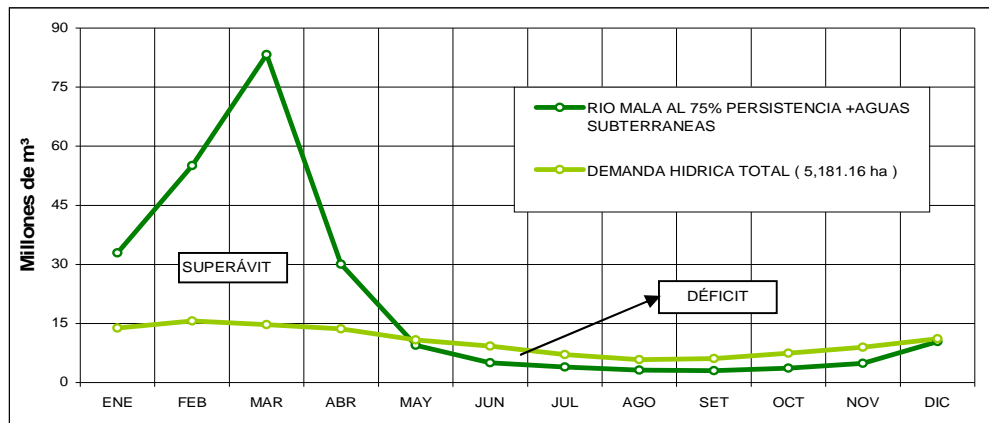
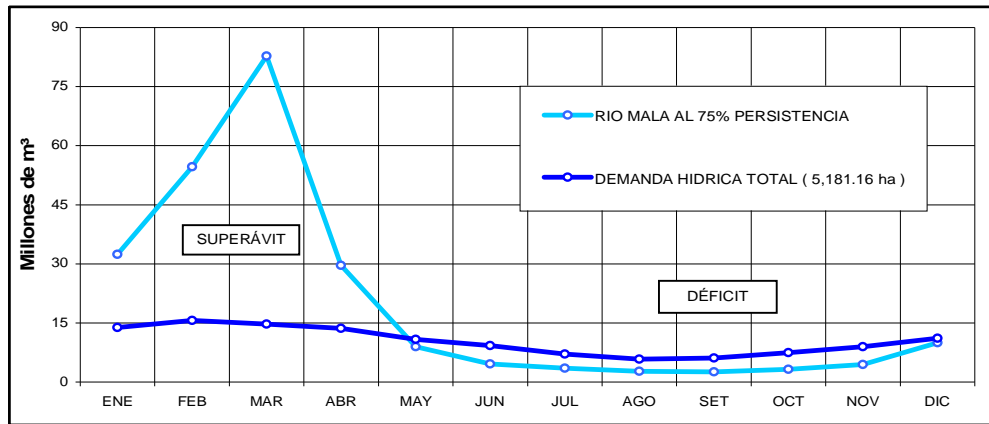


GRÁFICO N° 9.4.2 BALANCE HIDRICO TRES ALTERNATIVAS DEL VALLE DE MALA PARA 5,181.16ha.



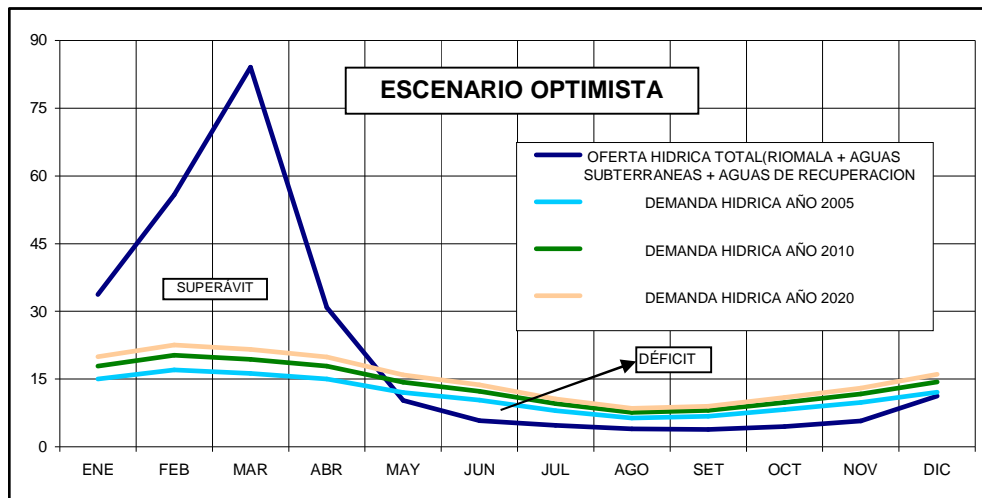
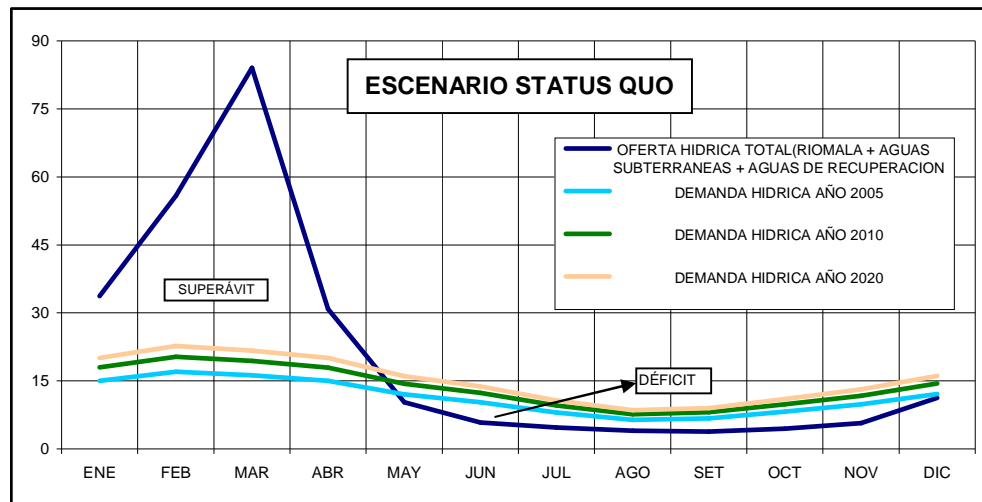
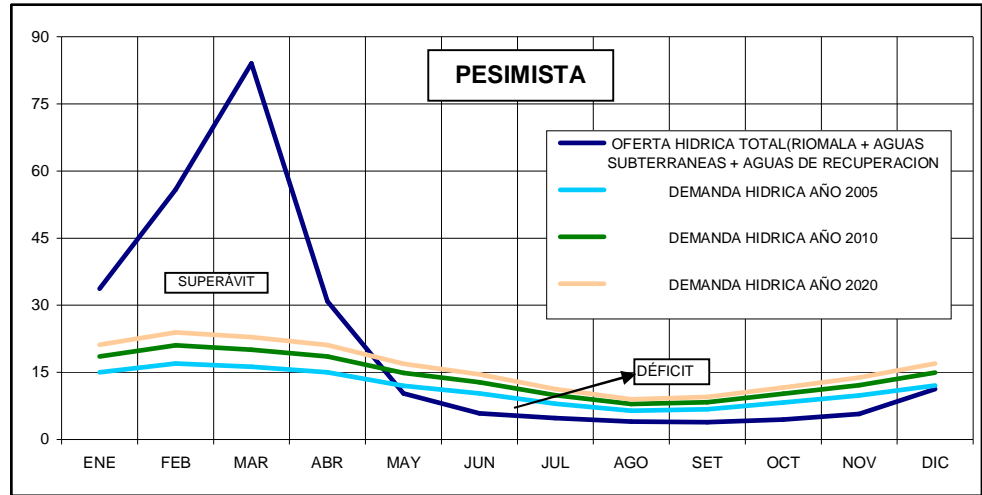
9.5. Balance hídrico de la cuenca en situación futura

