



**MINISTERIO DE AGRICULTURA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES – INRENA**  
**INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS**  
**ADMINISTRACION TECNICA DEL DISTRITO DE RIEGO CHINCHA-PISCO**

# **“EVALUACION Y ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO PISCO”**

## **ESTUDIO HIDROLOGICO**



**Pisco, Julio del 2003**

## INTRODUCCION

Desde el año 2001, la Intendencia de Recursos Hídricos (ex Dirección General de Aguas y Suelos) del Instituto Nacional de Recursos Naturales, viene desarrollando estudios hidrológicos en diversas cuencas del Perú, como es el caso de las cuencas de los ríos Cañete, Chancay-Huaral, Chili, Caplina e Ica; y conciente de la necesidad del país de disponer del conocimiento integral y homogéneo de la potencialidad de sus recursos hídricos que conlleven a un uso racional y planificado, desde los puntos de vista social, económico, ecológico y considerando la participación de todos los agentes consumidores de agua de la cuenca, dentro de sus limitaciones existentes, prosigue con sus objetivos iniciales extendiendo estos estudios en otras cuencas, como es el presente caso de los ríos Pisco y San Juan.

Bajo este marco y objetivo integral de proporcionar información valiosa para el ordenamiento y gestión de los recursos hídricos; el presente estudio hidrológico de la cuenca del río Pisco se sustenta, no sólo en la necesidad de contar con una descripción, evaluación y cuantificación de su disponibilidad hídrica, sino también tener fundamentos que permitan entender el real funcionamiento hidrológico de la cuenca y de ello concluir en cuanto a las restricciones y bondades que nos ofrece este sistema natural como “generador” de agua superficial.

La principal actividad socio-económica en la cuenca es la agrícola, constituyéndose esta en un eje para el desarrollo de otras labores productivas como transporte, comercio y consumo. La agricultura está acentuada en la cuenca baja o valle, aguas abajo de la estación de aforo del río Pisco “Letrayoc”, debido a las condiciones favorables de relieve, calidad agrológica de suelos y disponibilidad hídrica; el área agrícola respectiva es de 24695,40 Ha, de las que actualmente 22301,10 Ha se encuentran bajo riego, esta superficie total es del orden del 75% del total en la cuenca, por lo que el consumo de agua es también mayor en el mismo porcentaje. El uso de agua para fines poblacionales en la cuenca no reviste mayor significado numérico si la comparamos con la agrícola, pues es del orden del 1,30%. En la cuenca no se tiene otros usos consuntivos mayores, distinguiéndose como consumos menores, pero muy importantes, el pecuario y ecológico.

La cuenca como sistema hidrográfico y ámbito del presente trabajo, tiene una superficie de drenaje, desde las nacientes hasta la desembocadura al mar de su colector principal, de 4434,50 Km<sup>2</sup>. Sobre los 2400,70 m.s.n.m., el 62.7% (2780.75 Km<sup>2</sup>) de la misma constituye la cuenca húmeda o área neta de aporte a la escorrentía del río Pisco. El río Pisco es la principal fuente hídrica superficial en la cuenca, su escurrimiento se origina en las lagunas “Pultoc” ubicadas en la microcuenca “Pucamayo-Santa Ana” de la subcuenca “Chiris” debido a la ocurrencia de precipitaciones estacionales. Su disponibilidad hídrica, en la sección de control de “Letrayoc” (única estación hidrométrica de la cuenca, a 630 m.s.n.m.), sin considerar el aporte de descarga de lagunas, es del orden de los 25,68 m<sup>3</sup>/s como valor medio anual histórico, y de 14,26 m<sup>3</sup>/s al 75% de probabilidad de no excedencia, que en unidades de volumen medio anual es de 800,40 Hm<sup>3</sup> y 444,02 Hm<sup>3</sup> respectivamente.

Por el carácter estacional de la ocurrencia de caudales y debido al uso "intensivo" del agua para fines agrícolas en el valle, se tiene problemas de déficit de agua entre los meses de julio a diciembre, dado que el consumo promedio de agua en el valle para este periodo es del orden de los 198.9 Hm<sup>3</sup> (proyección de la demanda de agua, Plan de Cultivo y Riego 2003/2004) y la disponibilidad hídrica al 75% de persistencia del río Pisco correspondiente es de 34.0 Hm<sup>3</sup>; considerando el aporte de aguas de recuperación en la cuenca baja, de 43.0 Hm<sup>3</sup> en promedio en estos meses, la disponibilidad resulta 77.0 Hm<sup>3</sup>. EL déficit resultante es parcialmente solucionado con la descarga de los cinco pequeños almacenamientos existentes en la cuenca alta, los que en promedio aportan 28,4 Hm<sup>3</sup> (4,08 m<sup>3</sup>/s/mes de 15 días/mes en promedio), durante los mismos meses. Concluyendo; existe un importante déficit de agua para riego en la cuenca baja del río Pisco del orden de los 93.6 Hm<sup>3</sup>.

Considerando, para la sección de control Letrayoc, que el rendimiento volumétrico total medio anual del río Pisco es mayor que el uso consuntivo hídrico total en la cuenca (aguas debajo de Letrayoc), se concluye que existe una cantidad significativa de agua, del orden de los 170 Hm<sup>3</sup>/año al 75% de probabilidad, como valor seguro que la cuenca drena al océano pacífico; ello conlleva a optimizar esta disponibilidad redistribuyéndola, por ejemplo, mediante la propuesta, estudios y realización de mayores obras de almacenamiento en la cuenca, no sólo para resolver el actual problema de déficit en el abastecimiento de agua para riego, sino también para asegurar el abastecimiento de agua de una creciente población y posibilitar la ampliación de la frontera agrícola, como las "Pampas" de Villacurí, con la consiguiente posibilidad de mejora de la calidad de vida socio-económica de la zona.

Por lo anteriormente descrito, concluimos que el agua superficial en la cuenca del río Pisco reviste una singular importancia desde un punto de vista socio-económico de desarrollo humano del presente ámbito.

Luego de haber revisado los diversos estudios realizados sobre la hidrología de la cuenca del río Pisco, es de considerar que el presente trabajo contiene sustanciales aportes, como la generación de mapas de isoyetas e isotermas a escala anual y mensual, la modelación matemática de caudales medios mensuales a partir de la precipitación areal de la cuenca, la generación de series sintéticas de caudal, como una gran alternativa para disponer de información más confiable desde el punto de vista hidrológico y probabilístico, la estimación del aporte hídrico mensualizado del sistema de almacenamiento existente, entre otros.

Así mismo consideramos que el presente trabajo, como parte de un objetivo ulterior, posibilita la creación de una organización multi-institucional que realice actividades de planificación integrada en torno al uso de los recursos hídricos de la cuenca del río Pisco mediante la puesta a disposición de toda la base de datos sistematizada de la diversa información hidrometeorológica y cartográfica recopilada, procesada y generada.

## **1.0 ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. JUSTIFICACION**

- La agricultura constituye la principal actividad socio-económica del valle y la cuenca del río Pisco, y por tanto la actividad de mayor consumo de agua superficial.
- Los actuales usos consuntivos de agua en la cuenca son mayores a la disponibilidad hídrica estacional del río Pisco.
- Conflictos entre usuarios de la cuenca baja o valle de Pisco y cuenca media y alta por el logro de una mayor disponibilidad hídrica en los meses de déficit.
- Los caudales del río Pisco son medidos en una estación que no cuenta con instrumentación adecuada, por lo que la información histórica disponible no es totalmente confiable.
- Los procesos de gestión y planificación en torno al adecuado uso del agua en la cuenca y valle del río Pisco requieren ser optimizados, para lo cual no se cuenta con instrumentos básicos que permitan ejecutar y conducir estos procesos de la forma más eficiente.

### **1.2. OBJETIVOS**

#### **1.2.1. General**

Generar las bases para la planificación y gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca del río Pisco, haciendo énfasis en el uso del agua para riego; promoviendo así su manejo eficiente, racional y equitativo.

#### **1.2.2. Específicos**

- Implementación y uso de progra modernos para la sistematización de la información hidrometeorológica, base para una adecuada Gestión de los Recursos Hídricos en la cuenca del río Pisco.
- Diagnóstico de la hidrología en general de la cuenca del río Pisco.
- Estudio de la precipitación en la cuenca, como una base para la modelación matemática precipitación – escorrentía.
- Estudio del almacenamiento en la cuenca y su aporte a la disponibilidad.
- Estudio de la escorrentía superficial del río Pisco y su disponibilidad probabilística con series de datos históricos y generados mediante la modelación matemática de caudales.
- Identificar, evaluar y cuantificar los diferentes agentes consuntivos de agua superficial en la cuenca del río Pisco.
- Cálculo del balance hídrico en la cuenca.
- Identificar y evaluar las fuentes de agua superficial en la cuenca a través de un inventario sustentado en trabajos de campo y mediciones puntuales.

### 1.3. METODOLOGIA

El presente trabajo ha sido orientado y realizado mediante la ejecución secuencial de las siguientes actividades y con la participación de un equipo técnico-profesional especialista en trabajos de esta naturaleza.

- Coordinaciones Preliminares; realizada en los ámbitos del valle y cuenca media – alta, actividad que consideramos importante puesto que posibilita una inicial participación interinstitucional.
- Recolección de Información Básica
- Reprogramación de Actividades
- Campo FASE I :
  - Reconocimiento de la Cuenca en Campo
- Campo FASE II :
  - Evaluación Hidrológica de la Cuenca: Delimitación hidrográfica, Geomorfología, Geología, cobertura vegetal, zonas potenciales de retención hídrica.
  - Identificación de los principales agentes consumidores de agua
  - Inventario de Fuentes de Agua Superficial
  - Evaluación de Estaciones Hidrometeorológicas
- Trabajos de gabinete :
  - Procesamiento de la Información
  - Cálculos e inferencias hidrológicas
  - Confección de Mapas Temáticos de la Cuenca
  - Informe Final de Resultados

Cabe resaltar que las dos anteriores actividades de campo y gabinete han sido llevadas de forma alternada, considerando que todo estudio hidrológico está validado con información de campo.

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

- Métodos de recolección de Información:
  - Observación sistemática
  - Técnica documental
  - Análisis bibliográfico
  - Entrevista
- Herramientas: Software Estandarizado; Sistema de Información Hidrológica "SIH" de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA.

Es parte de la metodología la definición de términos que nos facilita la descripción de la hidrología de la cuenca, estas definiciones son:

**CUENCA:** La unidad hidrográfica Cuenca es una determinada extensión de terreno, limitada geográficamente por el "divortium aquarum" o línea divisoria, en la que confluyen los escurrimientos provenientes de las precipitaciones pluviales, formando al final un río definido. Ejemplo: Cuenca del río Pisco (ámbito jurisdiccional de la Sub-administración Técnica del Sub-distrito de riego Pisco).

**SUBCUENCA:** Es una división de la cuenca principal en cuencas más pequeñas pertenecientes a sus afluentes principales (como son las subcuencas Chiris, Santuario, Huaytará y Veladero, para la cuenca del río Pisco), así también aquellas áreas que reciben drenajes de otras subcuencas aguas arriba (como la subcuenca media y baja del río Pisco).

**MICROCUENCA:** Siguiendo con las divisiones de unidades hidrográficas, una microcuenca es una división de la subcuenca.

**CUENCA ALTA:** Area de la cuenca del río Pisco, limitado por las cotas geográficas 2,400 y 5,250 m.s.n.m. En este espacio se inscribe las subcuencas de los ríos Chiris y Santuario y un gran porcentaje de la subcuenca Huaytará. EL límite inferior corresponde al límite de la cuenca húmeda (isoyeta 250 mm). Las principales características de la cuenca alta es su coincidencia con la cuenca húmeda y la concentración de las más importantes fuentes de agua superficial.

**CUENCA MEDIA.** Espacio de cuenca entre las altitudes 630 y 2,400 m.s.n.m. El límite inferior es coincidente con la ubicación de la estación hidrométrica de Letrayoc sobre el río Pisco. La cuenca media encierra a la subcuenca Quebrada Veladero y la parte inferior de la subcuenca Huaytará; tiene como características resaltantes: bajas precipitaciones y ausencia de fuentes de agua superficial.

**CUENCA BAJA.** Area de cuenca comprendida entre las cotas 0.0 (nivel medio del mar) y 630 m.s.n.m.

**VALLE DE PISCO.** Area comprendida en la cuenca baja del río Pisco e intercuenca Pisco - Ica. Constituye el ámbito de riego de la Junta de Usuarios del Sub-districto de Riego Pisco.

## **1.4. INFORMACION BASICA**

### **1.4.1. INFORMACION CARTOGRAFICA**

La información cartográfica básica para la realización del estudio hidrológico y la generación de mapas temáticos de la cuenca del río Pisco, así como para el inventario y evaluación de fuentes de agua superficial, ha consistido en:

- Mapas de la Carta Nacional a escala 1/100,000; con equidistancia mínima de curvas de nivel de 50 m, levantado por el IGN por métodos estereo-fotogramétricos con control terrestre – 1971. Hojas: 28.k, 28.l, 28.m, 27.l, 27.m, 26m.
- Hojas de la carta nacional 1/100,000 del IGN digitalizados como un Sistema de Información Geográfico (SIG); coberturas: Red hidrográfica, curvas de nivel, nombres de la red hidrográfica. Las coberturas de centros poblados, delimitación política y red vial se ha importado de la base cartográfica digitalizada “Perú Digital”, a escala 1/200,000.
- Mapas Temáticos de la cuenca del río Pisco, elaborados por la ONERN (1971): Hidrológico y de Transportes, Grandes grupos de suelos y capacidad de uso, Ecológico, Geológico, Transportes, Sistema de Riego, Uso actual de la tierra, Suelos y aptitud para el riego. Esta cartografía ha sido previamente digitalizada en formato de imagen.
- Mapa de delimitación administrativa del sub-districto de riego Pisco, 1/100000, con la red hidrográfica, sin curvas de nivel.

- Información cartográfica complementaria encontrada en la cede de la sub-administración, mapas proporcionados por la Junta de Usuarios, y los encontrados en los distintos estudios anteriormente realizados.

#### **1.4.2. INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA**

La información básica hidrometeorológica recopilada y empleada en el trabajo se muestra en el cuadro N°1.1., en el gráfico N°1.1 se distingue los periodos y longitudes de la información disponible de estaciones de la cuenca del río Pisco, así como de otras estaciones de apoyo correspondientes a las cuencas vecinas de San Juan, Ica, Pampas y Mantaro.

##### **▪ INFORMACION HIDROMETRICA**

En la cuenca se tiene dos estaciones hidrométricas, de “Letrayoc”, que mide el escurrimiento del río Pisco a una altitud de 630 msnm., que en la actualidad es operada por la Junta de Usuarios, y aguas arriba muy cerca de esta, el SENAMHI realiza sólo mediciones de nivel del río Pisco mediante un limnómetro y un censor de distancia de tele-transmisión instalado en el estribo margen derecho del puente “La Quinga” a una altitud de 760 msnm., las características de esta última estación no son las más apropiadas desde un punto de vista hidráulico. Para el trabajo, se cuenta con la siguiente información hidrométrica, la cual se presenta impresa en los anexos 1.1-1.3. y es parte de la base de datos del SIH.

- Información diaria de caudales medios del río Pisco en la sección de control Letrayoc, periodo 1933 – 2002, fuente: Junta de Usuarios y Sub-ATDR Pisco.
- Caudales medios mensuales del río Pisco, periodo 1933 – 2002.
- Así mismo el SENAMHI sólo dispone de información de las lecturas de nivel del río Pisco en la estación La Quinga, la que no es de utilidad para el presente trabajo.

La estación hidrométrica de Letrayoc, por su ubicación en la cabecera del valle de Pisco (ámbito de la Junta de Usuarios del sub-distrito de riego Pisco), registra los caudales medios diarios del río Pisco disponibles para su consumo agrícola; no dispone de instrumentación para el registro de las descargas en época de lluvias y/o caudales máximos instantáneos.

Actualmente, no son medidos los caudales aportados por las lagunas reguladas de la parte alta debido al mal estado de las estructuras de aforo Parshall (Pacococha,  $w=8'$ , San Francisco,  $w=8'$ , y Agnococha ( $w=10'$ ). Los volúmenes almacenados en las lagunas son estimados mediante la lectura de niveles de agua.

#### ▪ INFORMACION PLUVIOMETRICA

La información pluvial corresponde a nueve estaciones meteorológicas de la cuenca del río Pisco (de las que solamente cuatro funcionan actualmente), tres estaciones de la cuenca Ica, tres estaciones de la cuenca Pampas, una estación de la cuenca Mantaro y una de la cuenca San Juan. La estación de Pisco es controlada por la FAP, base aérea de San Andrés, mientras que el resto de estaciones son administradas por el SENAMHI. Para el trabajo, se cuenta con información de precipitación total mensual, con series de datos entre los años 1964 – 2002 de las siguientes estaciones meteorológicas:

- Cuenca del río Pisco: Pisco, Bernales, Huáncano, Ticrapo, Cocas, Cusicancha, Totorá, Castrovirreyna y Agnococha.
- Cuenca del río Ica: Huamaní, Tambo y Pariona
- Cuenca del río Pampas: Túnel Cero, Choclococha y San Genaro
- Cuenca del río Mantaro: Astobamba
- Cuenca del río San Juan: Fonagro

Esta información se presenta impresa en los anexos 2.7-2.8, y es parte de la base de datos del SIH implementada con el presente trabajo.

#### ▪ INFORMACION DE OTROS PARAMETROS CLIMATICOS

Se tiene disponible información meteorológica de estaciones climatológicas ordinarias ubicadas en la cuenca del río Pisco y en cuencas vecinas como San Juan, Ica y Pampas, muchas de las cuales ya han sido desactivadas, de las variables climáticas temperatura media, máxima y mínima y evaporación total mensual: Cuenca del río Pisco; Pisco, Bernales, Huáncano, Cocas, Castrovirreyna y Agnococha. Cuenca del río Ica; Huamaní y Acora. Cuenca del río Pampas; Túnel Cero. Cuenca del río San Juan; San Pedro de Huacarpana. Esta información está contenida en los anexos 2.9. al 2.12.

Es importante resaltar que del total de las estaciones hidrometeorológicas existentes en la cuenca Pisco, siete son climatológicas ordinarias, tres son pluviométricas y dos son hidrométricas, sin embargo en la actualidad sólo funcionan cuatro estaciones meteorológicas completas (Pisco, Bernales, Huáncano y Cusicancha) y una hidrométrica (Letrayoc) sin instrumentación alguna para el aforo de caudales. Es decir que la densidad actual de la red de estaciones hidrometeorológicas de la cuenca del río Pisco es muy baja, no alcanzado la categoría de red mínima que recomienda la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En relación con la extensión de los registros, la mayoría de estaciones con mayores y más continuos registros se ubican en la cuenca baja (Pisco, Bernales y Huáncano). En la cuenca media se tiene una sola estación (Cusicancha) con un prolongado periodo de observaciones. No funcionan estaciones climatológicas en la sierra alta.

En consecuencia urge la necesidad de contar con un programa de rehabilitación e instalación de estaciones hidrometeorológicas en la cuenca (en concordancia con las recomendaciones de OMM); una red mínima que permita realizar de mejor forma la evaluación hidrológica de la cuenca, en estricta coordinación inter-institucional.



## CUADRO N° 1.1.

## ESTACIONES HIDRO-METEOROLOGICAS - CUENCA DEL RÍO PISCO Y ESTACIONES DE APOYO DE CUENCAS VECINAS

N°	NOMBRE DE ESTACION	CODIGO ESTACION	Cuenca	Tipo Estac.	Inicio Func.	Años de Observ.	UBICACION POLITICA			UBIC. GEOGRAFICA			Instituc. Responsable	OBSERVACION
							Dpto	Prov	Dist	Lat	Long	Alt		
1	LETRAYOC	163001	Pisco	H-Em	1926	70	Ica	Pisco	Pisco	13° 40'	75° 46'	630	Junta de Usuarios	No tiene limnómetro
2	LA QUINGA	163003	Pisco	H-Lg	2001	2	Ica	Pisco	Pisco	13° 39'	75° 44'	760	SENAMHI	Sensor de distancia
3	PISCO	157106	Pisco	S	1942	60	Ica	Pisco	Pisco	13° 45'	76° 13'	7	FAF	OPERATIVA
4	BERNALES	110650	Pisco	CO	1960	22	Ica	Pisco	Humay	13° 45'	75° 57'	250	SENAMHI	OPERATIVA
5	PAMPA DE VILLACURI	110637	Pisco	CO	1964	4	Ica	Pisco	Pisco	13° 57'	75° 48'	430	SENAMHI	REACTIVADA
6	HUANCANO	110639	Pisco	CO	1964	22	Ica	Pisco	Huancano	13° 36'	75° 37'	1,006	SENAMHI	OPERATIVA
7	TICRAPO	110643	Pisco	PLU	1963	25	Huancavelica	Castrovirreyna	Ticrapo	13° 23'	75° 26'	2174	SENAMHI	PARALIZADA
8	COCAS	110642	Pisco	CO	1963	18	Huancavelica	Castrovirreyna	Cocas	13° 16'	75° 22'	3246	SENAMHI	PARALIZADA
9	CUSICANCHA	156121	Pisco	PLU	1963	38	Huancavelica	Castrovirreyna	S.A.Cusicancha	13° 29'	75° 18'	3550	SENAMHI	OPERATIVA
10	TOTORA	110644	Pisco	PLU	1963	24	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	13° 08'	75° 19'	3900	SENAMHI	PARALIZADA
11	CASTROVIRREYNA	110645	Pisco	CO	1963	17	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	13° 17'	75° 19'	3956	SENAMHI	PARALIZADA
12	AGNOCOCHA	110646	Pisco	CO	1947	26	Huancavelica	Castrovirreyna	Pilpichaca	13° 08'	75° 09'	4650	SENAMHI	PARALIZADA
13	HUAMANI	110640	Ica	CO	1963	30	Ica	Ica	Los Molinos	13° 50'	75° 35'	800	SENAMHI	OPERATIVA
14	TAMBO	156122	Ica	PLU	1963	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Tambo	13° 41'	75° 16'	3080	SENAMHI	OPERATIVA
15	PARIONA	156131	Ica	PLU	1970	13	Huancavelica	Castrovirreyna	Tambo	13° 32'	75° 04'	4240	SENAMHI	PARALIZADA
16	TUNEL CERO	110647	Pampas	CO	1958	36	Huancavelica	Castrovirreyna	Pilpichaca	13° 15'	75° 05'	4425	SENAMHI	OPERATIVA
17	CHOCLOCOCHA	156130	Pampas	PLU	1958	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	13° 09'	75° 04'	4550	SENAMHI	OPERATIVA
18	SAN GENARO	156129	Pampas	PLU	1958	12	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	13° 12'	75° 06'	4570	Cia. Min. S.Genaro	OPERATIVA
19	ASTOBAMBA	110630	Mantaro	PLU	1963	21	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	12° 57'	75° 06'	4500	Electro Perú	OPERATIVA
20	FONAGRO	130791	San Juan	MAP	1986	17	Ica	Chincha	Chincha Baja	13° 28'	76° 08'	50	SENAMHI	OPERATIVA

H-Em = Hidrométrica - Empírica

PLU = Meteorológica - Pluviométrica

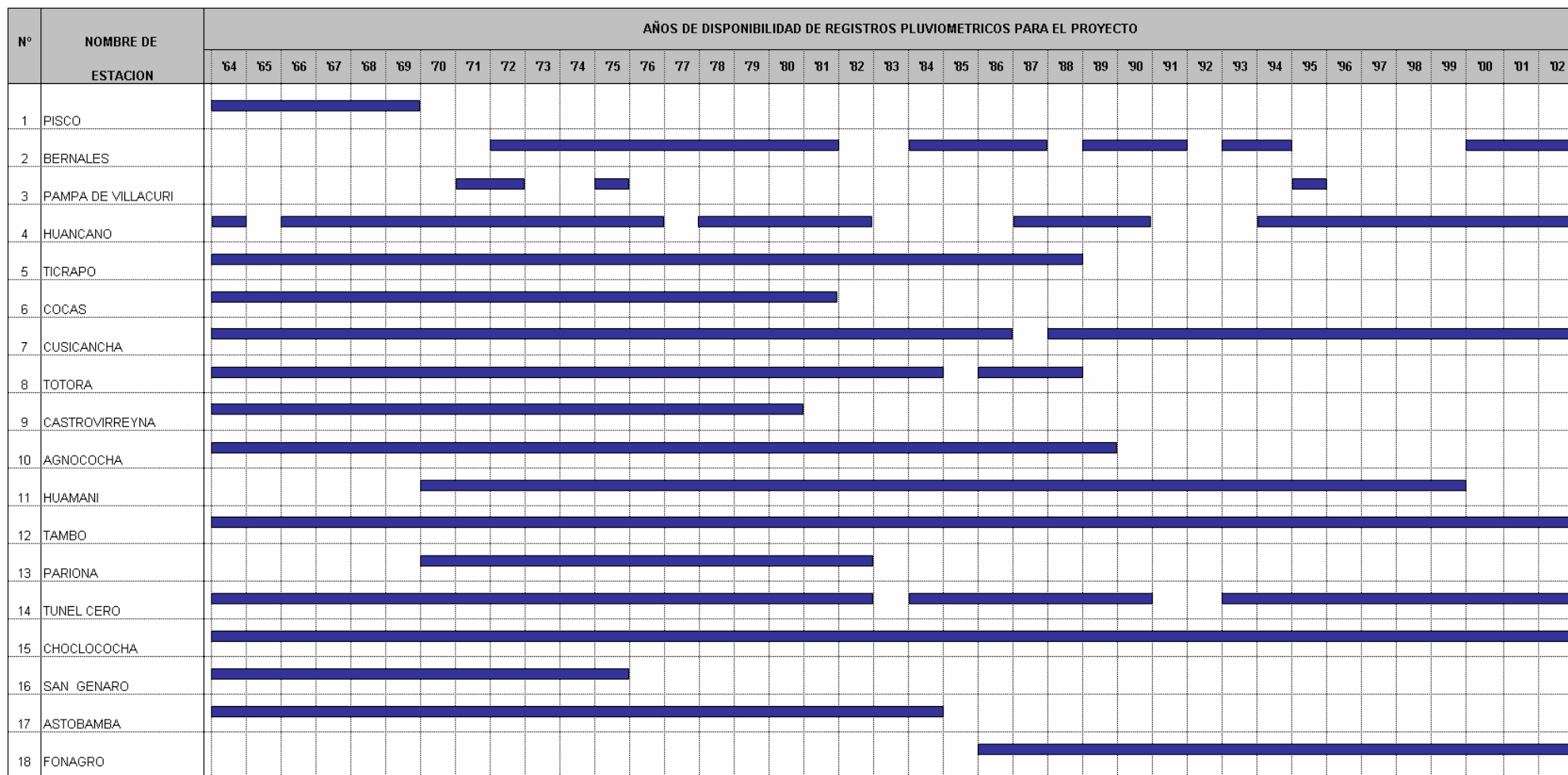
S = Meteorológica - Sinóptica

H-Lg = Hidrométrica - Limnográfica

CO = Climatológica Ordinaria

MAP = Meteorológica - Agrológica - Principal

**GRAFICO N°1.1.**  
**PERIODO O LONGITUD DE INFORMACION DISPONIBLE**  
**ESTACIONES METEOROLOGICAS - CUENCA DEL RÍO PISCO Y CUENCAS VECINAS**



█ AÑOS DE REGISTRO

### 1.4.3. OTROS ESTUDIOS REALIZADOS - ANTECEDENTES

Para fines del presente trabajo se ha recopilado información respecto a anteriores estudios hidrológicos de la cuenca del río Pisco, estos datan desde el año 1959, sin embargo asumimos que con mayor anterioridad ya se realizaban estudios de esta naturaleza (la estación Letrayoc empieza a funcionar el año 1922). A continuación presentamos un resumen del contenido de estos:

- **Memoria Descriptiva del Proyecto de Represamiento del Río Santa Ana**, realizado por el Ing. Manuel Montero Pinillos, entre los años 1959 y 1964. Se efectuó un análisis hidrológico usando la pluviometría de la estación CO Agnocochoa (17 años de registro), la información de 2 pluviómetros instalados en Santa Ana y algunos aforos realizados en Agnocochoa y en la salida de la presa. Con todo esto se estimó, con bastante incertidumbre, una precipitación anual (al 75% de persistencia) de 810 mm, lo cual (con un coeficiente de escorrentía asumido de  $C=0.35$  y con un área de cuenca receptora de  $70.5 \text{ Km}^2$ ) determina una capacidad de embalse de 20 MMC, siendo la capacidad total del reservorio de 32.25 MMC.
- **Estudio definitivo de la Laguna Agnocochoa**; ejecutado por el Ing. Humberto Sosa Pérez, en 1951. Catalogado de muy bajo nivel, no contiene estudio hidrológico. Determina un volumen de almacenamiento de 30 MMC en base al área de la cuenca colectora, ( $56.59 \text{ Km}^2$ ) y un rendimiento de  $500,000 \text{ m}^3/\text{Km}^2$ .
- **Estudio de Represamiento de la cuenca de la Laguna Pocchalla**; por el Ing. Federico Uranga, en 1963. En este estudio no existe evaluación hidrológica alguna por falta de información en la zona; solamente se hacen estimaciones del volumen de almacenamiento de la laguna en base a diferentes consideraciones y estudios de zonas vecinas, habiéndose obtenido cifras que varían entre 11.8 y 17.3 MMC. Los volúmenes de almacenamiento de la laguna Pocchalla son simples estimaciones, sin ninguna base valedera por falta de un análisis hidrológico de la zona.
- **Proyecto Santa Ana**; Informe Especial: Aspectos Técnicos de la presa de Santa Ana; realizado por la Corporación Hidrotécnica S.A. con asesoramiento de Hydrotecnic Corporation (U.S.A.), en 1966. Se actualizó la hidrología realizada por el Ing. Manuel Montero Pinillos en 1964, utilizando pluviometría de las estaciones: San Genaro (1961-1965), Agnocochoa (1945-1965), Pacocochoa (1942-1948), Pultoc (1942-1947) y Santa Ana (1942-1947) y con caudales aforados en el río Santa Ana en 1958. Se estimó un aporte promedio anual, en Santa Ana, de 35 MMC.
- **Plan regional para el Desarrollo Económico y Social de la Región comprendida entre los ríos Ica y Pisco**; ejecutado por Internacional Engineering Co. (IECO) y Chávez Díaz y Cía, en 1966. Este estudio contiene información aprovechable sobre hidrología superficial y subterránea del valle de Pisco, a nivel de pre-factibilidad. También contiene información sobre el reservorio de Media Luna, planteado como alternativa de solución al problema de mejoramiento de riego del valle de Pisco y la ampliación de la frontera agrícola. Estudio con información hidrológica útil, actualizado por la ONERN en 1971.
- **Groundwater Resources of the Ica Department**; realizado por TAHAL Consulting Engineers Ltd; en 1969. Contiene evaluación de los recursos hídricos superficiales del valle de Pisco, a nivel de pre-factibilidad. Utiliza

información hidrometeorológica registrada hasta 1967. Planteada la derivación de los excedentes del río Pisco hasta las pampas de Villacurí para riego y recarga artificial del acuífero. Concluye que utilizando los recursos hídricos superficiales y subterráneos en forma integrada, se lograría la ampliación del área agrícola en 4,000 Has. Estudio con información utilizada y actualizada por la ONERN, en 1971.

- **Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa. Cuenca del Río Pisco;** realizado por la ONERN, en 1971. En lo que concierne a hidrología contiene estudio a nivel de reconocimiento, orientados en las líneas generales, al inventario y evaluación de los recursos hidráulicos existentes y a los problemas que plantea su aprovechamiento, determinando su potencialidad y planteando soluciones de tipo general.

La metodología empleada consistió en recopilación de información básica, análisis y revisión de estudios hidrológicos anteriores, reconocimiento de campo y análisis de toda la información obtenida.

El análisis hidrológico del río Pisco fue realizado en base a las descargas medidas en la estación hidrométrica de Letrayoc, durante el periodo 1926 – 1969 (excepto el año 1944).

A partir del año 1948, en Letrayoc se miden las descargas naturales de la cuenca hidrográfica y las descargas controladas de las obras de regulación.

El régimen del río Pisco es definido como muy variable: en época de avenidas y de caudal mínimo en estiaje (no se seca). El periodo de avenidas tiene una duración promedio de 3.5 meses (generalmente entre 01 de diciembre y 15 de marzo, con una descarga media de 55.85 m<sup>3</sup>/s y un volumen descargado equivalente al 64% del total anual. El periodo de estiaje tiene una duración media de 6 meses (junio - noviembre), con una descarga de 3.37 m<sup>3</sup>/s y un volumen de descarga equivalente al 6% del total anual.

Mediante el análisis de duración y frecuencia de las descargas medias diarias, determina una descarga máxima maximorum de 536.64 m<sup>3</sup>/s. (0.01% de persistencia) y una mínima minimorum de 0.55 m<sup>3</sup>/s (100% de persistencia). La descarga al 75% es de 2.0 m<sup>3</sup>/s; al 80% es de 1.75 m<sup>3</sup>/s.

El volumen medio anual determinado es de 807.637 MMC, con un máximo de 1,622.79 MMC y un mínimo de 149.519 MMC.

Según el registro de volúmenes anuales almacenados en las lagunas reguladas (durante el periodo 1959- 1969) se tiene un promedio de 33.37 MMC, con un máximo de 47.54 MMC y un mínimo de 22.61 MMC.

Para realizar el balance hidrológico del río Pisco estima las demandas de riego con información del uso actual de la tierra, aplicando la fórmula de Christiansen y considerando una eficiencia de riego de 42% (60% de aplicación y 70% de conducción). Como resultado se establece lo siguiente: un periodo deficitario, normalmente entre agosto y diciembre, siendo 91.6 MMC el déficit promedio anual, con un máximo de 197.6 MMC y un mínimo de 40.00 MMC (al 80% es de 117.36 MMC); y un periodo de superávit entre enero y abril, siendo 598.18 MMC el superávit promedio anual, con un máximo de 1,376 MMC y un mínimo de 41.53 MMC (al 80% es de 337.93MMC).

Este estudio tiene un nivel de reconocimiento con información aprovechable y utilizable para estudios posteriores.

- En el año 1978, la Dirección de Preservación y Conservación Sub-Dirección de Agrología de la Dirección General de Aguas del MINAG realiza el **Estudio Agroológico Detallado y Zonificación Climática de Cultivos del Valle de Pisco**. Se determina el uso consuntivo de los cultivos por el método de Hargreaves. En la parte II se realiza un estudio detallado del clima y un balance hídrico para cada una de las estaciones meteorológicas disponibles. Se hace un diagnóstico general del clima para la cuenca.
- **Proyecto de rehabilitación de tierras del valle de Pisco**; realizado por Agro Ingeniería S.A., Corporación Peruana de Ingeniería S.A. y Consorcio Hidráulico Mundial (SCRL), en 1981, por encargo del Proyecto Especial Plan REHATIC. El objetivo del estudio fue la realización del diagnóstico definitivo a nivel de valle y la elaboración de diseños, a nivel constructivo, de las obras correspondientes a las Unidades de Riego y Drenaje, para la rehabilitación de tierras del valle de Pisco.

El estudio hidrológico de este Proyecto, realizado por Corporación Peruana de Ingeniería S.A. (CORPEI), fue orientado al conocimiento de la oferta y demanda de agua en la situación actual. Para ello se analizaron los datos existentes a fin de determinar los caudales disponibles (ofertas) y se estudia las condiciones y usos del agua para la estimación de demandas; además, se estudió problemas especiales, tales como avenidas, sedimentos, aguas de retorno y calidad del agua.

La disponibilidad hidrológica se determinó mediante el análisis de frecuencias con la distribución Log- Gumbel para dos series de registros: periodo 1922-1979 y periodo 1963-1979.

Los resultados del análisis de frecuencia de volúmenes anuales del río Pisco para el periodo 1922-1979 son los siguientes: 769.48 MMC para 50% de frecuencia; 573.96 MMC para 75% de frecuencia; 409.97 MMC para 90% de frecuencia.

Los resultados para el periodo 1963-1979 (con funcionamiento de lagunas reguladas) son: 633.874 MMC para 50% de frecuencia; 466.733 MMC para 75% de frecuencia; y 331.128 MMC para 90% de frecuencia.

Las demandas de aguas para riego fueron estimadas considerando la cédula de cultivos actual y otra proyectada; con eficiencias de riego actual de 30% (enero a mayo) y 40% (enero a mayo) y 45% (junio a diciembre). Se utilizó el método de Hargreaves, con información meteorológica de las estaciones de Pisco, Caucato, Manrique y Bernales.

La demanda actual estimada es de 549.09 MMC por campaña, con módulos de riego mínimo de 0.43 l/s/ha (julio) y máximo de 2.09 l/s/ha (enero). La demanda con proyecto es de 399.149 MMC por campaña, con módulos de riego mínimo de 0.38 l/s/ha (julio) y máximo de 1.4 l/s/ha (enero).

Con la cédula de cultivos propuesta y con eficiencia de riego mejorada, los déficit para años hidrológicos normales (50% persistencia) se reducen a 0 MMC; para los años bajos (75%), son de 11 MMC, y para años críticos (90%), son de 57 MMC.

El análisis de frecuencia de avenidas se realizó, utilizando valores máximos diarios registrados en Letrayoc para un periodo de 57 años, mediante el método de Gumbel, obteniéndose avenidas de 575 m<sup>3</sup>/s de retorno de 50 años y de 710 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 200 años.

Finalmente se estimó la cantidad de sedimentos por métodos teóricos debido a la inexistencia de información disponible. El valor promedio estimado de la cantidad de sedimentos transportados por el río Pisco, mediante 3 métodos diferentes, es de 1'520,000 Tm/año.

Este estudio hidrológico se constituye como el de mayor nivel (factibilidad) y el más actualizado de todos los existentes.

- Mediante un convenio entre la Municipalidad de Pisco y el INAF del Ministerio de Agricultura realizan en el año 1983 el Informe Técnico: **Base para un Desarrollo Integrado en la provincia de Pisco**; en el que se hace un diagnóstico situacional del ámbito de Pisco abarcando aspectos inherentes a un proyecto de desarrollo rural integrado, tales como hidrometeorología, hidrología, topografía, geología, agrología, socio-economía y plantea-mientos hidráulicos. En este diagnóstico no se realiza nuevos aportes puesto que se ha tomado información situacional de estudios anteriormente realizados (ONERN, Plan REHATIC y otros), realizándose sólo un análisis crítico de los mismos.
- En el año 1984, la oficina nacional de evaluación de recursos naturales, ONERN, realiza a nivel de reconocimiento el **inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona alto-andina del Perú – Departamento de Huancavelica**, este trabajo en lo que respecta a la climatología y recursos hidráulicos es muy análogo al realizado en el año 1971, también por la ONERN en la cuenca del río Pisco, sin embargo se maneja información básica actualizada.
- Sub – Proyecto: **Presa Santa Ana – Estudio de disponibilidades hídricas en la cuenca del río Santa Ana** – Actualización y complementación; realizado en 1986 por el Ministerio de Agricultura a través del Convenio de cooperación técnica INAF – CORDEICA. Es el primer antecedente que se tiene de la utilización de un modelo estocástico de primer orden para la generación de caudales medios mensuales en base a parámetros estadísticos regionalizados de otras estaciones hidrométricas de cuencas semejantes. Se determina un rendimiento anual de la cuenca de 0.67 m<sup>3</sup>/s (21 MMC) al 75% de persistencia y de 0.75 m<sup>3</sup>/s (23.7 MMC) al 50%. La capacidad de embalse calculada es de 19 MMC, para asegurar en periodos críticos un caudal medio de 0.615 m<sup>3</sup>/s.
- La Dirección General de Estudios y Proyectos del INRENA en 1994 realiza el **Diagnóstico del Aprovechamiento de Aguas Subterráneas del Valle de Pisco**; en cuanto al tema de hidrología superficial en su capítulo 5 de aspectos generales se hace una descripción muy somera de la climatología, características de la cuenca y escorrentía superficial del río Pisco. Forma parte de las conclusiones del diagnóstico la alta salinidad existente en el valle, originada por las condiciones hidrogeológicas del medio, por lo que el acuífero no presenta buenas condiciones para su explotación.
- En 1998 la Dirección General de Aguas y Suelos del INRENA y la ATDR Chincha Pisco realizan la **Delimitación de la Faja Marginal de los Ríos Chico, Matagente y Pisco**. El estudio hidrológico realizado es muy puntual,

se realizan cálculos de caudales máximos a partir de datos diarios de máximas avenidas empleando el modelo estadístico de Gumbel.

- El Proyecto Subsectorial de Irrigación (PSI), en el año 2000 realiza el **Programa de Mejoramiento de la Infraestructura de Riego** en diversos valles de la costa peruana, en el volumen 1/5 presenta la memoria descriptiva correspondiente al sub proyecto Pisco/Ica. El proyecto, realizado para la construcción de 8 bocatomas sobre el río Pisco (Huaya, Chunchanga, Miraflores, Montesierpe, San Ignacio, Bernales, Casaconcha y Chongos), en el capítulo 2 - Descripción general del área de proyecto, efectúa una descripción de la climatología e hidrometría de la zona del proyecto (valle). Se hacen cálculos de caudales de diseño a partir de información diaria de caudales, proporcionada por la Junta de Usuarios, empleándose para ello el modelo estadístico de Gumbel y extrapolando estos datos (de la estación Letrayoc) a los puntos de ubicación de las bocatomas proyectadas mediante una simple relación directa de áreas de cuenca.

## 2.0. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA

### 2.1. UBICACION

La cuenca del río Pisco, orientada de Nor-Este a Sur-Oeste, tiene la siguiente ubicación geográfica, política y administrativa:

#### 2.1.1. UBICACION GEOGRAFICA

Latitud Sur	:	12°52' - 13°48'
Longitud Oeste	:	75°02' - 76°13'
Coordenadas UTM (WGS84)		
Norte	:	8'473,994 – 8'576,196 m
Este	:	365,978 – 495,455 m
Variación Altitudinal	:	0.0 – 5,218 m.s.n.m. (Cerro San Juan de Dios)

#### Límites hidrográficos

Norte	:	Cuencas de los ríos San Juan y Mantaro
Sur	:	Cuenca del río Ica e Intercuenca del río Seco
Este	:	Cuencas de los ríos Mantaro, Pampas e Ica.
Oeste	:	Océano Pacífico

Ver mapas **N°1** - Ubicación y **N°2** – Mapa Base de la cuenca a escala 1/400000, preparado en base a información digital del IGN 1/100000.

#### 2.1.2. UBICACION POLITICA

La cuenca del río Pisco está ubicada en los departamentos de Ica y Huancavelica; a la parte baja de la cuenca (subcuencas baja y parte de la subcuenca media) le corresponde la provincia de Pisco del departamento de Ica, con sus distritos de Paracas, San Andrés, Pisco, Túpac Amaru Inca, San Clemente, Independencia, Humay y Huáncano; mientras que la parte alta de la cuenca (subcuencas Chiris, Santuario y Huaytará) ocupa las provincias de Castrovirreyna y Huaytará del departamento de Huancavelica, con sus distritos de Ticrapo, Mollepampa, Cocas, Castrovirreyna y Santa Ana, para la Provincia de Huaytará ocupa los Distritos de Quito–Arma, Huaytará, Huayacundo Arma, San Antonio de Cusicancha y Pilpichaca. En el cuadro **N°2.1** y mapa **N°3** de demarcación política de la cuenca a escala 1/400000, se presenta los ámbito de influencia política sobre la cuenca, ponderando su superficie de influencia.

El 58.6% de área de la cuenca se ubica en el departamento de Huancavelica, correspondiéndole el 37.3% a la provincia de Castrovirreyna y el 21.3 a la de Huaytará, el resto de porcentaje, 41.4% de superficie de cuenca se encuentra en el departamento de Ica, provincia de Pisco.



# MAPA – 1 UBICACION

MAPA – 2  
MAPA BASE

**CUADRO N°.2.1**  
**DEMARCAACION POLITICA - DEPARTAMENTAL, PROVINCIAL Y DISTRITAL**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SUPERFICIE (KM2)	PORCENTAJE (%)	
HUANCAVELICA	CASTROVIRREYNA	CASTROVIRREYNA	920.4	20.8	
		COCAS	79.1	1.9	
		MOLLEPAMPA	173.6	3.9	
		SANTA ANA	299.8	6.7	
		TICRAPO	177.9	4.0	
	SUBTOTAL			1,650.8	37.3
	HUAYTARA	HUAYTARA	HUAYACUNDO ARMA	37.0	0.8
			HUAYTARA	221.6	5.0
			PILPICHACA	208.9	4.7
			QUITO-ARMA	239.0	5.4
			SAN ANTONIO DE CUSICANCHA	239.5	5.4
	SUBTOTAL			946.0	21.3
	<b>SUBTOTAL</b>			<b>2,596.8</b>	<b>58.6</b>
	ICA	PISCO	HUANCANO	855.3	19.3
HUMAY			441.0	9.9	
INDEPENDENCIA			254.2	5.7	
PARACAS			12.5	0.3	
PISCO			23.9	0.5	
SAN ANDRES			64.6	1.5	
SAN CLEMENTE			128.0	2.9	
TUPAC AMARU INCA			58.2	1.3	
SUBTOTAL			1,837.7	41.4	
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1,837.7</b>	<b>41.4</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>4,434.5</b>	<b>100.0</b>	

FUENTE : PERU DIGITAL - ELABORACION PROPIA

## MAPA - 3 DEMARCACION POLITICA

### 2.1.3. UBICACION ADMINISTRATIVA O JURISDICCIONAL

La entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos en la cuenca del río Pisco es la Administración Técnica del Distrito de Riego Chincha-Pisco, la que tiene una dependencia, también de orden administrativo del Ministerio de Agricultura a través de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA y de la Dirección Regional Agraria Ica. La delimitación hidrográfica de la cuenca del río Pisco se circunscribe administrativamente en el Sub-distrito de riego Pisco; entonces las entidades, en orden jerárquico, que enmarcan la gestión en la cuenca del río Pisco se listan a continuación y su disposición orgánica se muestra en el gráfico N°2.1.

- Ministerio de Agricultura
- Dirección Regional Agraria Ica
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)
- Intendencia de Recursos Hídricos
- Administración Técnica del Distrito de Riego Chincha - Pisco
- Sub-Distrito de Riego Pisco.

**GRAFICO N°2.1.**



## MAPA - 4 AMBITO SUBDISTRITO

El mapa N°4, Ambito del Sub-Distrito de Riego Pisco, muestra la delimitación jurisdiccional de la cuenca con fines administrativos en materia de uso agrícola del agua. La fuente cartográfica es el mapa de delimitación administrativa del sub-distrito de riego Pisco a escala 1/100000, proporcionada por la Administración Técnica del sub-distrito de riego Pisco. En este se distingue dos grandes sectores de riego, uno correspondiente a la parte alta de la cuenca, denominado Castrovirreyna, con dos sub-sectores de riego: Ticrapo y Huaytará, y el otro sector de la cuenca baja, denominado Pisco, con seis sub-sectores de riego: Huáncano, Cabeza de Toro, Humay, Independencia, Murga y Pisco; en estos sectores se circunscriben las veinte Comisiones de Regantes que conforman la Junta de Usuarios del Valle de Pisco, entidad creada en 1974, con R.M.0828-74 como una sociedad de derecho privado y constituida como una asociación civil sin fines de lucro. En el cuadro N°2.2. se resume la delimitación administrativa de la cuenca del río Pisco o ámbito jurisdiccional del sub-distrito de riego Pisco.

**CUADRO N°2.2.**  
**DELIMITACION ADMINISTRATIVA DE LA CUENCA DEL RIO PISCO**  
**SUB-DISTRITO DE RIEGO PISCO**

<b>SECTORES DE RIEGO</b>	<b>SUB-SECTORES DE RIEGO</b>	<b>SUPERFICIE (Km<sup>2</sup>)</b>
<b>PISCO</b>	Huáncano	690.6
	Cabeza de Toro	240.2
	Humay	160.1
	Independencia	149.1
	Murga	278.3
	Pisco	146.0
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>1,664.3</b>
<b>CASTROVIRREYNA</b>	Huaytará	978.5
	Ticrapo	1,791.7
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>2,770.2</b>
<b>TOTAL</b>		<b>4,434.5</b>

## 2.2. ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACION

En la cuenca del río Pisco se distingue tres vías asfaltadas de primer orden y por tanto de significativa importancia socio-económica; una vía transversal con dirección norte-sur que es la carretera Panamericana Sur (que atraviesa el valle de Pisco de norte a sur), otra longitudinal, la carretera Los Libertadores Wari de dirección este-noroeste (que se desarrolla a través de la cuenca de sureste a noroeste) y una tercera, situada sólo en la zona de valle, que une la provincia de Pisco con la carretera Panamericana en la zona del distrito de La Villa o Túpac Amaru y con los distritos de San Andrés y Paracas, hacia el sur.