El balance hídrico de la cuenca esta desarrollado en función del uso del agua en el valle, consignándose que los aportes del río Mala en el futuro tendrá el mismo caudal, mientras que se incrementaran las áreas de riego y por consiguiente la demanda. El **CUADRO Nº 9.5.1**, se muestra el balance hídrico en situación futuro y para tres escenarios, donde en todos los casos existe déficit en los meses de mayo a diciembre y superávit en los meses de enero a abril. El **GRAFICO Nº 9.5.1**, corrobora visualmente esta realidad del déficit y superávit existente.

CUADRO Nº 9.5.1 BALANCE HIDRICO EN SITUACION FUTURA (AÑOS BASE2005, 2010 Y 2020), CONSIDERANDO TRES ESCENARIOS DEL VALLE DE MALA

ESCENARIO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	total	
PESIMISTA	OFERTA HIDRICA TOTAL(RIOMALA + AGUAS SUBTERRANEAS + AGUAS DE RECUPERACION)														
	MMC	33.715	55.824	84.065	30.878	10.275	5.808	4.755	3.985	3.838	4.485	5.708	11.265	254.601	
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2005														
	MMC	15.026	17.007	16.242	14.998	12.016	10.317	7.994	6.396	6.756	8.248	9.812	12.081	136.895	
	SUPERÁVIT														
	MMC	18.689	38.817	67.823	15.880	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141.209
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	1.741	4.509	3.239	2.411	2.918	3.763	4.104	0.816	-	23.503
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2010														
	MMC	18.575	21.024	20.079	18.540	14.855	12.754	9.882	7.907	8.351	10.196	12.130	14.935	169.228	
	SUPERÁVIT														
	MMC	15.140	34.800	63.986	12.338	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126.264
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	4.580	6.946	5.127	3.922	4.513	5.711	6.422	3.670	-	40.891
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2020														
	MMC	21.149	23.937	22.861	21.109	16.913	14.521	11.252	9.002	9.509	11.609	13.811	17.004	192.675	
	SUPERÁVIT														
	MMC	12.566	31.887	61.204	9.769	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115.427
DÉFICIT															
MMC	-	-	-	-	6.638	8.713	6.497	5.017	5.671	7.124	8.103	5.739	-	53.501	
STATUS QUO	DEMANDA HIDRICA AÑO 2005														
	MMC	15.026	17.007	16.242	14.998	12.016	10.317	7.994	6.396	6.756	8.248	9.812	12.081	136.895	
	SUPERÁVIT														
	MMC	18.689	38.817	67.823	15.880	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141.209
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	1.741	4.509	3.239	2.411	2.918	3.763	4.104	0.816	-	23.503
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2010														
	MMC	17.966	20.334	19.420	17.932	14.367	12.336	9.558	7.647	8.077	9.862	11.732	14.445	163.676	
	SUPERÁVIT														
	MMC	15.749	35.490	64.645	12.946	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128.830
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	4.092	6.528	4.803	3.662	4.239	5.377	6.024	3.180	-	37.905
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2020														
	MMC	20.069	22.715	21.694	20.032	16.050	13.780	10.677	8.543	9.023	11.017	13.106	16.136	182.842	
	SUPERÁVIT														
	MMC	13.646	33.109	62.371	10.846	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119.972
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	5.775	7.972	5.922	4.558	5.185	6.532	7.398	4.871	-	48.213
OPTIMISTA	DEMANDA HIDRICA AÑO 2005														
	MMC	15.026	17.007	16.242	14.998	12.016	10.317	7.994	6.396	6.756	8.248	9.812	12.081	136.895	
	SUPERÁVIT														
	MMC	18.689	38.817	67.823	15.880	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141.209
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	21.699	45.507	76.071	24.482	3.519	2.440	5.057	8.096	-	186.871
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2010														
	MMC	17.895	20.254	19.344	17.862	14.311	12.287	9.521	7.617	8.046	9.823	11.686	14.388	163.033	
	SUPERÁVIT														
	MMC	15.820	35.570	64.721	13.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129.127
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	4.036	6.479	4.766	3.632	4.208	5.338	5.978	3.123	-	37.559
	DEMANDA HIDRICA AÑO 2020														
	MMC	19.942	22.571	21.557	19.905	15.948	13.693	10.610	8.489	8.966	10.947	13.023	16.034	181.684	
	SUPERÁVIT														
	MMC	13.773	33.253	62.508	10.973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120.507
	DÉFICIT														
	MMC	-	-	-	-	5.673	7.885	5.855	4.504	5.128	6.462	7.315	4.769	-	47.590

GRAFICO Nº 9.5.1 BALANCE HIDRICO EN SITUACION FUTURA (AÑOS BASE2005, 2010 Y 2020), CONSIDERANDO TRES ESCENARIOS DEL VALLE DE MALA



X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

- De acuerdo a la metodología Pfafstetter, la cuenca del río Mala pertenece a una cuenca de nivel 6 el código asignado es 137552.
- Dentro de la cuenca Mala se ha clasificado a cinco cuencas de nivel 7 y cuatro intercuenas de nivel 7; cuenca Quinches (1375522), Tantarará (1375524), Acacache (1375526), Aguaquiri (1375528), Alto Mala (1375529) y intercuenas de Nivel 7 Bajo Mala (1275521), Medio Bajo Mala (1375523), Media Mala (1375525), Medio Alto Mala (1375527).
- Políticamente integran 21 distritos, tres provincias del departamento de Lima.
- La cuenca posee aproximadamente 685 Km de carreteras que enlazan la capital del distrito de Mala con sus distritos.
- Según el último censo se ha encontrado que la cuenca lo habitan 45,479 habitantes.
- La tasa de crecimiento es positiva en todos los distritos de la provincia de Cañete, Calango con 1.78%, Mala 2.63%, San Antonio 1.74% y Santa Cruz de Flores 1.17%, y todos ellos alcanzan a un promedio de 1.83%; en la provincia de Yauyos los distritos de Omas y Tanta tienen una tasa de crecimiento del 3.15% y 0.19% respectivamente. En la provincia de Huarochirí los distritos de Mariatana y San Juan de Tantaranche tienen una tasa de crecimiento de 0.89% y 1.18% respectivamente. Los demás distritos en su tasa de crecimiento es negativa.
- En la cuenca del río mala se ha encontrado 93.9% de la población sabe leer y el 7.92% no sabe leer.
- El 81.18% de la población de la cuenca del río Mala tiene servicios de energía eléctrica, agua y desagüe y tiene casa propia.
- La agricultura es la mayor actividad de la población del valle de Mala, seguida por la ganadería y en menor escala la industria y otras actividades.
- La manzana es el cultivo con mayor área cultivable (31.32%), seguido del maíz grano (11.96%), vid (9.51%), maíz chala (8.22%), camote (4.65%), plátano (5.54%), algodón (4.09%).
- El turismo en el valle de Mala crece rápidamente en el distrito de Santa Cruz de Flores cuyo anexo San Vicente de Azpitia promueve el turismo nacional e internacional.
- Para el análisis de los parámetros hidrometeorológicos se está haciendo uso de la información de 17 estaciones pluviométricas, 5 estaciones que controlan la temperatura, 3 estaciones que registran información de evaporación, 5 estaciones que registran humedad relativa, 2 estaciones que registran velocidad de viento y dos estaciones que registran horas de sol.
- Del análisis realizado para la temperatura media mensual, se ha encontrado que las estaciones ubicadas en la parte baja a pie de valle

como estación La Capilla (442 msnm.) tiene mayor temperatura 20.76 °C, seguida de la estación Pacarán (721 msnm) con 20.60°C y la estación Cañete (158msnm) con 20.41°C.

- Del análisis realizado para la temperatura media mensual, se ha encontrado que las estaciones ubicadas en la parte alta de la cuenca como la estación Huarochirí (3,154 msnm.) tiene mayor temperatura 17.59 °C, seguida de la estación Yauyos (2,327 msnm) con 17.58°C.
- Del análisis efectuado para la evaporación media mensual, se ha encontrado que las estaciones ubicadas en la parte baja a pie de valle como estación Cañete (158 msnm) tienen menor evaporación 1235.2 mm, seguida de la estación Pacarán (721 msnm) con 1366.3 mm y la estación Yauyos (2,327 msnm) tiene mayor evaporación 1423.6mm.
- Se ha encontrado que las estaciones Huarochirí (3,154msnm), Yauyos (2,327msnm), La Capilla (442msnm) y Cañete (158msnm), tienen una humedad relativa media que varía de 80.3%,69.50%,80% y 85.20% respectivamente.
- La estación Cañete (158msnm) registra velocidades de viento entre 0.8.a 2.0m/s durante el año siguiendo una dirección SW y la estación Pacarán registra velocidades entre 3.0m/s a 4.0m/s durante el año y toma direcciones de N-NW con mayor frecuencia.
- La estación Pacarán (729msnm) alcanza 2525.5 horas de sol al año y la estación Cañete (158msnm) registra 1578.0horas al año.
- La cuenca del río Mala según la clasificación climática de R. Schroeder tiene los siguientes tipos de climas:
 - 1.- Clima de Estepa (BS)
 - 2.- Clima de desierto (BW)
 - 3.- Clima Templado Moderado Lluvioso (Cw)
 - 4.- Clima frío o boreal (Dwb),
 - 5.- Clima de Tundra Seca de Alta Montaña (ETH), y
 - 6.- Clima de Nieve Perpetua de Alta montaña (EFH).
- Desde el punto de vista ecológico, la cuenca del río Mala tiene 18 zonas de vida que son:
 - 1.- Desierto desecado Subtropical (dd-S)
 - 2.- Desierto superárido Subtropical (ds - S)
 - 3.- Desierto perárido Premontano Tropical (dp - PT)
 - 4.- Desierto perárido Montano Bajo Subtropical (dp - MBS)
 - 5.- Desierto perárido Montano Bajo Tropical (dp - MBT)
 - 6.- Matorral desértico Premontano Tropical (md - PT)
 - 7.- Matorral desértico Montano Bajo Tropical (md - MBT)
 - 8.- Desierto árido Montano Tropical (da - MT)
 - 9.- Matorral desértico árido Montano Tropical (md - MT)
 - 10.- Estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee - MBT)
 - 11.- Estepa Montano Tropical (e - MT)
 - 12.- Bosque húmedo Montano Tropical (bh - MT)
 - 13.- Páramo muy húmedo Subalpino Tropical (pmh - SaT)
 - 14.- Tundra pluvial Alpino Tropical (tp - AT)
 - 15.- Matorral desértico Subalpino Tropical (md - SaT)
 - 16.- Paramo humedo Subalpino Tropical (ph - SaT)