La carretera Panamericana interconecta a la cuenca (zona de valle), por el norte con las capitales provinciales de Chincha (41.0 Km), Cañete (94.5 Km) y la capital de Lima (243.0 Km), y por el sur con la capital departamental de Ica (77.0 Km).

La carretera Los Libertadores Wari interconecta a la cuenca con los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, une los distritos de Túpac Amaru, San Clemente, Humay y Huáncano de la provincia de Pisco y la provincia de Huaytará del departamento de Huancavelica.

Otra vía de gran importancia es la carretera afirmada que se inicia como un desvío hacia el norte de la carretera Los Libertadores Wari, zona de Pámpano, mediante esta se accede a la provincia de Castrovirreyna y sus distritos de Ticrao, Cocas y Santa Ana. En el cuadro N°2.3. y mapa N°5 - vial adjunto a escala 1/400000, se observa las distancias viales inter-districtales y red vial en la cuenca, que ha sido actualizada en base a los trabajos de campo efectuados en la cuenca alta.

Asimismo al interior de la cuenca existe una red de carreteras de tercer orden o trochas carrozables que enlazan diversos centros poblados.

### CUADRO 2.3.

#### DISTANCIAS VIALES INTERPROVINCIALES - INTERDISTRICTALES - Km CUENCA DEL RIO PISCO

	DISTANCIAS EN Km									
	SAN ANDRES	PISCO	VILLA TUPAC	SAN CLEMENTE	INDEPENDENCIA	HUAYTARA	QUITO-ARMA	TICRAPO	CASTROVIRREYNA	SANTA ANA
SAN ANDRES	----	4.3	9.6	13.2	27.7	118.7	131.4	121.3	157.4	224.0
PISCO	4.3	----	5.3	8.9	23.4	114.4	127.1	117.0	153.1	219.7
VILLA TUPAC	9.6	5.3	----	3.6	18.1	109.1	121.8	111.7	147.8	214.4
SAN CLEMENTE	13.2	8.9	3.6	----	14.5	105.5	118.2	108.1	144.2	210.8
INDEPENDENCIA	27.7	23.4	18.1	14.5	----	91.0	103.7	93.6	129.7	196.3
HUAYTARA	118.7	114.4	109.1	105.5	91.0	----	12.7	55.6	91.7	158.3
QUITO-ARMA	131.4	127.1	121.8	118.2	103.7	12.7	----	68.3	77.7	144.3
TICRAPO	121.3	117.0	111.7	108.1	93.6	55.6	68.3	----	37.3	103.9
CASTROVIRREYNA	157.4	153.1	147.8	144.2	129.7	91.7	77.7	37.3	----	66.6
SANTA ANA	224.0	219.7	214.4	210.8	196.3	158.3	144.3	103.9	66.6	----

FUENTE : ELABORACION PROPIA Y MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES



MAPA - 5  
MAPA VIAL

## 2.3. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

### 2.3.1. POBLACION – DEMOGRAFIA

Una de las principales características socio-económicas de la cuenca es su situación demográfica, la cual está determinada cuantitativamente por los censos efectuados por el INEI los años 1972, 1981 y 1993, y en base a los cuales el instituto estadístico ha determinado la evolución poblacional del Perú para el periodo 1996 – 2001 y cuyas cifras para el ámbito de la cuenca se muestra en el cuadro **N°2.4**. Para el año 2001 el total de la población es de 143686 habitantes, correspondiéndole el 73% (104535 hab.) a la población urbana, y el 27% (39135 hab.) a la rural.

Respecto a la delimitación política en la cuenca, el 86,8% de la población (124731 hab.) le corresponde a la provincia de Pisco del departamento de Ica; el 7.1% (10176 hab.) a los distritos de Castrovirreyna, Cocas, Mollepampa, Santa Ana y Ticrapo de la provincia de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica; el 6.1% (8779 hab.) a los distritos de Huaytará, Huayacundo Arma, Pilpichaca, Quito Arma y San Antonio de Cusicancha de la provincia de Huaytrá del departamento de Huancavelica.

El porcentaje de población urbana en la cuenca es mayor a la rural, esta es del orden de 104535 hab. (72.8%), esta característica está definida por la población urbana del distrito de Pisco (94.9%). Para las provincias de Castrovirreyna y Huaytará se tiene el caso contrario de una mayor población rural del orden de 63.2% y 79.7% respectivamente; los distritos en la provincia de Pisco en los que se tiene un mayor porcentaje de población rural son Huáncano, Humay, Independencia.

La tasa media anual de crecimiento poblacional para la cuenca es de 1.88%, de 2.02% para la provincia de Pisco, 1.77% y 0.18% para las provincias de Castrovirreyna y Huaytará respectivamente. Ver cuadro **N°2.5**.

Se ha realizado una proyección de la población urbana y rural al año 2030 mediante el empleo de las anteriores tasas de crecimiento y asumiendo una tendencia de crecimiento aritmética, de lo que ha resultado una factible población total futura de 225129 hab. Las expresiones matemáticas utilizadas para las estimaciones de las tasas medias anuales de crecimiento poblacional y población futura, asumiendo una progresión aritmética, son:

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

Donde:

T <sub>c</sub>	=	Tasa de crecimiento poblacional aritmético.
P <sub>f</sub> , P <sub>a</sub>	=	Población futura, población actual.
t	=	Cronología en años entre la población actual y futura.

La densidad poblacional en la cuenca es de 32.4 hab/Km<sup>2</sup>.

**CUADRO 2.4.**  
**EVOLUCION ANUAL DE LA POBLACION EN LA CUENCA DEL RIO PISCO**

AMBITO		AÑOS					
DPTO.	ICA	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>DISTRITO</b>	Pisco	55,888	56,844	57,791	58,675	59,589	60,554
	Huancano	2,176	2,207	2,237	2,267	2,297	2,378
	Humay	4,410	4,400	4,390	4,381	4,372	4,751
	Independencia	9,156	9,268	9,378	9,487	9,594	9,999
	Paracas	1,189	1,175	1,162	1,150	1,139	1,270
	San Andres	13,889	14,269	14,655	15,046	15,443	15,964
	San Clemente	15,507	15,848	16,196	16,546	16,897	17,705
	Tupac Amaru Inca	10,579	10,869	11,163	11,463	11,766	12,110
<b>PROVINCIA</b>	<b>PISCO</b>	<b>112,794</b>	<b>114,880</b>	<b>116,972</b>	<b>119,015</b>	<b>121,097</b>	<b>124,731</b>
% Respto al Departamento de ICA							<b>18.4</b>
POBLACION URBANA						79%	99,016
POBLACION RURAL						21%	25,699

AMBITO		AÑOS					
DPTO.	HUANCAVELICA	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>DISTRITO</b>	Castrovirreyna	3,316	3,320	3,325	3,329	3,333	3,370
	Cocas	966	962	957	953	949	953
	Mollepampa	1,295	1,294	1,292	1,291	1,290	1,292
	Santa Ana	1,555	1,534	1,506	1,464	1,406	1,428
	Ticrapo	2,181	2,167	2,152	2,138	2,123	3,133
	<b>PROVINCIA</b>	<b>CASTROVIRREYNA</b>	<b>9,313</b>	<b>9,277</b>	<b>9,232</b>	<b>9,175</b>	<b>9,101</b>
POBLACION URBANA						37%	3,741
POBLACION RURAL						63%	6,435
<b>DPTO.</b>	<b>HUANCAVELICA</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
<b>DISTRITO</b>	Huaytara	2,328	2,334	2,341	2,347	2,353	2,364
	Huayacundo Arma	486	485	483	482	481	485
	Pilpichaca	3,284	3,287	3,289	3,292	3,294	3,318
	Quito Arma	977	963	948	934	920	931
	San Antonio De Cusicancha	1,625	1,635	1,644	1,654	1,664	1,681
	<b>PROVINCIA</b>	<b>HUAYTARA</b>	<b>8,700</b>	<b>8,704</b>	<b>8,705</b>	<b>8,709</b>	<b>8,712</b>
POBLACION URBANA						20%	1,779
POBLACION RURAL						80%	7,000
<b>TOTAL PROVINCIAS DE CASTROVIRREYNA Y HUAYTARA</b>		<b>18,013</b>	<b>17,981</b>	<b>17,937</b>	<b>17,884</b>	<b>17,813</b>	<b>18,955</b>
% Respto al Departamento de HUANCAVELICA							<b>4.9</b>
POBLACION URBANA						29%	5,519
POBLACION RURAL						71%	13,436

<b>POBLACION TOTAL AMBITO DE LA CUENCA DEL RIO PISCO</b>	<b>130,807</b>	<b>132,861</b>	<b>134,909</b>	<b>136,899</b>	<b>138,910</b>	<b>143,686</b>	
	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (%)					<b>1.88</b>	
	POBLACION URBANA					73%	104,535
	POBLACION RURAL					27%	39,135

FUENTE : INEI

**CUADRO N°2.5.****PROYECCION DE LA POBLACION EN LA CUENCA DEL RIO PISCO**

PROVINCIA / DISTRITO	POBLACION AL AÑO 2001			TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO	PROYECCION DE LA POBLACION AÑO - 2030		
	TOTAL	URBANA	RURAL	%	TOTAL	URBANA	RURAL
<b>PROVINCIA DE PISCO</b>	<b>124,731</b>	<b>99,137</b>	<b>25,594</b>	<b>20.20</b>	<b>197,965</b>	<b>157,729</b>	<b>40,236</b>
Pisco	60,554	57,526	3,028	1.61	88,827	84,385	4,441
Huancano	2,378	1,094	1,284	1.78	3,606	1,659	1,947
Humay	4,751	618	4,133	1.49	6,804	885	5,919
Independencia	9,999	1,700	8,299	1.76	15,102	2,567	12,535
Paracas	1,270	203	1,067	1.32	1,756	281	1,475
San Andres	15,964	13,250	2,714	2.79	28,880	23,971	4,910
San Clemente	17,705	14,695	3,010	2.66	31,363	26,031	5,332
Tupac Amaru Inca	12,110	10,051	2,059	2.71	21,627	17,951	3,677
<b>PROVINCIA DE CASTROVIRREYNA</b>	<b>10,176</b>	<b>3,724</b>	<b>6,452</b>	<b>1.77</b>	<b>17,553</b>	<b>6,386</b>	<b>11,167</b>
Castrovirreyna	3,370	1,752	1,618	0.32	3,683	1,915	1,768
Cocas	953	95	858	0.32	1,041	104	937
Mollepampa	1,292	78	1,214	0.32	1,412	85	1,327
Santa Ana	1,428	671	757	0.32	1,561	733	827
Ticrapo	3,133	1,128	2,005	7.40	9,856	3,548	6,308
<b>PROVINCIA DE HUAYTARA</b>	<b>8,779</b>	<b>1,770</b>	<b>7,009</b>	<b>0.18</b>	<b>9,611</b>	<b>1,925</b>	<b>7,687</b>
Huaytara	2,364	756	1,608	0.31	2,577	824	1,752
Huayacundo Arma	485	252	233	0.21	515	268	247
Pilpichaca	3,318	465	2,853	0.21	3,520	493	3,027
Quito Arma	931	112	819	0.21	988	119	869
San Antonio De Cusicancha	1,681	185	1,496	0.68	2,012	221	1,791
<b>TOTAL CUENCA DEL RIO PISCO</b>	<b>143,686</b>	<b>104,632</b>	<b>39,055</b>	<b>1.88</b>	<b>225,129</b>	<b>166,040</b>	<b>59,090</b>

FUENTES : INEI - ELABORACION PROPIA

### **2.3.2. CARACTERIZACION SOCO-ECONOMICA**

#### **ESTRUCTURA PRODUCTIVA**

La configuración de la estructura productiva en la cuenca guarda relación con la estructura económica nacional. En general guarda un desarrollo económico incipiente en función del mercado exterior y de los departamentos de Lima y Arequipa, tanto en materias primas como de productos finales. Una característica general es la marcada desigualdad en la capitalización y productividad que tienen los distintos sectores de la economía a nivel departamental, nos referimos a los departamentos de Ica y Huancavelica; un desarrollo socio-económico muy bajo en Huancavelica por sus carencias de potencialidad agropecuaria y manufacturera y por el abandono de los elementos básicos contribuyentes a un desarrollo económico, como es su sistema vial, el cual no está debidamente implementado y el que actualmente existe en condiciones malas de servicio. Es decir que existe una gran concentración de las inversiones públicas y privadas en el valle de Pisco, como es el caso de gran parte de los valles costeros, lo cual genera áreas o sectores dependientes, marginados y subordinadas, especialmente en las zonas de la sierra, sectores de Ticrapo, Castrovirreyna, Huaytará, para el departamento de Huancavelica, notándose un desequilibrio regional Costa-Sierra.

#### **PRODUCCION AGRICOLA – ALIMENTICIA**

La actividad agrícola aporta el 64% de la producción agrícola, mientras que la pecuaria aporta el restante 36%.

Los principales productos cosechados son algodón, maíz amarillo duro, pallar, frijol, camote, papa y frutales, cultivados en la zona de valle, mientras que en la parte media y alta de la cuenca el principal producto agrícola producido es la papa, y en menor escala cereales como el trigo y la cebada.

El algodón es el cultivo de mayor importancia industrial, parte de la producción de frutales mayores se dedica a la industria conservera. En el distrito de Pisco se instalan las principales plantas para los derivados del algodón (alimentos para ganado, aceites).

Así mismo es importante mencionar que en el valle de Pisco se ha obtenido “records” de producción de cereales, papa, menestras y hortalizas.

#### **PRODUCCION PECUARIA**

En la cuenca la población pecuaria tiene este orden de importancia cuantitativa: aves, ovinos, alpacas, llamas, caprinos y vacunos. El mayor aporte económico pecuario depende de la producción de carne de vacuno. La producción avícola se encuentra ubicada íntegramente en la zona costera.

#### **ACTIVIDAD INDUSTRIAL**

La actividad industrial ocupa un importante lugar a nivel regional, teniéndose instalado un promedio de 67 establecimientos en la zona costera de la cuenca. El mayor desarrollo industrial obedece en parte a la política de descentralización industrial y a la infraestructura de servicios instalada, por ejemplo el puerto de Punta Pejerrey y la carretera Los Libertadores Wari.

La actividad industrial en las provincias de Castrovirreyna y Huaytará es casi nula.

#### **SECTOR PESQUERO**

Esta es una de las principales actividades en la zona costera de la cuenca, la cual ha experimentado bruscas caídas en el PBI, debido a la grave disminución en la captura de las especies marinas, lo cual ha incidido en una menor producción de harina de pescado y aceites.

### **ACTIVIDAD TURISTICA**

Por sus condiciones peculiares en la cuenca se tiene un gran potencial de desarrollo turístico en base a la reserva ecológica de Paracas, sin embargo hace falta una adecuada infraestructura y promoción turística.

## **2.4. CLIMATOLOGIA**

Los principales parámetros climáticos que definen o caracterizan el clima de la cuenca son: precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación; son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la cuenca del río Pisco. Estos parámetros provienen de los registros de las distintas estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca, esta red ha sido descrita en el cuadro y gráfico **Nº1.1.**, mostrada en el **mapa Nº06** - Estaciones Hidro-Meteorológicas, adjunto; estas estaciones están a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). En los anexos del presente estudio se tiene registrada la información meteorológica histórica de los parámetros arriba indicados.

### **2.4.1. PARAMETROS CLIMATICOS**

#### **a. PRECIPITACION**

La información pluviométrica en la cuenca proviene de los registros de nueve estaciones meteorológicas, que en orden decreciente de ubicación altitudinal son: Agnococha, Castrovirreyna, Totorá, Cusicancha, Cocas, Ticrapo, Huáncano, Bernales y Pisco, variando su ubicación altitudinal de 4650 a 7 m.s.n.m. Así mismo se cuenta con registros de otras ocho estaciones de apoyo; Fonagro, Huamaní, Tambo, Pariona, Túnel Cero, San Genaro, Choclococha y Astobamba, ubicadas en las cuencas vecinas de San Juan, Ica, Pampas y Mantaro. En el cuadro **Nº2.6.** se distingue la red de estaciones de trabajo para el estudio pluviométrico en la cuenca.

Según la información de este cuadro, datos que son producto de un trabajo previo de análisis de consistencia y completación, se aprecia un gradiente positivo de la precipitación en relación al incremento de la altitud: En Ticrapo (2174 m.s.n.m.) se tiene un periodo de sequías de 5 meses, mientras que en Cocas (3246 m.s.n.m.) y Castrovirreyna (3956 m.s.n.m.) este periodo disminuye a 4 meses, y en zonas más altas como en el distrito de Santa Ana prácticamente no existen meses secos.

La variación de la precipitación total anual en la cuenca es de 2 mm. a 950 mm. En general las variaciones de la precipitación total anual en la cuenca son:

- La cuenca seca se encuentra por abajo de los 250 mm., coincidente con una altitud de 2400 m.s.n.m.

## MAPA - 6

# ESTACIONES HIDRO-METEOROLOGICAS

- El área comprendida entre los 2400 m.s.n.m. hasta los 3200 m.s.n.m. (335 Km<sup>2</sup>) la precipitación varía de 250 mm. a 400 mm.
- Entre los 3200 m.s.n.m a los 4000 m.s.n.m. (735 Km<sup>2</sup>), la variación de la precipitación es de 400 mm. a 600 mm.
- Entre los 4000 m.s.n.m. a 4700 m.s.n.m. (1260 km<sup>2</sup>), la precipitación varía entre los 600 mm. a 800 mm.

Si describimos la variación de la precipitación según las estaciones de medición, se distingue que existe las siguientes tendencias por grupos de estaciones ubicadas en ciertos límites altitudinales, ver gráficos N°2.2. y 2.3.

Un primer grupo de estaciones; Pariona, Túnel Cero, Astobamba, Choclococha, San Genaro y Agnocochoa, que tienen una variación altitudinal de 4240 a 4850 msnm., su módulo pluviométrico es del orden de los 741 mm.

Un segundo grupo; estaciones Totora y Castrovirreyna, se ubican a altitudes entre los 3900 y 3956 msnm., con un módulo anual de lluvia de 567 mm.

Un tercer grupo, definido por las estaciones Ticrao, Tambo, Cocas y Cusicancha, se ubican a altitudes entre los 2174 y 3550 msnm., con un módulo anual de lluvia que promedia los 375 mm.

Finalmente se distingue un tercer grupo de estaciones; Pisco, Fonagro, Bernales, Huamaní y Huáncano, que se ubican entre las altitudes 7 y 1008 msnm, con un módulo anual de lluvia que promedia los 7 mm.

**CUADRO 2.6.**

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y CONSISTENTE (mm) - Año Promedio Histórico 1964 -2002**  
**ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO Y CUENCAS VECINAS**

N°	ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	PISCO	7.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0	1.4
2	FONAGRO	50.0	0.2	1.2	0.3	0.0	0.6	3.5	1.5	1.2	0.7	0.2	0.3	0.2	9.8
3	BERNALES	250.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
4	HUAMANI	800.0	4.7	1.6	6.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	13.3
5	HUANCANO	1006.0	2.9	2.9	2.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.3	9.7
6	TICRAPO	2174.0	59.8	68.8	66.8	12.9	0.6	0.1	0.0	0.3	0.8	3.0	5.8	23.1	241.9
7	TAMBO	3080.0	89.5	116.9	119.1	28.6	5.2	0.0	0.1	0.6	0.9	11.9	11.9	36.2	421.0
8	COCAS	3246.0	110.8	107.1	114.1	31.9	9.4	0.8	0.6	1.9	7.7	18.5	22.5	44.6	469.9
9	CUSICANCHA	3550.0	78.3	89.6	108.0	36.0	2.3	0.0	0.0	0.8	3.8	4.5	10.3	31.3	364.9
10	TOTORA	3900.0	122.2	120.0	100.0	44.2	20.7	4.8	3.3	10.3	22.8	32.8	42.9	77.7	601.6
11	CASTROVIRREYNA	3956.0	123.7	132.6	125.5	36.0	5.8	0.6	0.3	0.3	9.6	17.8	21.2	58.7	531.9
12	PARIONA	4240.0	154.5	132.0	149.4	66.1	21.2	0.4	1.8	2.4	14.4	31.4	55.2	83.1	712.1
13	TUNEL CERO	4425.0	143.7	147.1	129.4	67.0	22.6	6.9	7.3	15.3	31.3	51.8	60.6	101.0	783.9
14	ASTOBAMBA	4500.0	127.8	138.9	125.6	57.3	18.6	7.4	3.7	16.3	36.6	45.5	64.5	95.8	738.0
15	CHOCLOCOCHA	4550.0	142.6	145.3	142.3	84.1	30.3	16.5	11.0	20.7	32.8	59.1	68.8	97.1	850.5
16	SAN GENARO	4570.0	131.0	119.1	118.7	58.0	19.1	3.2	9.3	6.8	24.6	40.5	62.0	95.5	687.6
17	AGNOCOCHA	4650.0	125.1	130.6	123.4	52.8	16.7	5.7	5.2	11.2	20.8	45.3	50.3	85.8	672.9

**GRAFICO Nº 2.2.**  
**DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL PARA EL AÑO PROMEDIO 1964 - 2002 - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO**

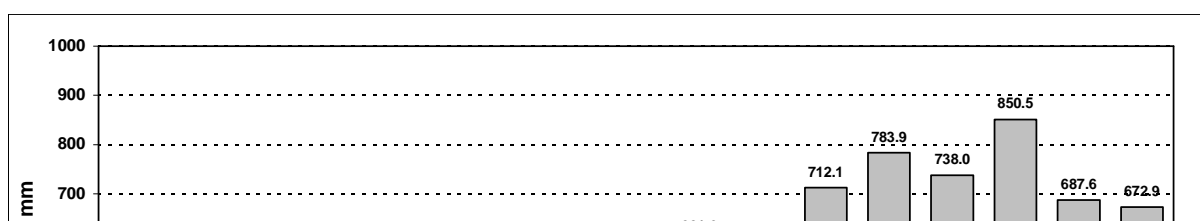
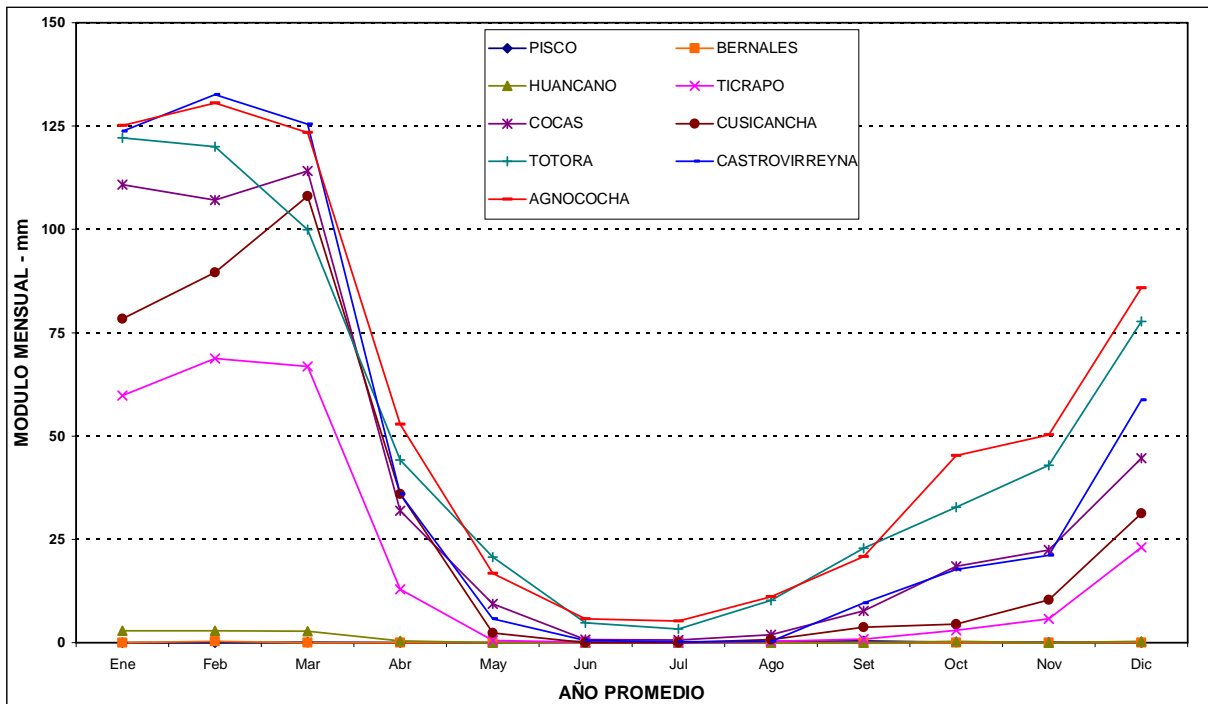




GRAFICO Nº2.3.

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL - AÑO PROMEDIO 1964 - 2002 - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO



La temperatura del aire y sus variaciones diarias y estacionales son muy importantes para el desarrollo de las plantas, constituyendo uno de los factores primordiales que influyen directamente en la velocidad de su crecimiento, longitud de su ciclo vegetativo y en las fases de desarrollo de plantas perennes.

En el ámbito de la cuenca del río Pisco, esta variable climática está medida por una red de estaciones meteorológicas, las que se resumen en el cuadro N°2.7., en este se muestra los valores medios históricos de la temperatura media mensual de las estaciones Pisco, Bernales, Huáncano, Cocas, Castrovirreyna y Agnococha, ubicadas al interior de la cuenca, y Huamaní, Acora, Túnel Cero y San Pedro de Huacarpana, para las cuencas vecinas de Ica, Pampas y San Juan.

En la cuenca del río Pisco, como en toda cuenca, se tiene una relación inversa entre la temperatura media - altitud, esto por efecto de la disminución de presión atmosférica producto de la elevación de la altitud; para la cuenca del río Pisco se ha determinado un gradiente térmico inverso que promedia los  $-4.81$  °C por cada 1000 metros de altitud ascendidos, esta relación es válida entre las altitudes 515 y 4700 msnm. La altitud promedio en la que sucede el fenómeno de inversión térmica es 515 msnm, correspondiente a una temperatura media mensual de  $19.5$  °C (zona de Humay – Tambo Colorado); es decir que entre los 7.0 msnm (estación de Pisco) y los 515 msnm la relación temperatura media – altitud es directa o creciente, con un gradiente promedio de  $+0.73$  °C por cada 1.0 metros ascendidos.

CUADRO N° 2.7.

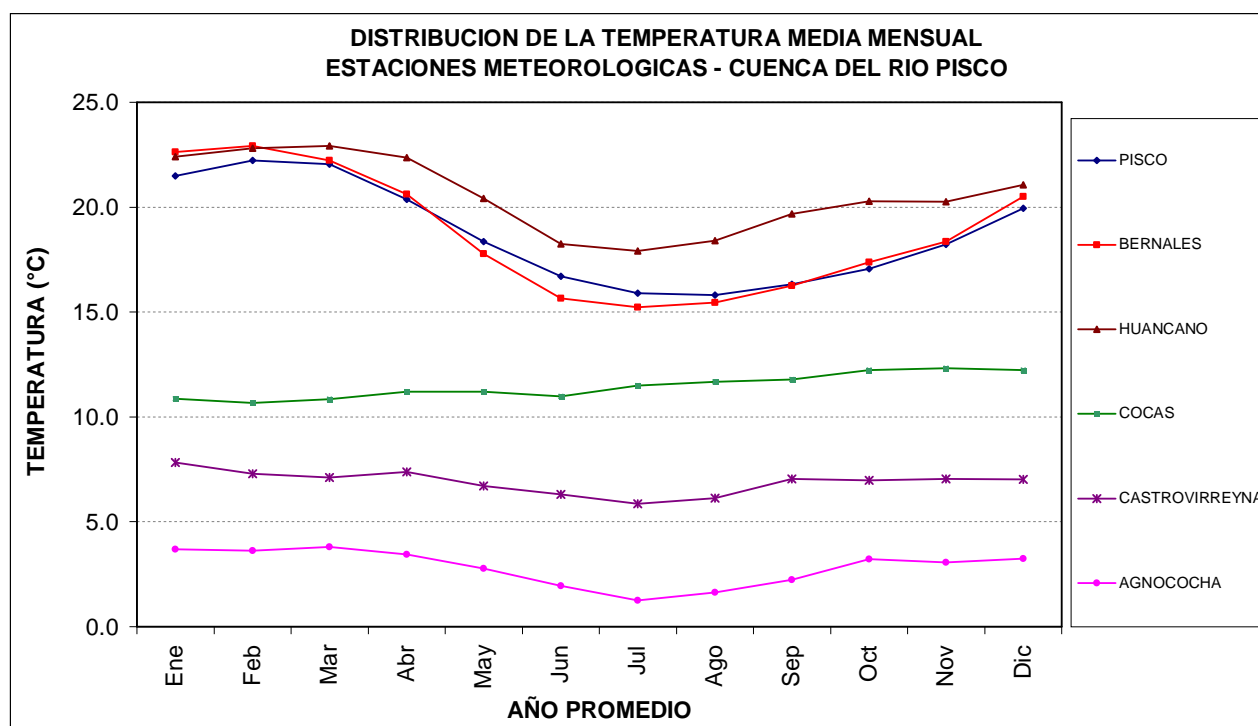
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C°) - Año Promedio Histórico  
ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO Y CUENCAS VECINAS

N°	ESTACION METEOROLOGICA	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												MEDIA ANUAL
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	PISCO	7	21.5	22.2	22.0	20.4	18.3	16.7	15.9	15.8	16.3	17.1	18.2	20.0	18.7
2	BERNALES	250	22.6	22.9	22.2	20.6	17.8	15.7	15.2	15.5	16.3	17.4	18.5	20.6	18.8
3	HUAMANI	800	23.0	23.8	23.7	22.0	20.1	17.5	16.6	17.5	18.8	19.9	20.7	22.0	20.5
4	HUANCANO	1006	22.4	22.8	22.9	22.4	20.4	18.3	17.9	18.4	19.7	20.3	20.3	21.1	20.6
5	ACORA	1800	17.2	17.4	17.8	17.3	16.7	16.2	16.5	16.6	16.8	17.3	17.2	17.5	17.0
6	COCAS	3246	10.9	11.0	10.8	11.2	11.2	11.0	11.5	11.7	11.9	12.2	12.3	12.2	11.5
7	S.P.HUACARPANA	3680	9.1	8.6	9.5	9.4	9.8	9.3	9.6	9.2	9.5	10.2	9.6	10.1	9.5
8	CASTROVIRREYNA	3956	7.8	7.3	7.1	7.4	6.7	6.3	5.9	6.1	7.1	7.0	7.1	7.0	6.9
9	TUNEL CERO	4425	4.3	4.4	4.5	4.1	3.5	2.5	2.3	2.9	3.5	4.1	4.5	4.4	3.7
10	AGNOCOCHA	4650	3.7	3.6	3.8	3.4	2.8	2.0	1.3	1.6	2.2	3.2	3.1	3.3	2.8

**CUADRO N°2.8.**  
**DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL**  
**ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO PISCO**

PISCO Alt. = 7 msnm.	AÑO PROMEDIO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Media	21.5	22.2	22.0	20.4	18.3	16.7	15.9	15.8	16.3	17.1	18.2	19.9	18.7
Mínima	20.4	20.4	20.9	18.9	16.6	15.2	14.6	14.8	15.2	15.8	17.3	19.0	17.8
Máxima	23.1	23.6	24.2	22	21.4	19.4	18.1	17	17.6	18	19.2	21.4	19.9
<b>BERNALES</b> Alt. = 250 msnm.													
Media	22.6	22.9	22.2	20.6	17.8	15.7	15.2	15.5	16.3	17.4	18.4	20.5	18.8
Mínima	21.2	21.5	21.3	20.1	16.6	14.3	14.0	14.0	14.7	15.9	14.9	19.8	17.4
Máxima	24.8	25	22.9	21.7	18.9	17.3	16.4	16.5	17.4	19	19.1	20.9	20.0
<b>HUANCANO</b> Alt. = 1006 msnm.													
Media	22.4	22.8	22.9	22.4	20.4	18.3	17.9	18.4	19.7	20.3	20.3	21.1	20.6
Mínima	21.3	21.9	22.0	21.2	19.9	17.6	17.4	17.7	18.8	19.8	19.5	20.0	20.1
Máxima	24.1	24.3	23.9	23.8	21.3	19.7	19.2	18.9	20.6	21	21.4	22.1	21.5
<b>COCAS</b> Alt. = 3246 msnm.													
Media	10.9	10.7	10.8	11.2	11.2	11.0	11.5	11.7	11.8	12.2	12.3	12.2	11.6
Mínima	9.5	9.1	9.7	9.6	10.1	9.8	9.6	10.5	11.2	11.4	10.8	11.0	10.6
Máxima	13.1	12.1	13	13.1	12	12.8	13.4	12.3	13.1	13.8	13.7	13.3	12.2
<b>CASTROVIRREYNA</b> Alt. = 3956 msnm.													
Media	7.8	7.3	7.1	7.4	6.7	6.3	5.9	6.1	7.1	7.0	7.1	7.0	6.9
Mínima	7.2	6.5	6.1	6.7	5.4	5.7	5.0	4.9	5.6	5.0	5.4	5.0	6.4
Máxima	9.3	8	7.7	8.21	7.3	7.2	6.7	6.7	8.1	8.8	8.5	8.5	7.5
<b>AGNOCOCHA</b> Alt. = 4650 msnm.													
Media	3.7	3.6	3.8	3.4	2.8	2.0	1.3	1.6	2.2	3.2	3.1	3.3	2.9
Mínima	2.4	2.1	2.8	2.2	1.2	1.0	0.4	0.5	1.2	1.4	1.0	0.6	2.0
Máxima	5.2	4.7	5.1	4.4	4.1	2.8	2.4	2.6	3.22	8.2	4.6	4.4	3.6

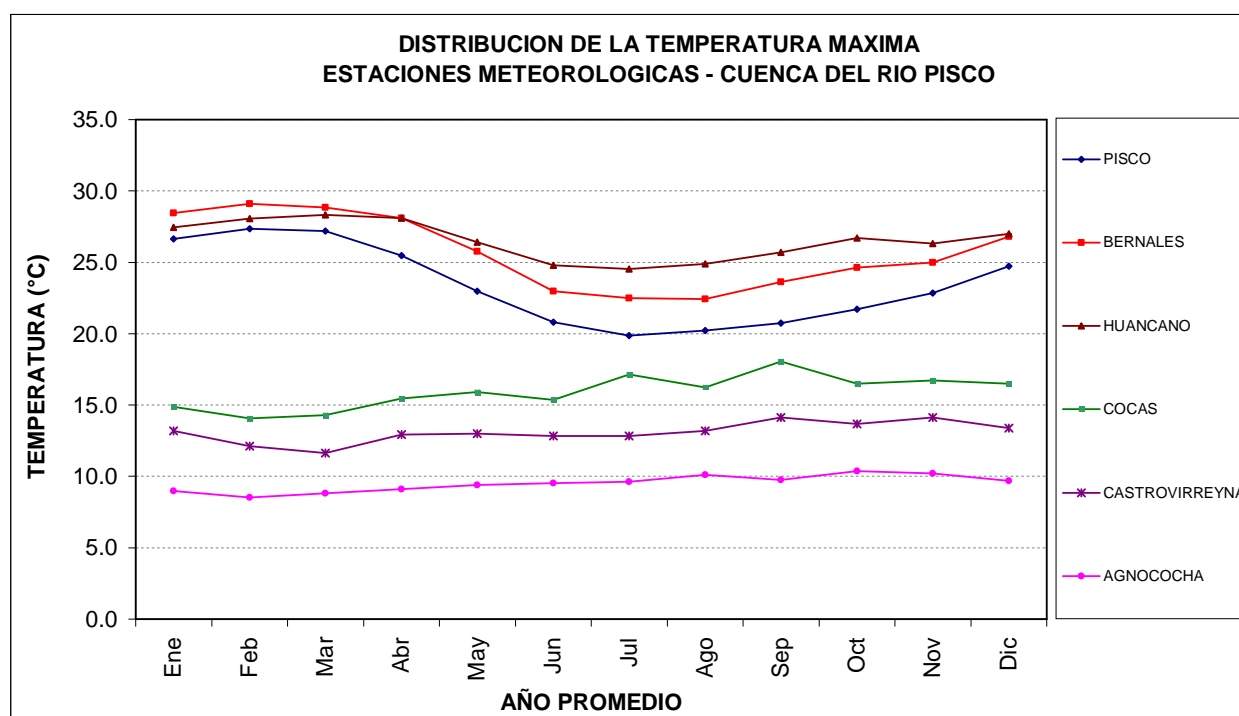
**GRAFICO N°2.4.**



**CUADRO N°2.9.**  
**DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL**  
**ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO PISCO**

PISCO Alt. = 7 msnm.	AÑO PROMEDIO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Media	26.6	27.4	27.2	25.5	23.0	20.8	19.9	20.2	20.7	21.7	22.9	24.7	23.3
Mínima	25.1	25.9	25.5	23.7	21.0	19.3	18.4	19.1	19.3	20.6	21.4	23.5	22.2
Máxima	28.9	28.8	29.4	27	26.1	23.5	22.2	23	22.4	22.9	23.7	25.9	24.5
<b>BERNALES</b>	Alt. = 250 msnm.												
Media	28.4	29.1	28.8	28.1	25.8	23.0	22.5	22.4	23.6	24.6	25.0	26.8	25.7
Mínima	27.9	28.5	28.3	27.9	25.2	21.4	20.6	21.4	23.3	23.3	22.2	26.0	24.7
Máxima	29.8	29.8	29.3	28.5	26.3	24.2	24.2	24	23.9	25.3	26.1	27.2	26.6
<b>HUANCANO</b>	Alt. = 1006 msnm.												
Media	27.5	28.1	28.3	28.1	26.4	24.8	24.5	24.9	25.7	26.7	26.3	27.0	26.5
Mínima	26.3	26.4	27.6	27.5	25.9	24.2	23.6	24.3	25.2	26.2	25.5	26.2	26.1
Máxima	28.4	29.2	29	28.7	27.1	25.1	25.1	25.7	26.4	27.5	26.8	28.6	26.9
<b>COCAS</b>	Alt. = 3246 msnm.												
Media	14.9	14.1	14.3	15.5	15.9	15.4	17.2	16.3	18.1	16.5	16.7	16.5	15.8
Mínima	10.3	11.5	12.7	13.6	12.0	11.2	15.6	12.7	17.8	12.7	13.9	12.6	14.0
Máxima	18.3	16.7	16.1	17	17.3	17.6	18.1	17.9	18.4	18.6	18.1	18.7	17.2
<b>CASTROVIRREYNA</b>	Alt. = 3956 msnm.												
Media	13.2	12.1	11.7	12.9	13.0	12.8	12.8	13.2	14.1	13.7	14.1	13.4	13.1
Mínima	11.4	9.5	10.1	11.7	11.5	11.6	11.1	12.0	12.9	13.0	12.2	11.8	11.9
Máxima	15.7	13.8	13.1	13.8	14.6	14.5	14.5	14.8	15.7	16.2	16.2	15.1	14.3
<b>AGNOCOCHA</b>	Alt. = 4650 msnm.												
Media	9.0	8.5	8.8	9.1	9.4	9.5	9.6	10.1	9.8	10.4	10.2	9.7	10.3
Mínima	6.5	6.2	6.4	7.0	7.2	7.3	6.0	7.4	7.4	7.3	7.6	6.8	9.0
Máxima	11.4	11.4	11.2	11.2	12.4	12.5	11.6	12.4	12.7	13	12.5	12.6	11.3

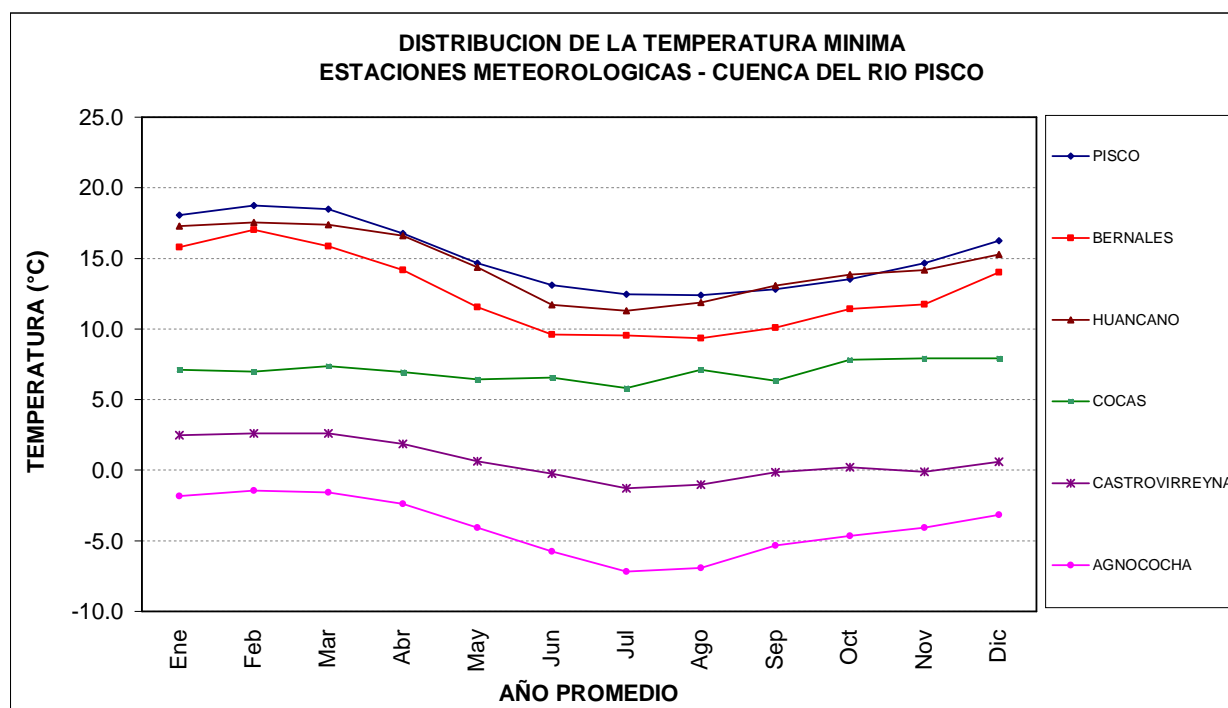
**GRAFICO N°2.5.**



**CUADRO N°2.10.**  
**DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL**  
**ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO PISCO**

PISCO Alt. = 7 msnm.	AÑO PROMEDIO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Media	18.1	18.7	18.5	16.8	14.7	13.1	12.5	12.4	12.8	13.5	14.6	16.2	15.2
Mínima	16.3	16.6	16.9	14.5	13.0	11.3	10.2	10.3	9.9	9.8	12.0	13.4	13.5
Máxima	20	20.5	21	18.9	17.8	16.3	14.5	14	14.8	15	16.2	17.4	16.5
<b>BERNALES</b>	Alt. = 250 msnm.												
Media	15.8	17.0	15.9	14.2	11.6	9.6	9.6	9.4	10.1	11.4	11.7	14.0	12.5
Mínima	14.2	15.1	14.2	13.1	10.2	7.7	8.2	7.7	7.0	9.3	9.5	12.5	10.7
Máxima	18.8	20.6	17.3	16.6	13.2	11.6	11.8	10.9	12.2	13	14.1	15.7	14.7
<b>HUANCANO</b>	Alt. = 1006 msnm.												
Media	17.3	17.5	17.4	16.6	14.4	11.7	11.3	11.9	13.1	13.9	14.2	15.3	14.5
Mínima	15.8	15.7	16.3	14.4	13.0	10.3	10.0	11.0	11.7	13.1	13.0	13.8	13.5
Máxima	20.4	19.5	19.3	19.2	16.5	14.5	13.9	13.1	15.3	15.7	16	17	16.6
<b>COCAS</b>	Alt. = 3246 msnm.												
Media	7.1	7.0	7.4	6.9	6.4	6.6	5.8	7.1	6.3	7.8	7.9	7.9	7.3
Mínima	5.7	5.0	4.5	3.5	3.5	3.8	3.5	4.1	4.0	5.1	4.6	5.4	5.0
Máxima	8.6	9.5	12.4	12.6	11.5	10.4	8.7	11.9	8.2	11.6	13.5	12.2	10.6
<b>CASTROVIRREYNA</b>	Alt. = 3956 msnm.												
Media	2.5	2.6	2.6	1.9	0.6	-0.3	-1.3	-1.0	-0.2	0.2	-0.1	0.6	0.7
Mínima	1.5	2.0	2.1	0.5	-0.8	-1.0	-2.8	-5.0	-4.2	-2.9	-3.8	-1.8	-1.0
Máxima	3.2	3.5	3.5	3.1	1.6	0.1	-0.4	0	1.2	1.6	1	2	1.5
<b>AGNOCOCHA</b>	Alt. = 4650 msnm.												
Media	-1.8	-1.4	-1.6	-2.4	-4.1	-5.7	-7.2	-6.9	-5.3	-4.7	-4.1	-3.2	-4.3
Mínima	-3.1	-2.5	-2.9	-4.1	-6.4	-8.0	-10.6	-10.4	-7.9	-8.1	-8.8	-7.8	-5.2
Máxima	-0.8	-0.2	-0.2	-0.9	-2.6	-4.3	-5	-4.2	-3.1	-2	-1.7	-1	-3.3

**GRAFICO N°2.6.**



En los anteriores cuadros **N°2.8., 2.9. y 2.10.** y gráficos N°2.4., 2.5. y 2.6. se distingue los valores promedios mensuales de la temperatura media, máxima y mínima respectivamente, así como su variación máxima y mínima mensual, para las estaciones meteorológicas que han medido esta variable y se ubican al interior de la cuenca del río Pisco.

En cuanto a la distribución estacional de la temperatura media mensual, para un año promedio, esta es semejante en las estaciones de Pisco, Bernales y Huáncano, con temperaturas mayores en verano, meses de enero a abril, del orden de los 20.4 a 22.9°C y menores en los meses de junio a setiembre (de 15.2 a 19.7°C). Para mayores altitudes, entre los 3250 y 4650 msnm, la variación estacional de la temperatura media mensual, que es medida por las estaciones de Cocas, Castrovirreyna y Agnocochoa, es de mayores temperaturas en los meses de octubre a enero (de 3.1 a 12.3 °C) y de menores valores en los meses de mayo a agosto (de 1.3 a 11.7°C). Ver cuadro – gráfico **N°2.8. - 2.4.**

La distribución estacional de la temperatura máxima es semejante a la temperatura media mensual; en la parte baja (7 a 1000 msnm) Pisco, Bernales y Huáncano, temperaturas mayores en verano, meses de enero a abril, del orden de los 25.5 a 29.1°C y menores en los meses de junio a setiembre (de 19.9 a 25.5°C). Para mayores altitudes, entre los 3250 y 4650 msnm, la variación estacional de la temperatura máxima mensual, es de mayores temperaturas en los meses de setiembre a diciembre (de 9.7 a 18.1 °C). Ver cuadro – gráfico **N°2.9. - 2.5.**

Para la temperatura mínima mensual la distribución estacional es: En la parte baja de 7 a 1000 msnm, temperaturas mayores en verano, meses de enero a abril, del orden de los 14.2 a 18.7°C y menores en los meses de junio a setiembre (de 9.4 a 13.1°C). Para mayores altitudes, entre los 3250 y 4650 msnm, la variación estacional de la temperatura mínima mensual, es de mayores temperaturas en los meses de enero a abril (de -2.4 a 7.4 °C) y de menores valores entre los meses de mayo a setiembre (-7.2 a 7.1°C) . Ver cuadro – gráfico **N°2.10. - 2.6.**

La información histórica mensual, así como los respectivos histogramas de temperaturas mensuales media, máxima y mínima de las respectivas estaciones meteorológicas se presentan en los **Anexos 2.9., 2.10. y 2.11.** del presente informe.

### c. EVAPORACION

Este parámetro climático es registrado en las estaciones meteorológicas de Bernales, Huáncano, Cocas, Castrovirreyna y Agnocochoa en la cuenca del río Pisco, y Acora, San Pedro de Huacarpana, en las cuencas vecinas de Ica y San Juan. Los registros provienen de observaciones de evaporímetro de Piché, excepto los datos de la estación de Agnocochoa, que provienen de observaciones de tanque evaporímetro tipo A. La información histórica mensual, así como los respectivos histogramas de la evaporación total mensual de las estaciones antes nombradas se presentan en el **Anexo 2.12.** del presente informe.

En el cuadro **N°2.11.** y gráfico **N°2.7.** se distingue las variaciones de este parámetro según las estaciones de medición; la variación respecto a la altitud es análoga a la temperatura media mensual, es decir una relación inversa, lo cual demuestra la notable dependencia de la evaporación respecto a la temperatura.

#### CUADRO N°2.11.

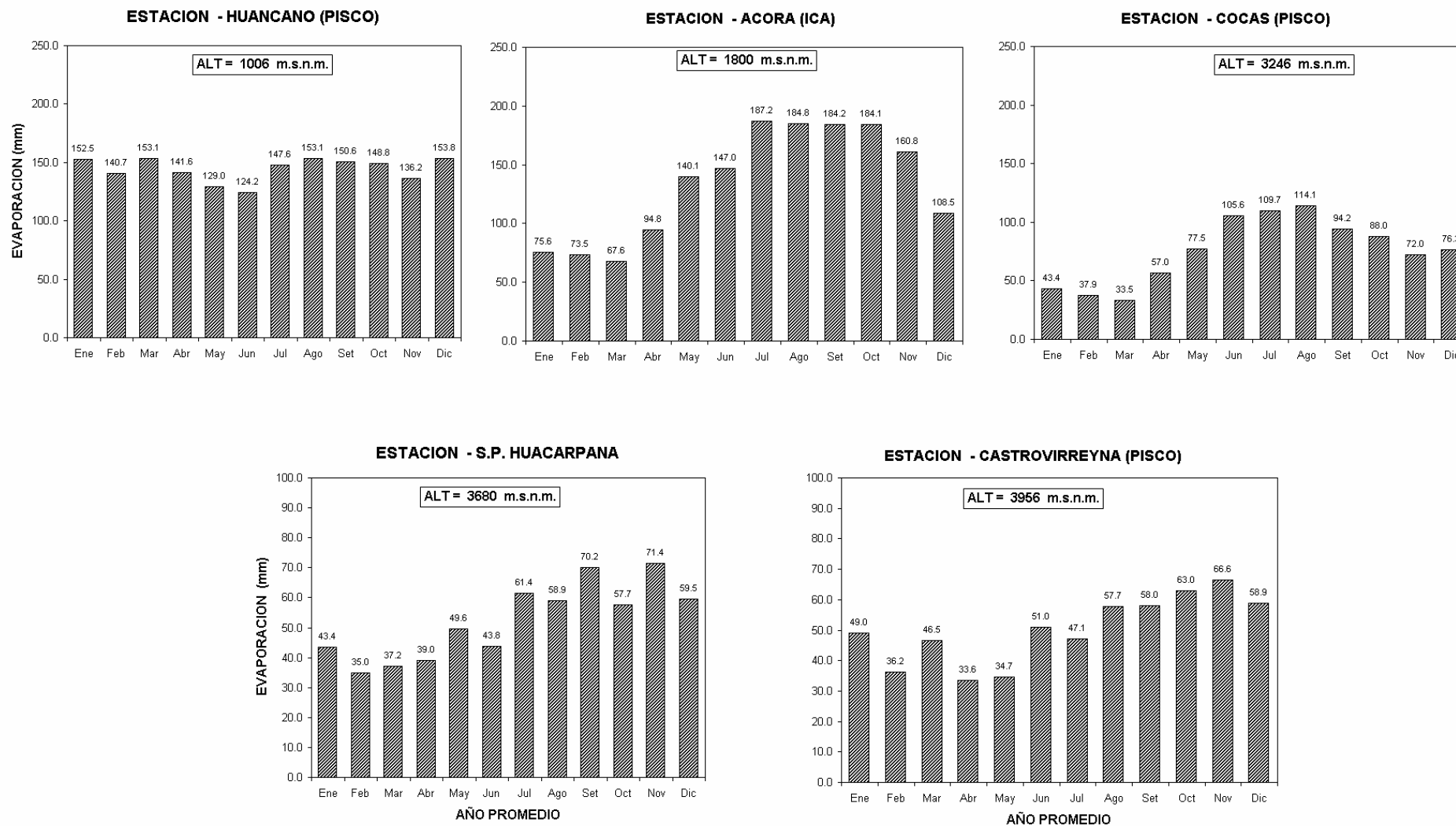
##### DISTRIBUCION DE LA EVAPORACION TOTAL MENSUAL - mm ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO PISCO

BERNALES Alt. = 250 msnm.	Intendencia de Recursos Hídricos – ATDR-Chincha-PAÑO PROMEDIO												37 Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Media	98.6	107.4	111.0	96.6	65.1	52.2	48.4	60.8	63.6	73.2	84.0	93.0	953.7
Mínima	93.0	90.4	99.2	87.0	52.7	39.0	40.3	49.6	54.0	62.0	57.0	77.5	869.0
Máxima	105.4	127.125	117.8	114	99.2	66	58.9	74.4	72	80.6	108	111.6	1000.3



GRAFICO N°2.8.

VARIACION DE LA EVAPORACION TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO HISTORICO - ESTACIONES DE TRABAJO





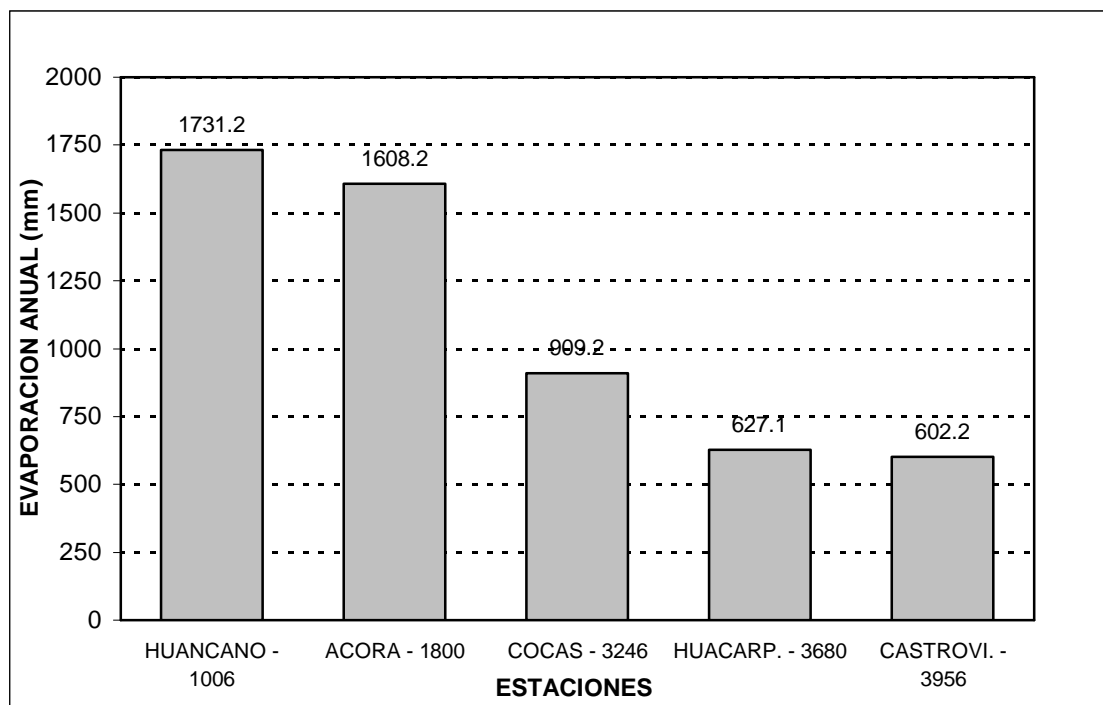
En el proceso de análisis de este parámetro no se ha tomado en cuenta la información de las estaciones de Bernal y Agnococho por inconsistentes en el sentido de ser compatibles con la variación inversa de la evaporación y altitud.

Para una altitud de 1006 msnm (estación de Huáncano) la evaporación total anual es de 1731.2 mm, a 1800 msnm (estación de Acora) el módulo anual es 1608.2 mm, en la estación de Cocas, 3246 msnm, esta es de 909.2 mm y para altitudes que promedian los 3800 msnm (estaciones de San Pedro de Huacarpana y Castrovirreyna) la evaporación total anual es del orden de los 610 mm. Ver gráfico **N°2.8**.

En cuanto a la variación estacional de la evaporación total mensual, en la zona de Huáncano esta no tiene mucha variabilidad a lo largo del año, su valor promedia los 144.3 mm con menores valores en los meses de mayo y junio. En las zonas de ubicación de las estaciones de Cocas y Castrovirreyna, 3246 y 3956 msnm respectivamente, los mayores valores se presentan en los meses de julio a octubre y son del orden de los 101.5 y 56.4 mm respectivamente. Ver gráfico **N°2.8**.

**GRAFICO N°2.9.**

**DISTRIBUCION DE LA EVAPORACION TOTAL ANUAL (mm)  
SEGUN ESTACIONES METEOROLOGICAS**



#### d. HUMEDAD RELATIVA

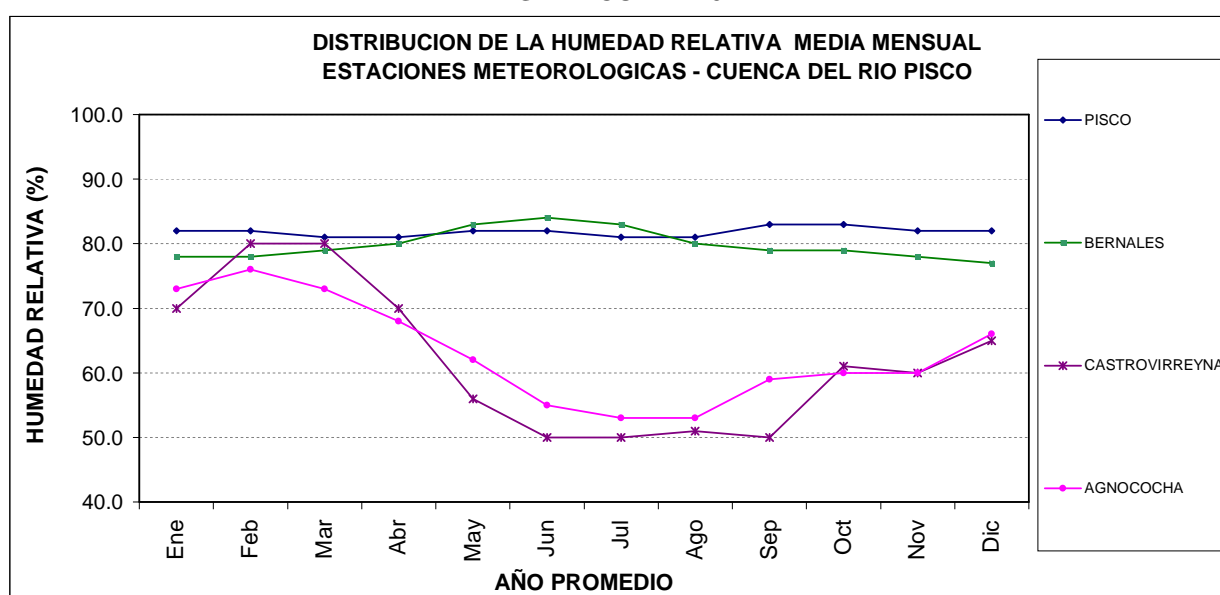
La humedad relativa media mensual en la cuenca del río Pisco es medida en las estaciones meteorológicas de Pisco, Bernales, Castrovirreyna y Agnocochoa.

Al estar este parámetro vinculado a la precipitación, su variación espacial y estacional es: En la zona costera, 7 y 250 msnm para las estaciones de Pisco y Bernales, no existe significativa variación con valores mensuales que promedian 81%. En la zona alta de la cuenca, 3956 y 4650 msnm. para las estaciones de Castrovirreyna y Agnocochoa, se tiene valores menores de humedad relativa durante los meses de mayo a setiembre entre los 50% al 62% y mayores durante los meses de enero a abril, entre los 68% y 80%. Ver cuadro N°2.12. y gráfico N°2.10.

**CUADRO N°2.12.**  
**DISTRIBUCION DE LA HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL - %**

PISCO	AÑO PROMEDIO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Alt. = 7 msnm.													
Media	82.0	82.0	81.0	81.0	82.0	82.0	81.0	81.0	83.0	83.0	82.0	82.0	82.0
Mínima	79.0	77.0	78.0	78.0	78.0	79.0	78.0	78.0	80.0	78.0	79.0	78.0	78.0
Máxima	85	84	83	83	87	87	84	84	85	85	84	84	85.0
<b>BERNALES</b>	Alt. = 250 msnm.												
Media	78.0	78.0	79.0	80.0	83.0	84.0	83.0	80.0	79.0	79.0	78.0	77.0	80.0
Mínima	53.0	52.0	53.0	52.0	54.0	56.0	54.0	52.0	52.0	51.0	54.0	53.0	53.0
Máxima	96	96	96	97	97	97	97	97	97	98	98	96	97.0
<b>CASTROVIRREYNA</b>	Alt. = 3956 msnm.												
Media	70.0	80.0	80.0	70.0	56.0	50.0	50.0	51.0	50.0	61.0	60.0	65.0	62.0
Mínima	47.0	57.0	67.0	68.0	28.0	17.0	22.0	17.0	25.0	88.0	80.0	89.0	37.0
Máxima	83	94	93	88	79	81	77	70	73	83	81	80	81.0
<b>AGNOCOCHA</b>	Alt. = 4650 msnm.												
Media	73.0	76.0	73.0	68.0	62.0	55.0	53.0	53.0	59.0	60.0	60.0	66.0	63.0
Mínima	38.0	44.0	36.0	37.0	27.0	20.0	16.0	16.0	23.0	23.0	21.0	28.0	27.0
Máxima	100	100	100	99	97	96	96	95	97	97	97	99	98.0

**GRAFICO N°2.10.**



**e. VIENTOS**

Las variaciones del viento son: En la parte baja de la cuenca se tiene que en la estación Pisco la dirección preponderante es S-SW, para Huáncano predomina la dirección oeste. En la parte alta de la cuenca, y de acuerdo a la estación de Cocas, la dirección predominante por la mañana es de oeste y de este por la tarde.

Resaltamos el suceso en la zona costera del denominado “viento Paracas”, que proviene de altamar, en su recorrido W-E atraviesa la bahía de Paracas acarreando arena fina salitrosa, depositándose esta en la costa de Pisco hasta un máximo de 50 Km en línea recta. Por lo general se presenta en los meses de agosto y setiembre durante dos o tres días seguidos y de 9 a 18 horas, preferentemente.

Este viento tiene el efecto negativo de “quemar” las hojas de los cultivos al depositarse sobre ellas el polvo salitroso.

**2.4.2. CLASIFICACION CLIMATICA**

Para la descripción de la climatología de la cuenca se ha partido de una clasificación climática en función de índices, los que dan márgenes de parámetros adimensionales en base a información meteorológica como precipitación y temperatura. Los índices utilizados son:

**Clasificación de Thornthwaite**

Índice de Precipitación efectiva:

$$PE = \sum_1^{12} \left( \frac{2.82 P_i}{1.8 T_i + 22} \right)^{10/9}$$

Índice de Temperatura efectiva:

$$TE = 5.4 * T$$

**Índice de Gasparín**

Utiliza como índice de humedad del suelo referida a un año.

$$U_G = \frac{P}{50 T}$$

**Índice de Aridez de Knoche**

$$I_k = \frac{nP}{100(T+10)}$$

**CUADRO Nº 2.13**  
**CLASIFICACION CLIMATICA - CUENCA DEL RIO PISCO**

SECTOR	DATOS ANUALES			INDICES DE CLASIFIC.		CARACTERISTICA	
	P (mm)	T (°C)	n (días)	DENOMINACION	Valor	CLIMA	VEGETACION
PISCO (7 msnm)	1.4	18.7	30.0	Thornthwaite (PE)	0.05	ARIDO	DESIERTO
				Thornthwaite (TE)	101.00	MESOTERMAL	FLORESTA MEDIA
				Gasparín (U)	0.00	SUELO MUY SECO	
				Knoche (I)	0.01	ARIDEZ EXTREMA	
BERNALES (250 msnm)	0.6	18.8	30.0	Thornthwaite (PE)	0.02	ARIDO	DESIERTO
				Thornthwaite (TE)	101.36	MESOTERMAL	FLORESTA MEDIA
				Gasparín (U)	0.00	SUELO MUY SECO	
				Knoche (I K)	0.01	ARIDEZ EXTREMA	
HUANCANO (1,006 msnm)	9.7	20.6	90.5	Thornthwaite (PE)	0.34	SEMIARIDO	DESIERTO
				Thornthwaite (TE)	111.05	MESOTERMAL	FLORESTA MEDIA
				Gasparín (U)	0.01	SUELO MUY SECO	
				Knoche (I K)	0.29	ARIDEZ EXTREMA	
COCAS (3,246 msnm)	469.9	11.5	151.5	Thornthwaite (PE)	37.58	SEMIHUMEDO	SABANA
				Thornthwaite (TE)	62.09	MICROTERMAL	FLORESTA MICROTERMAL
				Gasparín (U)	0.82	SUELO SECO - HUMEDO	
				Knoche (I K)	33.11	ARIDEZ SEVERA	
CASTROVIRREYNA (3,956 msnm)	531.9	6.9	151.5	Thornthwaite (PE)	52.97	SEMIHUMEDO	SABANA
				Thornthwaite (TE)	37.21	MICROTERMAL	FLORESTA MICROTERMAL
				Gasparín (U)	1.5	SUELO HUMEDO - MUY HUMEDO	
				Knoche (I K)	47.71	ARIDEZ SEVERA	
AGNOCOCHA (4,650 msnm)	672.9	2.8	151.5	Thornthwaite (PE)	85.17	HUMEDO	FLORESTA MEDIA
				Thornthwaite (TE)	15.28	TUNDRA (FRIO)	TUNDRA (MUSGO)
				Gasparín (U)	4.76	SUELO MUY HUMEDO	
				Knoche (I K)	79.47	ARIDEZ MODERADA	

FUENTE : PROPIA

En las anteriores ecuaciones:

- P = Precipitación total anual (mm)
- T = Temperatura media anual (°C)
- $P_i$  = Precipitación total del mes i (mm)
- $T_i$  = Temperatura media del mes i (°C)
- N = Número de días de lluvia anual

Partiendo de la información histórica tratada de precipitación y temperatura media para las estaciones de Pisco, Banales, Huáncano, Cocas, Castrovirreyna y Agnococha, se ha realizado la respectiva clasificación climática para las zonas con altitudes correspondientes a la ubicación de éstas: 7, 250, 1006, 3246, 3956 y 4650 m.s.n.m., cuyos resultados se aprecia en el cuadro N° 2.13.

Los datos de este cuadro muestran lo siguiente:

Cuenca baja, zonas de costeras de Pisco y Banales (7 y 250 msnm): Clima árido mesotermal, con vegetación desértica de floresta media, suelos muy secos, de aridez extrema.

Zona intermedia de la cuenca Huáncano (1006 msnm): Clima semi-árido mesotermal, con vegetación desértica de floresta media, suelos muy secos, de aridez extrema.

Ambito de inicio de la cuenca húmeda, Cocas (3246 msnm): Clima semi-húmedo microtermal, con vegetación sávana de floresta microtermal, suelos de secos a húmedos, de aridez severa.

Cuenca húmeda intermedia, zona de Castrovirreyna (3956 msnm): Clima semi-húmedo microtermal, con vegetación sávana de floresta microtermal, suelos de húmedos a muy húmedos, de aridez severa.

Zonas andinas altas, sector de Agnococha (4650 msnm): Clima húmedo de tundra (frío), con vegetación de floresta media y de tundra (musgo), suelos muy húmedos, de aridez moderada.

Consideramos importante mencionar la clasificación climática que contiene el **Estudio Agrológico Detallado y Zonificación Climática de Cultivos del Valle de Pisco**, realizado por el Ministerio de Agricultura - Sub-Dirección de Agrología, en el año 1978. Esta clasificación es concordante con la anteriormente efectuada.

De acuerdo al método de Thornthwaite, establece dos grandes climas en la cuenca: Seco y húmedo. El clima seco se extiende desde el nivel del mar hasta la curva de los 3,100 m, ocupando un área de 1,964.8 Km<sup>2</sup> (45% del área total de la cuenca); y el clima húmedo a partir de los 3,100 m hasta la divisoria con un área aproximada de 2,403.2 km<sup>2</sup> (55% del total).

En esta enorme superficie (la cuenca) se ha detectado la existencia de siete regiones de humedad cuyas principales características se presentan a continuación en el siguiente cuadro N°2.14.

#### CUADRO N° 2.14. – CLASIFICACION CLIMATICA – METODO THORNTHWAITTE

CLIMA	REGION	AREA - Km <sup>2</sup>	% de AREA	ALTITUD - msnm
<b>SECO</b>	Arida	1032.8	23.6	00 – 1500
	Seca	487.0	11.2	1500 – 2400
	Semeseca	445.0	10.2	2400 – 3100
		<b>1964.8</b>	<b>45.0</b>	<b>00 – 3100</b>
<b>HUMEDO</b>	Semi-Húmedo	260.8	6.0	3100 – 3500
	Lig. Húmedo	538.2	12.3	3500 – 4100
	Mod. Húmedo	488.6	11.2	4100 – 4400
	Húmedo	1115.6	25.5	4400 – 5000
		<b>2403.2</b>	<b>55.0</b>	<b>3100 – 5000</b>
<b>Total Cuenca</b>		<b>4368.0</b>	<b>100.0</b>	<b>00 - 5000</b>

Las principales características de estas regiones climáticas son:

#### **Región Arida**

Índice de humedad entre 0 y 10; índice hídrico entre 60 y 40; de ahí que esta región sea considerada como árida.

Precipitaciones insignificantes, tipo llovizna, generalmente durante la época invernal; debido a esta razón es el déficit permanente de agua.

Temperaturas elevadas, con grandes fluctuaciones debido a la influencia de la capa de inversión térmica (500 msnm); estas temperaturas determinan una intensa evapotranspiración potencial que oscila entre 855 y 1140 mm al año, de donde resulta que el clima tenga un carácter que va de templado cálido a semicálido.

Finalmente la concentración térmica durante el verano, representada por la acumulación de la evapotranspiración potencial es baja, ya que tiene un índice inferior al 48% con respecto al total anual.

#### **Región Seca**

Índice de humedad entre 0 y 10; índice hídrico entre 40 y -20 durante todo el año; características que determinan el carácter seco del clima.

Precipitaciones de moderadas a reducidas, que régimen tropical, la mayor cantidad se presenta generalmente durante la época veraniega; el volumen oscila entre 50 y 100 mm anuales, cantidad que no llega a satisfacer las necesidades agrícolas ni siquiera en la época de mayor pluviosidad, por lo que observamos una deficiencia permanente de agua.

Temperaturas moderadas sin grandes fluctuaciones debido a que los mismos están influenciados principalmente por diferencias altimétricas y topográficas. Este ritmo determina igualmente una fluctuación similar de la curva de evapotranspiración potencial que oscila entre 712 y 855 mm al año; de donde resulta que el clima tenga un carácter de templado frío.

### **Región Semiseca**

Índice de humedad superior a 20; índice hídrico entre -20 y 0; es decir que va hasta el límite con el clima húmedo; clima con carácter de semiseco.

Precipitaciones moderada abundante, y que debido a la distribución estacional, no sólo alcanza a satisfacer las necesidades agrícolas, sino que inclusive se produce un exceso grande en la época de mayor pluviosidad (verano).

Temperaturas media casi uniforme; motivo por el que la marcha anual de la evapotranspiración potencial presenta un ritmo similar y oscila entre 570 y 712 mm al año, dándole al clima un carácter de semifrío.

Por último, la concentración de calor en verano es igual que en los tipos climáticos estudiados.

### **Región Semihúmeda**

Índice de aridez entre 16.7 y 33.3; Índice Hídrico positivo, varía entre 0 y 20, convirtiéndola así en la primera región de clima húmedo.

Precipitación abundante y debido a su régimen tropical, se produce un exceso grande de agua en la época de mayor pluviosidad (verano) pero al mismo tiempo hay un déficit moderado de agua en la época invernal.

Temperatura media anual baja, inferior a 10°C por este motivo la evapotranspiración potencial se presenta igualmente baja, con valores que oscilan entre 570 y 712 mm al año, ahí que el clima tenga carácter de semifrío.

En cuanto a la concentración térmica estival se presenta igual que en los casos anteriores.

### **Región Ligeramente Húmeda**

Las características más importantes de esta región están dadas por las bajas temperaturas y altas precipitaciones sobre todo durante la época veraniega, situaciones que determinan que esta zona tenga una evapotranspiración potencial anual baja, con volúmenes que oscilan entre 427 a 570 mm. Asimismo la concentración térmica estival es baja, igual que los casos anteriores.

### **Región Moderadamente Húmeda**

Temperaturas baja, con frecuentes heladas y altas precipitaciones, que debido al régimen tropical, hay exceso de agua en verano y a veces déficit pequeño en invierno. Esta región desde el punto de vista agrícola no tiene mayor importancia.

### **Región Húmeda**

Temperaturas bajas y altas precipitaciones, que por su distribución estacional se produce en exceso de agua en verano; evapotranspiración potencial bajo debido al régimen térmico con valores que varían entre 427 y 570 mm al año; finalmente la concentración térmica anual se baja, como en los casos anteriores, es decir inferior al 48% con respecto al total anual.

## 2.5. ECOLOGIA

La descripción resumida de la ecología de la cuenca del río Pisco es coincidente con el estudio realizado por la ONERN, diferenciándose seis formaciones ecológicas básicas que han sido mapeadas en formato digital en base a la carta nacional 1/100000. Ver Mapa Ecológico adjunto **N°7** a escala 1/400000.

- |                                   |   |          |
|-----------------------------------|---|----------|
| 1. Desierto Pre-Montano           | : | d - PM   |
| 2. Matorral Desértico Pre-Montano | : | md - PM  |
| 3. Estepa Espinosa Montano-Bajo   | : | ee - MB  |
| 4. Estepa Montano                 | : | e – M    |
| 5. Páramo muy Húmedo Sub-Alpino   | : | pmh – SA |
| 6. Tundra Pluvial Alpino          | : | tp - A   |

Descripción de las formaciones ecológicas:

### Formación Desierto Pre – Montano

Se extiende desde el litoral hasta los 1500 m de altitud, cubriendo una extensión de 935 Km<sup>2</sup> ó el 21.3% del área total estudiada. Posee cinco sectores de uso: Valle agrícola de costa, área agrícola de quebradas, pampas eriazas, área hidromórfica y montañas per-áridas. Presenta un clima per-árido y semi-cálido, con precipitaciones que oscilan entre 1.6 mm. en el valle y 100 mm. en el sector montañoso y temperaturas medias entre 18°C y 20°C. La vegetación está constituida por plantas cultivadas industriales y alimenticias, además de plantas naturales, especialmente bromeliáceas y cactáceas, así como especies arbustivas y arbóreas.

### Formación Matorral Desértico Pre-Montano

Se extiende entre 1500 y 2200 m.s.n.m., cubriendo un área de 518 Km<sup>2</sup> ó el 11.9% del área total. Posee dos sectores de uso: área agrícola de quebradas y pie de monte y montañas áridas. El clima es árido y semi-cálido, con precipitaciones entre 100 y 250 mm, y con temperaturas promedio entre 18 y 14°C. Eventualmente, se presentan temperaturas de congelación en su nivel superior. La vegetación está conformada por cultivos diversificados de plantas alimenticias y algunos frutales; entre la vegetación natural, destacan amarilidáceas y cactáceas, así como especies arbustivas y arbóreas; también debe citarse la presencia de una vegetación graminal estacional.

### Formación Estepa Espinosa Montano Bajo

Se extiende entre 2200 y 3000 m.s.n.m., cubriendo un área de 385 Km<sup>2</sup> ó el 8.8% del total de la cuenca. Posee dos sectores de uso: área agrícola de ladera y pie de monte y montañas semi-áridas. El clima es semi-cálido y templado con precipitaciones entre 250 mm y 350 mm anuales y con una temperatura promedio de 13°C, con eventuales temperaturas de congelación durante los meses de actividad agrícola. La vegetación cultivada consiste básicamente en plantas alimenticias y la vegetación natural está conformada por cactáceas de poco desarrollo y diversas especies arbustivas, así como malezas y pastos naturales estacionales.

### Formación Estepa Montano

Se extiende entre 3000 y 3600 m.s.n.m., cubriendo una área de 495 Km<sup>2</sup> ó el 11.3% del área total estudiada. Posee dos sectores de uso: Área agrícola de laderas y montañas sub-húmedas. El clima es sub-húmedo y frío, con precipitaciones que varían



entre 350 y 600 mm anuales y temperaturas de 11°C como promedio anual, presentándose temperaturas de congelación con más frecuencia e intensidad que en la formación anterior. La vegetación cultivada comprende principalmente plantas alimenticias y la vegetación natural predominante es arbustiva y graminal de tipo forrajero.

### **Formación Páramo Muy Humedo Sub-Alpino**

Se extiende entre 3800 y 4800 metros de altitud, abarcando un área de 1890 Km<sup>2</sup> o el 43.2% del área total. Posee dos sectores de uso: Puna o páramo y bosques residuales. En su primer nivel, comprendido entre 3800 y 4100 m.s.n.m., ofrece un clima húmedo y frígido, es decir con precipitaciones de 500 a 600 mm y temperatura del orden de 6°C, que más lo caracteriza como una formación ecológica de Bosque Húmedo Montano; sin embargo estas condiciones corresponden a una faja estrecha y la mayor extensión (entre 4100 y 4800 m.s.n.m.) se presenta como Páramo muy Húmedo Sub-Alpino Climático. El clima es muy húmedo y frígido, con precipitaciones de 930 mm anuales y temperaturas promedio de 4°C, siendo las temperaturas de congelación muy frecuentes durante todo el año. La vegetación natural está constituida en su mayor parte por extensas praderas de gramíneas forrajeras salpicadas de pequeños arbustos y bosques residuales de quinuar y quishuar.

### **Formación Tundra Pluvial Alpina**

Se extiende entre la formación anterior y la divisoria continental (5000 m.s.n.m.) y comprende un área de 134 Km<sup>2</sup> o sea el 3% del área total. El clima es pluvial y gélido, con precipitaciones de hasta 950 mm como promedio anual y con temperaturas mínimos constantemente bajo 0°C. La vegetación natural es de tipo cespitoso y almohadillado.

En el cuadro **N°2.15.** se ha resumido las formaciones ecológicas que se dan en la cuenca del río Pisco indicando los sectores que comprenden, características medio-ambientales y superficie de influencia.

En lo que respecta al aprovechamiento de los recursos naturales, según estas formaciones ecológicas identificadas en la cuenca, se tiene que en todas las formaciones existe uso de los recursos naturales, ofreciendo una mayor potencialidad de aprovechamiento la formación Desierto Pre-Montano, en el se ubica el valle agrícola de la costa; otra formación con un alto aprovechamiento actual es la formación Estepa Espinosa Montano Bajo, entre los 2200 y 3000 msnm. Y en la que sitúa los valles Inter-andinos de Ticrapo – Cocas.

En el cuadro **N°2.16.** se aprecia el aprovechamiento actual y potencial de los recursos vegetales y edáficos según las formaciones ecológicas existentes.

**CUADRO N° 2.15.****FORMACIONES ECOLOGICAS - CARACTERISTICAS MEDIO-AMBIENTALES  
CUENCA DEL RIO PISCO**

<b>Formaciones Ecológicas</b>	<b>Sectores</b>	<b>Características Medio - Ambientales</b>	<b>Superficie Ha</b>	<b>Porcentaje %</b>
<b>DESIERTO</b>	Valle Agrícola de Costa	Clima per-árido y semi-cálido suelos aluviales, relieve plano agricultura intensiva y diversificada	270.3	6.1
	Valle Agrícola de Quebradas	Clima per-árido y semi-cálido, suelos coluvio-aluvio, relieve semi-accidentado y agricultura semi-intensiva	13.3	0.3
<b>PRE</b>	Pampas Eriazas	Clima per-árido y semi-cálido, suelos mayormente eólicos, relieve plano a ondulado, vegetación halofítica y xerofítica	400.1	9
<b>MONTANO (d - PM)</b>	Area Hidromórfica	Clima per-árido y semi-cálido, áreas de lagunas y pantanos, vegetación halofítica e hidrofítica.	12.9	0.3
	Montañas Per-áridas.	Clima per-árido y semi-cálido, suelos residuales, relieve muy accidentado y vegetación natural xerofítica	393.0	8.9
<b>MATORRAL DESERTICO PRE-MONTANO (md - PM)</b>	Area Agrícola de Quebrada y Pie de Monte	Clima árido y semi-cálido, suelos mayormente coluviales, relieve semi-accidentado. Agricultura de subsistencia.	3.2	0.1
	Montañas Áridas	Clima árido y semi-cálido, suelos residuales, relieve muy accidentado, vegetación variada cactáceas, arbustos espinosos.	532.6	12.0
<b>ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO (ee - MB)</b>	Area Agrícola de Ladera y Pie de Monte	Clima semi-árido y templado suelos residuales, relieve semi-accidentado, agricultura de subsistencia.	14.9	0.3
	Montañas Semi-áridas	Clima semi-árido y templado suelos residuales, relieve muy accidentado, vegetación natural muy variado	387.0	8.7
<b>ESTEPA MONTANO (e-M)</b>	Area Agrícola de Ladera	Clima sub-húmeda y frío, suelos residuales, relieve accidentado, agricultura de subsistencia.	18.0	0.4
	Montañas Sub-húmedas	Clima sub-húmeda y frío, suelos residuales, relieve muy accidentada, vegetación muy variadas herbacea y arbustiva	469.4	10.6
<b>PARAMO MUY HUMEDO SUB-ALPINO (pmh - SA)</b>	Puna o Páramo	Clima muy húmedo y frígido, suelos residuales, relieve accidentado, vegetación herbácea y graminal.	1,728.5	39.0
	Bosques Residuales	Clima muy húmedo y frígido, suelos residuales, relieve accidentado, vegetación: arbusto y arboles.	56.6	1.3
<b>TUNDRA PLUVIAL ALPINO (tp - A)</b>	Montañas Pluviales	Clima pluvial y gélidos, suelos residuales, relieve muy accidentado, vegetación despitosa	124.7	2.8
	Nevados		10.0	0.2
<b>TOTAL</b>			<b>4,434.5</b>	<b>100.0</b>

FUENTE : ONERN

**CUADRO N° 2.16.**  
**FORMACIONES ECOLOGICAS - APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**

Formaciones Ecológicas	Sectores	Aprovechamiento de Recursos Vegetales y Edáficos	
		Actual	Potencial
<b>DESIERTO</b>	Valle Agrícola de Costa	Cultivo de plantas industriales y alimentación bajo riego permanente	Excelente. El incremento de la productividad requiere el mejoramiento de riego
	Valle Agrícola de Quebradas	Cultivo de plantas alimenticias e industriales bajo riego permanente	Escasez de tierras aprovechables. La producción elevarse con tecnificación
<b>PRE</b>	Pampas Eriazas	Escasa agricultura regada con agua de pozo y pastoreo temporal	Algunas áreas pueden irrigarse. Otros pueden usarse para bosques como áreas de recreo
	Area Hidromórfica	Escaso pastoreo	Se puede convertir en área de recreo para pesca y caza
<b>MONTANO (d - PM)</b>	Montañas Per-áridos.	Uso de vegetación arbustiva para leña, pastoreo de ganado caprino	Nulo debido a sequías permanente
	Area Agrícola de Quebrada y Pie de Monte	Cultivos de plantas alimenticias bajo riego.	Pobre. Escasez de Tierras. La actual producción requiere mejor tecnificación.
<b>MATORRAL DESERTICO</b>	Montañas Aridas	Uso de la vegetación arbustivo para leña, pastoreo estacional	Nulo
<b>PRE-MONTANO (md - PM)</b>	Area Agrícola de Ladera y Pie de Monte	Cultivos de planta alimenticias bajo riego y secano. Reducida forestación.	Regular. Escasez de tierras. La actual producción requiere mejor tecnificación. Posibilidad de forestación.
	Montañas Semi-áridas	Uso de la vegetación leñosa y pastoreo estacional de escasa ganado	Regular. Escasez forestación en laderas y quebradas.
<b>ESTEPA ESPINOSA</b>	Area Agrícola de Ladera	Cultivo de plantas alimenticias al secano. Reducida forestación.	Regular. Escasez de tierras. La actual producción requiere la mejor tecnificación. Posibilidad de forestación.
	Montañas Sub-húmedas	Uso de la vegetación leñosa y pastoreo estacional de escasa ganado	Regular. Posibilidad de forestación en las laderas.
<b>MONTANO BAJO (ee - MB)</b>	Puna o Páramo	Pastoreo extensivo. Existe sobre-pastoreo.	Bueno. Requiere manejo racional del pastoreo y la introducción de otras especies.
	Bosques Residuales	Tala irracional de los bosques para leña y construcciones.	Bueno. Requiere plan racional de mejoramiento de los bosques.
<b>PARAMO MUY HUMEDO SUB-ALPINO (pmh - SA)</b>	Montañas Pluviales	Escaso ganado auquérido aprovecha los pocos matas de Stipa (ichu)	Nulo. Las reducidas áreas de pastoreo no son factibles de mejoramiento
	Nevados	-----	-----

FUENTE : ONERN

## MAPA - 7 MAPA ECOLOGICO

## 2.6. GEOLOGIA

El estudio de la geología de la cuenca del río Pisco ha sido realizado por la ONERN y por INGEMET; para los fines del presente estudio se ha visto por conveniente tomar la información realizada por la ONERN para su aplicación en la generación de otros mapas temáticos como el de suelo hidrológico y número de curva de escurrimiento. Esta Información cartográfica se ha llevado a nuestro mapa base del IGN en formato digital, el cual se aprecia en el mapa Geológico adjunto **N°8** a escala 1/400000.

En el cuadro **N°2.17.** se resume las formaciones geológicas que afloran en la cuenca, predominando la formación Serie Abigarrada del periodo Terciario Superior de la era Cenozoico, la que abarca la cuenca alta, entre los 2500 msnm aproximadamente y la divisoria de cuenca.

**CUADRO N° 2.17.  
FORMACIONES GEOLOGICAS  
CUENCA DEL RIO PISCO**

ERA	PERIODO	FORMACION	SIMBOLO	SUPERFICIE (KM2)	PORCENTAJE (%)
O C U I O N O Z O I C O	CUATERNARIO	Depósitos Eólicos	<b>Q-e</b>	203.8	4.6
		Depósitos Marinos	<b>Q-ma</b>	5.5	0.1
		Depósitos Fluviales	<b>Q-f</b>	73.0	1.6
		Depósitos Fluvio-Aluviales	<b>Q-fal</b>	267.0	6.0
		Depósitos Aluviales	<b>Q-al</b>	165.4	3.7
		Depósitos Morrénicos	<b>Q-mo</b>	37.0	0.8
		Serie Volcánica Superior	<b>TQ-v</b>	319.5	7.2
	Terciario Superior	Formación Huamaní	<b>T-h</b>	5.2	0.1
		Formación Pisco	<b>T-p</b>	41.8	0.9
		Serie Abigarrada	<b>T-sa</b>	2000.5	45.1
O C E N O Z O I C O	CRETACEO MEDIO	Grupo Machay	<b>Km</b>	239.0	5.4
	CRETACEO INFERIOR A MEDIO	-----	<b>Kim</b>	32.0	0.7
	JURASICO SUPERIOR CRETACEO	Formación Puente Pisco	<b>JsK-pp</b>	60.2	1.4
		Grupo Yura	<b>JsK-y</b>	140.1	3.2
	CRETACEO-TERCIARIO	Batolito Andino	<b>KT-i</b>	844.6	19.0
<b>TOTAL</b>				<b>4434.5</b>	<b>100.0</b>

FUENTE : ONERN - IGN

**CUADRO N° 2.18.**  
**DESCRIPCION DE LA SECUENCIA ESTRATIGRAFICA**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**

ERA	PERIODO	FORMACIÓN	LITOLOGIA	LUGARES DE EXPOSICIÓN	RASGOS ESTRUCTURALES	FORMACIÓN DE SUELOS
<b>CENOZOICO</b>	<b>Cuaternario</b>	Depósitos Eólicos Q-e	Consisten de arenas de grano a fino no consolidadas y parcialmente calcáreas. Constituyen médanos, dunas etc. Que cubren parcial o totalmente a floramientos más antiguos.	Ocurren en la sección inferior de la cuenca, principalmente sobre la margen izquierda del río Pisco, desde la línea de playa hasta los flancos occidentales de los cerros Monte Sierpe y La Cangana.	No presentan evidencias de estructuras geológicas, posiblemente porque los últimos movimientos tectónicos ocurridos en la zona tuvieron lugar antes de la deposición de estos materiales litológicos.	Transportados: arenosos, de potencia variable, muy permeables y ligeramente básicos.
		Depósitos Marinos Q-ma	Conformados por arenas de grano medio a fino. Gravas todados, inconsolidados y sin estratificación.	Se localizan en la faja litoral ocupando una extensión muy limitada.		Transportados: arenosos, principalmente profundos y muy permeables, son salobres y acusan parcial reacción básica.
		Depósito Fluviales Q-f	Constituido por arena, grava, limo y rodados heterométricos de diversas composición. No presenta estratificación alguna.	Su distribución esta muy limitada; ocurre en los cauces de los cursos de agua, principalmente de los Pisco y Jatun Rumichaca.		Transportados: de composición heterogénea, profundidad variable y muy permeables.
		Depósito Fluvio Aluviales (incluye los piedemontes) Q-fal	Son depósitos de diversa magnitud originados por la acción intermitente del agua y la gravedad, transportados a través de cortas distancias. Consisten de fragmentos rocosos angulares y sub- angulares heterométricos y de diferente composición, grava, arena, arcilla y limo sin estratificación definida. Presenta eflorescencias de Na Cl en el sector inferior de la cuenca.	Han adquirido su mayor desarrollo en la parte inferior de la cuenca donde constituyen las Pampas Cabeza de Toro, Botija quebrada y Huarangal, que bordean el área agrícola del valle. Además se encuentra en piedemontes a lo largo del río Pisco principalmente en la parte inferior de la cuenca.		Transportados: de composición heterogénea, parcialmente salobres, de profundidad variable y permeabilidad de moderada a alta.
		Depósito Aluviales Q-al	Son acumulaciones detriticas dejadas por el río Pisco principalmente durante su ciclo de deposición anterior. Consisten de arena, grava, arcilla y conglomerados semiconsolidados y sub- horizontales. Presentan eflorescencias de Na Cl en forma de costras.	Se localizan en la parte del valle, conformando principalmente el área agrícola		Transportados arena arcillosos, parcialmente salobres, profundos y de permeabilidad variable.
		Depósito Morrénicos Q-mo	Están compuestos por arena, gravas arcillas y fragmentos rocosos heterométricos y sub angulares de composición volcanica, sin estratificación definida.	Son depósitos de extensión limitada, ubicados principalmente entre la localidad de castrovirreyna y las lagunas La virreyna y San Francisco, en el área de Ticrapo y en la pampa Pucaesquina.		No presentan evidencias de estructuras geológicas, posiblemente porque los últimos movimientos tectónicos ocurridos en la zona tuvieron lugar antes de la deposición de estos materiales litológicos.
	<b>Terciario Superior</b>	Serie Volcanica Superior TQ-v	Estratos de diversa potencia constiuida por aglomerados volcanicos tufo daciticos y rioliticos, cenizas y material piroplastico en general de colores blanco, gris, y verde, que yacen discordantemente sobre formaciones más antiguas.	Estos afloramientos se encuentran principalmente en el sector central de la cuenca entre los 3000 y 4000 m.s.n.m. a la altura de las minas Tentadora y María Elena.	Se disponen en forma sub- horizontal, cubriendo probablemente estructuras geológicas pre- existentes.	Residuales: areno -arcillosos, principalmente, acidos de profundidad y permeabilidad variable.
		Formación Huamani T-h	Consiste en capas de areniscas, de color pardo grisáceo de grano medio a fino, con intercalaciones de arcillas plasticas de color gris claro, que yacen concordantemente sobre la formación Pisco.	Se circunscriben a un pequeña afloramiento ubicado a la altura del puente Huamani en la Carretera Panamericana, de donde deriva su nombre.	Sus estratos tienen un rumbo general Nor Oeste - Sureste y buzanan hacia el Nor Oeste - Constituye parte del homoclinal ubicado a la altura del Puente Huamani.	Residuales arenosos y areno - arcillosos poco desarrollados y de permeabilidad moderada.
		Formación Pisco T-p	Esta integrada por areniscas tufaceas de color verde a blanco, diatomita blanca a ligeramente amarillenta, blanda, de gran pureza muy liviana que produce efervescencia en el agua finamente estratificada: intercalaciones de capas de bentonita amarillenta a gris verdosa. No se ha identificado la base de la formación.	Se presenta en el sector inferior de la cuenca constituyendo afloramiento de regular y pequeñas dimensiones tales como los ubicados en el puente de Huamani, cerro caucato y en los otros lugares situados más hacia el sur destacando el Cerro Tiza.	Sus capas siguen un rumbo general similar al de las formación Huamani, pero con buzamientos variados. Forma parte del homoclinal situado a la altura del Puente Huamani.	Residuales: arcillosos y areno- arcilloso, de colores claros parcialmente calcareos de profundidad y permeabilidad variable.

FUENTE : ONERN - IGN

## CUADRO N°2.18

Continuación....