- 17.- Tundra muy húmeda Alpino Tropical (tmh - AT) y
- 18.- Nival Tropical (NT)

- De las 18 zonas de vida se conformado 6 formaciones ecológicas que son:
 - 1.- Formación Desierto Sub-Tropical (d-ST)
 - 2.- Formación Matorral Desierto Sub-Tropical (md-ST)
 - 3.- Formación Estepa Espinosa Montano bajo (ee - MB)
 - 4.- Estepa Montano (e - M)
 - 5.- Páramo muy húmedo Sub-Alpino (pmh - SA), y
 - 6.- Tundra pluvial Alpino (tp - A)
- Desde el punto de vista geológico, tiene la formación:
 - 1.- Depósitos Eólicos (Q-e)
 - 2.- Depósitos Marinos (Q -m)
 - 3.- Depósitos Fluviales (Q - f)
 - 4.- Depósitos Fluvio Aluviales (Q - fal)
 - 5.- Depósitos Aluviales (Q - al)
 - 6.- Depósitos Morrénico y fluvio glaciares (Q - fg)
 - 7.- Serie Volcánica Superior (TQ - v)
 - 8.- Formación Cañete (T- c)
 - 9.- Formación casapalca (Kst -ca)
 - 10.- Serie Volcánica Sedimentaria (KT - vs)
 - 11.- Grupo Machay (Km - m)
 - 12.- Serie Metamórfico Sedimentario (K - ms)
 - 13.- Formación Atocongo (Ki - at)
 - 14.- Formación Pamplona (Ki - at)
 - 15.- Grupo MorroSolar (Ki - ms)
 - 16.- Formación Puente Piedra (JsK - pp)
 - 17.- Formación Pucusana (Js - Pu)
 - 18.- Serie Metamórfica (P - sm)
 - 19.- Batolito Andino (Kt - i)
- Los Grandes grupos de suelo que tiene el valle de Mala son:
 - 1.- Fluviosoles (seco)
 - 2.- Regosol éutrico (irrigado)
 - 3.- Regosoles éutrico (seco)
 - 4.- Slonchanchaks órtico
 - 5.- Slonchanchaks órtico hardpánica
 - 6.- Slonchanchaks gleico
 - 7.- Andosol vítrico
 - 8.- Xerosoles
 - 9.- Kastanozems
 - 10.- Parámosol dístrico
 - 11.- Parámosol éutrico
 - 12.- Litosol desértico
 - 13.- Litosol andino éutrico
 - 14.- Litosol andino dístrico
 - 15.- Formación Lítica
- Por su aptitud de riego el valle de Mala se divide en tres grupos:
 - 1.- Tierras aptas para riego
 - 2.- Tierras de aptitud limitada, y
 - 3.- Tierras no aptas
- Se ha identificado a 4 tipos de suelos hidrológicos: El suelo hidrológico Tipo A abarca 327.2 Km² , El suelo hidrológico Tipo B abarca 563.038

Km², el suelo hidrológico Tipo C abarca 329.684 Km² y el Suelo hidrológico Tipo D abarca 1112.152 Km².

- Los principales parámetros geomorfológicos encontrados para la cuenca de nivel 6 y nivel 7 son:
 - 1.- La cuenca Mala N6 tiene un área total de 2332.07 Km², un perímetro de 339.33 Km, un coeficiente de compacidad de 1.982, una longitud de su curso 131.181 Km, una densidad de drenaje de 0.735, su altura media de la cuenca esta a 3964 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 3.83%.
 - 2.- La cuenca Húmeda tiene un área total de 2002.23 Km², un perímetro de 79.40 Km, un coeficiente de compacidad de 1.611, una longitud de su curso 56.12 Km, una densidad de drenaje de 0.325, su altura media de la cuenca esta a 4140 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 6.37%.
 - 3.- La cuenca N7 Alto Mala, tiene un área total de 193.43 Km², un perímetro de 79.4 Km, un coeficiente de compacidad de 1.611, una longitud de su curso 27.582 Km, una densidad de drenaje de 0.690, su altura media de la cuenca esta a 4793 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 6.53%.
 - 4.- La cuenca de N7 Quinches, tiene un área total de 568.36 Km², un perímetro de 113.18 Km, un coeficiente de compacidad de 1.339, una longitud de su curso 30.139 Km, una densidad de drenaje de 0.651, su altura media de la cuenca esta a 5274 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 7.52%.
 - 5.- La cuenca N7 Aguaquiri, tiene un área total de 90.85 Km², un perímetro de 46.45 Km, un coeficiente de compacidad de 1.375, una longitud de su curso 16.477 Km, una densidad de drenaje de 0.895, su altura media de la cuenca esta a 4745 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 11.03%.
 - 6.- La cuenca N7 Acacache, tiene un área total de 243.48 Km², un perímetro de 91.87 Km, un coeficiente de compacidad de 1.661, una longitud de su curso 32.954 Km, una densidad de drenaje de 0.708, su altura media de la cuenca esta a 4996 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 7.62%.
 - 7.- La cuenca N7 Tantarà tiene un área total de 148.5 Km², un perímetro de 67.02 Km, un coeficiente de compacidad de 1.551, una longitud de su curso 26.901 Km, una densidad de drenaje de 0.754, su altura media de la cuenca esta a 4949 msnm, tiene una pendiente media de la cuenca según Taylor – Schwarz 9.29%.
- Los parámetros Morfológicos de la red de drenaje de la cuenca del río Mala son:

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 6 DEL RÍO MALA

ORDEN	RIOS P		QUEBRADA P		QUEBRADA I		QUEBRADA E		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6	1	71.957							1	0.13	71.957	4.20
ORDEN 5	2	27.750							2	0.27	27.750	1.62
ORDEN 4	5	73.241					1	1.531	6	0.81	74.772	4.36
ORDEN 3	8	62.612	11	48.627	6	42.138	6	29.447	31	4.18	182.824	10.66
ORDEN 2	10	61.339	45	115.478	43	94.518	27	67.969	125	16.85	339.304	19.79
ORDEN 1	7	11.145	133	210.520	320	552.773	117	243.457	577	77.76	1017.895	59.37
TOTAL	33	308.044	189	374.625	369	689.429	151	342.405	742	100.00	1714.502	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO ALTO MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	8.510855					1	1.54	8.511	6.37
ORDEN 3	2	22.57803					2	3.08	22.578	16.90
ORDEN 2	1	1.641176	8	19.556	3	4.020	12	18.46	25.217	18.88
ORDEN 1	1	4.016993	25	36.993	24	36.243	50	76.92	77.253	57.84
TOTAL	5	36.747	33	56.549	27	40.263	65	100.00	133.559	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO QUINCHES

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5	1	6.101063					1	0.68	6.101	1.65
ORDEN 4	2	27.54457					2	1.37	27.545	7.45
ORDEN 3	2	15.847	3	19.7999	1	4.88184	6	4.11	40.529	10.96
ORDEN 2	2	10.36468	10	30.4833	14	34.6665	26	17.81	75.515	20.42
ORDEN 1	1	1.941099	27	57.0408	83	161.172	111	76.03	220.154	59.53
TOTAL	8	61.798	40	107.324	98	200.721	146	100.00	369.843	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO AGUAQUIRI

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4										
ORDEN 3	1	9.250632					1	2.00	9.251	11.38
ORDEN 2	1	8.264372	4	15.1587	3	3.6449	8	16.00	27.068	33.30
ORDEN 1	1	0.759614	21	18.6575	19	25.56	41	82.00	44.977	55.33
TOTAL	3	18.275	25	33.816	22	29.205	50	100.00	81.296	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO ACACACHE

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	22.70341					1	1.16	22.703	13.17
ORDEN 3	1	5.952694	4	3.70861			5	5.81	9.661	5.61
ORDEN 2	1	2.559056	10	18.4788	3	10.0492	14	16.28	31.087	18.04
ORDEN 1	1	2.179365	29	42.4697	36	64.2512	66	76.74	108.900	63.18
TOTAL	4	33.395	43	64.657	39	74.300	86	100.00	172.352	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA CUENCA DE NIVEL 7 DEL RÍO TANTARA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	9.832542					1	2.00	9.833	8.78
ORDEN 3	1	4.149678			1	8.38494	2	4.00	12.535	11.19
ORDEN 2	2	14.1491	5	14.7613	1	0.55111	8	16.00	29.462	26.31
ORDEN 1	2	1.792123	17	28.8802	20	29.486	39	78.00	60.158	53.72
TOTAL	6	29.923	22	43.642	22	38.422	50	100.00	111.987	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTRCUENCA DE NIVEL 7 ALTO MEDIO MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5										
ORDEN 4	1	4.649					1	16.67	4.649	36.96
ORDEN 3										
ORDEN 2					1	3.48752	1	16.67	3.488	27.73
ORDEN 1					4	4.44031	4	66.66	4.440	35.31
TOTAL	1	4.649			5	7.928	6	100.00	12.577	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTERCUENCA DE NIVEL 7 MEDIO MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5	1*	5.952							5.952	11.79
ORDEN 4										
ORDEN 3			2	11.9895			2	9.09	11.990	23.75
ORDEN 2			2	4.60619	3	2.48465	5	22.73	7.091	14.04
ORDEN 1			1	3.22708	14	22.2288	15	68.18	25.456	50.42
TOTAL	0	5.952	5	19.823	17	24.713	22	100.00	50.488	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

(*). En las intercuencas Medio Mala se contabiliza el río de orden 5° como independiente

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE INTERCUENCA DE NIVEL 7 MEDIO BAJA MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6										
ORDEN 5	1*	15.697							15.697	11.87
ORDEN 4										0.00
ORDEN 3	1	4.834196	1	8.77961			2	4.08	13.614	10.30
ORDEN 2	3	24.36088	2	1.09325	2	1.45808	7	14.29	26.912	20.36
ORDEN 1	1	0.455719	4	4.16081	35	71.3575	40	81.63	75.974	57.47
TOTAL	5	45.347	7	14.034	37	72.816	49	100.00	132.197	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermitentes e Efímeras

(*). En las intercuencas Medio Bajo Mala se contabiliza el río de orden 5° como independiente

LONGITUD Y NÚMERO DE RÍOS DE LA INTERCUENCA DE NIVEL 7 BAJA MALA

ORDEN	RIOS		QUEBRADA P		QUEBRADA I		QUEBRADA E		TOTAL			
	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	LONG (Km)	CANT.	%	LONG (Km)	%
ORDEN 6	1	71.957							1	0.37	71.957	11.07
ORDEN 5												0.00
ORDEN 4							1	1.531	1	0.37	1.531	0.23
ORDEN 3			1	4.34902	4	28.871	6	29.447	11	4.11	62.667	9.64
ORDEN 2			4	11.3406	13	34.156	27	67.969	44	16.42	113.466	17.45
ORDEN 1			9	19.0915	85	138.034	117	243.457	211	78.73	400.583	61.61
TOTAL	1	71.957	14	34.781	102	201.061	151	342.405	268	100.00	650.204	100.00