ERA	PERIODO	FORMACIÓN	LITOLOGIA	LUGARES DE EXPOSICIÓN	RASGOS ESTRUCTURALES	FORMACIÓN DE SUELOS
CENOZOICO	Terciario Indiviso	Serie Abigarrada T-sa	Comprende una potente secuencia de aglomerados y derrames volcánicos de composición andesítica y riolítica, tufos, cenizas, etc de diversos colores tales como blanco, gris, verde, púrpura, marrón, etc. Ocasionalmente, presenta intercalaciones de calizas y areniscas piroclásticas. Esta serie yace discordantemente sobre formaciones más antiguas.	Constituye afloramientos de grandes dimensiones que cubren prácticamente todo el sector de la parte alta de la cuenca.	Debido a los esfuerzos de compresión y de tensión que ha soportado, tanto los rumbos como los buzamientos son variados, habiéndose desarrollado principalmente, pliegues longitudinales (que siguen el rumbo general de las capas) y fallas transversales.	Residuales, arenosos y arcillo-arenoso, poco profundos, ligeramente básicos y de permeabilidad variables.
	Cretáceo Medio	Grupo Machay K-m	Esta integrado por calizas de color gris claro negruzco, en bancos gruesos y bien estratificados, parcialmente metamorfozados por intrusiones ígneas del Cretáceo -Terciario. Reposo discordantemente sobre rocas del jurásico superior.	Conforma afloramientos que cubren la porción central de la cuenca principalmente ambas márgenes del río Pisco, entre las haciendas Lautu y Huachacc, laderas de la quebrada de Huayanto y curso inferior del río Jatun Rumichaca.	Sus estratos presentan un rumbo general Noreste-surente y buzamientos variados, debido a movimientos orogénicos y epirogénicos. A parte del metamorfismo, no se ha identificado estructura geológica alguna de gran magnitud.	Residuales: arcillosos y areno-arcillosos, principalmente básico, de profundidad y permeabilidad variable.
MESOZOICO	Cretáceo Inferior a Medio	K-im	Consta de dos secciones. La primera consiste de lutitas principalmente, muy deleznales y finalmente estratificadas, que ocurren en contacto de falla con las rocas del grupo Yura. La segunda sección está integrada por capas alternadas de potencia variable de margas con calizas de colores gris y negro e interestratificaciones de areniscas calcáreas.	Sus afloramientos están limitados hacia el curso medio del río Jatun-Rumichaca cerca a la localidad de Cotipampa.	En general, presenta un rumbo Este-Oeste y han sufrido disturbamientos de consideración que han dado lugar a la formación de estructura plegadas longitudinales (anticlinal y sinclinal)	Residuales: arcillosos predominante, generalmente básicos, de poca profundidad y de permeabilidad variable.
	Jurásico Superior	Formación Puente Piedra JsK-PP	Consiste de cuarcitas grano medio a fino de color blanco amarillento a pardo rojizo, dispuestas en estratos de regular potencia y lutitas de color gris, con intercalaciones de derrames y aglomerados volcánicos principalmente de composición andesítica. Localmente está atravesada por diques y filones capas de composición aplicativa, andesítica y/o basáltica.	Ocurre a manera de una franja longitudinal ubicada en el flanco occidental andino que bordea las áreas planas del valle. Otro afloramiento se encuentra conformando el cerro Auquish.	El rumbo general de sus estratos es sensiblemente paralelo al de la Cordillera de los Andes. No sufrió disturbamientos de mayor significado con la intrusión batolítica y el levantamiento andino, a excepción de fallas transversales de menor intensidad.	Residuales: arenosos y areno-arcillosos, generalmente con restos de la roca madre, principalmente ácido, de profundidad y permeabilidad variable.
	Cretáceo	Grupo JsK-Y Yura	Está conformada por cuarcitas de color blanco a gris, de grano medio a fino, con estratificación cruzada, dispuesta en bancos potentes con intercalaciones de capas delgadas de lutitas a arenosas de color negro areniscas pardas; además capas de cuarcitas blancas a gris azuladas con estratificación cruzada e intercaladas con lutitas gris y negras y pizarras gris negruzcas. Ocasionalmente, está intruida por diques andesíticos.	Se le encuentra constituyendo afloramientos de buenas proporciones en la parte media de la cuenca, entre las localidades de Huachacc y Mollepampa; terciado y Huapaccha y hacia los alrededores de Huaytará y Huayacundo Arma.	El rumbo de sus capas es predominantemente Noroeste - Sureste y están muy disturbadas debido a movimientos de compresión y detensión que han dado lugar a la formación de pliegues longitudinales (anticlinales y sinclinales) ubicados aproximadamente entre las localidades de San Juan de Loza y grande y en la localidad de Ipulo.	Residuales: arenosos y areno-arcillosos. Predominante ácidos, de potencia y permeabilidad variable.
	Cretáceo Superior	Batolito Andino K-Ti	Rocas Plutónicas: granito normal granito rosado, granodioritas, dioritas, tonalitas. Intrusiones Menores: aplita, andesita y basalto.	Sus afloramientos mayores forman una gran masa que se extiende desde los alrededores de la hacienda San Ignacio hasta las inmediaciones de la hacienda Lautu. Otros afloramientos menores se ubican en la margen izquierda del curso medio del río Jatun Rumichaca en ambas márgenes del alto del río Pisco y en las localidades de Huapaccha, Fundición y Pucursuyo.	Constituyen afloramientos discordantes que han intruido formaciones pre-existentes. Forma parte del batolito andino que ocurre desde la localidad de Trujillo. En el Norte en forma ininterumpida, hasta las cercanías de la quebrada pescadoras, Arequipa en el Sur del País. Ha tenido participación activa en el desarrollo tectónico y estratigráfico de la cuenca.	Las rocas ácidas generan suelos residuales arenosos y arcillo-arenosos, ácidos por excelencia, a menudo con restos de la roca madre, de profundidad y permeabilidad variables. Las rocas intermedias originan suelos residuales arcillosos ricos en cal y álcalis, fértiles de profundidad y permeabilidad variables.

MAPA - 8  
MAPA GEOLOGICO



En cuanto a la secuencia estratigráfica se tiene que en la cuenca aflora una litología de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas. Las rocas sedimentarias son las calizas, areniscas, diatomita, lutitas, alternancias de sedimentos finos con material volcánico, etc.; las segundas por ortocuarcitas, cuarcitas y mármol; y las ígneas están conformadas principalmente por intrusiones de composición granitoide que forman parte del batolito andino que aflora en esta región del país y por efusiones volcánicas que cubren parcial o totalmente estructuras y rocas más antiguas. La edad de estas rocas comprende desde el Jurásico Superior hasta el Cuaternario reciente.

El cuadro **N°2.18.** muestra la descripción estratigráfica en la cuenca, indicando para cada formación su litología, lugar de exposición, rasgos estructurales y la formación de suelos correspondiente.

## **2.7. EDAFOLOGIA**

### **2.7.1. GRANDES GRUPOS DE SUELOS**

En la descripción de los grandes grupos de suelos por asociaciones en la cuenca del río Pisco, para los fines de generación de otros mapas temáticos como el de suelo hidrológico y número de curva de escurrimiento, se ha considerado la clasificación realizada por la ONERN, resumida en el cuadro N° 2.19. y digitalizada cartográficamente en el mapa **N°9** de Grandes Grupos de Suelo a escala 1/400000.

En la cuenca se han tipificado once asociaciones de suelos, que representan agrupaciones de unidades taxonómicas asociadas según similares ocurrencias geográficas, geológicas y topográficas; estas son:

1. Asociación Fluviosol Eutrigo (Irrigado)
2. Asociación Fluvisol Eutrigo (seco)
3. Asociación Regosol Eutrigo Seco
4. Asociación Ermosol Cálcico
5. Asociación Solonchak Ortico
6. Asociación Solonchak Oleico
7. Asociación Solonchak Gleico - Fluvisol Oleico
8. Asociación Lítico - Litosol Desértico
9. Asociación Litosol Andino
10. Asociación Páramo Andosol (Vítrico y Háplico) - Litosol Andino
11. Asociación Lítico - Nival

La asociación Páramo Andosol (Vítrico y Háplico) - Litosol Andino es la que ocupa mayor área de la cuenca (39%) y corresponde a la cuenca alta, la otra asociación de importancia por la superficie ocupada es la Asociación Lítico - Litosol Desértico, correspondiente a la subcuenca media del río Pisco.

Para los fines agrológicos son importantes las asociaciones Fluviosol Eutrigo (Irrigado) y Asociación Fluvisol Eutrigo (seco), correspondientes al valle costero de Pisco.

CUADRO N° 2.19.

ASOCIACION DE GRANDES GRUPOS DE SUELOS  
CUENCA DEL RIO PISCO

GRUPOS DOMINANTES DE SUELOS	SIMBOLOGIA			Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
	Suelo	Pendiente	Cap. de Uso		
FLUVISOL EUTRICO (irrigado)	Fe(i)	a	IV y VIII	281.10	6.3
FLUVISOL EUTRICO (seco)	Fe(s)	a	IV y VIII	95.80	2.2
REGOSOL EUTRICO (seco)	R	b	VIII	184.20	4.2
SOLONCHAK ORTICO	So	a	III y VIII	38.80	0.9
SOLONCHAK ORTICO (fase petrocalcica)	Som	a	IV y VIII	80.80	1.8
SOLONCHAK GLEICO	Sg	a	VIII	22.40	0.5
SOLONCHAK GLEICO-FLUVISOL GLEICO	Sg Fg	a	VIII	6.20	0.1
LITICO (no suelo) - LITOSOL DESERTICO	L Ld	c	VIII y VII	1,188.50	26.8
LITOSOL ANDINO	La	c	VIII - VII	783.40	17.7
PARAMO ANDOSOL(VITRICO Y HAPLICO) - LITOSOL LITICO- NIVAL	Pa La LN	b, c c	VIII y VII VIII	1,743.30 10.00	39.3 0.2
<b>TOTAL</b>				<b>4,434.50</b>	<b>100.0</b>

CLASES DE CAPACIDAD DE USO		
TIPO DE AGRICULTURA	CLASE	CARACTERISTICAS GENERALES
Intensiva	I	Tierras muy buenas para cultivos intensivos y otros usos. Arable
	II	Tierras buenas para cultivos, intensivas y otros usos. Arables.
	III	Tierras inadecuadamente buena para cultivos intensivos y otros usos. Arables.
	IV	Tierras regulares para cultivos intensivas y otros usos. Arables. Marginales para agricultura intensiva.
Permanente	V	Tierras no apropiadas para pastoreo intensiva. Generalmente no arable.
	VI	Tierras apropiadas para cultivos permanentes pastoreo y forestales. No arables.
Marginal	VII	Tierras regulares ó marginales aparentes solo para pastoreo intensivo y forestales. No arables.
Sin Uso	VIII	Tierras no apropiadas para fines agropecuarias ni forestales.

CLASES DE PENDIENTES	
TIPO	DESCRIPCION
a	a nivel a ondulado
b	colinado a monticulado
c	disectada a montañosa
m	cementada
La letra que sigue al símbolo de la Asociación representa la pendiente dominante y otras características.	

FUENTE : ONERN

## MAPA - 9 GRANDES GRUPOS SUELOS

### 2.7.2. USO MAYOR DE SUELOS

En cuanto al uso mayor y potencial de los suelos en la cuenca del río Pisco se ha elaborado información temática cartográfica digitalizada, teniendo como fuentes base a la Carta Nacional 1/100000 del IGN e información temática del mapa de uso mayor de suelos en la cuenca del río Pisco, elaborado por la ONERN.

El mapeo corresponde a cuatro usos mayores de los suelos en la cuenca: Cultivado, pastizales óptimos, pastizales pobres y suelos sin cultivo. El mayor uso es de pastizales pobres (44.2% del área total de la cuenca), correspondiente a la cuenca alta, seguido de suelos sin cultivo (31.8%), coincidente con la sub-cuenca media. La superficie de suelo con características de cultivado es de sólo 6.3% del total de la cuenca.

La cobertura superficial de estos usos, respecto al área total de la cuenca se muestra en el cuadro N° 2.20. y la representación cartográfica digitalizada en el mapa N°10 de uso mayor de tierras a escala 1/400000.

**CUADRO N° 2.20.  
AGRUPACION DEL USO DE SUELO  
CUENCA DEL RIO PISCO**

CARACTERISTICAS	AREA (KM <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (%)
CULTIVADO	281.1	6.3
PASTIZALES OPTIMA	783.4	17.7
PASTIZALES POBRE	1,961.8	44.2
SIN CULTIVO	1,408.2	31.8
<b>TOTAL</b>	<b>4,434.5</b>	<b>100.0</b>

FUENTE : ONERN

### 2.7.3. SUELO HIDROLOGICO

La caracterización de los suelos de la cuenca desde un punto de vista hidrológico se ha obtenido a través de la confección de un mapa de suelo hidrológico mediante la superposición de las capas digitalizadas de los mapas base: carta nacional, geológico y grandes grupos de suelo de la cuenca del río Pisco. Se ha encontrado cuatro tipos de suelo hidrológico en la cuenca: A, B, C y D. Considerando el mayor área de cuenca, sobresale el tipo de suelo C (51.2% del área de cuenca) cuyas características son arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcillas, este tipo es coincidente con la cuenca húmeda. La representación cartográfica digitalizada se distingue en el siguiente mapa N°11 de suelo hidrológico de la cuenca a escala 1/400000.

## MAPA – 10 USO MAYOR TIERRAS

MAPA - 11  
SUELO HIDROLOGICO

## 2.8. GEOMORFOLOGIA

### 2.8.1. DESCRIPCION DE LA CUENCA

La cuenca del río Pisco se ubica en la parte central de la vertiente hidrográfica del Océano Pacífico, la dirección de su colector principal, río Pisco, sigue una dirección preferentemente NE – SW, común a los otros ríos costeros.

La cuenca posee una superficie total de 4434.5 Km<sup>2</sup>, a la que le corresponde un área aproximada de 2903.8 Km<sup>2</sup> (65.5%) de cuenca húmeda a partir de la isoyeta total anual 250 mm (2400 m.s.n.m.). Definimos a la cuenca húmeda al ámbito hidrográfico sobre la que ocurren precipitaciones de carácter efectivo, es decir que aportan directamente a la escorrentía superficial de la cuenca.

En la cuenca seca, correspondiente a la cuenca baja y media se ubica el valle del río Pisco, área agrícola de 24.70 Km<sup>2</sup> de área total y 22.301 Km<sup>2</sup> bajo riego.

En general el relieve de la cuenca del río Pisco es común a otras cuencas costeras, con forma alargada, de fondo profundo y fuertes pendientes, mostrando una fisiografía escarpada y en partes abrupta, cortada frecuentemente por quebradas profundas y estrechas gargantas. En la cuenca se distingue dos zonas perfectamente diferenciadas, la zona montañosa enmarcada por una cadena de cerros en dirección hacia el Océano Pacífico, la cual cubre el 90% de la cuenca y el 10% restante por la zona de valle, enmarcado en una llanura aluvial o cono de deyección.

El río Pisco es el principal colector de la cuenca, es de sexto orden y drena las escorrentías superficiales hacia el Océano Pacífico, efectuando un recorrido de 187.86 Km, desde sus nacientes en las lagunas Pultoc (divisoria con la cuenca del río Mantaro).

### TIPIFICACION HIDROGRAFICA DE LA CUENCA

La denominación de las unidades hidrográficas circunscritas al área de estudio se ha realizado en función de su extensión y nombre de sus cursos de agua finales o ríos; estableciéndose en base a una relación entre unidades hidrográficas y rangos, cinco (05) unidades hidrográficas básicas o subcuencas. Ver cuadros N°2.21., N°2.22., mapa N°12 de divisoria de cuenca a escala 1/400000.

#### CUADRO N°2.21.

##### UNIDADES HIDROGRAFICAS Y RANGOS

Unidad Hidrográfica	Area (Km <sup>2</sup> )	N° de Orden del Río
Microcuenca (Pequeña)	10 – 100	1° , 2° ó 3°
Sub Cuenca (Mediana)	100 – 700	4° ó 5°
Cuenca (Grande)	700 – 6000	6° a más

Fuente: DSMC-DGASI / Lima, 1983 – Metodología de priorización de cuencas.

MAPA - 12  
DIVISORIA DE CUENCA



**CUADRO Nº 2.22.**  
**SUB-UNIDADES HIDROGRAFICAS – CUENCA DEL RIO PISCO**

Nº	Unidad Hidrográfica	Denominación	Area (Km <sup>2</sup> )	Número de Orden
1	Subcuenca	CHIRIS	1,124.260	5
2	Subcuenca	SANTUARIO	480.720	5
3	Subcuenca	HUAYTARA	889.190	5
4	Subcuenca	VELADERO	315.470	4
5	Subcuenca	MEDIA - RIO PISCO	669.500	6
6	Subcuenca	BAJA – RIO PISCO	955.390	6
	<b>CUENCA</b>	<b>PISCO</b>	<b>4,434.530</b>	<b>6</b>

La cuenca del río Pisco está conformada por seis subcuencas: Subcuenca del río Chiris, del río Santuario, del río Huaytará, quebrada Veladero, subcuenca media y subcuenca baja del río Pisco. Las tres primeras tienen un efectivo aporte de caudal puesto que conforman la cuenca húmeda, la subcuenca Veladero drena agua estacionalmente, es decir sólo en temporada lluviosa, y las subcuencas media y baja están definidas como intercuencas al recibir el aporte de las anteriores.

**a. SUBCUENCA CHIRIS**

La subcuenca del río Chiris representa el 25.4% del área total de la cuenca Pisco y el 38.7% de la cuenca húmeda; de sus 1124.3 Km<sup>2</sup> de área, sólo el 1.5% conforma la cuenca seca, aspecto que define a esta unidad hidrográfica como la principal subcuenca de aporte hídrico al río Pisco, y en la que se concentran las fuentes hídricas superficiales.

El cauce del Río Chiris presenta una pendiente media de 4.17% En su primer tramo de recorrido presenta pendientes de suave a moderada, pero gran parte del cauce se encuentra encañonado con vertientes de gran pendiente.

Las fuentes de agua inventariadas en esta subcuenca corresponden a manantiales, ríos, quebradas y lagunas, apreciándose que el único glaciar permanente de la cuenca, denominado “Altar”, se ubica en esta constituyéndose en el límite hidrográfico con las cuencas San Juan y Mantaro.

Las vías de acceso en esta Subcuenca son secundarias (afirmado) y comunican algunos centros poblados, como Ticrapo, Mollepampa, Cocas, Chiris, Cochabambas y Cruzpata (accediendo desde la localidad de Castrovirreyna). En la parte más alta de la subcuenca se ubican los poblados de Totorá y Kallanca, a los cuales se accede por caminos peatonales. Los poblados de Santa Ana y Santa Rosa, se comunican a partir del poblado de Santa Inés, pasando por la Mina San Genaro. La vía al distrito de Santa Ana sirve de acceso a las lagunas de Agnocochocha y Pultoc.

**b. SUBCUENCA SANTUARIO**

El área ocupada por esta subcuenca es de 480.7 Km<sup>2</sup>, que representa el 10.8% del total del área de la cuenca del Río Pisco y 16.6% de la cuenca húmeda, casi toda su superficie representa cuenca húmeda y sólo 1.1 Km<sup>2</sup>, corresponde a la cuenca seca. El cauce principal tiene una pendiente de 7.82%.

Las fuentes de agua superficial existentes son ríos, quebradas, manantiales y lagunas, constituyendo las más importantes las lagunas represadas de Pacococha y San Francisco.

La parte alta de la subcuenca, sector de Pacococha, presenta una fisiografía con terrenos de pendiente suave a moderada, y a partir de la localidad de Sinto la topografía es abrupta con flancos de fuerte pendiente, el río Santuario se torna torrentoso.

Las vías de de acceso en esta subcuenca son afirmadas en buen estado, las que comunican los centros poblados de Ticrapo, Chacota, Llactas, Sinto, Esmeralda, capital provincial de Castrovirreyna y poblado de Pacococha.

**c. SUBCUENCA HUAYTARA**

La subcuenca del río Huaytará representa el 20.1% del área total de la cuenca Pisco y el 30.6% de la cuenca húmeda; de sus 889.2 Km<sup>2</sup> de área, el 16.9% conforma la cuenca seca. El cauce principal tiene una pendiente media de 4.97%.

La carretera Los Libertadores Wari cruza la subcuenca, uniendo a la provincia de Pisco con el distrito de Huaytará, y desde este sector se accede a los distritos de Huayacundo Arma, Quito Arma y San Antonio de Cusicancha. Asimismo están comunicados por carretera afirmada los centros poblados de Cusicancha, Quishuarpampa y Tambo.

**d. SUBCUENCA VELADERO**

Esta sub-unidad hidrográfica tiene un área de drenaje de 315.5 Km<sup>2</sup>, representado el 7.10% del total de la cuenca. La principal característica de esta subcuenca es su aporte estacional al río Pisco, es decir sólo en temporada de lluvias, por lo que su cauce final de drenaje es denominado como "Quebrada Veladero", que confluye al río Pisco por la margen derecha, aguas abajo, a una altitud de 705 msnm., este cauce tiene una pendiente promedio de 6.22%. El área de cuenca húmeda correspondiente es 125.28 Km<sup>2</sup>, 3.12% del total de cuenca húmeda Pisco, área que se sitúa entre las altitudes 2400 y 3725 msnm.

La subcuenca Veladero no cuenta con vías vehiculares, por lo que su accesibilidad es dificultosa, es decir que los centros poblados existentes den la zona, como Quita Sol, Veladero Grande y Alalac, son accesibles por vías peatonales (caminos de herradura).

**e. SUBCUENCA MEDIA DEL RIO PISCO**

La subcuenca Media del río Pisco es propiamente una intercuenca que recibe el aporte hídrico de los ríos de las subcuencas Chiris, Santuario, Huaytará y quebrada Veladero. Se ubica entre los límites altitudinales 4450 y 630 msnm, esta última cota es la correspondiente a la ubicación de la estación hidrométrica de Letrayoc, que para el presente caso está definiendo su límite inferior con la subcuenca baja del río Pisco. Esta

sub-unidad hidrográfica tiene una superficie de 669.5 Km<sup>2</sup>. Su cauce principal de drenaje es el río Pisco, el que tiene una correspondiente pendiente media de 1.97%.

Los principales centros poblados existentes en la subcuenca media son el distrito de Huáncano y los anexos de Muralla, Pámpano, Pampa Blanca y Huachaca; los que están enlazados y efectivamente comunicados por la carretera asfaltada “Los Libertadores Wari”.

#### **e. SUBCUENCA BAJA DEL RIO PISCO**

La subcuenca Baja del río Pisco es propiamente, como en el caso de la subcuenca Media, una intercuenca que recibe el aporte del río Pisco proveniente de la subcuenca Media. Su área de drenaje limita desde la desembocadura del río Pisco al mar hasta la cota 630 msnm., correspondiente a la estación hidrométrica Letrayoc, y tiene una superficie de 955.4 Km<sup>2</sup>, 21.5% del total de la cuenca. El río Pisco, principal cauce de esta subcuenca, tiene una pendiente de 0.98%, cuyo valor bajo se debe a la fisiografía reinante, que es la de valle.

En esta unidad se ubica el “valle agrícola de pisco”, y circunscribe a los principales centros poblados de la cuenca, como es la capital provincial de Pisco y los distritos de San Andrés, Villa Túpac Amaru, San Clemente e Independencia. Otra característica relevante en la subcuenca Baja es la existencia de una densa red vial constituida principalmente por las carreteras de primer orden asfaltadas de “La Panamericana Sur” y “Los Libertadores Wari”.

### **2.8.2. PARAMETROS DE FORMA DE LA CUENCA**

En toda cuenca la respuesta hidrológica del sistema está influenciada por sus características geomorfológicas. Claro que esta dependencia es determinada además por varios otros factores, como su geología, tipo de suelo, cobertura vegetal y principalmente clima. Es importante mantener la consideración que la geomorfología en una cuenca está representada por parámetros de carácter estático y sus características hidrológicas son altamente estocásticas.

Se ha determinado valores de los parámetros de forma y relieve de la cuenca del río Pisco de mayor importancia e interpretación; que se resumen en el Cuadro **Nº 2.23**.

Los parámetros geomorfológicos han sido obtenidos del mapa base digitalizado, carta nacional 1/100000 del IGN, trabajados con asistencia de los software ARCINFO y ARCVIEW.

CUADRO N° 2.23.

## PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA Y SUBCUENCAS DEL RIO PISCO

PARAMETROS				CUENCA PISCO	SUBCUENCA									
					MEDIA-BAJA	CHIRIS	HUAYTARA	SANTUARIO	VELADERO	"LETRAYOC"	"HUMEDA"			
SUPERFICIE TOTAL DE LA CUENCA				At	Km2	4434.530	1624.890	1124.260	889.190	480.720	315.470	3693.020	2780.750	
PERIMETRO				P	Km	507.300	323.930	207.220	182.000	124.030	91.060	-----	-----	
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad		$Kc = 0.28 P / (At)^{0.5}$	1	2.133	2.250	1.730	1.709	1.584	1.436	-----	-----	
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)		LB	Km	161.340	97.190	64.150	66.500	40.130	33.230	-----	-----
			Ancho Medio		$AM = At / LB$	Km	27.486	16.719	17.525	13.371	11.979	9.494	-----	-----
			Factor de Forma		$Ff = AM / LB^2$	1	0.170	0.172	0.273	0.201	0.299	0.286	-----	-----
			Indice de Gravelius		$K = 0.282 * P / A^{0.5}$	1	2.148	2.266	1.743	1.721	1.595	1.446	-----	-----
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	$L = (P + (P^2 - 16 * At)^{0.5}) / 4$	Km	234.760	151.220	91.295	79.867	52.933	37.005	-----	-----	
		Lado Menor	$B = At / L$	Km	18.890	10.745	12.315	11.133	9.082	8.525	-----	-----		
SISTEMA DE DRENAJE	GRADO DE RAMIFICACION	LONGITUD  TOTAL	ORDEN 1	Km	1873.577	510.218	531.852	487.754	197.946	145.808	-----	-----		
			ORDEN 2	Km	583.805	150.389	180.840	139.727	61.884	50.964	-----	-----		
			ORDEN 3	Km	241.699	43.462	75.503	58.347	46.008	18.379	-----	-----		
			ORDEN 4	Km	109.729	7.906	29.916	42.188	19.359	10.360	-----	-----		
			ORDEN 5	Km	109.058	0.000	55.450	38.020	15.588	0.000	-----	-----		
			ORDEN 6	Km	105.677	105.677	0.000	0.000	0.000	0.000	-----	-----		
	NUMERO DE RIOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACION		ORDEN 1	1	990	210	332	276	117	55	-----	-----		
			ORDEN 2	1	220	51	73	62	24	10	-----	-----		
			ORDEN 3	1	45	7	19	10	7	2	-----	-----		
			ORDEN 4	1	9	1	3	2	2	1	-----	-----		
			ORDEN 5	1	3	0	1	1	1	0	-----	-----		
			ORDEN 6	1	1	1	0	0	0	0	-----	-----		
	Longitud Total de los Ríos de Diferentes Grados				Lt	Km	3023.545	817.652	873.561	766.036	340.786	225.511	-----	-----
	Número de Ríos para los diferentes Grados				Nº Ríos	1	1268	270	428	351	151	68	-----	-----
	Longitud de Ríos Principales				Lr	Km	187.860	105.680	82.180	72.710	43.250	35.720	136.510	-----
	Densidad de Drenaje				$Dd = Lt / At$	Km / Km2	0.682	0.503	0.777	0.861	0.709	0.715	-----	-----
	Relación de Bifurcación				$Rb = N^{\circ}Rn / N^{\circ}R(n+1)$	1	4.078	6.134	4.431	4.413	3.451	4.167	-----	-----
Longitud de Flujo de Superficie				$Lo = 1 / (2Dd(1 - Ic / Ip)^{0.5})$	1	0.741	1.000	0.659	0.596	0.734	0.717	-----	-----	
Extensión Media para los diferentes Grados				$Es = At / 4.Lt$	Km	0.367	0.497	0.322	0.290	0.353	0.350	-----	-----	
Frecuencia de los Ríos				$Fr = N^{\circ}Rios / At$	r / Km2	0.286	0.166	0.381	0.395	0.314	0.216	-----	-----	
Desnivel Total de la Cuenca				Ht	Km	5.268	4.450	3.528	3.819	3.309	3.020	4.638	3.068	
Altitud Media de la Cuenca				Hm	m.s.n.m.	2889.2	1163.6	4296.2	3807.8	4133.7	2278.4	3421.9	4017.6	
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord)				$Ip = 100 * ( D^{\circ}Lc ) / At$	%	93.36	85.50	90.81	97.83	94.27	128.99	-----	-----	
Pendiente de la cuenca (Sist. del Rectángulo Equivalente)				$Ip = 100 * Ht / B$	%	27.89	41.41	28.65	34.30	36.44	35.42	-----	-----	
Pendiente Media de los Cauces de los Ríos				Ic	%	2.01	1.13	4.17	4.97	7.28	6.22	2.87	-----	
Longitud total de curvas de nivel (Equidistancia D = 200 m)				Lc	Km	8280.406	2778.470	2041.868	1739.857	906.374	813.836	-----	-----	

FUENTE : PROPIA

- **Area de la cuenca (At)**

La cuenca del río Pisco tiene una superficie de 4434.53 Km<sup>2</sup>, de las sub-unidades hidrográficas la tiene mayor área es la subcuenca media-baja y es el 36.6% del total. Las subcuencas Chiris y Huaytará tiene superficies del mismo orden y equivalentes al 25.4% y 20.1% del total, respectivamente, mientras que las subcuencas Santuario y Veladero tienen áreas equivalentes al 10.8% y 07.1% del total, respectivamente. Ver datos valores del cuadro **N°2.23**.

- **Coefficiente de Compacidad (Kc)**

Los valores altos de este parámetro que relaciona el área y perímetro, obtenidos para la cuenca y subcuenca media-baja del río pisco, de 2.13 y 2.25 respectivamente, indica una alta tendencia a las crecientes, mientras que en la otras unidades hidrográficas su menor valor, que promedia 1.62, la tendencia a crecientes es menor. Ver datos valores del cuadro **N°2.23**.

- **Factor de Forma (Ft)**

El factor de forma hallado para la cuenca del río Pisco, de 0.21, lo cual explica o describe su forma alargada. Sin embargo sus subcuencas integrantes poseen factores de forma mayores, del orden de 0.45, evidenciando superficies con un mayor ancho medio, respecto a su mayor longitud, es decir mayor capacidad receptora de precipitaciones pluviales. Ver datos valores del cuadro **N°2.23**.

- **Indice de Gravelius - Coeficiente de Compacidad (K)**

Los valores altos del índice K para la cuenca y subcuenca media-baja del río Pisco es otro indicativo de que se trata de cuencas alargadas, por tanto la respuesta hidrológica es inmediata, pues el periodo la retención es baja. Las subcuencas Chiris, Huaytará y Santuario tienen un coeficiente de compacidad menor, que promedia el valor de 1.70, es decir que su aporte hídrico es más sostenido. La subcuenca Veladero tiene el menor índice K, de 1.45, sin embargo esta unidad se encuentra por debajo de la cuenca húmeda y por consiguiente no aporta escorrentía continua a la cuenca. Ver datos valores del cuadro **N°2.23**.

### **2.8.3. PARAMETROS DE RELIEVE - RELACION AREA – ELEVACION**

Los parámetros de relieve tienen mayor influencia sobre la respuesta hidrológica de la cuenca. Las relaciones área – elevación han sido determinadas por las curvas y alturas características de la cuenca y subcuencas del río Pisco.

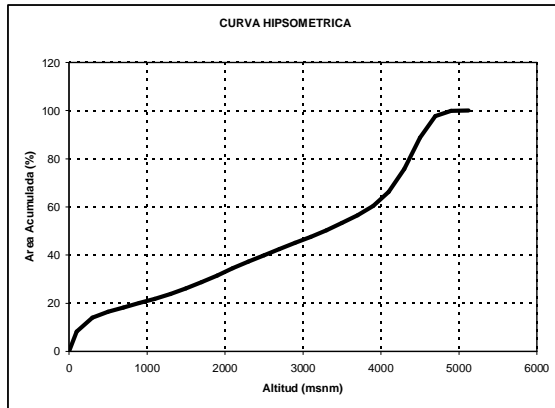
#### **a. CURVAS CARACTERISTICAS**

- **Curva Hipsométrica**

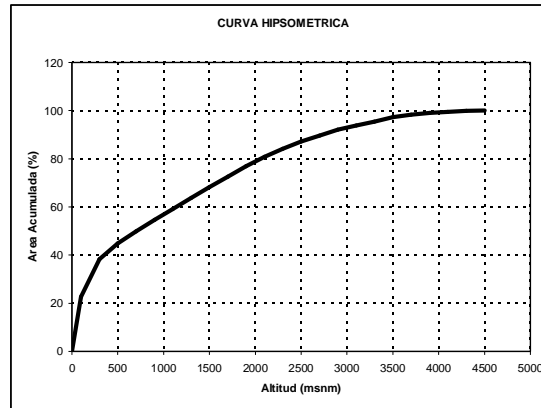
La representación gráfica entre los porcentajes de área acumulada por encima de las elevaciones altitudinales para la cuenca y subcuencas del río Pisco se muestran en los gráficos N° 2.11., 2.12. y 2.13. Las características de las curvas hipsométricas de todas las subcuencas, excepto de la subcuenca media-baja del río Pisco tiene pendiente creciente, en esta subcuenca el carácter decreciente de la pendiente de la curva hipsométrica es un indicador de que el mayor porcentaje de

**GRAFICO Nº 2.11.**  
**PARAMETROS DE RELIEVE - CUENCA DEL RIO PISCO**

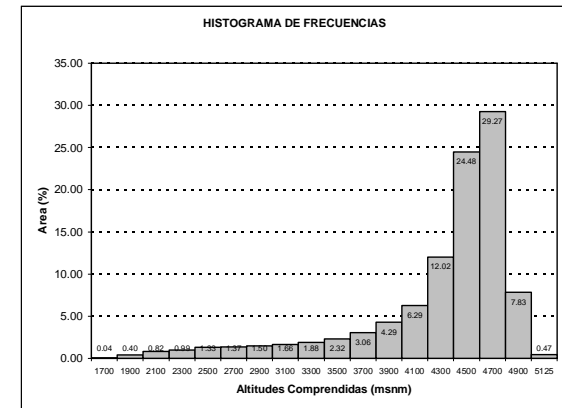
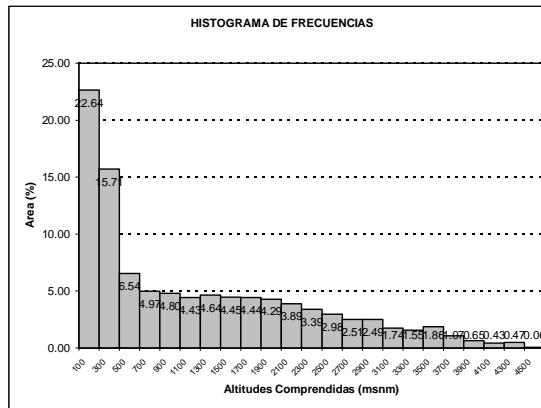
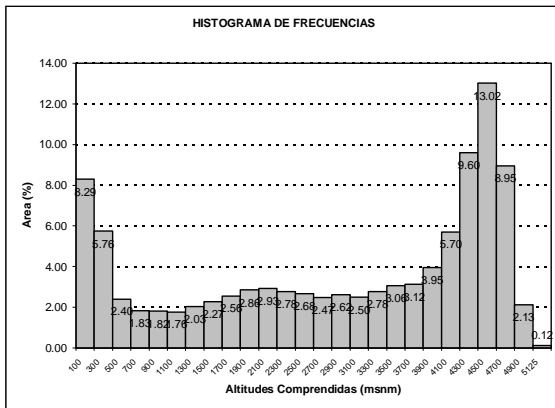
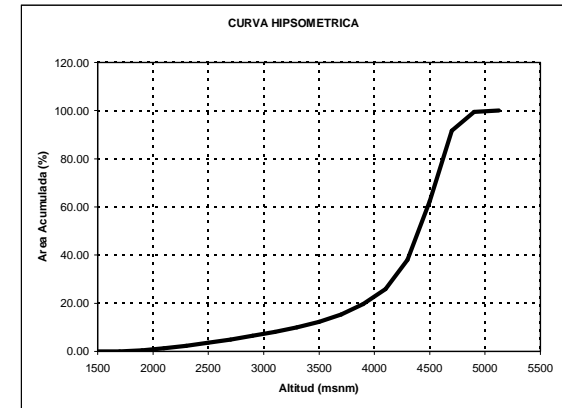
**CUENCA DEL RIO PISCO**



**SUBCUENCA MEDIA DEL RIO PISCO**

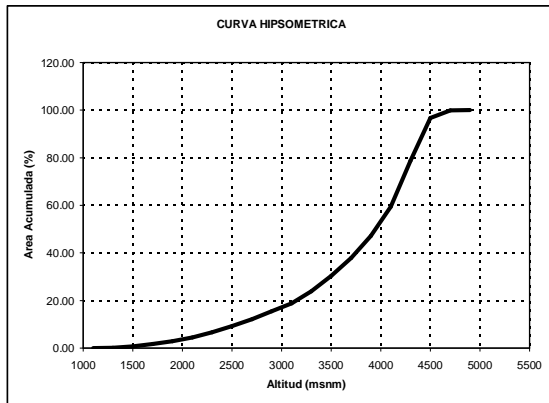


**SUBCUENCA CHRIS**

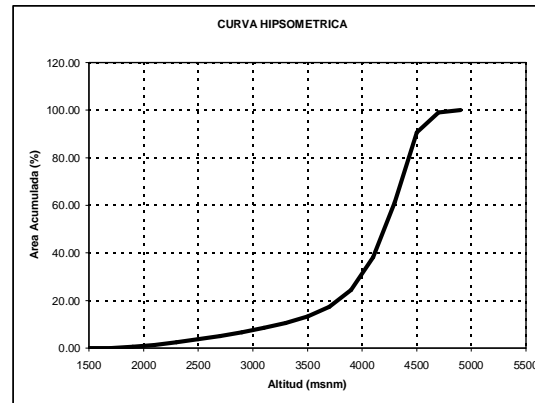


**GRAFICO Nº 2.12.**  
**PARAMETROS DE RELIEVE - CUENCA DEL RIO PISCO**

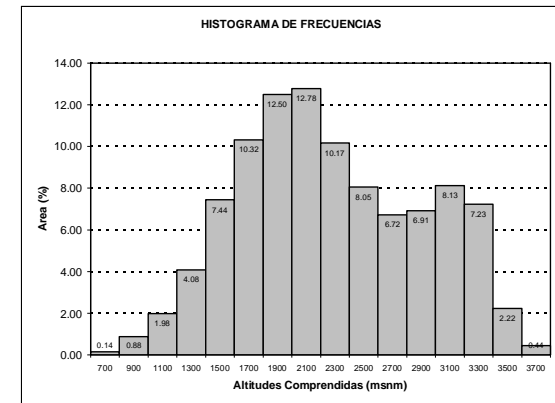
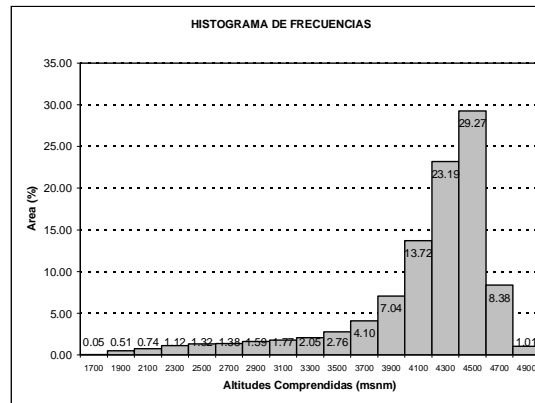
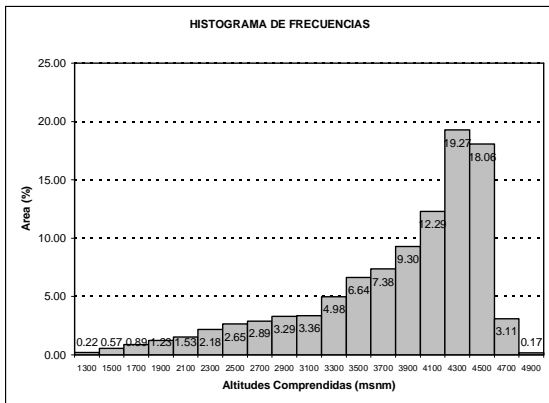
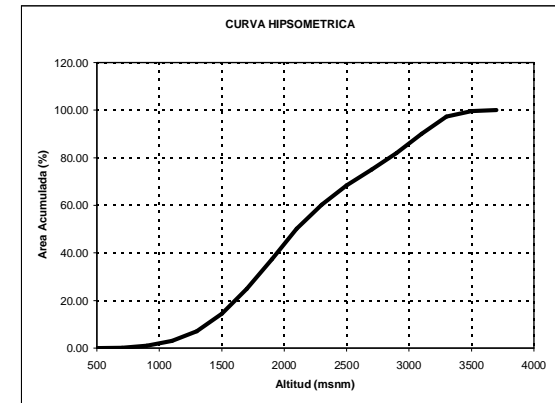
**SUBCUENCA DEL RIO HUAYTARA**



**SUBCUENCA DEL RIO SANTUARIO**

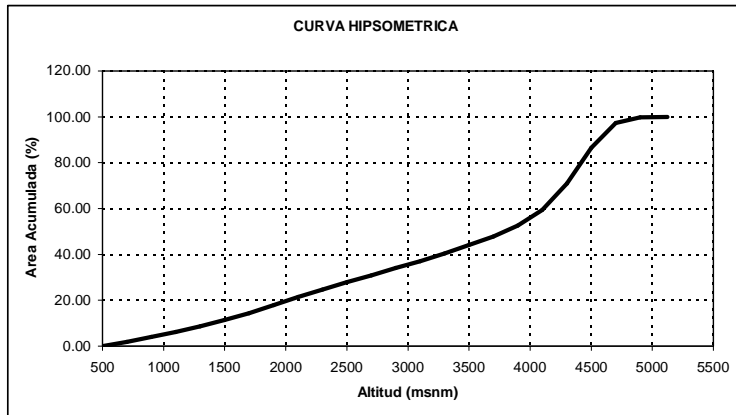


**SUBCUENCA DEL RIO VELADERO**

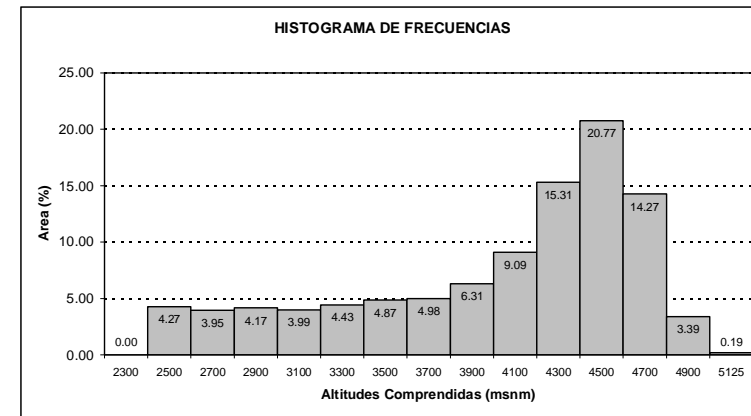
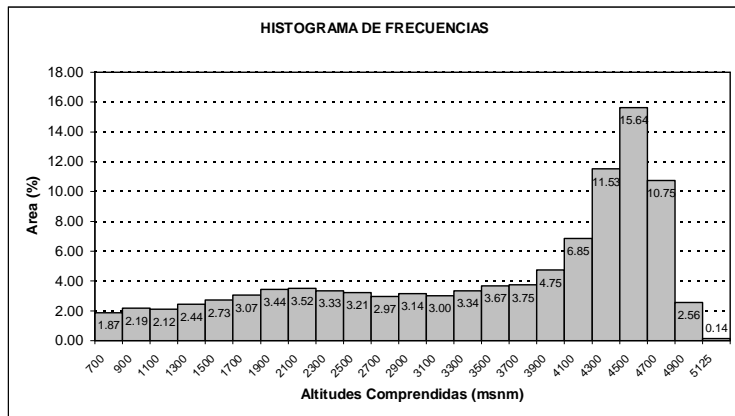
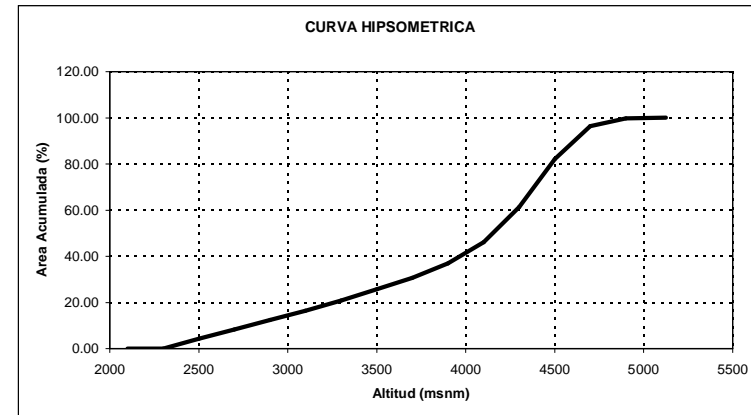


**GRAFICO Nº 2.13.**  
**PARAMETROS DE RELIEVE - CUENCA DEL RIO PISCO**

**CUENCA EST. HIDRO. LETRAYOC**



**CUENCA HUMEDA DEL RIO PISCO**





superficie se concentra a altitudes menores. La subcuenca Veladero presenta una variación casi uniforme de la pendiente de esta curva, lo que refleja una concentración de porcentaje de área casi uniforme entre las altitudes 1300 y 1500 msnm. La curva hipsométrica de la cuenca húmeda mantiene una pendiente uniforme entre los 2300 y 3900 msnm., progresando positivamente esta hasta una altitud de 4700 msnm, debido a una mayor frecuencia de área de cuenca en este rango altitudinal.

#### ▪ **Curva o Polígono de frecuencias**

La distribución gráfica del porcentaje de superficies ocupadas por diferentes rangos de altitud para la cuenca y subcuencas del río Pisco, se distingue en los gráficos N° 2.11. al 2.13. La subcuenca media-baja concentra mayor porcentaje de área entre las altitudes 0 – 300 msnm., presentando también la cuenca Pisco esta característica, lo cual explica lo poco eficiente de su rendimiento hídrico. Los histogramas de frecuencia de las subcuencas Chiris, Huaytará y Santuario presentan las mismas características, con bajas concentraciones de superficie de cuenca entre las altitudes 1300 y 3900 msnm., a partir de esta zona hasta una altitud media de 4700 msnm., la frecuencia de áreas aumenta para luego tener un salto brusco de disminución hasta la divisoria de cuenca. La cuenca húmeda tiene una mayor frecuencia de superficie entre las altitudes 4100 y 4700 msnm (20% en el rango 4300 – 4500 msnm), mientras que en el rango altitudinal 2100 – 4100 msnm. la frecuencia de áreas es uniforme en el orden 4.3%.

La frecuencia de áreas por encima de los 2400.0 m de altitud (cuenca húmeda) es de 60%, lo que indica una regular capacidad de recepción de precipitaciones de la cuenca del río Pisco.

### **b. ALTITUDES CARACTERISTICAS**

#### ▪ **Altitud media de la Cuenca**

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación – área de la cuenca.

La altitud media de la cuenca es de 2889.2 m.s.n.m., las subcuencas Chiris, Huaytará y Santuario tienen altitudes medias semejantes, del orden de los 4080 m.s.n.m. La altitud media de la subcuenca Veladero es de sólo 2278.4 m.s.n.m., mientras que la cuenca húmeda tiene una altitud media de 4017.60 m.s.n.m.

Estos valores están relacionados con los altos volúmenes de precipitación sobre la cuenca, dada la comprobada relación precipitación – altitud, teniéndose que para la cuenca Pisco la precipitación total anual es del orden de los 600 mm, e indicando una regular contribución de la lluvia sobre esta. Ver datos del cuadro **N°2.24.**

#### ▪ **Altitud de frecuencia media**

Corresponden a las abscisas medias de las curvas hipsométricas de la cuenca y subcuencas del río Pisco (ver gráficos N° 2.11. al 2.13.). La cuenca Pisco tiene una altitud de frecuencia media de 3375.2 m.s.n.m. Para las subcuencas Chiris, Huaytará y Santuario la altitud de frecuencia media es del orden de los 4283 m.s.n.m. Ver datos del cuadro **N°2.24.**

#### ▪ **Altitud más frecuente**

Según los histogramas presentados tenemos que los límites de altitud de 4200 a 4800 m.s.n.m. es donde se tiene el mayor porcentaje de área de la cuenca y

subcuencas Chiris, Huaytará y Santuario del río Pisco. En la subcuenca Veladero la altitud más frecuente está entre los 2000 y 2200 m.s.n.m. Ver datos del cuadro N°2.24.

**CUADRO N° 2.24.**

**ALTITUDES CARACTERISTICAS - CUENCA DEL RIO PISCO**

CUENCA	ALTITUD		
	MEDIA	FREC. MEDIA	MAS FRECUENTE
SUB-PISCO	1,163.6	806.0	0 - 200
CHIRIS	4,296.2	4498.4	4600 - 4800
HUAYTARA	3,807.8	4047.1	4200 - 4400
SANTUARIO	4,133.7	4302.2	4400 - 4600
VELADERO	2,278.4	2197.9	2000 - 2200
"LETRAYOC"	3,421.9	3892.8	4400 - 4600
"HUMEDA"	4,017.6	4251.3	4400 - 4600
<b>PISCO</b>	<b>2,889.2</b>	<b>3375.2</b>	<b>4400 - 4600</b>

**c. PENDIENTE DE LA CUENCA (DEL TERRENO)**

Este parámetro de relieve es importante debido a su relación con el comportamiento hidráulico de drenaje de la cuenca. Para la estimación se ha empleado el sistema del "Rectángulo Equivalente". Los parámetros de pendiente media de la cuenca empleando el sistema de "Alvord" no han sido considerados dado que muestran elevados valores que no guardan relación con la fisiografía real.

La cuenca del río Pisco tiene una pendiente promedio de 27.9% (15.6°S de inclinación promedio del terreno), la subcuenca con menor pendiente es la de Chiris (la unidad hidrográfica de mayor contribución hídrica), con 28.65% y con la mayor pendiente, a parte de la intercuenca media-baja del río Pisco, la subcuenca Santuario, con 36.44% (20.0°S).

## 2.8.4. SISTEMA HIDROGRAFICO

### a. DESCRIPCION HIDROGRAFICA GENERAL DE LA CUENCA

En el Perú existe tres vertientes hidrográficas, la vertiente u hoya del Lago Titicaca y las vertientes del océano Atlántico y océano Pacífico, definidas estas últimas por la cordillera de los Andes (divisoria continental de las aguas). La cuenca del río Pisco se ubica en la región central de la vertiente del océano Pacífico.

La vertiente del Pacífico u occidental, tiene una extensión aproximada de 290,000 km<sup>2</sup>, equivalente al 22% del área total del país, en esta existe 52 ríos que discurren hacia el Océano Pacífico siguiendo una dirección predominante hacia el suroeste. El río Pisco es uno de ellos, encontrándose situado en la región sur-central.

La cuenca del río Pisco tiene en general una forma alargada con dirección NE-SW. Una cadena de montañas con dirección SE-NW separa a la cuenca, por el Norte-Este, de la cuenca del río Mantaro (divisoria continental). La cuenca del río Pisco tiene una extensión de 4434.53 Km<sup>2</sup>, de la cual 62.7%, o sea 2,780.75 Km<sup>2</sup>, situada por encima de los 2400 m.s.n.m., corresponde a la cuenca imbrífera o húmeda.

El río Pisco tiene su origen en las lagunas reguladas Pultoc, en la subcuenca Chiris, a una altitud de 4850 m.s.n.m. en la divisoria de cuencas con el río Pampas. Luego de recorrer 187.86 Km, y con una pendiente promedio de 2.01%, desemboca en el Océano Pacífico.

El recorrido inicial del río Pisco es con dirección SE-NW hasta la confluencia del río Luichu, el que nace del nevado "Altar" (único glaciar permanente en la cuenca), para luego cambiar a la dirección NE-SW; en este primer tramo de 25.3 Km aproximadamente recibe el aporte por la margen izquierda de los ríos Agnococha (que nace en la laguna regulada del mismo nombre), Pascoquia y Yanamachay. A partir de este cambio de dirección recibe el nombre de río Chiris y su flujo se torna torrencioso en razón del incremento de la pendiente del cauce, el cual se profundiza. Es denominado propiamente río Pisco en el punto de su confluencia con el río Santuario, por la margen izquierda, el que proviene de las lagunas represadas Pacococha y San Francisco, en la progresiva Km 106. En la progresiva Km 87 confluye por la margen izquierda el río Huaytará, que tiene como uno de sus orígenes a la laguna regulada Pocchalla, en este punto (sector de Pámpano) el río Pisco tiene una pequeña variación de su dirección más hacia el oeste hasta se desembocadura en el océano Pacífico.

El río Pisco tiene como principales afluentes al río Santa Ana, Santuario, Paracas, Huaytará y Huáncano por la margen izquierda, y Luichu, Vado, Chaupivado, Sangrachaca, Huayco y Veladero (de flujo estacional) por la margen derecha, aguas abajo. En los gráficos N° 2.16. al 2.21. (E1-E6) se esquematiza los diagramas fluviales de las subcuencas de la cuenca del río Pisco.

El rendimiento hídrico del río Pisco es medido en las estaciones hidrométricas de "La Quinga" y "Letrayoc". La primera es una estación de tipo limnigráfica – automática, registrando los niveles de agua mediante un limnígrafo (actualmente no operativo) y por un sensor que teletransporta esta información en tiempo real a la central de SENAMHI – Ica. La estación de Letrayoc, en la actualidad la consideramos como una estación hidrométrica empírica por no contar con instrumentación de aforo.

### b. PARAMETROS MORFOLOGICOS DEL SISTEMA DE DRENAJE

▪ **Número de Orden de los Ríos (n)**

La clasificación (orden) de la cuenca hidrográfica es función del número de orden o medida de la ramificación del cauce principal, río Pisco.

Se ha clasificado los cauces según el grado de ramificación, encontrándose que el río principal, río Pisco es de sexto (6<sup>o</sup>) orden, los ríos Chiris, Santuario y Huaytará son de quinto orden. En la cuenca predominan los cauces de 1<sup>o</sup> orden, representan en número el 78% del total y en longitud el 62% de total. La Clasificación Ordinal de los ríos de la cuenca se muestra en el mapa **Nº13**, y cuadro **Nº2.25**.

▪ **Grado de Ramificación de Ríos (Rb)**

En base a la clasificación ordinal de los cauces se ha encontrado relaciones de bifurcación o grado de ramificación del orden de 4.1 para los ríos Pisco, Chiris, Santuario, Huaytará y Veladero.

▪ **Densidad de Drenaje (D/d)**

El parámetro que relaciona la longitud total de ríos y el área de la cuenca, tiene como valor promedio 0.68 Km/Km<sup>2</sup>, indican que la cuenca del río Pisco está bien drenada. Las subcuencas de Chiris, Santuario, Huaytará y Veladero tienen un drenaje más denso, del orden 0.77 Km/Km<sup>2</sup>.

**c. PENDIENTE DEL RIO (DEL CAUCE PRINCIPAL)**

El valor de la pendiente longitudinal se ha efectuado con el método de áreas compensadas, tal como se observa en los gráficos N° 2.14. y 2.15.

El río Pisco, en el tramo naciente-desembocadura, tiene una pendiente media de 2.05%, a partir de la estación de aforo Letrayoc su pendiente es de 2.87%.

Las ríos Chiris, Santuario, Huaytará y Veladero tienen una mayor pendiente de 4.17%, 7.28%, 4.97% y 6.22% respectivamente.

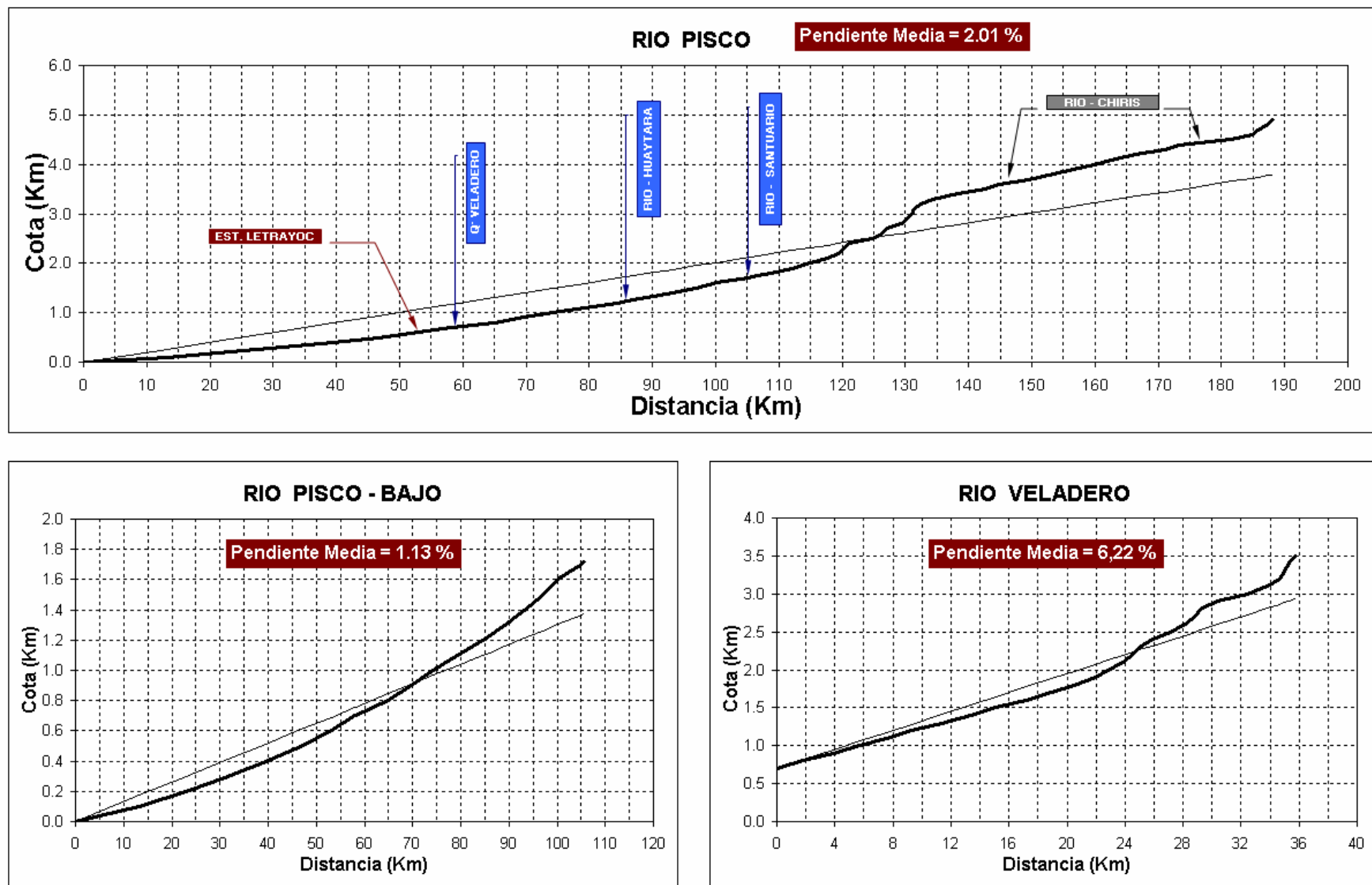
**CUADRO Nº 2.25.**  
**CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS Y DE DRENAJE DE LA CUENCA DEL RIO PISCO**

CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS			CUENCA PISCO	SUBCUENCAS				
				MEDIA-BAJA	CHIRIS	HUAYTARA	SANTUARIO	VELADERO
GRADO DE RAMIFICACION	LONGITUD TOTAL Km	ORDEN 1	1873.577	510.218	531.852	487.754	197.946	145.808
		ORDEN 2	583.805	150.389	180.840	139.727	61.884	50.964
		ORDEN 3	241.699	43.462	75.503	58.347	46.008	18.379
		ORDEN 4	109.729	7.906	29.916	42.188	19.359	10.360
		ORDEN 5	109.058	0.000	55.450	38.020	15.588	0.000
		ORDEN 6	105.677	105.677	0.000	0.000	0.000	0.000
NUMERO DE RIOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACION		ORDEN 1	990	210	332	276	117	55
		ORDEN 2	220	51	73	62	24	10
		ORDEN 3	45	7	19	10	7	2
		ORDEN 4	9	1	3	2	2	1
		ORDEN 5	3	0	1	1	1	0
		ORDEN 6	1	1	0	0	0	0
Longitud Total de los Ríos de Diferentes Grados		Km	3023.545	817.652	873.561	766.036	340.786	225.511
Número de Ríos para los diferentes Grados		1	1268	270	428	351	151	68
Longitud de Ríos Principales		Km	188	106	82	73	43	36
Densidad de Drenaje		Km / Km <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1
Relación de Bifurcación		1	4	6	4	4	3	4
Frecuencia de los Ríos		r / Km <sup>2</sup>	0.286	0.166	0.381	0.395	0.314	0.216

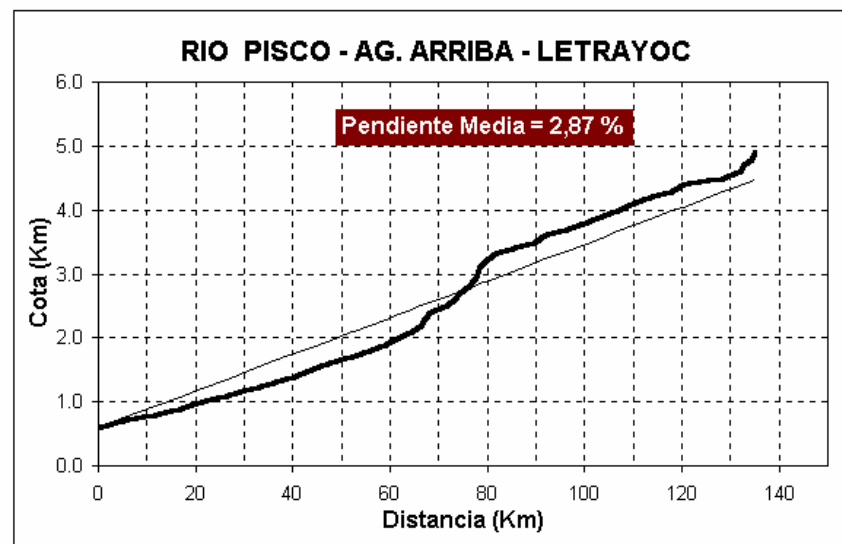
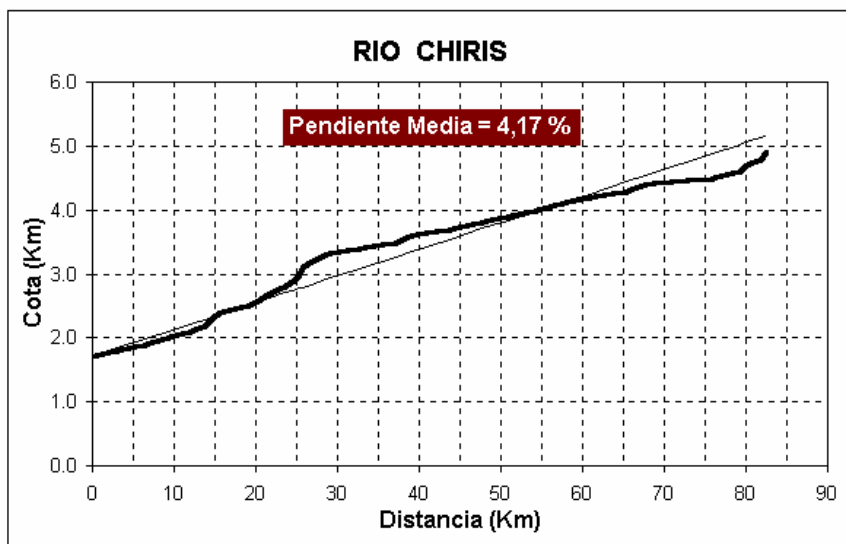
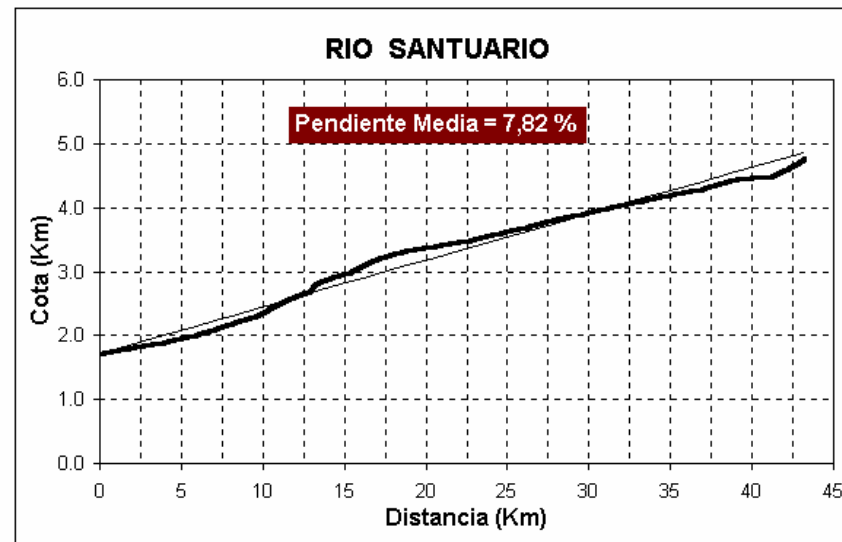
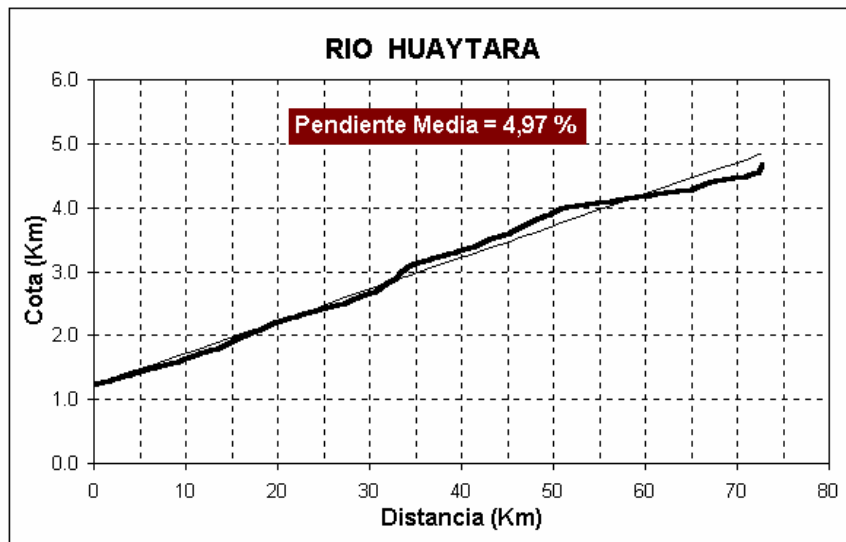
FUENTE: PROPIA

## MAPA - 13 CLASIFICACION ORDINAL RIOS

**GRAFICO N° 2.14.  
PENDIENTE LONGITUDINAL DE LOS RIOS PRINCIPALES**

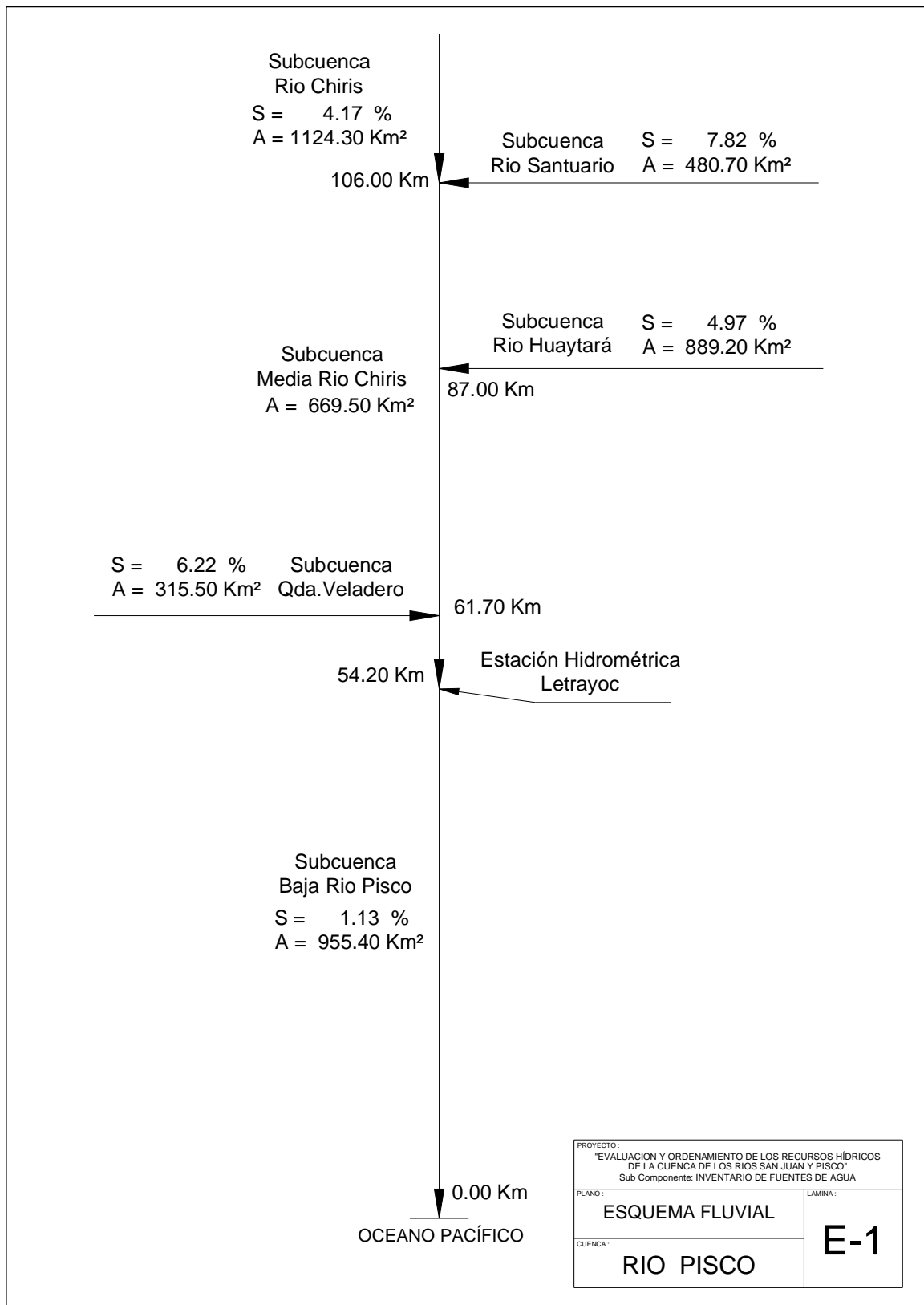


**GRAFICO N° 2.15.**  
**PENDIENTE LONGITUDINAL DE LOS RIOS PRINCIPALES**

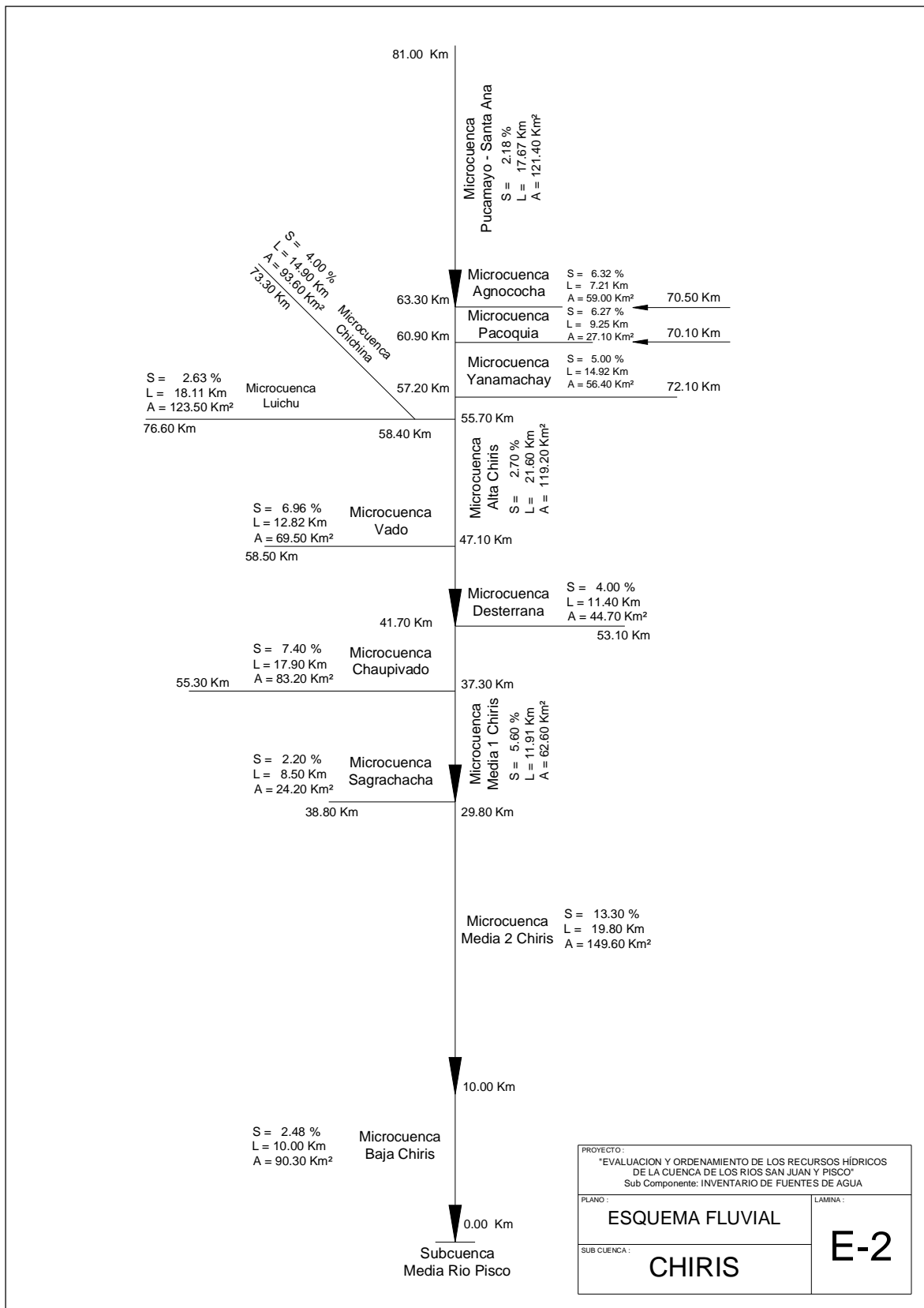




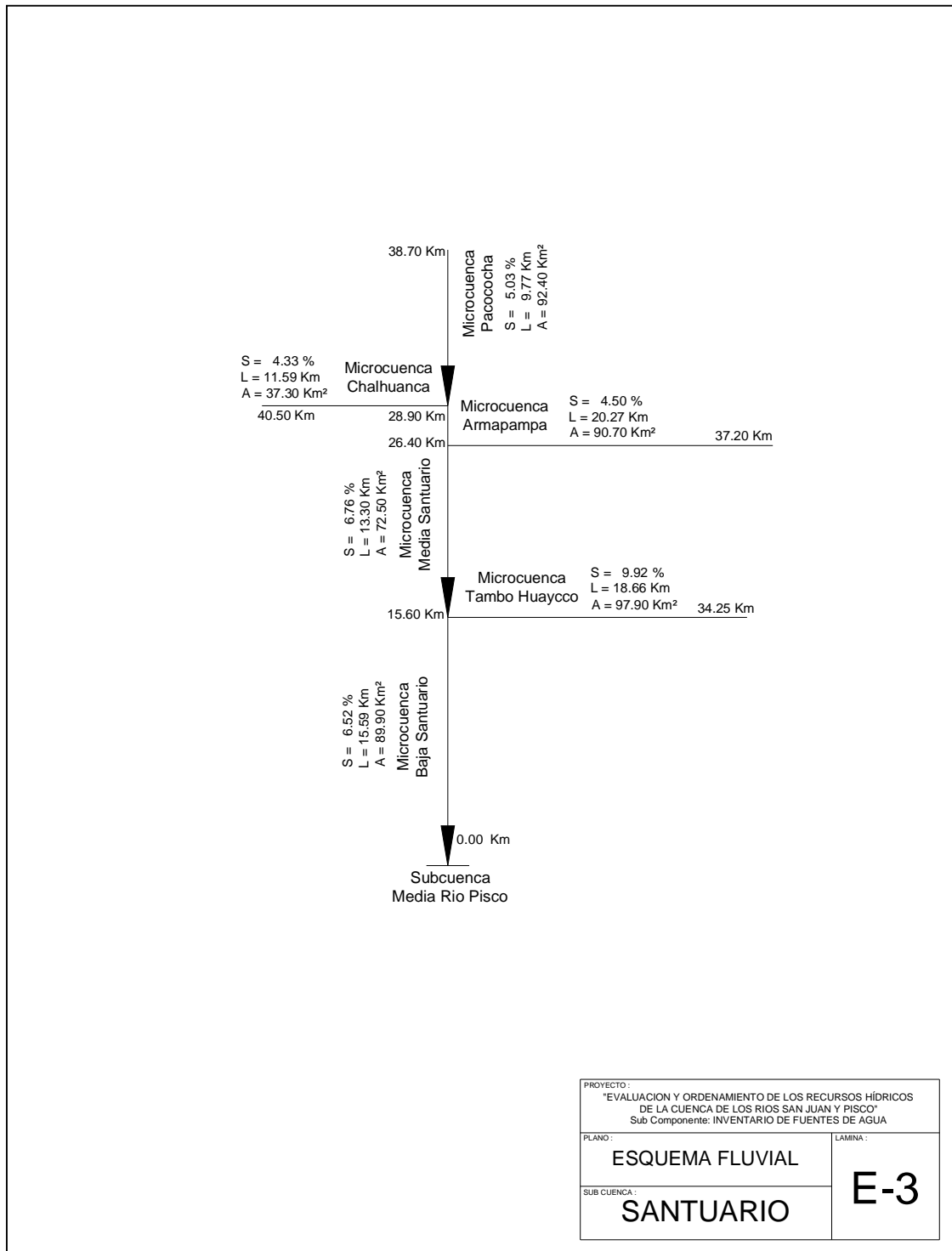
**GRAFICO N°2.16.**  
**ESQUEMA FLUVIAL – CUENCA DEL RIO PISCO**



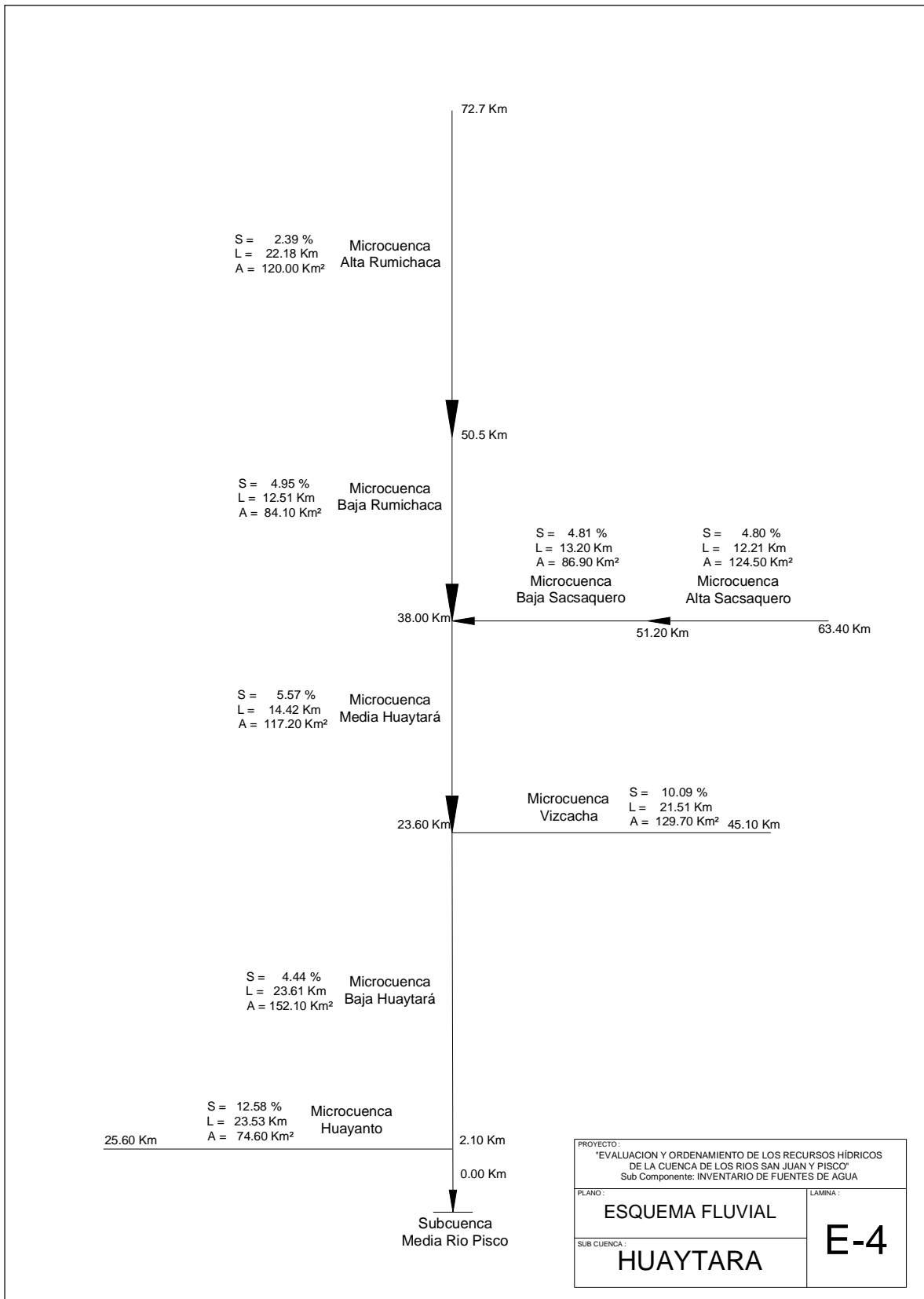
**GRAFICO N°2.17.**  
**ESQUEMA FLUVIAL – SUBCUENCA DEL RIO CHRIS**



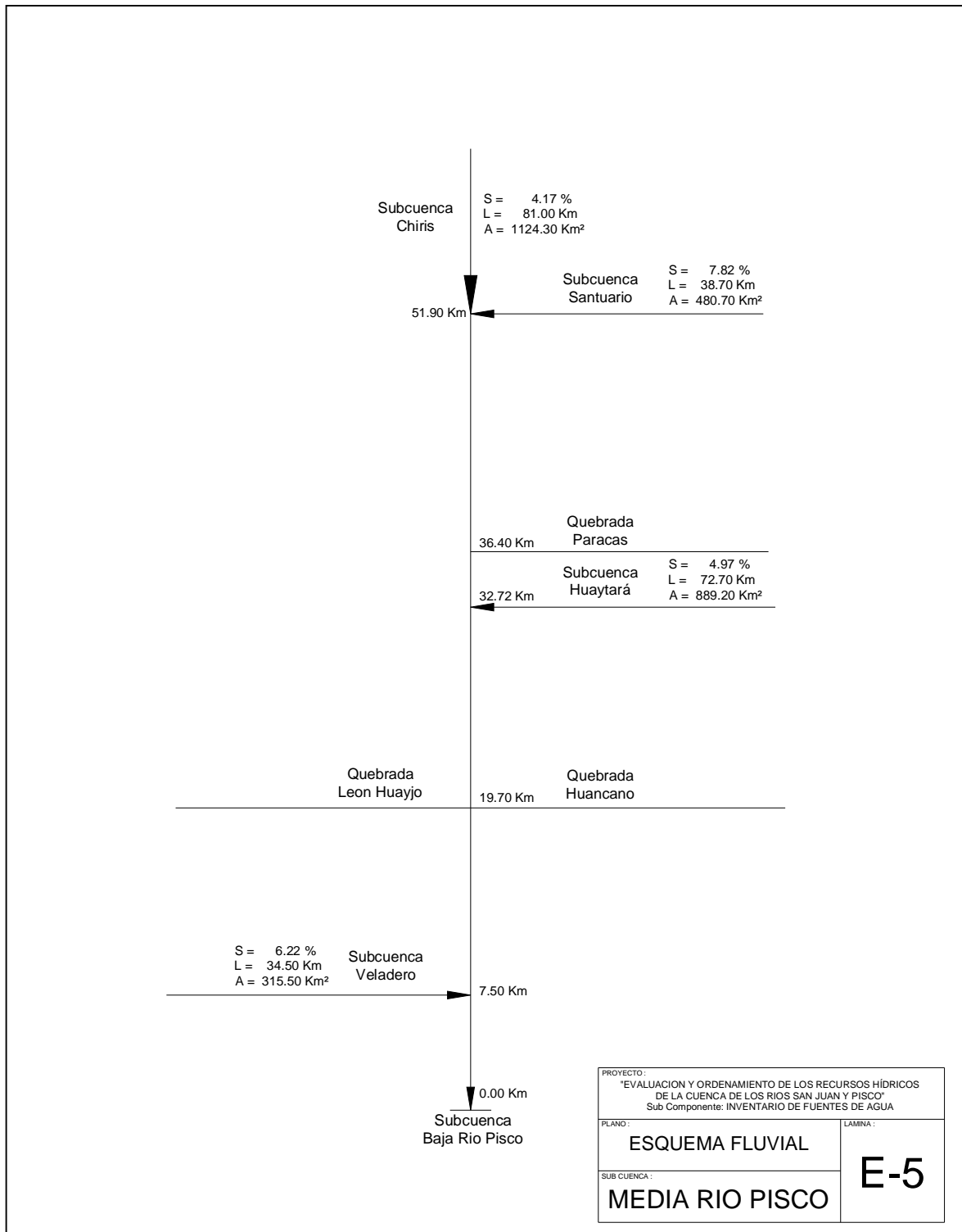
**GRAFICO N°2.18.**  
**ESQUEMA FLUVIAL – SUBCUENCA DEL RIO SANTUARIO**



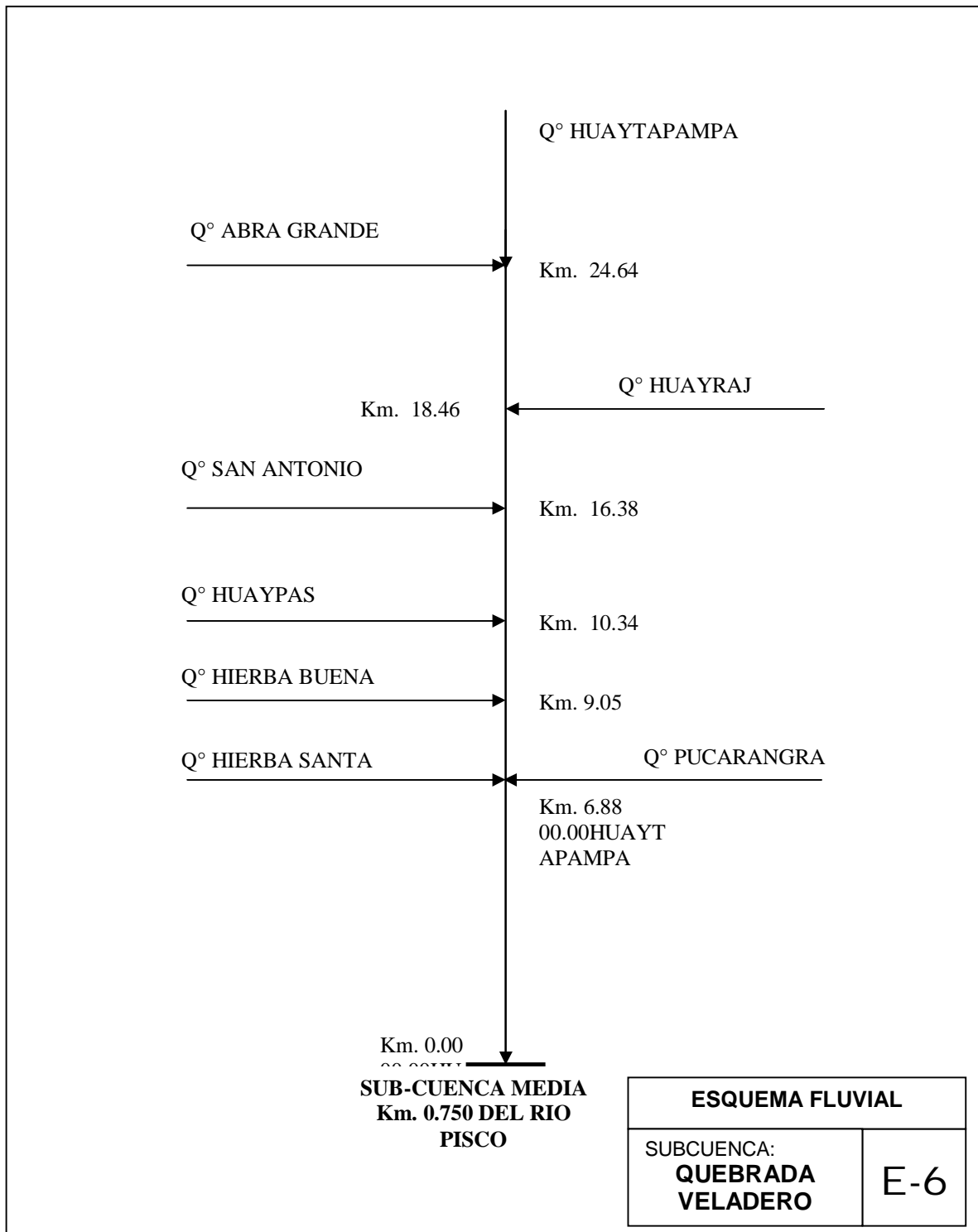
**GRAFICO N°2.19.**  
**ESQUEMA FLUVIAL – SUBCUENCA DEL RIO HUAYTARÁ**



**GRAFICO N°2.20.**  
**ESQUEMA FLUVIAL – SUBCUENCA MEDIA DEL RIO PISCO**



**GRAFICO N°2.21.**  
**ESQUEMA FLUVIAL – SUBCUENCA QUEBRADA VELADERO**



## 2.9. RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES

La identificación de las distintas fuentes hídricas superficiales en la cuenca del río Pisco se ha realizado mediante los trabajos desarrollados por el componente "Inventario y Evaluación de fuentes de agua superficial de la cuenca del río Pisco" del presente proyecto, trabajos desarrollados paralelamente al desarrollo del presente estudio, y en cuyo informe se detalla la actividad.

En la cuenca se distingue básicamente cuatro tipos de fuentes de agua superficial: Glaciares, vasos naturales de almacenamiento superficial (lagunas), manantiales y escurrimiento superficial (ríos, riachuelos) que se originan, ya sea en las anteriores fuentes o en afloramientos de agua subterránea.

En lo que respecta a la distribución espacial, según unidades hidrográficas, de la cantidad de fuentes inventariadas (glaciares, lagunas, manantiales, ríos y quebradas) se tiene: En la subcuenca Chiris se concentra el mayor número de fuentes, sumando 269 fuentes (39.4% del total); en la subcuenca Huaytará 181 fuentes (26.5% del total); en la subcuenca Santuario 148 fuentes (21.7% del total); el restante porcentaje (12.4%) de fuentes se ubica en las subcuencas Media, Baja y Veladero del río Pisco. La mayor concentración de fuentes hídricas se da en la cuenca húmeda, lo que significa para el caso de lagunas, que sus 13.66 Km<sup>2</sup> de superficie almacenada o espejo de agua, tienen una importante contribución en la retención de la cuenca.

En el cuadro N°2.26. y gráfico N°2.21., se resume el inventario de fuentes hídricas superficiales por subcuencas, según número y rangos de caudal aforados. Los aforos realizados son puntuales, sin embargo se requiere contar con una mayor gama de aforos (al menos completo en un año hidrológico normal). Así mismo en el mapa N°14 - Hidrográfico se puede apreciar la distribución espacial en la cuenca de estos recursos hídricos superficiales.

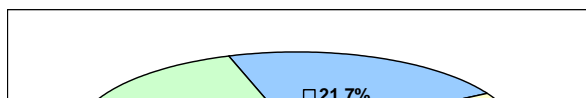
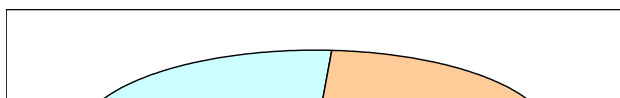
**CUADRO N°2.26.  
RESUMEN GENERAL DEL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL  
CUENCA DEL RIO PISCO**

SUBCUENCA	Agua de Recuperación	Manantiales	Lagunas	Represamientos	Quebradas	Ríos	Glaciar	TOTAL
CHIRIS	-	46	32	2	107	81	1	269
SANTUARIO	-	56	11	2	14	65	-	148
HUAYTARA	-	13	18	3	74	73	-	181
MEDIA PISCO	-	-	-	-	39	-	-	39
VELADERO	-	1	-	-	20	-	-	21
BAJA PISCO	21	-	4	-	-	-	-	25
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>116</b>	<b>65</b>	<b>7</b>	<b>254</b>	<b>219</b>	<b>1</b>	<b>683</b>

SUBCUENCA	RANGOS CAUDALES MEDIDOS - l/s (May - Ago / 2003)			
	Agua de Recuperación	Manantiales	Quebradas	Ríos
CHIRIS	-	0.07-74.13	0-20	0.3-239
SANTUARIO	-	0.1-13.43	1-5	0.05-1164
HUAYTARA	-	0.01-5	0-7	0.3-151
MEDIA PISCO	-	-	-	-
VELADERO	-	0-2	-	-
BAJA PISCO	7-388	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>7-388</b>	<b>0.01-74.13</b>	<b>0-20</b>	<b>0.05-1164</b>

**GRAFICO N° 2.21.**

**DISTRIBUCION DEL NUMERO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RIO PISCO**



### **2.9.1. LAGUNAS Y REPRESAMIENTOS**

La cuenca alta del río Pisco presenta, como la mayoría de casos, depresiones de terreno en las que se han formado almacenamientos de agua o lagunas, que se ubican entre las altitudes 4250 Y 4830 m.s.n.m. Se ha inventariado un total de 92 almacenamientos naturales, de los cuales cinco fuentes han sido incrementadas en su capacidad de almacenamiento mediante la construcción de diques.

Como se aprecia en el cuadro **N°2.27.** de características generales y distribución de lagunas según rangos de área de espejo de agua; en la subcuenca Chiris se ubica la mayor cantidad de lagunas (56 fuentes, que representa el 60.9% del total), mientras que en las subcuencas Huaytará y Santuario se presenta 20 y 12 lagunas (21.7% y 13%) respectivamente.

La mayor frecuencia de lagunas (29.4%) tiene un espejo de agua entre los 10 mil y 20 mil m<sup>2</sup>, seguida de la frecuencia 22.8% (21 fuentes) entre los 5 mil y 10 mil m<sup>2</sup>. Las lagunas con un área mayor a los 500 mil m<sup>2</sup> son sólo 5 (5.4%), y son las correspondientes a los almacenamientos regulados de Pultoc Grande (0.97 Km<sup>2</sup>), Agnocochoa (3.46 Km<sup>2</sup>), Pacocochoa (2.03 Km<sup>2</sup>), San Francisco (2.72 Km<sup>2</sup>) y Pocchalla (1.37 Km<sup>2</sup>).

En la cuenca baja del río Pisco se da la presencia de almacenamientos naturales cuya fuente de alimentación son filtraciones, estas lagunas, por el entorno geográfico y ecológico circundante asemejan ser oasis; se ha inventariado cuatro lagunas con altitudes entre los 150 y 300 msnm., siendo la laguna “La Palma” de 34 Ha de área de espejo de agua, la que es explotada actualmente con fines turísticos y recreativos.



**CUADRO N° 2.27.**  
**CARACTERISTICAS GENERALES Y DISTRIBUCION DE LAGUNAS SEGUN RANGOS DE AREA DE ESPEJO DE AGUA**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**

SUBCUENCA	NUMERO DE LAGUNAS								
	TOTAL	0-5000 m <sup>2</sup>	5000-10000 m <sup>2</sup>	10000-20000 m <sup>2</sup>	20000-30000 m <sup>2</sup>	30000-50000 m <sup>2</sup>	50000-100000 m <sup>2</sup>	100000-500000 m <sup>2</sup>	> 500000 m <sup>2</sup>
BAJA RIO PISCO	4	0	0	0	0	1	1	2	0
CHIRIS	56	4	15	17	5	5	3	5	2
HUAYTARA	20	2	5	7	2	0	1	2	1
SANTUARIO	12	0	1	3	3	1	0	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>5</b>
SUBCUENCA	PROMEDIO DE AREA (m <sup>2</sup> )								
	TOTAL	0-5000 m <sup>2</sup>	5000-10000 m <sup>2</sup>	10000-20000 m <sup>2</sup>	20000-30000 m <sup>2</sup>	30000-50000 m <sup>2</sup>	50000-100000 m <sup>2</sup>	100000-500000 m <sup>2</sup>	> 500000 m <sup>2</sup>
BAJA RIO PISCO	142,277	---	---	---	23,688	---	78,658	233,382	---
CHIRIS	113,672	4,405	7,292	13,721	27,113	34,178	54,300	219,324	2,219,697
HUAYTARA	99,026	3,380	6,824	14,738	23,871	---	79,826	170,804	1,367,292
SANTUARIO	442,863	---	6,684	13,669	26,142	39,826	---	200,120	2,374,084
<b>TOTAL</b>	<b>154,670</b>	<b>4,063</b>	<b>7,152</b>	<b>13,979</b>	<b>25,947</b>	<b>35,119</b>	<b>64,277</b>	<b>209,566</b>	<b>2,110,971</b>
SUBCUENCA	SUMA DE AREA (Km <sup>2</sup> )								
	TOTAL	0-5000 m <sup>2</sup>	5000-10000 m <sup>2</sup>	10000-20000 m <sup>2</sup>	20000-30000 m <sup>2</sup>	30000-50000 m <sup>2</sup>	50000-100000 m <sup>2</sup>	100000-500000 m <sup>2</sup>	> 500000 m <sup>2</sup>
BAJA RIO PISCO	0.569	---	---	---	0.024	---	0.079	0.467	---
CHIRIS	6.366	0.018	0.109	0.233	0.136	0.171	0.163	1.097	4.439
HUAYTARA	1.981	0.007	0.034	0.103	0.048	---	0.080	0.342	1.367
SANTUARIO	5.314	---	0.007	0.041	0.078	0.040	---	0.400	4.748
<b>TOTAL</b>	<b>14.230</b>	<b>0.024</b>	<b>0.150</b>	<b>0.377</b>	<b>0.285</b>	<b>0.211</b>	<b>0.321</b>	<b>2.305</b>	<b>10.555</b>

FUENTE : PROPIA

## 2.9.2. RIOS

El inventario de ríos en la cuenca del río Pisco se ha realizado considerando el concepto que un río es un cauce natural con agua durante un año hidrológico, los otros cauces tienen la denominación de “quebradas”, que son una parte importante del sistema de drenaje de la cuenca durante la época de precipitaciones pluviales. Una primera descripción del sistema de drenaje de la cuenca, en la que se distingue los principales ríos de esta, se ha realizado en el ítem 2.8.4. del presente trabajo.