P, I, E = Permanentes, Intermittentes e Efímeras

- El resumen del total de los recursos hídricos superficiales encontrados en la cuenca son:

N°	CUENCA / INTERCUENCA	LAGUNAS	PRESAS	RIOS	QUEBRADAS	MANANTIALES	AGUAS DE RECUPERACION
1	Bajo Mala	-	-	1	267	18	16
2	Río Quinchés	55	-	8	138	51	-
3	Medio Bajo Mala	4	-	5	44	37	-
4	Río Tantará	16	-	6	44	6	-
5	Medio Mala	-	-	-	22	18	-
6	Río Acacache	25	1	4	82	70	-
7	Medio Alto Mala	-	-	1	5	12	-
8	Río Aguaquiri	2	-	3	47	25	-
9	Río Alto Mala	15	1	5	60	18	-
	TOTAL	117	2	33	709	255	16

- En las partes altas de la cuenca del río Mala se han encontrado 37.68 Km² de nevados, 280.243 Km² de humedales y acuíferos.
- La evapotranspiración potencial para el área de los cultivos de del valle Mala zona baja (Bujama, Flores San Antonio y Escala Salitre) varía de 1.79 a 4.22 mm/día; la zona media (Correvientos Rinconada, Flores azpitia y San Andrés) varía de 1.92 a 4.49 mm/día y la zona alta (Minay y Calango) varía de 2.85 a 5.11 mm/día.
- Para el análisis estadístico de consistencia de información de la precipitación solo se utilizaron 15 estaciones de las 18 seleccionada.
- A las 15 estaciones pluviométricas se les efectuó el análisis de consistencia de la información de saltos, tendencias, doble masa y se procedió a la completación y extensión de los datos faltantes.
- Se ha encontrado la precipitación media mensual para la cuenca del río Mala utilizando tres métodos (Correlaciones entre estaciones, mediante el Thiessen Modificado precipitación areal y por afectación altitudinal de una estación base)
- La precipitación media anual para la cuenca Mala, obtenido mediante el método de correlaciones alcanza a 873.6 mm, mediante la Precipitación Areal alcanza a 670.8 mm y mediante la afectación altitudinal alcanza a 693.7 mm. Se ha tomando como estación base a la estación Tanta y el método que se sigue para efectuar los análisis del estudio es el tercer método (afectación altitudinal de una estación base)

- Para el análisis de la escorrentía se empleó 4 de 7 estaciones con información hidrométrica.
- La información hidrométrica del río Mala registrada en la estación La Capilla, es homogénea y consistente.
- El río Mala presenta un caudal medio mensual 16.761 m³/s, un valor máximo de 180.36 m³/s y un valor mínimo de 0.53 m³/s.
- El coeficiente de escurrimiento encontrado para la cuenca es de C=0.33
- El caudal medio mensual del río Mala al 75 % de persistencia tiene un valor máximo 30.91m³/s (marzo) y un mínimo de 1.00 m³/s (septiembre) y su promedio anual tiene un valor de 7.6 m³/s.
- El volumen medio mensual del río Mala al 75 % de persistencia tiene un valor máximo 82.79 MMC (marzo) y un mínimo de 2.59 MMC (septiembre) y su volumen anual tiene un valor de 239.80MMC.
- Los caudales máximos analizados del río Mala por los métodos Normal varían entre los periodos de retorno de 2 hasta 1000 años de 162.5 m³/s a 420.2 m³/s respectivamente. Los caudales máximos analizados por los métodos Log Normal varían entre los periodos de retorno de 2 hasta 1000 años de 150.7 m³/s a 476.1 m³/s respectivamente. Los caudales máximos analizados por los métodos Gumbel del río Mala varían entre los periodos de retorno de 2 hasta 1000 años de 148.8 m³/s a 574.2 m³/s respectivamente. Los caudales máximos analizados por los métodos Pearson III del río Mala varían entre los periodos de retorno de 2 hasta 1000 años de 151.3 m³/s a 519.4 m³/s respectivamente.
- Se analizó los caudales máximos aplicando fórmulas empíricas de Mac Math, obteniéndose resultados para los diferentes periodos de retorno y frecuencia:

Nº	T	K	MALA	QUINCHES	TANTARA	AGUAQUIRI	ACACACHE	ALTO MALA
1	2	-0.118	47.2	20.1	14	15.8	7.6	9.5
2	5	0.688	66.2	28.2	19.6	22.2	10.7	13.4
3	10	1.298	85.6	36.5	25.4	28.7	13.9	17.3
4	25	2.084	119.3	50.9	35.3	39.9	19.3	24.1
5	50	2.686	153.7	65.6	45.5	51.5	24.9	31.1
6	100	3.324	201.1	85.8	59.5	67.3	32.5	40.7
7	200	3.927	259.3	110.6	76.8	86.8	42	52.4
8	500	4.658	352.9	150.5	104.5	118.2	57.1	71.3
9	1000	5.226	448.3	191.2	132.7	150.1	72.5	90.6

- Los caudales mínimos analizados del río Mala por el método Gumbel varían entre los periodos de retorno de 1.01 hasta 10,000 años de 0.952 m³/s a 0.325 m³/s respectivamente.
- El valle de Mala presenta un sistema de oferta hídrica no regulada; a pesar de contar con dos lagunas Chumpicocha y Suyoc, que tienen obras de regulación (obsoletas no operativas).
- Mediante la modelación matemática – estocástica de caudales medios mensuales se han encontrados series sintéticas generadas para la

cuenca de nivel 6 Mala y cuencas de nivel 7 Quinches, Tantar, Acacache, Aguaquiri y Alto Mala, y de este análisis los resultados son los siguientes:

- 1.- El caudal generado tiene una media anual de 16.713 m³/s, frente al caudal registrado.
- 2.- Se ha comparado estadísticamente los caudales registrados y generados, mediante las pruebas de bondad Estudent y Fisher, cumpliendo satisfactoriamente sus resultados
- 3.- En las series mensuales, las medias y desviaciones estándar cumplen estadísticamente la prueba.
- 4.- Los resultados para las cuencas de nivel 7 tienen los siguientes valores:

Cuenca del río Acacache, tiene una media anual de 2.077 m³/s un valor máximo de 15.183 m³/s y un mínimo de 0.013 m³/s.