La fuente de escorrentía superficial más importante es el río Pisco, el que posee 1267 afluentes, entre ríos y quebradas según el estudio geomorfológico efectuado en base a información cartográfica; mediante el trabajo de inventario se ha identificado 195 ríos o fuentes con escorrentía continua, en las que se han hecho aforos puntuales.

El resumen de la información de campo se muestra en el cuadro N° 2.28. de distribución de ríos, en cuanto a número de fuentes, promedio de caudal aforado y suma de caudal, según rangos de caudal. En este cuadro se ve que la subcuenca Chiris presenta la mayor cantidad de ríos, 39% del total, en las subcuencas Huaytará y Santuario se presenta el 33.3% y 27.8% respectivamente de los ríos de la cuenca. La mayor frecuencia de ríos (61%) tiene un rango de caudal de 0 – 10 lt/s, promediando los 4.0 lt/s y haciendo un aporte total de 421 lt/s. Los ríos que aportan más de 500 lt/s son sólo el 3% con un caudal promedio de 833 lt/s. El aporte total de ríos evaluados en la cuenca es de 10.18 m<sup>3</sup>/s.

**CUADRO N° 2.28.**  
**DISTRIBUCION DE RIOS SEGUN RANGOS DE CAUDAL**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**

SUBCUENCA	NUMERO DE RIOS					
	Total (lt/s)	0 - 10 (lt/s)	10 - 50 (lt/s)	50 -100 (lt/s)	100 -500 (lt/s)	> 500 (lt/s)
CHIRIS	74	39	25	5	5	0
HUAYTARA	61	51	7	1	2	0
SANTUARIO	53	22	16	2	7	6
<b>TOTAL</b>	<b>188</b>	<b>112</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>6</b>
SUBCUENCA	PROMEDIO DE CAUDAL (lt/s)					
	Promedio (lt/s)	0 - 10 (lt/s)	10 - 50 (lt/s)	50 -100 (lt/s)	100 -500 (lt/s)	> 500 (lt/s)
CHIRIS	27.9	4.3	23.5	77.6	184.2	--
HUAYTARA	11.4	3.5	21.2	69.7	148.9	--
SANTUARIO	140.0	3.3	25.4	77.5	255.0	833.3
<b>TOTAL</b>	<b>54.1</b>	<b>3.8</b>	<b>23.8</b>	<b>76.6</b>	<b>214.5</b>	<b>833.3</b>
SUBCUENCA	SUMA DE CAUDAL (lt/s)					
	Total (lt/s)	0 - 10 (lt/s)	10 - 50 (lt/s)	50 -100 (lt/s)	100 -500 (lt/s)	> 500 (lt/s)
CHIRIS	2,064.6	168.4	587.5	387.9	920.9	--
HUAYTARA	694.5	178.7	148.3	69.7	297.8	--
SANTUARIO	7,418.6	73.5	405.7	155.0	1,784.8	4,999.6
<b>TOTAL</b>	<b>10,177.6</b>	<b>420.6</b>	<b>1,141.5</b>	<b>612.5</b>	<b>3,003.4</b>	<b>4,999.6</b>

FUENTE : PROPIA

### 2.9.3. MANANTIALES

Los manantiales revisten singular importancia en zonas altas de la cuenca, pues sus aguas, que generalmente son de buena calidad, son utilizadas para el consumo poblacional y de riego. Estas fuentes se presentan con más frecuencia a altitudes que promedian los 3500 msnm. y 4200 msnm.

Del inventario efectuado se resume la existencia de un total de 112 fuentes distribuidas en la cuenca del río Pisco, de las que 56 fuentes (49.6%) se ubican en la subcuenca Santuario, 42 en la subcuenca Chiris y 13 en la de Huaytará. Esta información se anota en el cuadro **N°2.29.**, de distribución de manantiales por número de fuentes, promedio de caudal y suma de caudal, según rangos de caudal presentados y unidades hidrográficas.

Se tiene que la mayor frecuencia de manantiales, del orden de 35.4%, tienen un caudal en el rango 0.1 – 1.0 lt/s, las fuentes cuyo caudal está entre los 2 y 10 lt/s tienen una frecuencia de 31%, grupo de 36 manantiales que tiene un mayor aporte en la cuenca y del orden de los 165 lt/s. El aporte total aproximado de caudal de los manantiales en la cuenca es de 354.5 lt/s.

**DISTRIBUCION DE MANANTIALES SEGUN RANGOS DE CAUDAL  
CUENCA DEL RIO PISCO**

SUBCUENCA	NUMERO DE MANANTIALES					
	Total (lt/s)	0.0 - 0.5 (lt/s)	0.5 - 1.0 (lt/s)	1 - 2 (lt/s)	2 -10 (lt/s)	> 10 (lt/s)
CHIRIS	42	17	3	5	15	2
SANTUARIO	56	10	11	13	19	3
HUAYTARA	13	5	4	2	2	---
VELADERO	1	---	---	1	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>112</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>5</b>
SUBCUENCA	PROMEDIO DE CAUDAL (lt/s)					
	Total (lt/s)	0.0 - 0.5 (lt/s)	0.5 - 1.0 (lt/s)	1 - 2 (lt/s)	2 -10 (lt/s)	> 10 (lt/s)
CHIRIS	4.3	0.3	1.0	1.5	4.9	46.0
SANTUARIO	2.7	0.4	0.8	1.6	4.4	12.6
HUAYTARA	1.3	0.1	0.9	1.6	---	---
VELADERO	2.0	---	---	2.0	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>3.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>1.6</b>	<b>4.6</b>	<b>26.0</b>
SUBCUENCA	SUMA DE CAUDAL (lt/s)					
	Total (lt/s)	0.0 - 0.5 (lt/s)	0.5 - 1.0 (lt/s)	1 - 2 (lt/s)	2 -10 (lt/s)	> 10 (lt/s)
CHIRIS	181.7	5.1	2.9	7.6	74.1	98.0
SANTUARIO	153.6	3.7	9.3	19.9	82.8	37.9
HUAYTARA	17.3	0.7	3.5	3.1	10.0	---
VELADERO	2.0	---	---	2.0	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>354.5</b>	<b>9.4</b>	<b>15.7</b>	<b>32.7</b>	<b>166.9</b>	<b>129.9</b>

FUENTE : PROPIA

## MAPA - 14 HIDROGRAFICO

### 3. TEMPERATURA Y EVAPOTRANSPIRACION

#### 3.1. TEMPERATURA

El estudio de esta variable climática es importante dada su alta incidencia en el proceso de evapotranspiración de la cuenca y por tanto en los procesos del balance del ciclo hidrológico y demanda de agua de cultivos en el valle y cuenca.

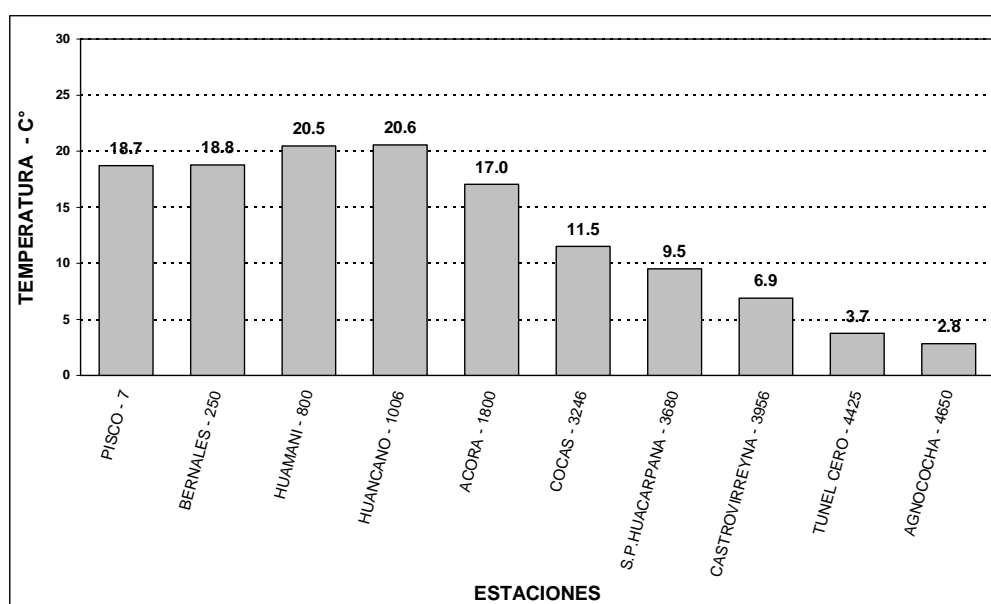
El presente capítulo trata sobre el estudio de la temperatura media mensual en la cuenca en cuanto a su relación con la altitud, regionalización y distribución espacial; los aspectos de los valores máximos, mínimos y medios según la ubicación de las estaciones que registran este parámetro en la cuenca, así como sus variaciones estacionales, se han tratado en el ítem 2.4.1. – b, cuya información se muestra en los anexos 2.9, 2.10 y 2.11. La distribución espacial, isotermas, de la temperatura media mensual se ha representado en los mapas del Anexo 2.3.

##### 3.1.1. ANALISIS DE LA INFORMACION DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

La información de la temperatura media mensual en la cuenca del río Pisco proviene de una red de estaciones meteorológicas conformadas por las estaciones Pisco, BERNALES, Huáncano, Cocas, Castrovirreyna y Agnococha, ubicadas al interior de la cuenca, y Huamaní, Acora, Túnel Cero y San Pedro de Huacarpana, ubicadas en las cuencas vecinas de Ica, Pampas y San Juan, cuya información que nos ha servido para efectuar una mejor regionalización de este parámetro.

En el cuadro **N°3.1.** se muestra los valores de la temperatura media mensual para un año promedio histórico de las diez estaciones de trabajo, mostrándose en la última columna los valores comparativos de la temperatura media anual resultado de la aplicación de la ecuación de regionalización hallada en el siguiente ítem. En el gráficos **N°3.1. al 3.3.** se puede comparar la variación de la temperatura media anual y media mensual, según las estaciones de registro.

**GRAFICO N° 3.1.**  
TEMPERATURA MEDIA ANUAL PARA EL AÑO PROMEDIO HISTORICO - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO



**CUADRO N° 3.1.**  
**TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C°) - Año Promedio Histórico**

ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO Y CUENCAS VECINAS

N°	ESTACION METEOROLOGICA	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												MEDIA ANUAL	MED.ANUAL ECUACION
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
1	PISCO	7	21.5	22.2	22.0	20.4	18.3	16.7	15.9	15.8	16.3	17.1	18.2	20.0	18.7	19.3
2	BERNALES	250	22.6	22.9	22.2	20.6	17.8	15.7	15.2	15.5	16.3	17.4	18.5	20.6	18.8	19.4
3	HUAMANI	800	23.0	23.8	23.7	22.0	20.1	17.5	16.6	17.5	18.8	19.9	20.7	22.0	20.5	19.4
4	HUANCANO	1006	22.4	22.8	22.9	22.4	20.4	18.3	17.9	18.4	19.7	20.3	20.3	21.1	20.6	19.3
5	ACORA	1800	17.2	17.4	17.8	17.3	16.7	16.2	16.5	16.6	16.8	17.3	17.2	17.5	17.0	17.8
6	COCAS	3246	10.9	11.0	10.8	11.2	11.2	11.0	11.5	11.7	11.9	12.2	12.3	12.2	11.5	11.9
7	S.P.HUACARPANA	3680	9.1	8.6	9.5	9.4	9.8	9.3	9.6	9.2	9.5	10.2	9.6	10.1	9.5	9.3
8	CASTROVIRREYNA	3956	7.8	7.3	7.1	7.4	6.7	6.3	5.9	6.1	7.1	7.0	7.1	7.0	6.9	7.5
9	TUNEL CERO	4425	4.3	4.4	4.5	4.1	3.5	2.5	2.3	2.9	3.5	4.1	4.5	4.4	3.7	3.9
10	AGNOCOCHA	4650	3.7	3.6	3.8	3.4	2.8	2.0	1.3	1.6	2.2	3.2	3.1	3.3	2.8	2.1

**GRAFICO N° 3.2.**  
**TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO HISTORICO - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO**

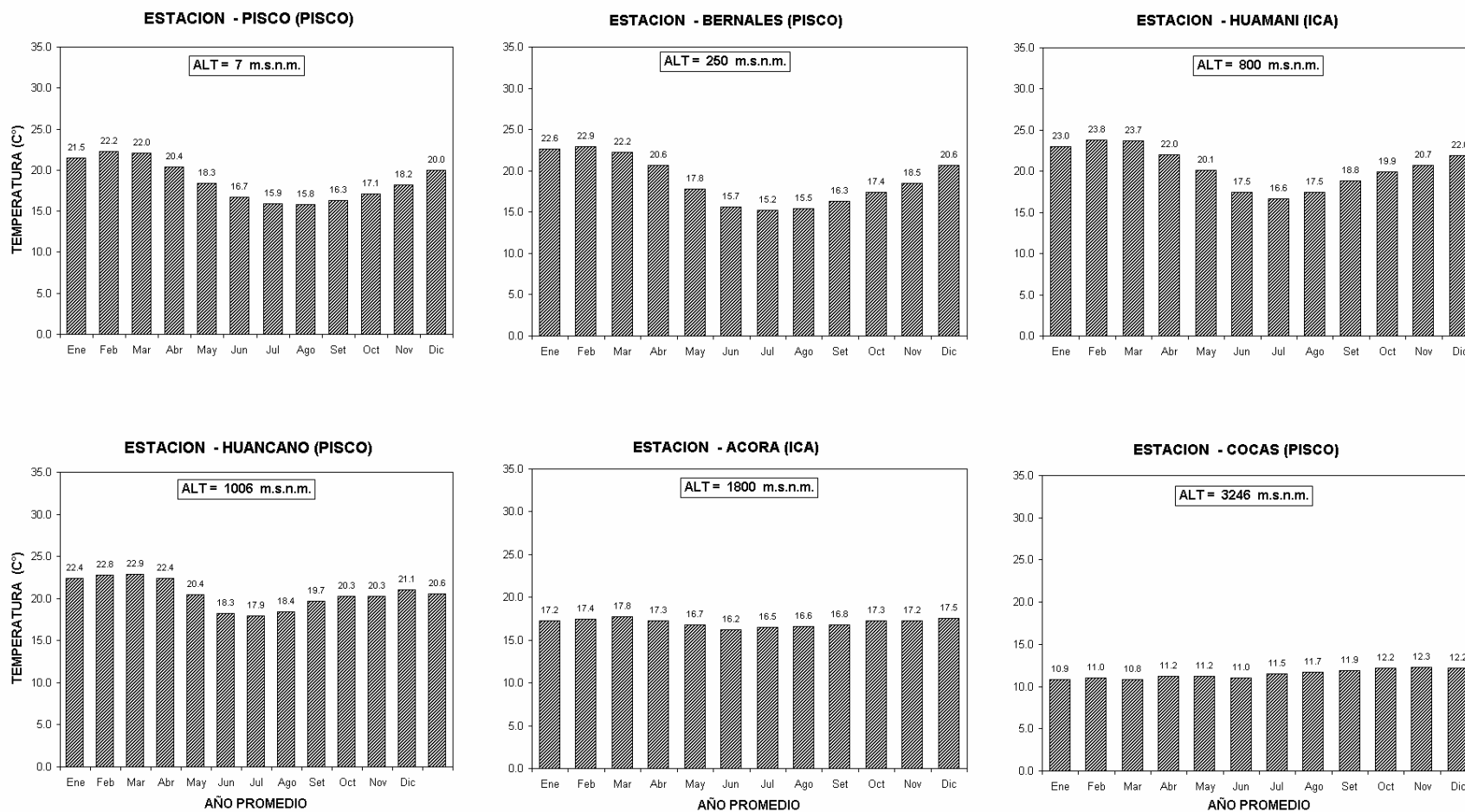
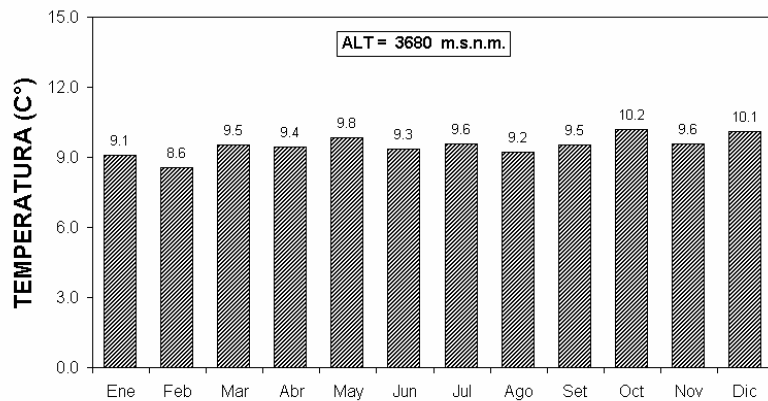


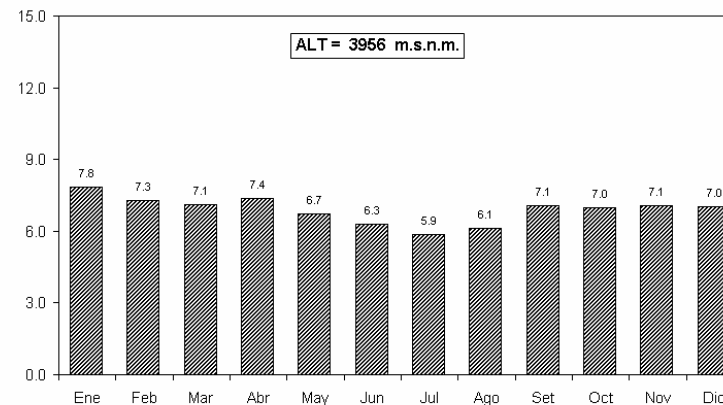
GRAFICO N° 3.3.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO HISTORICO - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO

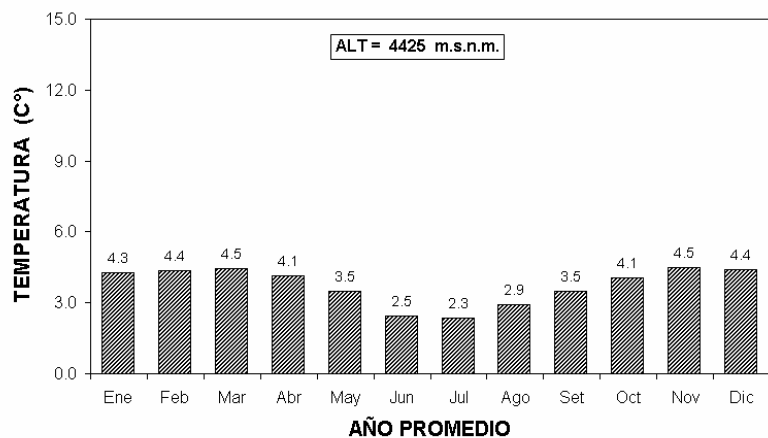
ESTACION - S.P.HUACARPANA (SAN-JUAN)



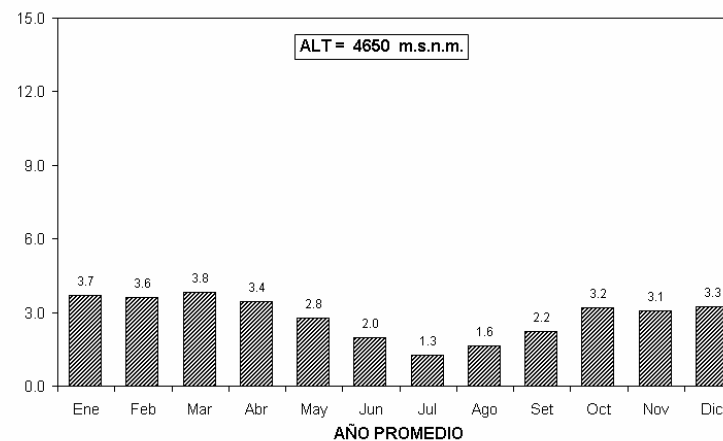
ESTACION - CASTROVIRREYNA (PISCO)



ESTACION - TUNEL CERO (PAMPAS)



ESTACION - AGNOCOCHA (PISCO)





En el gráfico N°3.1. se distingue la variación de la temperatura media anual según la altitud de las estaciones que la registran, advirtiéndose que los valores máximos se dan para las estaciones de Huamaní (20.5°C) y Huáncano (20.6°C), cuyas ubicaciones altitudinales (800 y 1006 msnm. respectivamente) están próximas al punto de inversión térmica en la cuenca. El valor mínimo de temperatura media anual es del orden de los 2.8°C, en la zona de Agnococha (4650 msnm.), presentándose en este lugar los valores mínimos de 1.3°C en el mes de julio.

En cuanto a la distribución anual de la temperatura media mensual, se tiene que para altitudes entre el nivel medio del mar (estación de Pisco) y aproximadamente los 800 msnm. (estación Huamaní), la distribución es semejante, con altos valores en los meses de verano enero a abril, y menores temperaturas en la época invernal de junio a agosto. Para altitudes comprendidas entre los 1600 y 3700 m.s.n.m. aproximadamente, la variación no es sensible, existiendo uniformidad de valores en un año hidrológico. Para altitudes superiores a los 4300 msnm. sucede la misma variación que en el primer caso, es decir valores máximos entre los meses de octubre a marzo, y temperaturas mínimas durante los meses de junio a agosto.

### 3.1.2. VARIACION DE LA TEMPERATURA CON LA ALTITUD - GRADIENTE VERTICAL DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL.

La relación inversa entre la temperatura media y la altitud es de carácter sensible en la cuenca, lo cual no sólo se advierte en la información histórica, sino también en el alto coeficiente de correlación encontrado entre estas dos variables. Se ha correlacionado la temperatura media (variable dependiente) y la altitud (variable independiente) empleando un modelo polinomial de segundo grado, que no sólo es el que mejor ajuste matemático tiene, sino que representa de mejor forma la variación de este parámetro, evidenciando inclusive el punto de inversión térmica en la cuenca.

La ecuación matemática empleada del tipo cuadrático es:

$$T = A * (\text{Alt})^2 + B * (\text{Alt}) + C$$

Donde: T = Temperatura media anual estimada (°C)  
 A,B,C = Coeficientes de la ecuación de regresión  
 Alt = Altitud (m.s.n.m) de la estación o punto de interés.

Mediante la aplicación de esta ecuación para un año hidrológico histórico, se ha obtenido ecuaciones, a escala mensual y una para el valor anual, que correlacionan la temperatura media con la altitud, obteniéndose en todos los casos altos coeficientes de correlación, del orden de  $r = 0.99$ .

En el cuadro N°3.2. y gráfico N°3.4. presentamos los resultados del análisis de regresión tanto a escala mensual, como anual, con los respectivos valores de los coeficientes A, B, y C y coeficiente de correlación. Así mismo se han estimado las temperaturas medias para diferentes altitudes, como un primer paso para la confección de las isotermas en la cuenca. Según este modelo, la temperatura media anual para la cuenca del río Pisco es de 13.8°C, y para la cuenca húmeda de 7.0°C.

**CUADRO N° 3.2.**

**ECUACIONES DE REGIONALIZACION DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO HISTORICO (C°)**

**Información Histórica - Estaciones Cuenca del río Pisco y cuencas vecinas**

AJUSTE ESTADISTICO DE LA REGRESIÓN : POLINOMIAL 2° GRADO :

$$T^{\circ} = A \cdot (Alt)^2 + B \cdot (Alt) + C$$

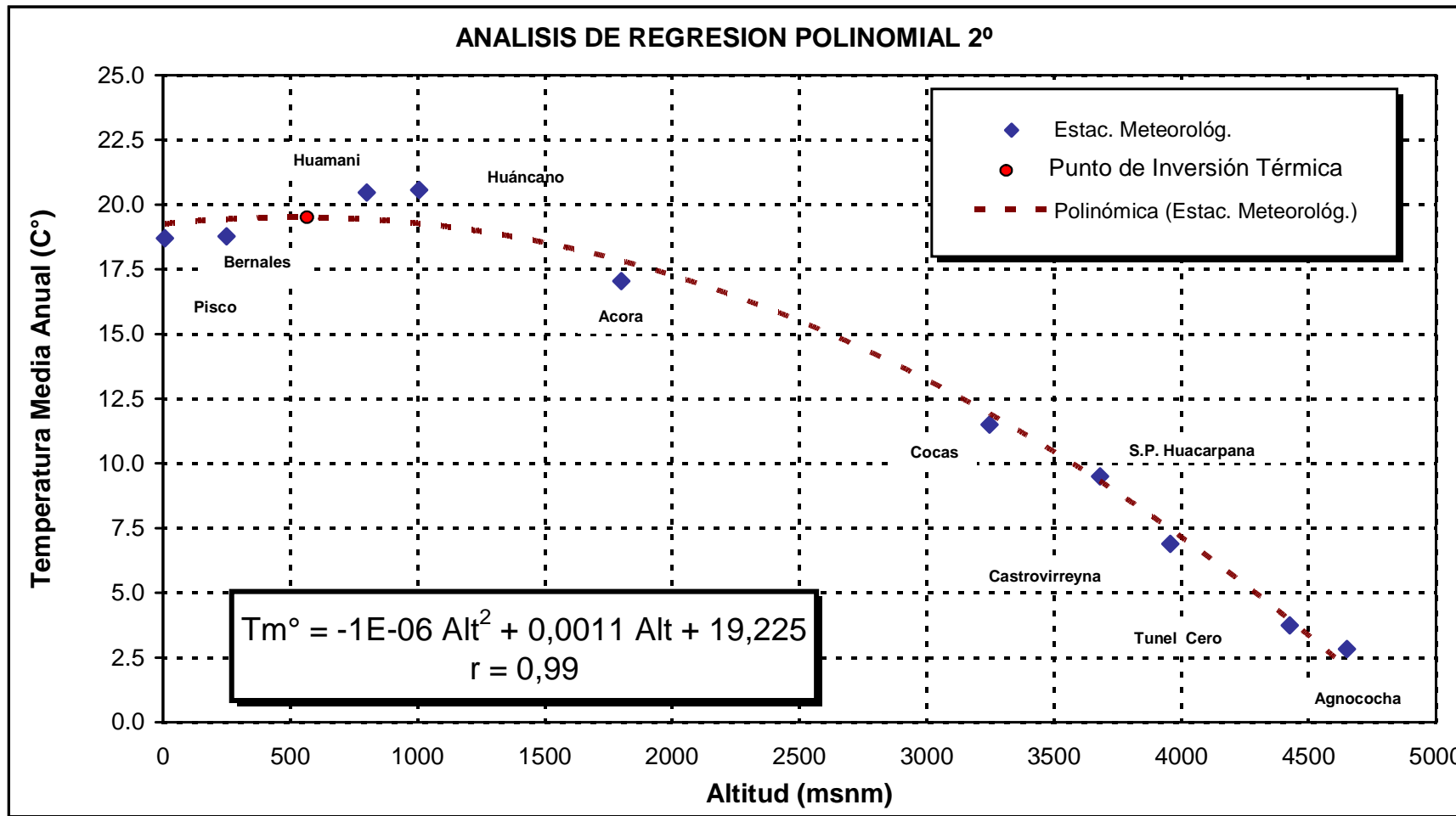
PARAMETROS DE ECUACION	AÑO PROMEDIO HISTORICO												MEDIA ANUAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
A	-6.0287E-07	-5.6289E-07	-6.4502E-07	-8.2898E-07	-1.0616E-06	-1.1927E-06	-1.3821E-06	-1.3589E-06	-1.3344E-06	-1.2429E-06	-1.0858E-06	-9.2438E-07	-1.0186E-06
B	-1.5062E-03	-1.8864E-03	-1.3953E-03	-1.8921E-04	1.3594E-03	2.3302E-03	3.3034E-03	3.1907E-03	2.9935E-03	2.4766E-03	1.5302E-03	3.9153E-04	1.0499E-03
C	23.0169	23.7279	23.3006	21.3929	18.6232	16.2206	15.2736	15.6004	16.5438	17.6307	18.8244	20.8218	19.2481
CORREL.	<b>0.991</b>	<b>0.991</b>	<b>0.990</b>	<b>0.990</b>	<b>0.991</b>	<b>0.994</b>	<b>0.995</b>	<b>0.996</b>	<b>0.993</b>	<b>0.991</b>	<b>0.993</b>	<b>0.994</b>	<b>0.994</b>

ALTITUD	GENERACION DE DATOS DE TEMPERATURA PARA DIFERENTES ALTITUDES												
1000.0	20.9	21.3	21.3	20.4	18.9	17.4	17.2	17.4	18.2	18.9	19.3	20.3	19.3
2000.0	17.6	17.7	17.9	17.7	17.1	16.1	16.4	16.5	17.2	17.6	17.5	17.9	17.3
3000.0	13.1	13.0	13.3	13.4	13.1	12.5	12.7	12.9	13.5	13.9	13.6	13.7	13.2
3500.0	10.4	10.2	10.5	10.6	10.4	9.8	9.9	10.1	10.7	11.1	10.9	10.9	10.4
4000.0	7.3	7.2	7.4	7.4	7.1	6.5	6.4	6.6	7.2	7.7	7.6	7.6	7.2
(*) 4017.6	7.2	7.1	7.3	7.3	6.9	6.3	6.2	6.5	7.0	7.5	7.4	7.5	7.0
(**) 2889.2	13.6	13.6	13.9	13.9	13.7	13.0	13.3	13.5	14.1	14.4	14.2	14.2	13.8
4500.0	4.0	3.8	4.0	3.8	3.2	2.6	2.2	2.4	3.0	3.6	3.7	3.9	3.3

(\*) = Altitud media de la cuenca húmeda

(\*\*) = Altitud media de la cuenca del río Pisco

**GRAFICO N° 3.4.**  
**CORRELACION TEMPERATURA MEDIA ANUAL / ALTITUD**  
**SERIE HISTORICA DE TEMPERATURA - ESTACIONES CUENCA RIO PISCO**



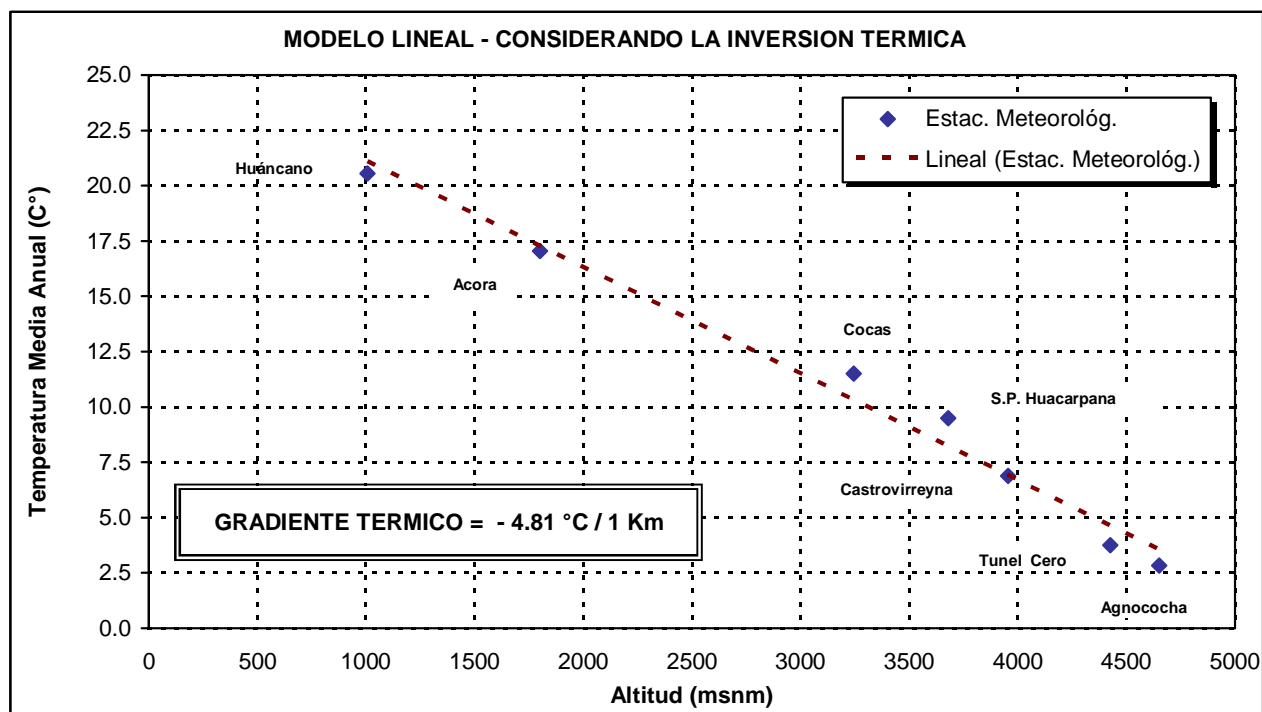
Para la definición del gradiente térmico en la cuenca, se precisa primero identificar el punto de inversión térmica, que según el gráfico N°3.4. está próximo a los 500 msnm. Para ello se ha hallado la tangente a la curva cuadrática hallada, con la condición que esta tenga pendiente nula, resultando que este punto está definido por la ecuación:

$$X = -B / (2.A) ; \text{ siendo } A, B \text{ los coeficientes de la ecuación.}$$

Luego de los cálculos se tiene que el punto de inversión térmica en la cuenca es de 515 msnm., valor muy semejante al encontrado mediante el estudio realizado por el sub-proyecto de estudios agrológicos básicos del ministerio de agricultura en su estudio de zonificación climática de cultivos del valle de Pisco, que da un valor de 500 msnm. Este punto le corresponde una temperatura media mensual de 19.5 °C (zona de Humay – Tambo Colorado).

El gradiente térmico encontrado para la cuenca, a partir de este punto, es de - 4.81 °C por cada 1000 metros de altitud ascendidos, relación que es válida entre las altitudes 515 y 4700 msnm. Es decir que entre los 7.0 msnm (estación de Pisco) y los 515 msnm la relación temperatura media – altitud es directa o creciente, con un gradiente promedio de +0.73 °C por cada 1.0 metros ascendidos. En el gráfico N°3.5. se ha representado el gradiente térmico de la cuenca, el que procede de un análisis de correlación lineal a partir de la estación de Huáncano (1006 msnm.) hasta la estación de Agnococho (4650 msnm.).

**GRAFICO N° 3.5.**  
**GRADIENTE TERMICO EN LA CUENCA DEL RIO PISCO**



### 3.1.3. DISTRIBUCION AREAL DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL.

La variación espacial o areal de la temperatura media mensual proviene de la ponderación realizada de las curvas isotermas generadas en la cuenca del río Pisco, para un año promedio histórico a escala mensual y anual. Ver mapa **N°15**. de isotermas promedio anual, a escala 1/400000 y gráficos adjuntos de isotermas promedio mensuales 13.1 – 13.12. La generación de los mapas de isotermas se ha realizado en base a métodos automáticos de generación de curvas con información cartográfica digital, con asistencia de un software de operación del sistema de información geográfica (SIG). Esta información cartográfica se encuentra en los anexos del presente trabajo.

Para la determinación de la temperatura areal mensual en la cuenca del río Pisco se ha empleado la siguiente relación:

$$T = \frac{\sum (A * T_{it})}{\sum A}$$

En la anterior relación:

- T** = Temperatura areal (ponderada)
- T<sub>it</sub>** = Temperatura promedio entre dos isotermas consecutivas.
- A** = Area de influencia de dos isotermas continuas.

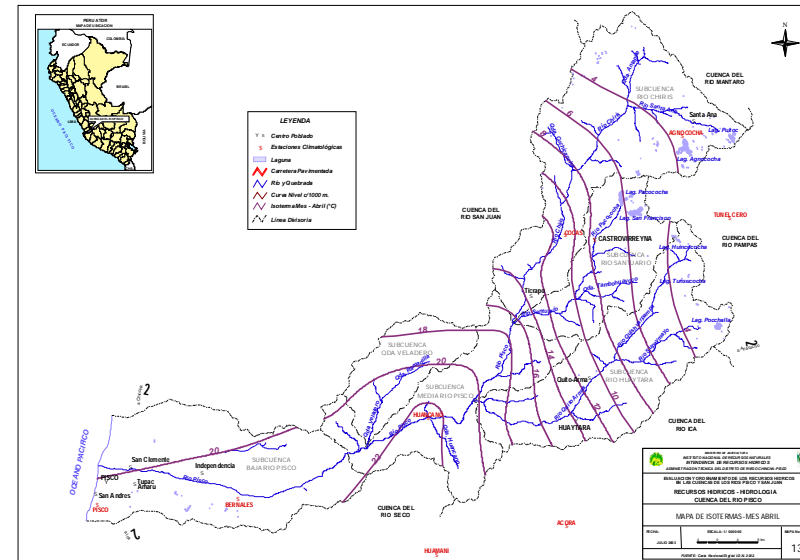
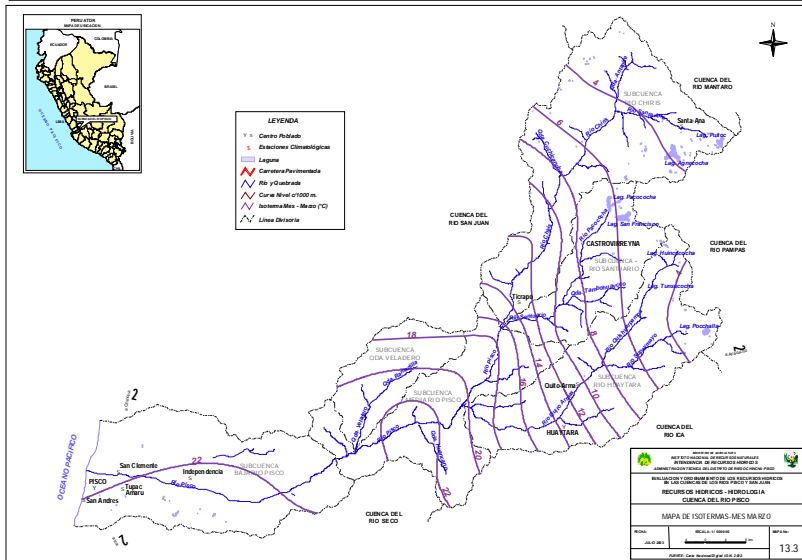
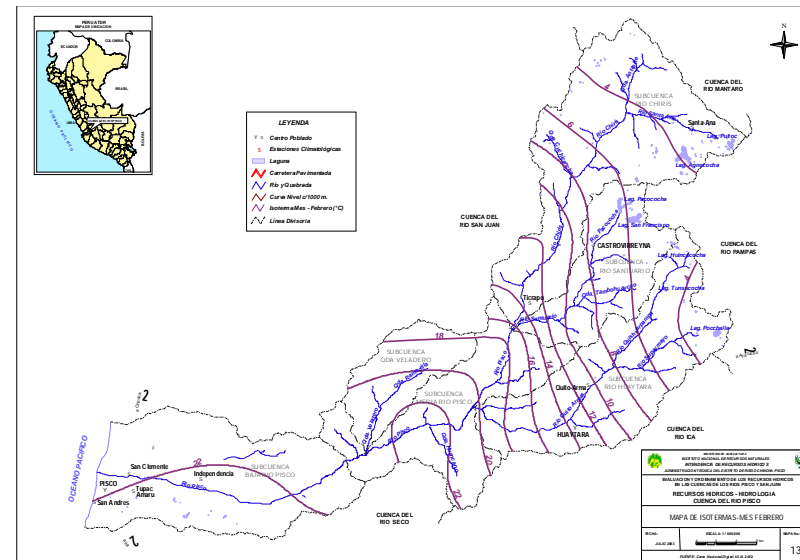
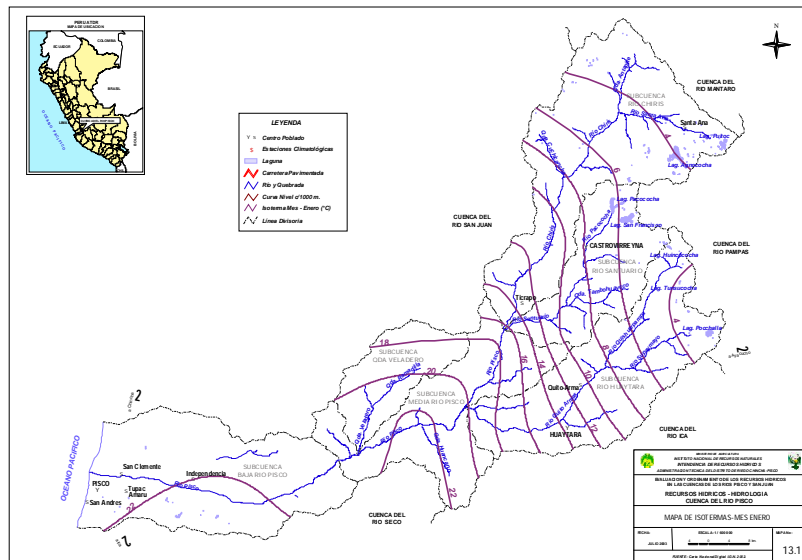
Los valores de las temperaturas medias mensuales ponderadas generadas para las unidades hidrográficas de la cuenca del río Pisco, cuadro **N°3.3.**, indican temperaturas medias anuales de 18.9 °C para la subcuenca baja, 18.6 °C para las subcuencas media y Veladero, 6.0 °C para la subcuenca Chiris, 9.3 °C para la subcuenca Huaytará, 7.1 °C en la subcuenca Santuario, y 12.4 °C y 7.4 °C para la cuenca del río Pisco y cuenca húmeda respectivamente. Este valor es muy semejante al obtenido mediante la regionalización por correlación (7.5 °C), lo cual confirma la validez de los cálculos realizados.

**CUADRO N° 3.3.****TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C°) - Año Promedio Histórico  
Ponderación de Isotermas Generadas en la Cuenca del Río Pisco**

N°	SUBCUENCA	AÑO PROMEDIO												MEDIA ANUAL
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	BAJA RIO PISCO	21.5	21.9	21.9	20.4	17.8	16.1	15.6	15.6	17.3	19.0	18.5	20.3	18.9
2	MEDIA RIO PISCO	19.8	19.9	19.9	19.8	18.5	16.7	16.5	17.1	18.1	18.6	18.5	19.3	18.6
3	QUEBRADA VELADERO	19.5	19.7	19.7	19.5	18.4	16.5	16.6	16.6	17.8	18.4	18.4	18.9	18.6
4	RIO CHRIS	6.5	6.4	6.6	6.4	5.9	5.3	5.3	5.3	5.7	6.5	6.6	6.6	6.0
5	RIO HUAYTARA	9.4	9.3	9.6	9.3	9.0	8.2	8.2	8.4	9.0	9.4	9.4	9.4	9.3
6	RIO SANTUARIO	7.6	7.6	8.0	7.6	7.0	6.5	6.1	6.4	6.9	7.4	7.5	7.5	7.1
7	RIO PISCO	13.3	13.4	13.6	13.1	12.0	10.9	10.7	10.9	11.7	12.5	12.5	13.0	12.4
8	HUMEDA	7.7	7.7	7.9	7.7	7.2	6.5	6.5	6.6	7.1	7.7	7.8	7.8	7.4
9	LETRAYOC	9.0	9.0	9.2	9.0	8.5	7.7	7.6	7.8	8.3	8.7	8.7	8.9	8.6

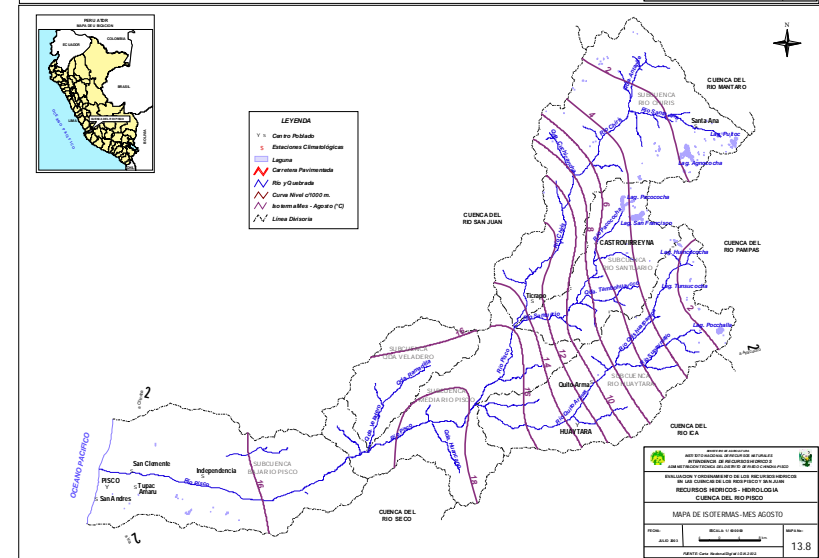
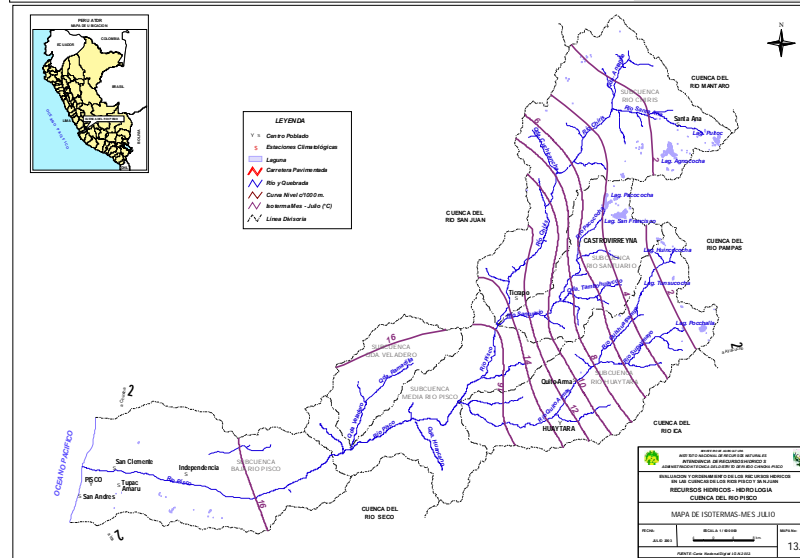
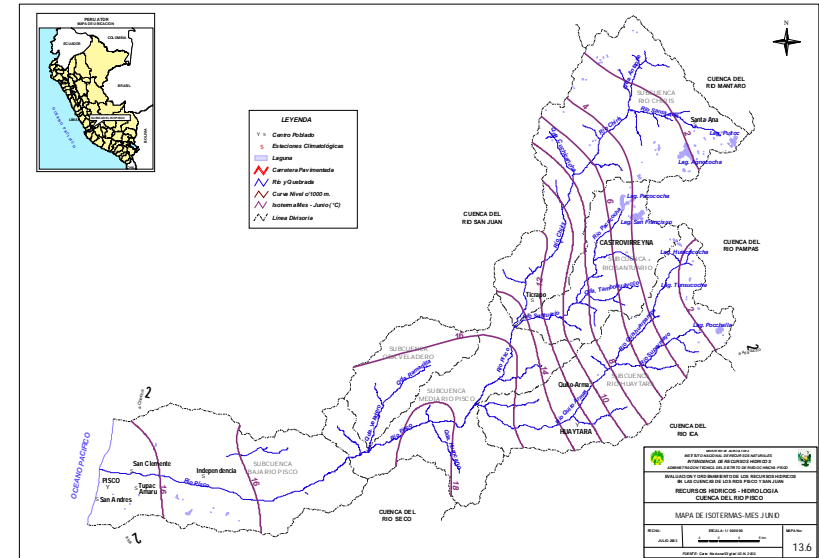
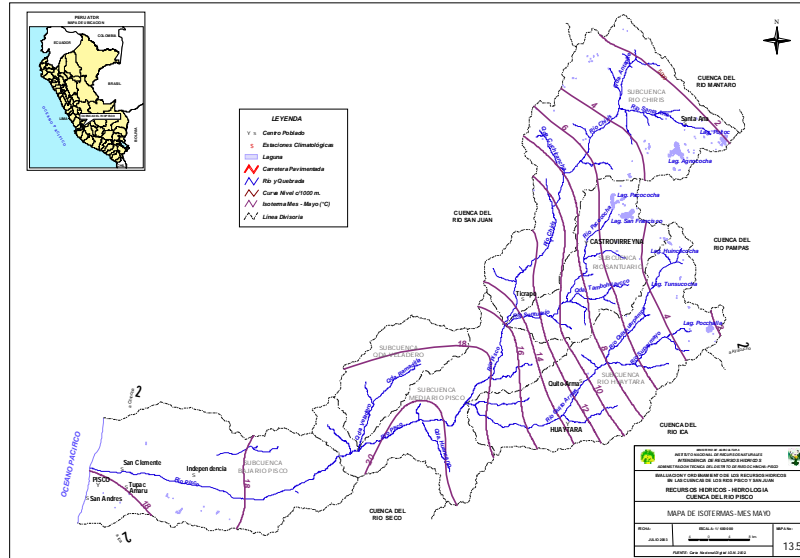
## MAPA - 15 ISOTERMAS

## MAPAS DE ISOTERMAS MENSUALES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO : ENERO - ABRIL

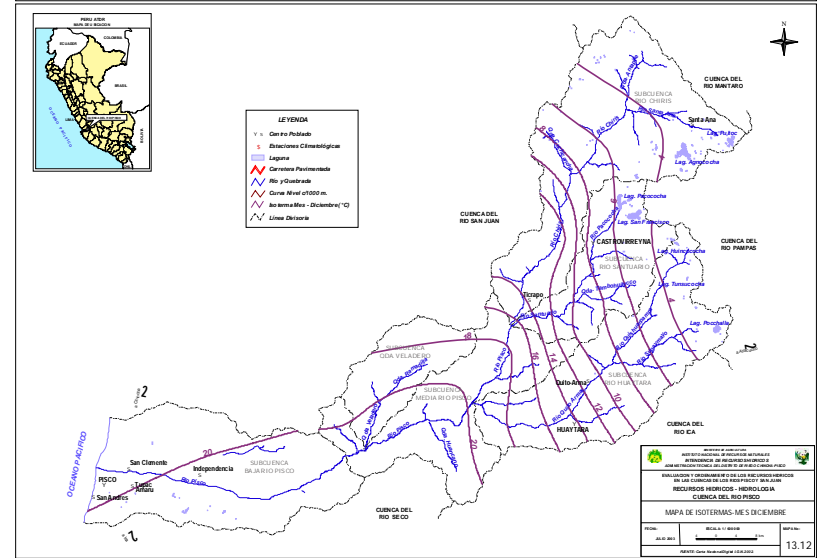
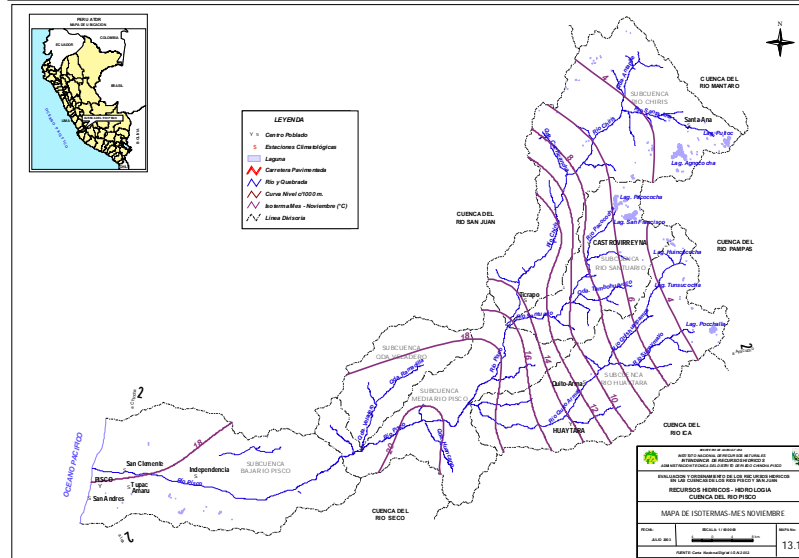
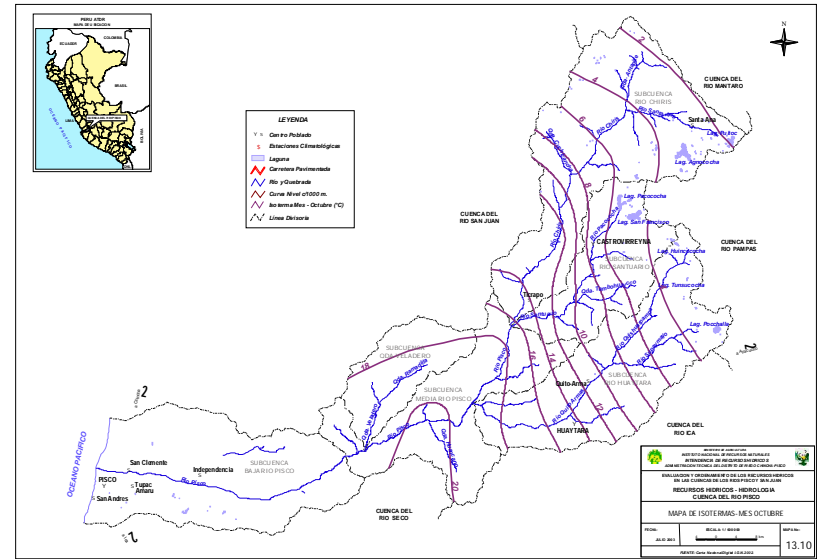
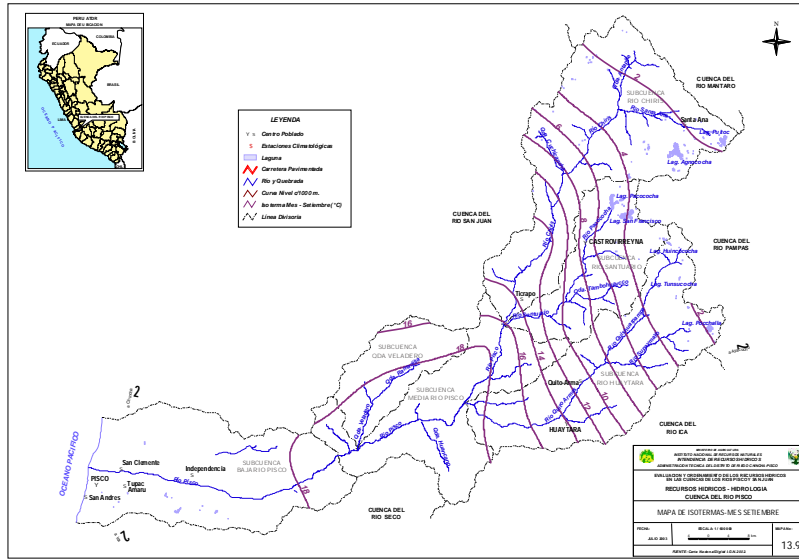




## MAPAS DE ISOTERMAS MENSUALES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO : MAYO - AGOSTO



## MAPAS DE ISOTERMAS MENSUALES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO : SETIEMBRE - DICIEMBRE



## 3.2. EVAPOTRANSPIRACION

### 3.2.1. ASPECTOS GENERALES

La importancia de estudiar la evapotranspiración en la cuenca del río Pisco radica en los siguientes aspectos: En la descripción del comportamiento hidrológico de la cuenca un porcentaje alto, mayor al 50%, de la precipitación total es transferido a la atmósfera por el proceso de evapotranspiración; la determinación del uso consuntivo de los cultivos, resulta de la diferencia positiva entre la evapotranspiración de cultivo (evapotranspiración potencial o de referencia) y la precipitación efectiva; y el modelo de simulación precipitación-escorrentía utilizado tiene como información de entrada a la evapotranspiración potencial de la cuenca.

Para el cálculo de esta variable hidrológica existen varios métodos, como las cubetas evaporimétricas, transferencia de masa, balance de energía, y el balance hídrico. En base a estos métodos se conoce una variedad de fórmulas que se incluyen en uno de los siguientes grupos: Radiación, temperatura, humedad relativa, combinación de algunas de las anteriores, y evaporación.

En el presente estudio, función de la información básica disponible, se ha empleado las siguientes fórmulas tradicionales, las cuales tienen un coeficiente de corrección en función de los siguientes parámetros meteorológicos:

Para la cuenca del río Pisco:

**Hargreaves Modificado** (parámetro base: radiación solar) - Temperatura media mensual, altitud media, latitud media.

Para el valle de Pisco:

**Blaney-Criddle** (parámetro base: temperatura) - Humedad relativa, velocidad del viento diurno, insolación).

**Radiación** (parámetro base: radiación solar) – Humedad relativa media, velocidad del viento diurno).

**Penman** (parámetro base: radiación y aerodinámica) – Humedad relativa máxima, velocidad del viento diurno, coeficiente de velocidad viento diurno/nocturno).

**Cubeta** (parámetro base: evaporación) – Humedad relativa media, velocidad del viento diario, tipo de cubierta vegetal del entorno, distancia a barlovento de la cubierta vegetal).

### 3.2.2. INFORMACION BASICA

La información climática empleada para el cálculo de la evapotranspiración potencial está diferenciada según las zonas cuenca y valle del río Pisco.

En el primer caso se parte de información de temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas de Pisco, Bernales, Huáncano, Cocas, Castrovirreyna y Agnococha, ubicadas al interior de la cuenca, y Huamaní, Acora, Túnel Cerro y San Pedro de Huacarpana, ubicadas en las cuencas vecinas de Ica, Pampas y San Juan. La información neta de entrada al modelo empleado (Hargreaves) es la temperatura areal para cada unidad hidrográfica, determinada en el ítem 3.1.3. (cuadro N°3.3.).

**CUADRO N° 3.5.**  
**INFORMACION CLIMATICA BASICA PROMEDIO**  
**ESTACION CO - BERNALES (Alt = 250 msnm)**

AÑO PROMEDIO	PROMEDIO DE VARIABLES CLIMATICAS										
	T° med	T° máx	T° mín	T° mes	HR% med	HR% máx	HR% mín	Hr sol	Evap-cub	V V m/s- dia	V V m/s- noche
ene	22.6	28.4	15.8	22.9	77.1	93.6	57.6	6.5	3.2	3.3	1.6
feb	22.9	29.1	17.0	22.6	76.7	94.0	55.9	7.1	3.8	3.0	1.5
mar	22.2	28.8	15.9	22.9	80.5	95.3	56.2	6.9	3.6	2.9	1.5
abr	20.6	28.1	14.2	20.1	80.0	95.4	55.0	7.0	3.2	2.8	1.4
may	17.8	25.8	11.6	17.4	82.6	96.0	55.4	5.7	2.1	2.6	1.3
jun	15.7	23.0	9.6	15.3	84.2	96.0	58.4	4.5	1.7	2.5	1.2
jul	15.2	22.5	9.6	14.6	82.8	95.7	58.3	3.8	1.6	2.8	1.4
ago	15.5	22.4	9.4	15.6	77.8	95.3	56.8	5.0	2.0	2.7	1.3
sep	16.3	23.6	10.1	16.1	79.5	95.2	55.2	5.6	2.1	2.8	1.4
oct	17.4	24.6	11.4	18.0	79.1	95.9	54.0	6.6	2.4	3.4	1.7
nov	18.4	25.0	11.7	19.0	77.6	94.5	56.1	6.7	2.8	2.8	1.4
dic	20.5	26.8	14.0	20.9	76.9	94.1	57.0	6.1	3.0	2.8	1.4

Como información complementaria se ha empleado datos de altitud y coordenadas geográficas del centro de gravedad de cada subcuenca, estos puntos geométricos se han hallado con asistencia del sistema de información geográfica en los respectivos mapas digitales. Información mostrada en el cuadro N°3.4.

**CUADRO N°3.4.**  
**UBICACION GEOGRAFICA DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD**  
**UNIDADES HIDROGRAFICAS – CUENCA RIO PISCO**

<b>SUBCUENCA</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
CHIRIS	13°06'18.3"	75°14'40.8"
SANTUARIO	13°20'28.1"	75°17'11.7"
HUAYTARA	13°31'46.0"	75°17'02.9"
VELADERO	13°30'39.0"	75°40'57.3"
MEDIA	13°33'37.0"	75°34'47.8"
BAJA	13°41'06.1"	75°59'14.4"
HUMEDA	13°19'44.2"	75°18'18.4"
LETRAYOC	13°23'37.9"	75°18'56.0"

Para el caso de la zona valle, se utiliza la información climática promedio de la estación meteorológica Bernales, ubicada a una altitud de 250 msnm., referida a: Temperatura media, mínima y máxima, Humedad relativa media, mínima y máxima, Horas de sol, Velocidad del viento diurno y nocturno. Ver anterior **cuadro N°3.5**. En cuanto al empleo de la información de esta estación, consideramos que es más representativa respecto al uso de datos de la estación de Pisco, cuya ubicación altitudinal (7 msnm) está por debajo del promedio altitudinal del área de cultivo del valle.

### **3.2.3. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN LA CUENCA**

Función de la disponibilidad de información climática confiable en la cuenca, que en el presente caso es la temperatura media mensual, se ha empleado un método de carácter empírico, el que se apoya en la investigación de campo y en la experiencia; nos referimos a las expresiones del Sistema de Hargreaves, modelo que parte de la premisa o supuesto de que la energía disponible para la evaporación es proporcional a la temperatura; se ha definido la evapotranspiración en la cuenca del río Pisco por la fórmula de radiación HARGREAVES III MODIFICADA, expresión matemática que a continuación describimos:

$$EP = 0,0075 \cdot RSM \cdot TF \cdot FA$$

$$RSM = 0,075 \cdot RA \cdot \left(\frac{n}{N}\right)^{1/2}$$

$$FA = 1 + 0,06 \cdot AL$$

Donde:

EP	= Evapotranspiración Potencial (mm de agua)
RSM	= Radiación Solar Media
TF	= Temperatura media (°F)
FA	= Corrección por altitud
RA	= Radiación extraterrestre (mm de agua)
n/N	= Relación entre insolación actual y posible (%)
AL	= Altitud media (Km)

Los valores de la radiación extraterrestre provienen de una interpolación entre los datos presentados de tabla (publicación FAO), para la ubicación geográfica de las subcuencas en estudio.

Los resultados de los cálculos, para cada una de las subcuencas (para un año promedio), se aprecian en el cuadro **N°3.6.**, teniéndose además, en el gráfico **N°3.6.** las representaciones de su variación estacional.

El hecho de que la evapotranspiración potencial total anual en la cuenca baja sea menor a la cuenca media (1409.4 y 1537.1 mm, respectivamente), tiene su respuesta en el fenómeno de la inversión térmica en la cuenca, considerando la alta dependencia de la evapotranspiración – temperatura. Los valores encontrados para las subcuencas Chiris, Santuario y Huaytará son del orden de los 1139.8, 1180.4 y 1247.3 mm anuales respectivamente, mientras que para la cuenca húmeda se tiene una evapotranspiración potencial anual de 1178.1 mm.

### **3.2.4. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN EL VALLE DE PISCO**

La evapotranspiración potencial (de referencia) mensual en el valle de Pisco es importante para las estimaciones de las necesidades de agua de los cultivos instalados en este.

Se ha empleado las fórmulas de Blanney-Criddle, Penman (Modificado y Monteith) y Radiación (Radiación y Hargreaves), con la asistencia del software "SIR" o "Sistema de Información de Riego", habiéndose encontrado, según el cuadro **Nº3.7.** y gráfico **Nº3.7.**, los siguientes valores de la evapotranspiración potencial para la estación de Bernales (250 msnm): 1064.1, 942.4, 1285.6, 1332.1, y 1289.5 mm/año respectivamente. Los datos según el método de la cubeta no son representativos, los datos de evaporación son de evaporímetro de Piché.

En concordancia con la disponibilidad de información climática en el valle de Pisco (cuenca baja) y la utilidad de esta información hallada, para los fines de la determinación del uso consuntivo o demanda de agua de los cultivos en el valle de Pisco, y según recomendaciones de la FAO, se considera como valores representativos de evapotranspiración potencial los resultados del modelo Penman Monteith.

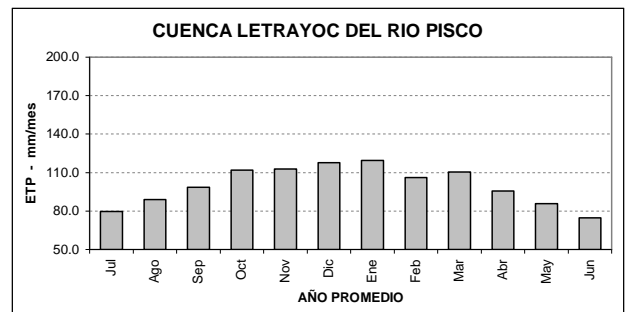
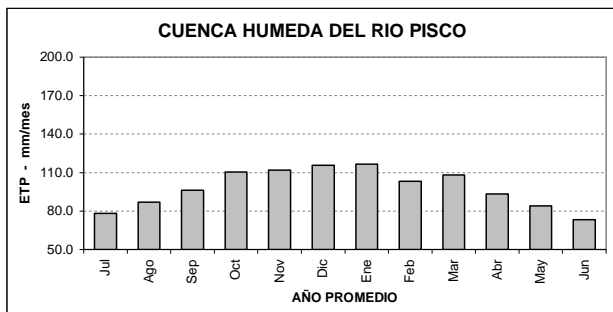
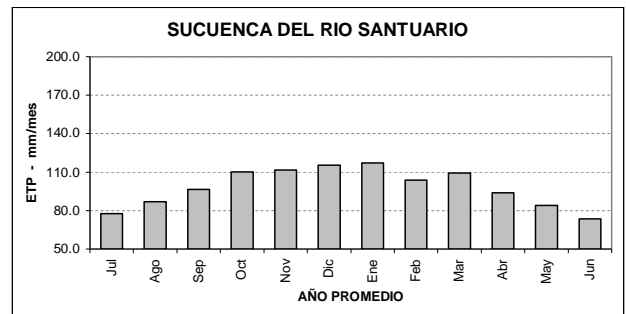
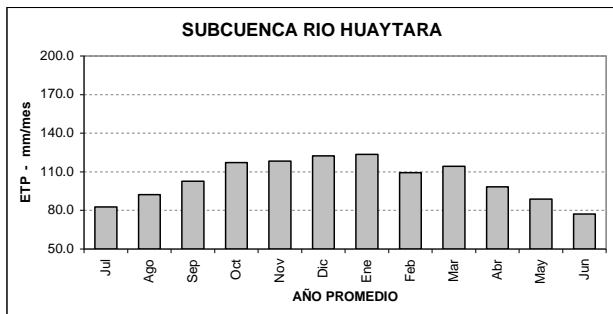
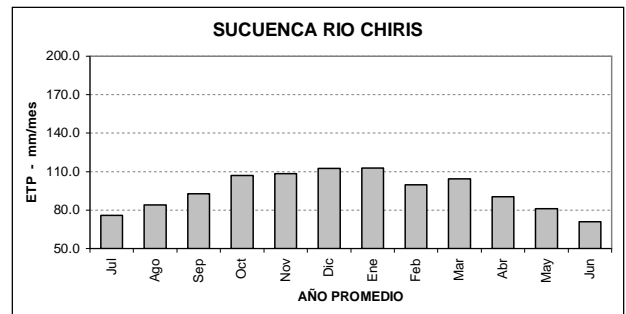
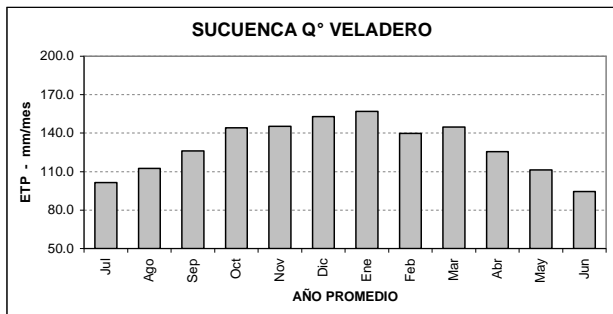
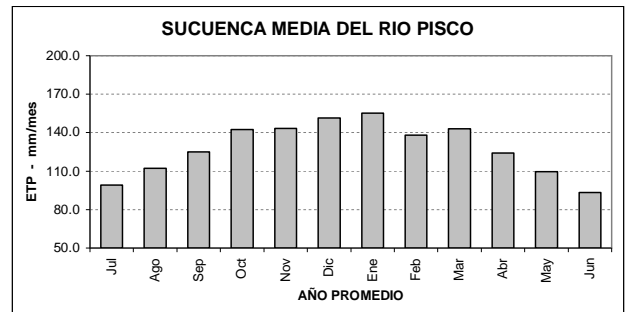
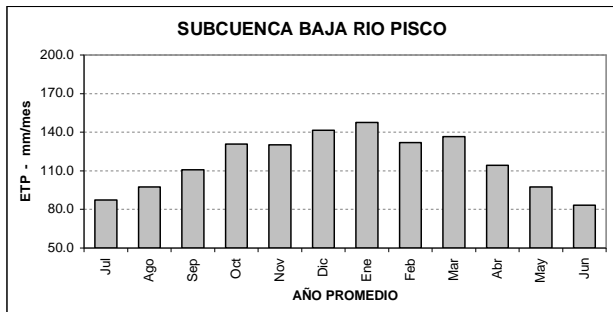
CUADRO N° 3.6.

**EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (EP) - Hargreaves III Modificado**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**

AÑO	UNIDAD HIDROGRAFICA															
	BAJA RIO PISCO		MEDIA RIO PISCO		Q° VELADERO		RIO CHRIS		RIO HUAYTARA		RIO SANTUARIO		HUMEDA		LETRAYOC	
	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)	RA (mm)	EP (mm)
ENERO	16.7	147.6	16.7	155.1	16.7	156.9	16.7	112.7	16.7	123.4	16.7	117.3	16.7	116.6	16.7	119.5
FEBRERO	16.4	132.0	16.4	138.1	16.4	139.9	16.4	99.8	16.4	109.3	16.4	103.8	16.4	103.3	16.4	106.1
MARZO	15.3	136.7	15.3	143.0	15.3	144.9	15.3	104.4	15.3	114.3	15.3	109.4	15.3	108.1	15.3	110.5
ABRIL	13.7	114.3	13.8	124.0	13.8	125.5	13.8	90.4	13.8	98.4	13.8	94.0	13.8	93.3	13.8	95.7
MAYO	12.2	97.5	12.2	109.6	12.2	111.2	12.3	81.2	12.2	88.9	12.2	84.1	12.2	83.9	12.2	85.9
JUNIO	11.3	83.2	11.3	93.4	11.3	94.6	11.4	70.9	11.3	77.3	11.3	73.7	11.3	73.2	11.3	74.7
JULIO	11.7	87.5	11.7	99.2	11.7	101.6	11.8	75.8	11.7	82.7	11.7	77.5	11.7	78.1	11.7	79.6
AGOSTO	12.9	97.4	13.0	112.2	13.0	112.5	13.0	84.1	13.0	92.4	13.0	87.0	13.0	87.0	13.0	89.0
SEPTIEMBRE	14.5	110.9	14.5	125.0	14.5	126.3	14.6	92.6	14.5	102.7	14.6	96.4	14.6	96.3	14.6	98.4
OCTUBRE	15.8	130.8	15.8	142.4	15.8	144.3	15.8	107.0	15.8	117.3	15.8	110.1	15.8	110.5	15.8	111.8
NOVIEMBRE	16.5	130.2	16.5	143.4	16.5	145.3	16.5	108.5	16.5	118.2	16.5	111.8	16.5	111.8	16.5	112.8
DICIEMBRE	16.5	141.4	16.5	151.6	16.5	152.8	16.5	112.4	16.5	122.4	16.5	115.4	16.5	115.8	16.5	117.6
<b>TOTAL</b>	<b>173.5</b>	<b>1,409.4</b>	<b>173.6</b>	<b>1,537.1</b>	<b>173.6</b>	<b>1,555.6</b>	<b>174.0</b>	<b>1,139.8</b>	<b>173.6</b>	<b>1,247.3</b>	<b>173.8</b>	<b>1,180.4</b>	<b>173.8</b>	<b>1,178.1</b>	<b>173.8</b>	<b>1,201.5</b>



**GRAFICO N° 3.6.**  
**EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (EP) - Hargreaves III Modificada**  
**CUENCA DEL RIO PISCO**



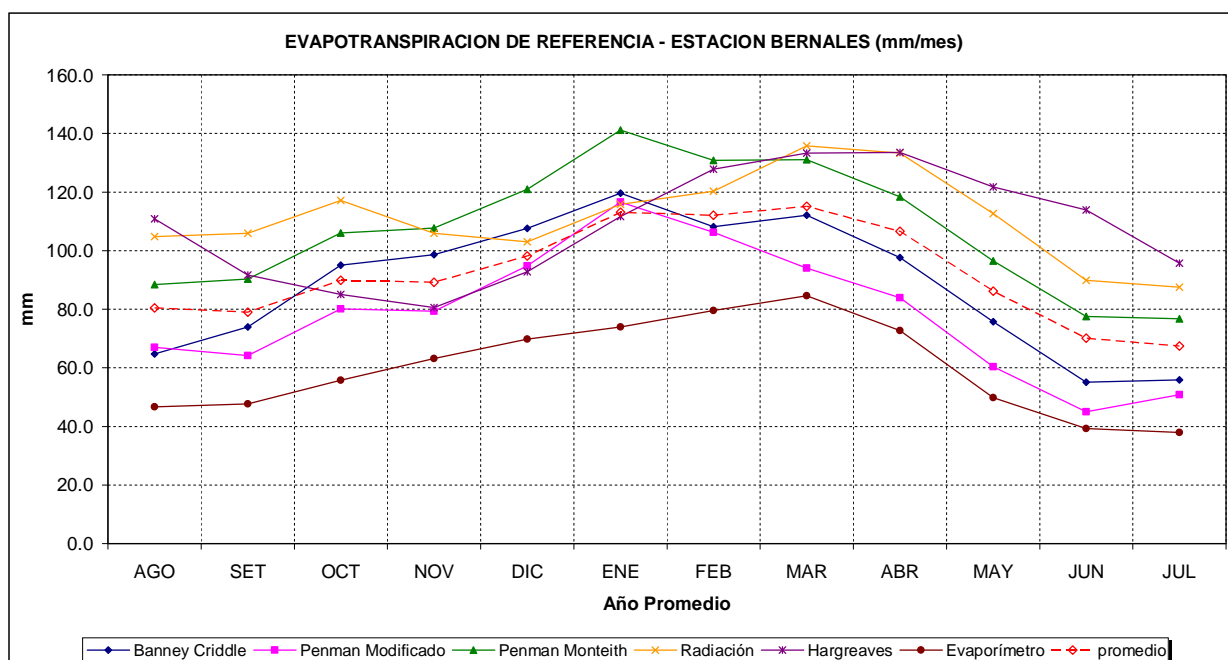
CUADRO Nº 3.7.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (DE REFERENCIA) PARA EL AÑO PROMEDIO - mm/mes

DATOS DE LA ESTACION BERNALES (SOFTWARE SIR)

Altitud: 250 m.s.n.m.		Latitud : 13° 45'				Longitud : 75° 57'				Alt. Anem. : 4.0 m			
MES	BLANNEY CRIDDLE		PENMAN MODIFICADO		PENMAN MONTEITH		RADIACION		HARGREAVES		EVAPORIMETRO CUB.		
	(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	2.090	64.790	2.159	66.929	2.851	88.381	3.382	104.842	3.575	110.825	1.507	46.717	
SET	2.464	73.920	2.141	64.230	3.010	90.300	3.529	105.870	3.055	91.650	1.589	47.670	
OCT	3.064	94.984	2.584	80.104	3.422	106.082	3.777	117.087	2.743	85.033	1.800	55.800	
NOV	3.289	98.670	2.643	79.290	3.592	107.760	3.532	105.960	2.685	80.550	2.105	63.150	
DIC	3.472	107.632	3.060	94.860	3.900	120.900	3.324	103.044	2.994	92.814	2.250	69.750	
ENE	3.859	119.629	3.760	116.560	4.552	141.112	3.737	115.847	3.600	111.600	2.387	73.997	
FEB	3.863	108.164	3.793	106.204	4.671	130.788	4.295	120.260	4.566	127.848	2.841	79.548	
MAR	3.615	112.065	3.034	94.054	4.228	131.068	4.378	135.718	4.299	133.269	2.729	84.599	
ABR	3.254	97.620	2.799	83.970	3.946	118.380	4.445	133.350	4.452	133.560	2.425	72.750	
MAY	2.443	75.733	1.947	60.357	3.113	96.503	3.634	112.654	3.928	121.768	1.608	49.848	
JUN	1.836	55.080	1.498	44.940	2.584	77.520	2.997	89.910	3.795	113.850	1.310	39.300	
JUL	1.802	55.862	1.641	50.871	2.476	76.756	2.824	87.544	3.087	95.697	1.223	37.913	
TOTAL		1064.149		942.369		1285.550		1332.086		1298.464		721.042	

GRAFICO Nº 3.7.



## 4. PLUVIOMETRIA

Sin duda uno de los componentes más importantes del ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica es la precipitación, y en este sentido es que se realiza el estudio de este parámetro meteorológico en forma independiente y detallada.

Para poder explicar de mejor forma el suceso de la escorrentía superficial en la cuenca del río Pisco es necesario relacionarla con la precipitación y de esta forma, no sólo validar la información histórica disponible, sino también practicar una modelación matemática que reproduzca el proceso precipitación – escorrentía, para lo cual se requiere previamente cuantificar la incidencia simultánea de la precipitación sobre la cuenca, a lo que denominamos cálculo de la precipitación areal en base a información de mapas de isoyetas, generados en el presente estudio para cada uno de los años de registro (1964 – 2002).

En el presente capítulo se realiza un estudio de la precipitación total mensual, puesto que la información disponible a escala diaria es insuficiente, y por tanto nos llevaría a resultados poco adecuados.

### 4.1. RED DE ESTACIONES DE MEDICION - INFORMACION HISTORICA

Se ha establecido una red de diecisiete (17) estaciones meteorológicas de trabajo para el estudio de la precipitación, tanto al interior de la cuenca del río Pisco, como en las áreas circundantes a esta pertenecientes a las cuencas vecinas de San Juan, Mantaro, Pampas e Ica. Gran parte de las estaciones están desactivadas, especialmente las ubicadas al interior de nuestra cuenca de trabajo.

Las estaciones ubicadas en la cuenca del río Pisco son nueve: Pisco, Bernales, Huáncano, Cusicancha, Ticrapo, Cocas, Castrovirreyna, Totorá y Agnococha, de las que actualmente sólo funcionan las cuatro primeras, es decir que cinco estaciones han sido desactivadas.

Las estaciones de apoyo que se ubican en las cuencas vecinas son ocho: Astobamba (cuenca Mantaro), Choclococha, Túnel Cero y San Genaro (cuenca Pampas), Pariona, Tambo y Huamaní (cuenca Ica) y Fonagro (cuenca San Juan). Las estaciones Huachos y Arma de la cuenca de San Juan, a pesar de encontrarse próximas a la cuenca Pisco, no se han tomado en cuenta dado que su ámbito de influencia (polígonos de Thiessen) no es incidente.

El cuadro **Nº4.1.** y gráfico **Nº4.1.** se muestra la relación de las estaciones de trabajo, con sus respectivas características de código, tipo, ubicación, estado de funcionamiento, así como la longitud de la información histórica disponible. Los registros históricos de la precipitación total mensual para las anteriores estaciones meteorológicas, así como sus respectivos histogramas, se presenta en los anexos **Nº2.7. y 2.8.**, cuyos promedios mensuales se distinguen en el cuadro **Nº4.2.**

Varias de las estaciones pertenecientes a la cuenca del río Pisco fueron paralizadas entre los años 1981 – 1990 debido, en algunos casos a acciones subversivas (Ticrapo, Cocas, Agnococha) y en otros, por falta de presupuesto de la entidad responsable de su administración (SENAMHI).

## CUADRO N° 4.1.

**ESTACIONES METEOROLOGICAS DE TRABAJO - CUENCA DEL RÍO PISCO Y ESTACIONES DE APOYO DE CUENCAS VECINAS  
ESTUDIO DE LA PRECIPITACION TOTAL MENSUAL**

N°	NOMBRE DE ESTACION	CODIGO ESTACION	Cuenca	Tipo Estac.	Inicio Func.	Años de Observ.	UBICACION POLITICA			UBIC. GEOGRAFICA			Instituc. Responsable	OBSERVACION
							Dpto	Prov	Dist	Lat	Long	Alt		
1	PISCO	157106	Pisco	S	1942	60	Ica	Pisco	Pisco	13° 45'	76° 13'	7	FAF	OPERATIVA
2	BERNALES	110650	Pisco	CO	1960	22	Ica	Pisco	Humay	13° 45'	75° 57'	250	SENAMHI	OPERATIVA
3	HUANCANO	110639	Pisco	CO	1964	22	Ica	Pisco	Huancano	13° 36'	75° 37'	1,006	SENAMHI	OPERATIVA
4	TICRAPO	110643	Pisco	PLU	1963	25	Huancavelica	Castrovirreyna	Ticrapo	13° 23'	75° 26'	2174	SENAMHI	PARALIZADA
5	COCAS	110642	Pisco	CO	1963	18	Huancavelica	Castrovirreyna	Cocas	13° 16'	75° 22'	3246	SENAMHI	PARALIZADA
6	CUSICANCHA	156121	Pisco	PLU	1963	38	Huancavelica	Castrovirreyna	S.A.Cusicancha	13° 29'	75° 18'	3550	SENAMHI	OPERATIVA
7	TOTORA	110644	Pisco	PLU	1963	24	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	13° 08'	75° 19'	3900	SENAMHI	PARALIZADA
8	CASTROVIRREYNA	110645	Pisco	CO	1963	17	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	13° 17'	75° 19'	3956	SENAMHI	PARALIZADA
9	AGNOCOCHA	110646	Pisco	CO	1947	26	Huancavelica	Castrovirreyna	Pilpicacha	13° 08'	75° 09'	4650	SENAMHI	PARALIZADA
10	HUAMANI	110640	Ica	CO	1963	30	Ica	Ica	Los Molinos	13° 50'	75° 35'	800	SENAMHI	OPERATIVA
11	TAMBO	156122	Ica	PLU	1963	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Tambo	13° 41'	75° 16'	3080	SENAMHI	OPERATIVA
12	PARIONA	156131	Ica	PLU	1970	13	Huancavelica	Castrovirreyna	Tambo	13° 32'	75° 04'	4240	SENAMHI	PARALIZADA
13	TUNEL CERO	110647	Pampas	CO	1958	36	Huancavelica	Castrovirreyna	Pilpichaca	13° 15'	75° 05'	4425	SENAMHI	OPERATIVA
14	CHOCLOCOCHA	156130	Pampas	PLU	1958	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	13° 09'	75° 04'	4550	SENAMHI	OPERATIVA
15	SAN GENARO	156129	Pampas	PLU	1958	12	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	13° 12'	75° 06'	4570	Cia. Min. S.Genaro	OPERATIVA
16	ASTOBAMBA	110630	Mantaro	PLU	1963	21	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	12° 57'	75° 06'	4500	Electro Perú	OPERATIVA
17	FONAGRO	130791	San Juan	MAP	1986	17	Ica	Chincha	Chincha Baja	13° 28'	76° 08'	50	SENAMHI	OPERATIVA

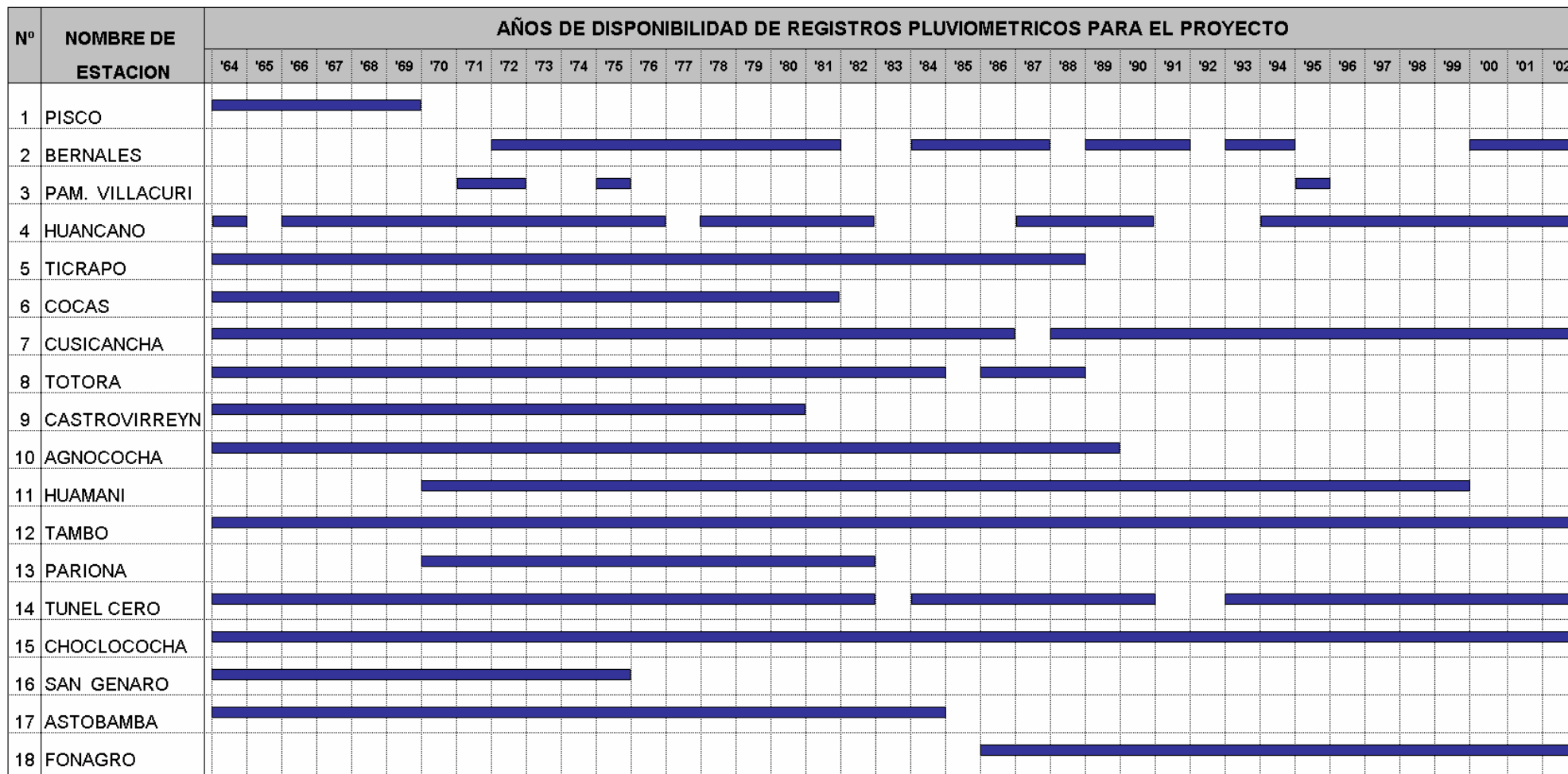
CO = Climatológica Ordinaria

S = Sinóptica

PLU = Pluviométrica

MAP = Meteorológica - Agrológica Principal

**GRAFICO N° 4.1.**  
**PERIODO O LONGITUD DE INFORMACION PLUVIOMETRICA DISPONIBLE**  
**ESTACIONES METEOROLOGICAS - CUENCA DEL RÍO PISCO Y CUENCAS VECINAS**



█ AÑOS DE REGISTRO

**CUADRO N° 4.2.**  
**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm) - Año Promedio Histórico 1964 -2000**  
**ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO Y CUENCAS VECINAS**

N°	ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	PISCO	7.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	1.1	0.3	0.1	0.0	2.6
2	FONAGRO	50.0	0.4	1.0	0.3	0.0	0.5	2.9	1.2	1.3	0.7	0.2	0.2	0.3	9.4
3	BERNALES	250.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
4	HUAMANI	800.0	4.5	1.5	5.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	11.9
5	HUANCANO	1006.0	5.1	6.7	6.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.1	0.8	20.1
6	TICRAPO	2174.0	53.9	75.3	73.4	14.0	0.4	0.2	0.0	0.4	0.9	3.9	4.9	22.8	254.7
7	TAMBO	3080.0	89.5	121.8	119.1	28.7	5.1	0.0	0.1	0.6	0.9	12.3	11.2	34.7	416.8
8	COCAS	3246.0	109.4	121.7	151.3	34.6	5.4	0.6	0.4	1.6	7.7	15.7	18.2	44.4	522.6
9	CUSICANCHA	3550.0	79.6	92.9	109.7	36.3	2.4	0.0	0.0	0.8	4.0	4.8	11.0	32.2	356.2
10	TOTORA	3900.0	120.3	135.1	104.5	43.7	16.6	3.8	4.8	7.9	23.1	32.7	42.4	80.5	608.2
11	CASTROVIRREYNA	3956.0	136.1	139.3	154.5	28.1	5.1	0.8	0.5	0.6	7.5	15.4	17.0	58.3	546.7
12	PARIONA	4240.0	158.6	153.3	167.4	66.8	13.3	0.7	2.1	4.2	17.6	33.6	59.7	78.4	753.5
13	TUNEL CERO	4425.0	151.5	153.7	136.3	71.7	23.7	7.1	8.1	16.2	32.6	53.6	63.5	105.8	837.0
14	ASTOBAMBA	4500.0	126.0	149.4	130.0	55.9	17.0	7.9	4.9	13.2	37.1	49.4	66.2	96.3	753.3
15	CHOCLOCOCHA	4550.0	139.9	142.7	136.5	76.3	26.9	10.2	7.7	20.0	31.6	57.9	60.4	87.9	797.8
16	SAN GENARO	4570.0	150.5	143.9	155.0	79.7	29.4	9.9	17.1	11.0	38.2	62.1	43.7	110.3	830.4
17	AGNOCOCHA	4650.0	132.6	139.5	126.9	53.8	17.4	7.1	6.5	13.1	21.6	43.3	49.1	88.5	703.4

## **4.2. ANALISIS DE CONSISTENCIA, COMPLETACION Y EXTENSION DE LA INFORMACION HISTORICA.**

Para desarrollar la siguiente metodología de análisis de consistencia de la información básica es necesario tener la consideración de que las series históricas de precipitación total a escala mensual son consideradas **series simples e independientes de datos**, por cuanto se trata de una sola serie de observaciones con el tiempo de cambio conocido; es decir que se trata de una población de datos con **distribución normal**, entonces cabe la aplicación de los estadísticos Student y Fischer, y para ello se requiere previamente efectuar el análisis de ajuste respectivo.

La secuencia siguiente es la de verificación y corrección de saltos y/o tendencias de las series mensuales de datos, para posteriormente efectuar la completación y/o extensión de la información.

Se puntualiza que el análisis DOBLE MASA tiene como único objetivo la verificación del análisis de consistencia realizado, pues no se utiliza para la corrección de información.

### **4.2.1. AJUSTE ESTADISTICO DE SERIES Y ANALISIS DE SALTOS Y TENDENCIAS.**

El ajuste estadístico de las series de datos de precipitación mensual se realiza con las pruebas estadísticas de Chi-Cuadrado y Smirnov-Kolmogorov, mediante el software **"SIH"** de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA. Para todos los casos, y mediante los dos estadísticos, las series se ajustan a una distribución tipo normal.

El análisis estadístico de presencia de "Saltos y Tendencias" de la información pluviométrica a escala mensual, se realiza mediante los estadísticos "T" de Student para la comprobación de variaciones en la media, y "F" de Fischer en la evaluación de variancias. Estos test prueban si dos series de datos corresponden a una misma población. Se ha asumido períodos consistentes e inconsistentes luego de la correspondiente evaluación de los histogramas. Este análisis se ha efectuado con el software **"SIH"**.

El análisis de inconsistencias para las estaciones de trabajo ha partido de la observación de los histogramas, es decir variaciones de la tendencia gráfica de la representación de la lluvia total mensual en el tiempo, y efectuando paralelamente un análisis crítico-comparativo, entre estaciones meteorológicas de comportamiento semejante, de sus módulos pluviométricos anuales, resultando lo siguiente:

#### **Totora:**

Presenta un salto aparente en el periodo 1964-1977 / 1978-1988, sin embargo luego del análisis cuantitativo se descarta la apariencia gráfica. No presenta tendencias y su módulo anual de lluvia es compatible con las estaciones análogas. La precipitación máxima observada en los años 1984, 1986 es concordante con los registros de las estaciones Agnocochoa, Túnel Cero y Astobamba, habiéndose registrado además caudales máximos en los periodos correspondientes.

#### **Castrovirreyna:**

Presencia de un salto aparente en el periodo 1964-1971 / 1972-1981, que cuantitativamente no existe. Se tiene una precipitación puntual mensual en el año 1970, del orden de los 500 mm, que a nuestro criterio es inconsistente, pues comparando con información de estaciones vecinas, en estas no se presenta.

**Cocas:**

No presenta saltos ni tendencias, el salto aparente en el periodo 1964-1968 / 1969-1979 ha sido descartado. Se tiene una precipitación puntual mensual alta en el año 1967, que no es compatible con la información correspondiente de las estaciones de ubicación semejante (Cusicancha, Agnococha).

**Cusicancha:**

No presenta saltos ni tendencias, el salto aparente en el periodo 1964-1982 / 1983-2002 no existe numéricamente. La precipitación de enero de 1973 es nula, lo cual es inconsistente, así mismo en enero de 1989 la precipitación es muy alta, pues otras estaciones no presentan valores de esta magnitud.

**Agnococha:**

La información disponible es consistente, las precipitaciones máximas en los años 1967 y 1984 son compatibles con los registros pluviométricos de las estaciones Astobamba, Totorá, Túnel Cero, Cusicancha, Cocas; existiendo además caudales máximos en los periodos correspondientes.

**Ticrapo:**

El salto aparente en el periodo 1964-1977 / 1978-1988 no ha sido confirmado con el análisis cuantitativo. Las precipitaciones puntuales máximas son compatibles con registros correspondientes de estaciones vecinas y semejantes.

**Huáncano:**

Presenta un salto en la media y en la desviación estándar en el periodo 1964-1976 / 1977-2002, el módulo anual, en el primer periodo es de 30.5 mm, mientras que en el segundo es de 9.8 mm. La precipitación puntual de febrero de 1967 es muy alta.

Se ha corregido el salto en el primer periodo con la ecuación:  $0.332 P - 0.079$  mm.

**Bernales:**

El carácter de la precipitación a la altitud que se ubica la estación (250 msnm.) no permite efectuar este análisis, sin embargo se aprecia inconsistentes los datos puntuales en los años 1972 y 1976.

**Astobamba:**

El salto aparente en el periodo 1969-1972 / 1973-1984 no ha sido confirmado con el análisis cuantitativo. Las precipitaciones puntuales máximas registradas en los años de 1967 y 1984 son compatibles con registros correspondientes de estaciones vecinas y semejantes.



**San Genaro:**

Presenta un salto en la media y en la desviación estándar en el periodo 1964-1972 / 1973-1975, la media y desviación estándar del primer periodo, consistente, es de 60.3 mm y 58.1 respectivamente, mientras que del segundo periodo, inconsistente, es de 117.5 mm y 88.2 respectivamente.

Se ha corregido el salto en el segundo periodo con la ecuación:  $0.658 P - 17.082$  mm.

**Choclococha:**

En esta estación se distingue dos periodos inconsistentes, 1978-1986 y 1994-2002; si comparamos con el periodo 1964-1977 (consistente) se aprecia una diferencia sustancial en sus módulos anuales, por ejemplo para el segundo periodo es de 1283 mm, respecto a 856 mm del periodo consistente.