Cuenca del río Aguaquiri, tiene una media anual de 0.496 m³/s un valor máximo de 3.359 m³/s y un mínimo de 0.015 m³/s.

Cuenca del río Alto Mala, tiene una media anual de 1.054 m³/s un valor máximo de 6.083 m³/s y un mínimo de 0.034 m³/s.

Cuenca del río Quinches, tiene una media anual de 4.419 m³/s un valor máximo de 29.663 m³/s y un mínimo de 0.062 m³/s.

Cuenca del río Tantar, tiene una media anual de 1.107 m³/s un valor máximo de 7.693 m³/s y un mínimo de 0.046 m³/s.

- Los caudales específicos para las cuencas N6 y N7 son:

No	NOMBRE DEL RÍO	AREA DE LA CUENCA (Km ²)	CAUDAL (m ³ /s)	CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /s/Km ²)
1	Mala	2332.07	16.761	0.0072
2	Mala (*)	2332.07	16.713	0.0072
3	Acacache	243.5	2.077	0.0085
4	Aguaquiri	90.8	0.496	0.0055
5	Alto Mala	193.4	1.054	0.0054
6	Quinches	568.3	4.419	0.0078
7	Tantara	148.5	1.107	0.0075

(*) Caudales generados

- El balance hidrológico para la cuenca del río Mala tiene los siguientes resultados:
- Las fuentes de agua en el valle de Mala son provenientes de las aguas superficiales del río Mala, las aguas subterráneas (pozos y Manantiales) y las aguas de recuperación provenientes de de las filtraciones y drenaje existentes.
- El rea promedio de la campa agrícola 2,001 a 2005 es de 4946.4 ha, siendo el área total de riego de 5,527.91 ha.
- Los cultivos predominantes del valle de Mala son las manzanas (33.2%), maíz amarillo (16.9%), vid (8.4%), camote (5.6%), plátano (5.0%), algodón (4.8%), pera (3.7%), maíz chala, 2.9%) y otros de menor porcentaje.

- La eficiencia de riego promedio en el valle varían de 33% en los bloques de riego Calango, Minay, Correvientos y Rinconada, 31% en Bujama, San Andrés y Flores San Antonio y 28% en Flores Azpitia y Escala Salitre.
- La demanda agrícola total bajo el área total de 5,527.91ha es de 139.959 MMC.
- La oferta hídrica de las aguas superficiales para el valle de Mala es de 239.90MMC para el 75% de persistencia.
- La oferta hídrica de las aguas de recuperación para el valle de Mala es de 0.817MMC.
- La oferta hídrica de las aguas subterráneas para el valle de Mala es de 5.300MMC.
- La demanda hídrica actual para uso poblacional en el valle de Mala alcanza a 1'786,449 m³/año y la demanda requerida alcanza a 6'118,020 m³/año
- En la cuenca alta existen 6796.29 ha, de las cuales 5422.57 ha están bajo riego y 1373.72 ha se cultivan en seco.
- La demanda hídrica para consumo domestico en la zona alta de la cuenca alcanza a 146,786 m³/año y requiere ser atendida el poblador de la cuenca alta con 246,309 m³/año.
- La demanda de agua en situación futura para uso agrícola en el valle de Mala se ha efectuado en tres escenarios (pesimista, status quo y optimista) y para los años 2005, 2010 y 2020.
- La demanda proyectada en el escenario pesimista para el año base 2,005 tiene el mismo valor que el obtenido para la demanda actual 136.896 MMC, variando de 169.228 MMC a 192.675 MMC para los años 2010 y 2020 respectivamente.
- La demanda proyectada en el escenario status quo para el año base 2,005 tiene el mismo valor que demanda actual 136.896 MMC, variando de 163.676 MMC a 182.842 MMC para los años 2010 y 2020 respectivamente.
- La demanda proyectada en el escenario optimista para el año base 2,005 es similar que demanda actual 136.896 MMC, variando de 163.033 MMC a 181.684 MMC para los años 2010 y 2020 respectivamente.
- La demanda de uso poblacional para el año base (2'223,073 m³) no varía en los tres escenarios; variando solamente la demanda agua de 3'188,946 m³ a 4'821,586 m³ en el escenario pesimista para los años 2,010 y 2,020 respectivamente. En el escenario status quo para el año 2,010 y 2,020 varías la demanda de 3'122,064 a 4'371,948 m³ y para el escenario optimista en los mismos años varían de 2'907,467 a 3'892,378 m³.
- El balance hídrico con las aguas del río Mala al 75% de persistencia en los meses de enero a abril la demanda atendida llega al 100%; el

resto de meses la demanda es atendida parcialmente entre un 38.3% en septiembre a 82.7% en diciembre.

- El balance hídrico con las aguas del río Mala, aguas subterráneas y aguas de recuperación, también son insuficientes para satisfacer las necesidades del riego en la totalidad de las áreas irrigables del valle con 5,527.91ha.
- El balance hídrico en situación futura (año base 2,005, 2010 y 2020) y para los tres escenarios (pesimista, status quo y optimista) no satisface las necesidades de riego, por considerar la oferta hídrica la misma en las tres alternativas.
- Para el estudio hidrológico se tuvo el apoyo logístico del Sistema de Información Geográfica SIG, el mismo que nos permitió contar con una base de datos de información básica georreferenciados de las diferentes características físicas y geomorfológicas de la cuenca y los mapas son:

- 01.- Mapa Base de La Cuenca del río Mala
- 02.- Ámbito Distrital de la Cuenca del río Mala
- 03.- Unidades Hidrográficas de la Cuenca del río Mala
- 04.- Mapa Topográfico de la Cuenca del río Mala
- 05.- Mapa Vial de la Cuenca del Río Mala
- 06.- Mapa Hidrográfico de la Cuenca del río Mala
- 07.- Clasificación Ordinal de los ríos de la Cuenca del río Mala
- 08.- Mapa de Isoyetas Anual y Mensuales de la Cuenca del río Mala
- 08a.- Mapa de Isoyetas Anual y Mensuales de la Cuenca del río Mala
- 09.- Mapa de Isotermas Anual y Mensuales de la Cuenca del río Mala
- 09a.- Mapa de Isotermas Anual y Mensuales de la Cuenca del río Mala
- 10.- Formaciones Ecológicas de la Cuenca del río Mala
- 11.- Mapa de Zonas de Vida de la Cuenca del río Mala
- 12.- Mapa Geológico de la Cuenca del río Mala
- 13.- Mapa de Grandes Grupos de Suelos de la Cuenca del río Mala
- 14.- Uso Mayor de la Tierra de la Cuenca del río Mala
- 15.- Mapa de Suelos Hidrológicos de la Cuenca del río Mala

10.2 Recomendaciones

- Se recomienda mayor coordinación entre los usuarios del agua de las zonas altas de la cuenca con los usuarios del valle de Mala, para un mejor control y operación de las aguas.
- Se debe proponer la creación de mas estaciones meteorológicas dentro de la cuenca Mala, que registren los parámetros principales como entre Precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, horas de sol y control de las aguas mediante mayor número de estaciones hidrométricas.
- Con el objeto de incrementar el recurso hídrico se recomienda buscar apoyo económico para factibilizar obras de represamiento en las lagunas Huascacocha, Suyoc, Huascacocha, Cochatupe 1, y otras de menor envergadura.
- La Sub Administración Técnica del Sub Distrito de Riego Mala – Omas debe formalizar Convenios con los Consejos Municipales de los

distritos ubicados en las partes altas de la cuenca, con la finalidad de coordinar acciones y mejoras para almacenar las lluvias mediante obras de represamientos de lagunas existentes en las partes altas de la cuenca.

REFERENCIAS

- 1.- **ALIAGA ARAUJO, SEGUNDO VITO. Tratamiento de Datos Hidrometeorológicos** - Lima Perú 1,983. 184p.
- 2.- **APARICIO MIJARES, FRANCISCO JAVIER. Fundamentos de Hidrología de Superficie.** Limusa Noriega Editores México 1,987 -303p.
- 3.- **CHEREQUE WENDOR. Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil –** Pontificia Universidad Católica del Perú Lima, 1,994.
- 4.- **CHOW , VEN TE. Hidrología Aplicada.** Editorial M^c Graw Hill. Santafé Bogotá – Colombia 1,994.
- 5.- **CHOW , VEN TE. Statical Methods in Hydrology** Editorial M^c Graw Hill. – Colorado USA 1,977.
- 6.- **HOLDRIDGE, LESLIE. R. Ecología basada en Zonas de Vida** - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José Costa Rica 1,987-216p. Editorial IICA.
- 7.- **INRENA-IRH-DGAS-ATDR/MOC. Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca Cañete, Tomo I, Estudio Hidrológico Cañete-** 2,001.
- 8.- **INRENA-IRH-DIRHI-SIG/RIRR-HTG. Manual de Procedimientos para la Delimitación y Codificación de Cuencas Hidrográficas** 2,003.
- 9.- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI) 1,994. Censos Nacionales IX de Población VI de Vivienda** - Julio 1,993.
- 10.- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI) 2,006. Censos Nacionales X de Población VII de Vivienda** - Julio 2,005
- 11.- **LINSLEY – KOHLER – PAULUS. Hidrología para Ingenieros.** Editorial M^c Graw Hill Latinoamericana S.A. Bogotá – Colombia 1,977.
- 12.- **MEJIA M., ABEL, DE PIEROLA, NICOLAS, Estadística Aplicada a la Hidrología, Universidad Nacional Agraria “La Molina”, Lima –Perú, 1985.**
- 13.- **ONERN, Inventario, Evaluación y Evaluación Nacional de Aguas Superficiales** Lima – Perú 1,980.
- 14.- **ONERN, Inventario, Evaluación y uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa – Cuencas de los Ríos Chilca, Mala y Asia, Volumen II, septiembre de 1,976**
- 15.- **ONERN, Inventario, Evaluación y uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa – Cuencas de los Ríos Chilca, Mala y Asia Volumen I, septiembre de 1,976.**
- 16.- **REYES CARRACO, LUIS V. Hidrología Básica.** Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC Lima - Perú 1,992 -218p.

- 17.- **SALAS, J.D. SAADA, N. CHANG, C.H. LANE, W.L. FREVERT,D.K. Stochastic Analysis, Modeling, and Simulation (SAMS) Version 2,000.** User,s Manual, Computing Hydrology Laboratory Water Resources, Hidrologic and Environmental Sciences Engineering Research Center Fort Collins, Colorado – Colorado State University, october 2,000.
- 18.- **SCHOLZ, LUTZ.** Agrometeorología e Hidrológica – Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones - Misión Técnica Alemana Cusco – Perú 1,980.
- 19.- **SCHOLZ, LUTZ.** Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones PLAN MERIS II - Misión Técnica Alemana Cusco – Perú 1,980.
- 20.- **VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO.** Hidrología Estadística - Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago Costa Rica 1,996.
- 21.- **VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO. Hidrología.** Instituto Tecnológico – Escuela de Ingeniería Agrícola, Lima Perú 2,002 – Editorial Villón – 430p.