Presenta un salto en la media y en la desviación estándar en el periodo 1964-1977 / 1978-1986, la media y desviación estándar del primer periodo, consistente, es de 71.4 mm y 66.1 respectivamente, mientras que del segundo periodo, inconsistente, es de 29.5 mm y 34.7 respectivamente, además que en este segundo periodo la precipitación máxima del año 1984 no se presenta, como en las otras estaciones semejantes. Se ha corregido el salto en el segundo periodo con la ecuación:  $1.904 P + 15.133$  mm.

Presenta un segundo salto en la media y en la desviación estándar en el periodo 1964-1993 / 1994-2002, la media y desviación estándar del primer periodo, consistente, es de 69.2 mm y 65.1 respectivamente, mientras que del segundo periodo, inconsistente, es de 106.9 mm y 102.8 respectivamente. En el primer periodo se considera las series corregidas del primer salto. Se ha corregido el salto en el segundo periodo con la ecuación:  $0.634 P + 0.724$  mm.

**Túnel Cerro:**

Presenta un salto en la media y en la desviación estándar en el periodo 1964-1993 / 1994-2002, la media y desviación estándar del primer periodo, consistente, es de 61.7 mm y 56.2 respectivamente, mientras que del segundo periodo, inconsistente, es de 118.9 mm y 103.7 respectivamente.

Se ha corregido el salto en el segundo periodo con la ecuación:  $0.542 P - 2.708$  mm.

La información mensual de las estaciones Pariona y Tambo es consistente.

**4.2.2. COMPLETACION Y EXTENSION DE DATOS FALTANTES**

La 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 de trabajo, optimizando el coeficiente de correlación.

El anterior método es un modelo estandarizado, sin embargo para su utilización se ha verificado la correlación existente entre las estaciones de trabajo según agrupaciones de estaciones con características compatibles en cuanto a ubicación geográfica y módulo anual. En el cuadro **N°4.3.**, matriz de correlación múltiple, se aprecia una correlación alta entre los registros de estaciones, los coeficientes de correlación son satisfactorios, del orden de 0.98.

El proceso de completación se ha efectuado según los siguientes seis grupos de estaciones de características análogas:

**Grupo 1:**

Agnococha, San Genaro, Astobamba, Túnel Cero, Pariona, Totorá, Cusicancha y Castrovirreña.

**Grupo 2:**

Ticrapo, Tambo, Cocas, Cusicancha (completada) y Totorá (completada).

**Grupo 3:**

Choclococha, Agnococha y Túnel Cero.

**Grupo 4:**

Ticrapo (completada), Huáncano y Huamaní.

**Grupo 5:**

Bernales, Huamaní (completada) y Huáncano (completada).

**Grupo 6:**

Bernales (completada), Huáncano (completada), Pisco y Fonagro.

Los registros completados de precipitación mensual, así como sus respectivos histogramas, para las diecisiete estaciones meteorológicas de trabajo se muestran en los anexos **Nº 2.5. y 2.6.** respectivamente. El cuadro **Nº4.4.** muestra los promedios mensuales de la información completada, cuya variación mensual se distingue en los gráficos **Nº4.2., 4.3. y 4.4.** Así mismo en el mapa **Nº16** se ha representado para cada estación de trabajo, la precipitación total mensual para el año promedio 1964-2000.

Realizando una comparación entre la información histórica y la consistente-completada, cuadro **Nº4.5.**, se distingue muy poca variación del promedio de los módulos anuales, excepto las estaciones de Huáncano, que ha disminuido en 52%, y San Genaro, que también ha disminuido en 17.4%.

El cuadro **Nº4.6.** resume los módulos anuales de precipitación consistente y completa, de la serie 1964-2002, para las respectivas estaciones de trabajo.

#### **4.2.3. ANALISIS DOBLE MASA**

La comparación gráfica de dobles acumulaciones de los módulos anuales de precipitación o diagramas doble masa, nos ha permitido verificar, no sólo la consistencia de la información, sino también el proceso de análisis de saltos, tendencias y completación de las series de datos.

Para el proceso se ha considerado tres grupos de estaciones a comparar, para cada una de las cuales se ha determinado la ESTACION INDICE como el promedio de las series de las estaciones respectivas.

El criterio para la agrupación de estaciones es de separar estaciones con semejanza de módulo pluviométrico anual y de ubicación geográfica. Estos grupos son:

##### **Grupo 1:**

Agnococha, San Genaro, Astobamba, Túnel Cero, Pariona, Totorá y Choclococha.

##### **Grupo 2:**

Ticrapo, Tambo, Cocas, Cusicancha y Castrovirreyña.

##### **Grupo 3:**

Bernales, Huáncano, Pisco, Huamaní y Fonagro.

En los gráficos **Nº4.5. al 4.9.** se muestra los diagramas de dobles acumulaciones, apreciándose que no existe variaciones bruscas de la pendiente de dichos gráficos, por lo que este análisis confirma la consistencia final de la información de precipitación total mensual en la cuenca del río Pisco, es decir que el análisis desarrollado ha sido adecuado.

CUADRO N° 4.3.

## MATRIZ DE CORRELACION MULTIPLE - ESTACIONES DE TRABAJO

## ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO Y CUENCAS VECINAS

ESTACION	Altitud	PISCO	FONA-GRO	BERNA-LES	HUAMA-NI	HUAN-CANO	TICRAPO	TAMBO	COCAS	CUSICAN-CHA	TOTORA	CASTRO-VIRREYNA	PARIO-NA	TUNEL CERO	ASTO-BAMBA	CHOCLO-COCHA	SAN GENARO	AGNO-COCHA
PISCO	7	1.000																
FONAGRO	50	0.871	1.000															
BERNALES	250	0.719	0.813	1.000														
HUAMANI	800	0.762	0.771	0.806	1.000													
HUANCANO	1006	0.788	0.840	0.957	0.927	1.000												
TICRAPO	2174	0.802	0.846	0.924	0.951	0.992	1.000											
TAMBO	3080	0.802	0.846	0.924	0.951	0.992	1.000	1.000										
COCAS	3246	0.823	0.856	0.904	0.959	0.984	0.998	0.998	1.000									
CUSICANCHA	3550	0.803	0.840	0.906	0.959	0.985	0.998	0.998	0.999	1.000								
TOTORA	3900	0.845	0.884	0.920	0.920	0.973	0.986	0.987	0.990	0.985	1.000							
CASTROVIRREYN	3956	0.808	0.847	0.914	0.960	0.986	0.998	0.998	0.999	0.998	0.989	1.000						
PARIONA	4240	0.836	0.871	0.906	0.941	0.974	0.990	0.991	0.995	0.992	0.997	0.994	1.000					
TUNEL CERO	4425	0.858	0.892	0.905	0.916	0.963	0.979	0.981	0.986	0.980	0.999	0.984	0.996	1.000				
ASTOBAMBA	4500	0.861	0.891	0.907	0.915	0.965	0.981	0.982	0.987	0.981	0.999	0.984	0.996	0.999	1.000			
CHOCLOCOCHA	4550	0.862	0.894	0.902	0.918	0.962	0.979	0.981	0.986	0.981	0.998	0.983	0.996	1.000	0.999	1.000		
SAN GENARO	4570	0.859	0.890	0.896	0.923	0.961	0.980	0.982	0.988	0.982	0.997	0.985	0.996	0.999	0.998	0.999	1.000	
AGNOCOCHA	4650	0.850	0.888	0.910	0.924	0.969	0.984	0.986	0.990	0.985	0.999	0.988	0.998	1.000	0.999	0.999	0.999	1.000

**CUADRO N° 4.4.**  
**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y CONSISTENTE (mm) - Año Promedio Histórico 1964 -2002**

ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO Y CUENCAS VECINAS

N°	ESTACION	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												TOTAL ANUAL	TOT.ANUAL ECUACION
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
1	PISCO	7.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0	1.4	0.0
2	FONAGRO	50.0	0.2	1.2	0.3	0.0	0.6	3.5	1.5	1.2	0.7	0.2	0.3	0.2	9.8	0.0
3	BERNALES	250.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
4	HUAMANI	800.0	4.7	1.6	6.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	13.3	39.8
5	HUANCANO	1006.0	2.9	2.9	2.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.3	9.7	59.1
6	TICRAPO	2174.0	59.8	68.8	66.8	12.9	0.6	0.1	0.0	0.3	0.8	3.0	5.8	23.1	241.9	211.9
7	TAMBO	3080.0	89.5	116.9	119.1	28.6	5.2	0.0	0.1	0.6	0.9	11.9	11.9	36.2	421.0	380.7
8	COCAS	3246.0	110.8	107.1	114.1	31.9	9.4	0.8	0.6	1.9	7.7	18.5	22.5	44.6	469.9	416.4
9	CUSICANCHA	3550.0	78.3	89.6	108.0	36.0	2.3	0.0	0.0	0.8	3.8	4.5	10.3	31.3	364.9	485.6
10	TOTORA	3900.0	122.2	120.0	100.0	44.2	20.7	4.8	3.3	10.3	22.8	32.8	42.9	77.7	601.6	571.4
11	CASTROVIRREYNA	3956.0	123.7	132.6	125.5	36.0	5.8	0.6	0.3	0.3	9.6	17.8	21.2	58.7	531.9	585.7
12	PARIONA	4240.0	154.5	132.0	149.4	66.1	21.2	0.4	1.8	2.4	14.4	31.4	55.2	83.1	712.1	661.0
13	TUNEL CERO	4425.0	143.7	147.1	129.4	67.0	22.6	6.9	7.3	15.3	31.3	51.8	60.6	101.0	783.9	712.4
14	ASTOBAMBA	4500.0	127.8	138.9	125.6	57.3	18.6	7.4	3.7	16.3	36.6	45.5	64.5	95.8	738.0	733.7
15	CHOCLOCOCHA	4550.0	142.6	145.3	142.3	84.1	30.3	16.5	11.0	20.7	32.8	59.1	68.8	97.1	850.5	748.1
16	SAN GENARO	4570.0	131.0	119.1	118.7	58.0	19.1	3.2	9.3	6.8	24.6	40.5	62.0	95.5	687.6	753.9
17	AGNOCOCHA	4650.0	125.1	130.6	123.4	52.8	16.7	5.7	5.2	11.2	20.8	45.3	50.3	85.8	672.9	777.3

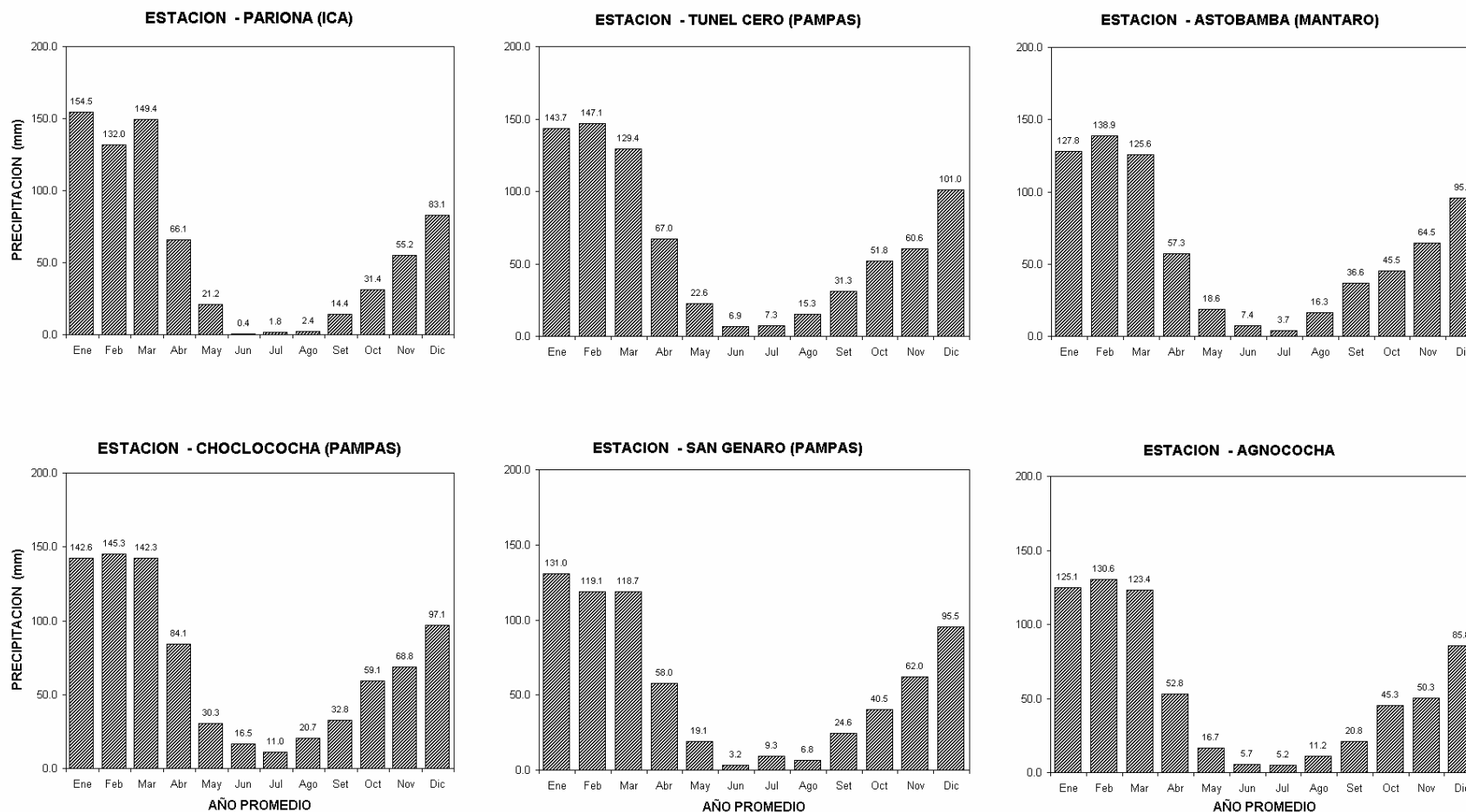
**CUADRO Nº 4.5.****COMPARACION DE INFORMACION DEL MODULO PLUVIOMETRICO ANUAL :  
INFORMACION ORIGINAL Y COMPLETADA CONSISTENTE****ESTACIONES CUENCA DEL RIO PISCO Y ESTACIONES VECINAS**

ESTACION	PRECIPITACION (mm)		
	HISTORICA	COMPLETADA CONSISTENTE	
	TOTAL ANUAL	TOTAL ANUAL	PRECIP. ECUACION
PISCO	2.6	1.4	0.0
FONAGRO	9.4	9.8	0.0
BERNALES	3.7	0.6	0.0
HUAMANI	11.9	13.3	39.8
HUANCANO	20.1	9.7	59.1
TICRAPO	254.7	241.9	211.9
TAMBO	416.8	421.0	380.7
COCAS	522.6	469.9	416.4
CUSICANCHA	356.2	364.9	485.6
TOTORA	608.2	601.6	571.4
CASTROVIRREYNA	546.7	531.9	585.7
PARIONA	753.5	712.1	661.0
TUNEL CERO	837.0	783.9	712.4
ASTOBAMBA	753.3	738.0	733.7
CHOCLOCOCHA	797.8	850.5	748.1
SAN GENARO	830.4	687.6	753.9
AGNOCOCHA	703.4	672.9	777.3

**CUADRO N° 4.6.**  
**PRECIPITACION TOTAL ANUAL CONSISTENTE Y COMPLETADA (mm/año)**  
**ESTACIONES CUENCA RIO PISCO (Y CUENCAS ANEXAS)**

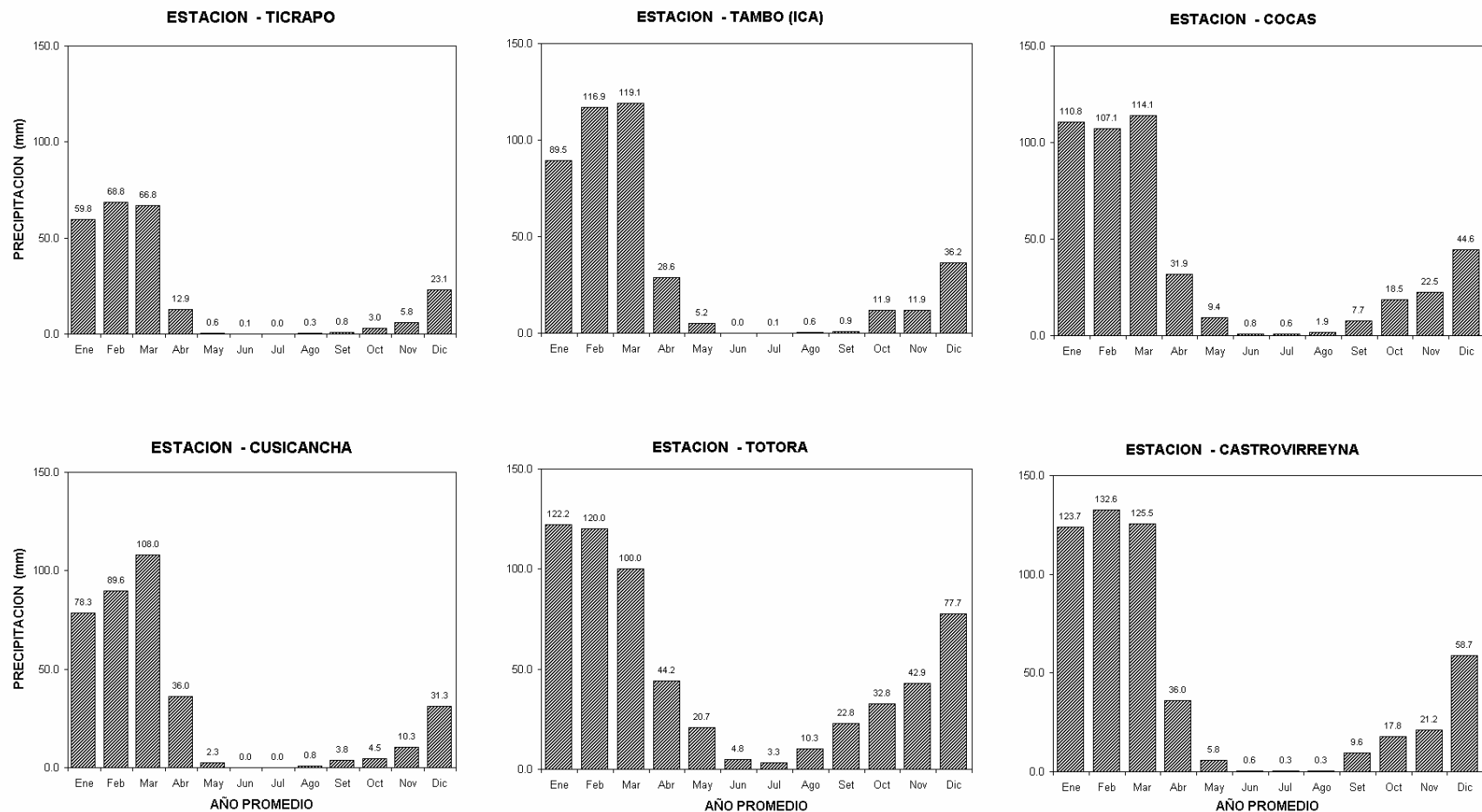
AÑO	ESTACION / Altitud (m.s.n.m.)																
	PISCO 7	FONAGRO 50	BERNALES 250	HUAMANI 800	HUANCANO 1006	TICRAPO 2174	TAMBO 3080	COCAS 3246	CUSICANCHA 3550	TOTORA 3900	CASTROVIRREY 3956	PARIONA 4240	TUNEL CERO 4425	ASTOBAMBA 4500	CHOCLOCOCHA 4550	SAN GENARO 4570	AGNOCOCHA 4650
1964	20.3	16.0	0.0	0.0	4.0	202.0	98.0	325.0	345.0	370.0	298.0	584.0	480.0	654.0	656.0	535.0	559.0
1965	0.0	4.0	1.0	1.0	13.0	209.0	416.0	363.0	221.0	427.0	377.0	530.0	693.0	1044.0	699.0	578.0	688.0
1966	0.0	0.0	0.0	1.0	10.0	215.0	550.0	532.0	366.0	730.0	656.0	748.0	564.0	776.0	766.0	659.0	656.0
1967	0.0	21.0	0.0	55.0	15.0	496.0	518.0	836.0	596.0	810.0	836.0	871.0	764.0	842.0	1022.0	826.0	850.0
1968	1.5	18.0	0.0	0.0	2.0	141.0	184.0	436.0	165.0	612.0	447.0	586.0	696.0	550.0	740.0	668.0	535.0
1969	0.0	13.0	1.0	5.0	5.0	269.0	427.0	432.0	420.0	644.0	634.0	641.0	652.0	523.0	866.0	747.0	561.0
1970	0.1	3.0	5.0	54.0	13.0	397.0	655.0	449.0	535.0	659.0	750.0	826.0	786.0	753.0	939.0	784.0	687.0
1971	0.0	4.0	0.0	4.0	10.0	216.0	313.0	497.0	404.0	715.0	654.0	727.0	677.0	533.0	876.0	690.0	638.0
1972	0.0	13.0	1.0	76.0	22.0	396.0	1031.0	728.0	749.0	878.0	910.0	961.0	967.0	634.0	1045.0	1025.0	733.0
1973	0.0	25.0	4.0	6.0	8.0	358.0	923.0	576.0	277.0	874.0	372.0	931.0	1020.0	886.0	1168.0	496.0	906.0
1974	4.0	4.0	0.0	10.0	9.0	224.0	339.0	457.0	327.0	683.0	512.0	630.0	725.0	724.0	883.0	858.0	717.0
1975	3.4	10.0	0.0	23.0	4.0	321.0	362.0	638.0	227.0	671.0	737.0	803.0	831.0	642.0	782.0	671.0	607.0
1976	3.2	2.0	6.0	19.0	14.0	304.0	439.0	515.0	214.0	590.0	783.0	704.0	694.0	733.0	754.0	541.0	565.0
1977	2.4	7.0	0.0	0.0	10.0	257.0	326.0	410.0	428.0	582.0	461.0	752.0	761.0	737.0	795.0	567.0	691.0
1978	7.0	4.0	0.0	0.0	8.0	47.0	205.0	222.0	231.0	439.0	171.0	625.0	731.0	821.0	1206.0	520.0	546.0
1979	12.0	19.0	0.0	0.0	4.0	152.0	283.0	358.0	136.0	363.0	487.0	464.0	613.0	595.0	996.0	748.0	578.0
1980	0.5	5.0	0.0	0.0	13.0	142.0	275.0	373.0	399.0	513.0	160.0	705.0	812.0	715.0	1189.0	661.0	583.0
1981	2.0	22.0	0.0	0.0	15.0	270.0	430.0	600.0	281.0	604.0	353.0	936.0	852.0	963.0	1011.0	702.0	714.0
1982	0.0	5.0	1.0	0.0	11.0	176.0	205.0	497.0	221.0	542.0	600.0	810.0	897.0	912.0	461.0	686.0	784.0
1983	0.6	4.0	0.0	0.0	4.0	288.0	251.0	364.0	56.0	446.0	121.0	393.0	397.0	699.0	906.0	461.0	554.0
1984	0.0	6.0	0.0	0.0	7.0	350.0	573.0	725.0	270.0	890.0	1015.0	834.0	1257.0	1087.0	1505.0	794.0	1002.0
1985	0.0	13.0	0.0	0.0	12.0	178.0	418.0	437.0	179.0	782.0	196.0	687.0	854.0	866.0	596.0	673.0	764.0
1986	0.0	2.0	0.0	80.0	25.2	357.0	649.0	424.0	474.0	726.0	496.0	680.0	1084.0	1034.0	712.0	909.0	1010.0
1987	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	103.0	222.0	237.0	186.0	241.0	523.0	491.0	710.0	697.0	635.0	603.0	676.0
1988	0.0	7.0	0.0	50.0	5.6	170.0	386.0	264.0	716.0	769.0	671.0	958.0	900.0	807.0	829.0	678.0	780.0
1989	0.0	14.0	0.0	0.0	11.3	138.0	522.0	254.0	703.0	740.0	396.0	953.0	935.0	677.0	541.0	817.0	725.0
1990	0.0	29.0	0.0	43.0	5.6	205.0	420.0	417.0	201.0	599.0	339.0	554.0	770.0	554.0	756.0	691.0	536.0
1991	1.0	6.0	0.0	0.0	8.6	218.0	354.0	379.0	291.0	307.0	420.0	417.0	318.0	615.0	532.0	628.0	441.0
1992	0.0	25.0	0.0	15.0	5.7	132.0	153.0	638.0	7.0	452.0	231.0	487.0	587.0	499.0	514.0	544.0	414.0
1993	0.0	10.0	0.0	0.0	14.2	435.0	549.0	561.0	698.0	787.0	561.0	800.0	835.0	603.0	1062.0	867.0	670.0
1994	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	146.0	402.0	338.0	396.0	360.0	282.0	633.0	566.0	424.0	658.0	376.0	432.0
1995	1.0	5.0	0.0	0.0	14.1	144.0	560.0	763.0	306.0	603.0	548.0	703.0	756.0	719.0	439.0	565.0	618.0
1996	0.0	4.0	0.0	0.0	6.0	225.0	457.0	498.0	272.0	500.0	496.0	841.0	930.0	752.0	651.0	511.0	620.0
1997	0.0	4.0	0.0	1.0	13.0	208.0	163.0	517.0	229.0	526.0	401.0	531.0	728.0	738.0	903.0	771.0	545.0
1998	0.0	8.0	1.0	17.0	21.0	424.0	551.0	582.0	434.0	616.0	795.0	801.0	800.0	792.0	1223.0	787.0	706.0
1999	0.0	14.0	1.0	0.0	1.0	205.0	583.0	341.0	566.0	586.0	1102.0	704.0	978.0	817.0	1114.0	849.0	845.0
2000	0.0	7.0	0.0	56.0	15.0	302.0	284.0	543.0	631.0	781.0	789.0	1026.0	1191.0	871.0	912.0	949.0	950.0
2001	0.0	10.0	2.0	1.0	11.0	204.0	361.0	361.0	559.0	527.0	647.0	665.0	915.0	727.0	745.0	672.0	654.0
2002	0.0	12.0	1.0	0.0	10.0	212.0	583.0	439.0	517.0	520.0	715.0	779.0	845.0	767.0	1084.0	710.0	704.0
PROMEDIO	1.54	9.77	0.62	13.26	9.75	241.95	421.03	469.90	364.95	601.64	536.97	712.08	783.87	738.00	850.54	687.62	672.92
MAX	20.30	29.00	6.00	80.00	25.20	496.00	1031.00	836.00	749.00	890.00	1102.00	1026.00	1257.00	1087.00	1505.00	1025.00	1010.00
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00	98.00	222.00	7.00	241.00	121.00	393.00	318.00	424.00	439.00	376.00	414.00

**GRAFICO N° 4.2.**  
**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO 1964 - 2002 - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO**





**GRAFICO N° 4.3.**  
**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO 1964 - 2002 - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO**



**GRAFICO N° 4.4.**  
**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO 1964 - 2002 - ESTACIONES DE TRABAJO CUENCA DEL RIO PISCO**

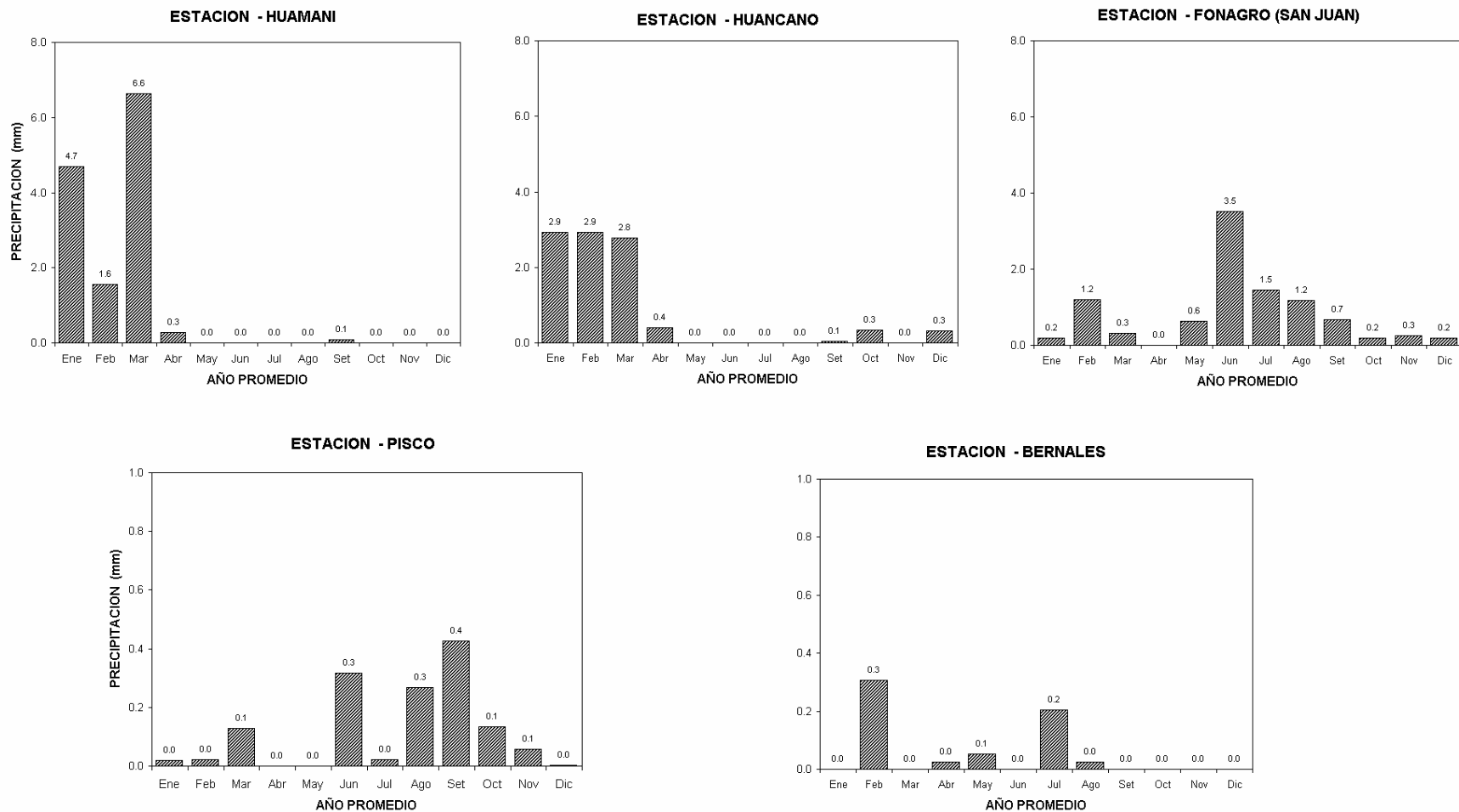


GRAFICO Nº 4.5.

DIAGRAMA MASA - PRECIPITACION TOTAL ANUAL

ESTACIONES GRUPO 01: AGNOCOCHA, TOTORA, TUNEL CERO, CHOCLOCOCHA, SAN GENARO, ASTOBAMBA, PARIONA

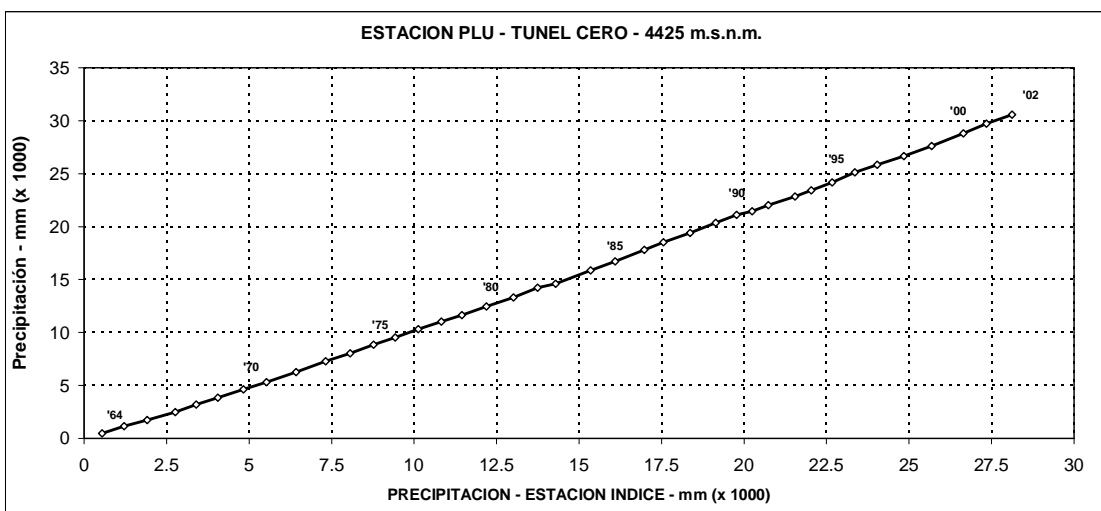
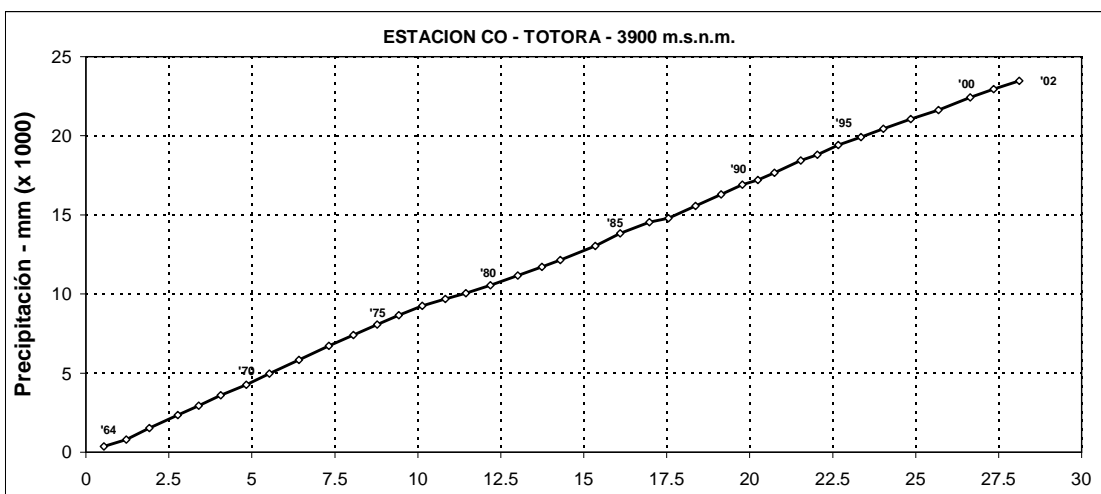
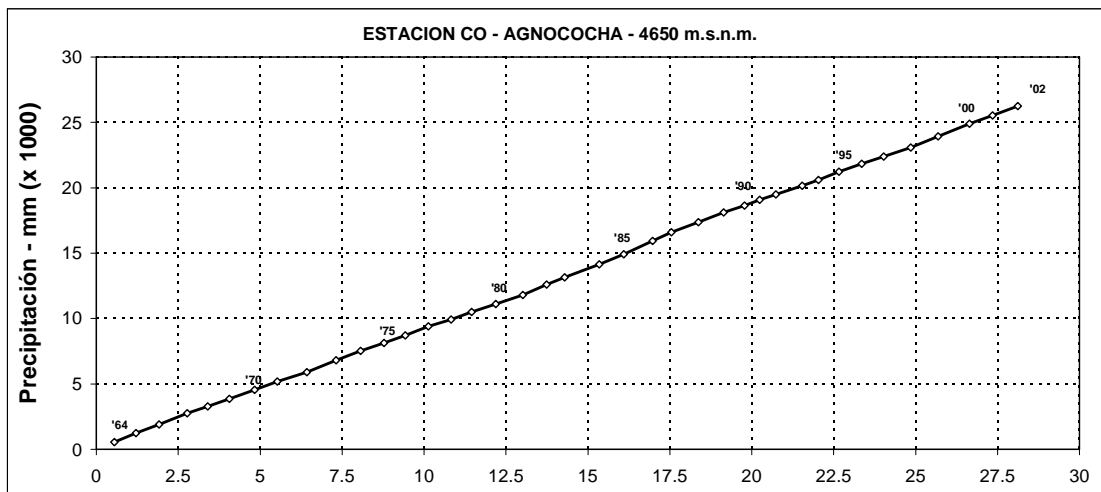
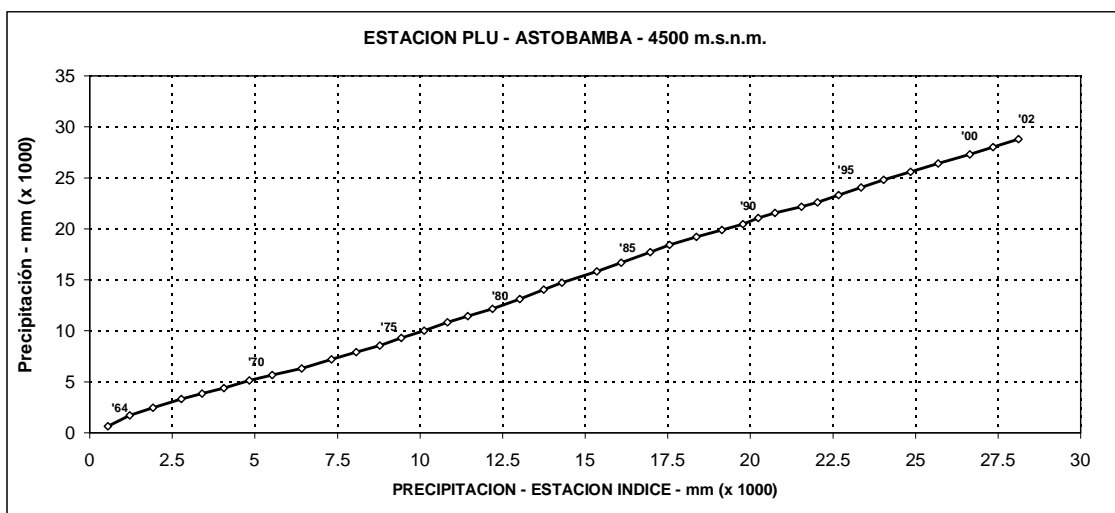
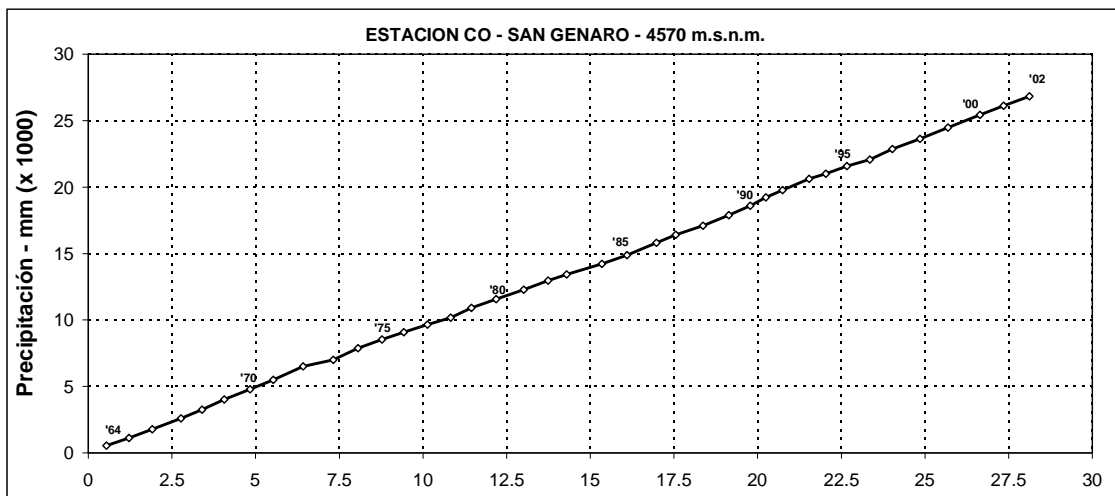
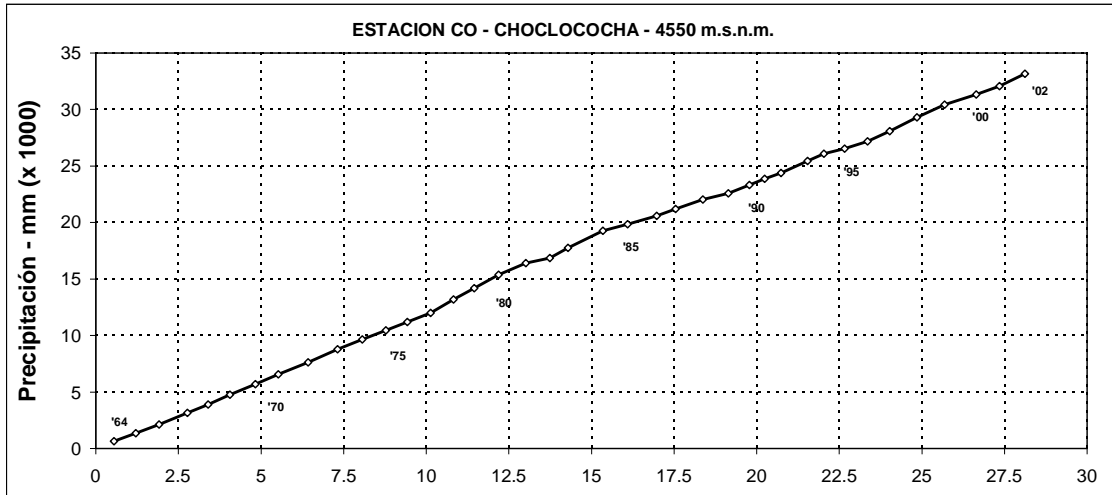


GRAFICO Nº 4.6.

DIAGRAMA MASA - PRECIPITACION TOTAL ANUAL

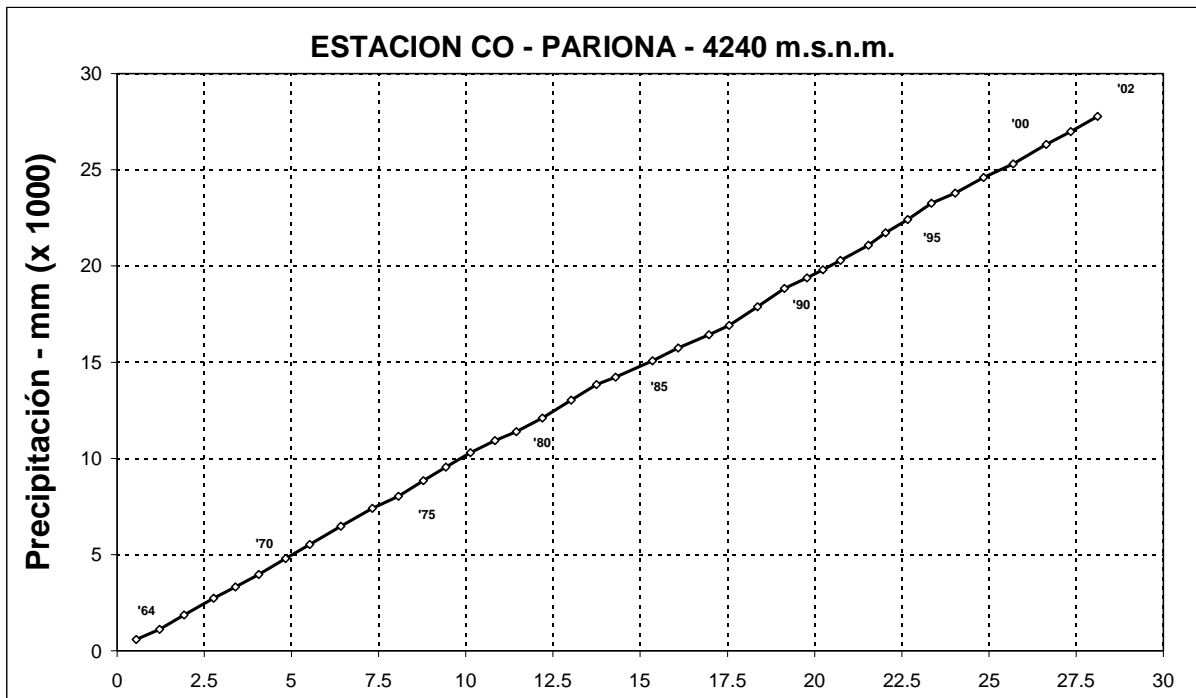
ESTACIONES GRUPO 01: AGNOCOCHA, TOTORA, TUNEL CERO, CHOCLOCOCHA, SAN GENARO, ASTOBAMBA, PARIONA



**GRAFICO Nº 4.7.**

**DIAGRAMA MASA - PRECIPITACION TOTAL ANUAL**

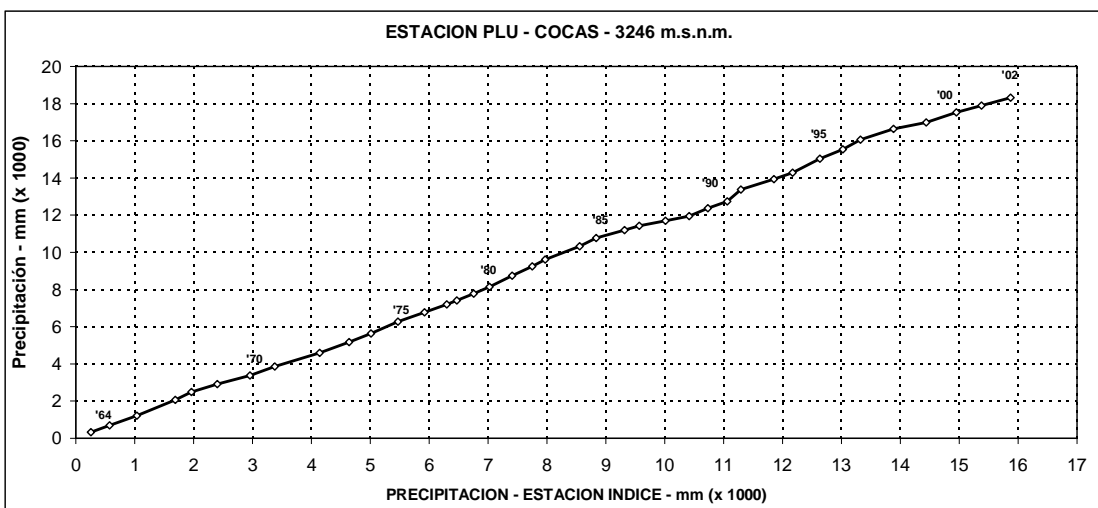
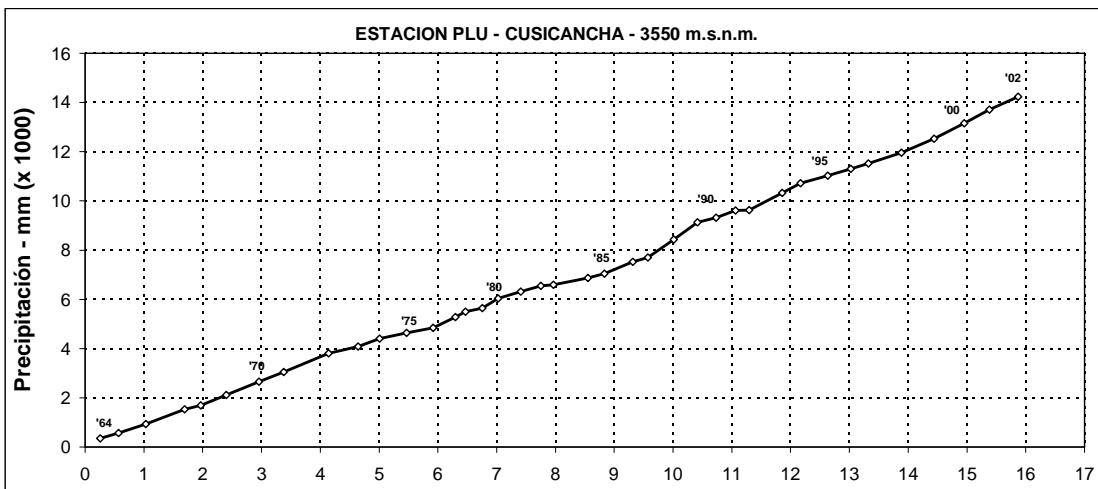
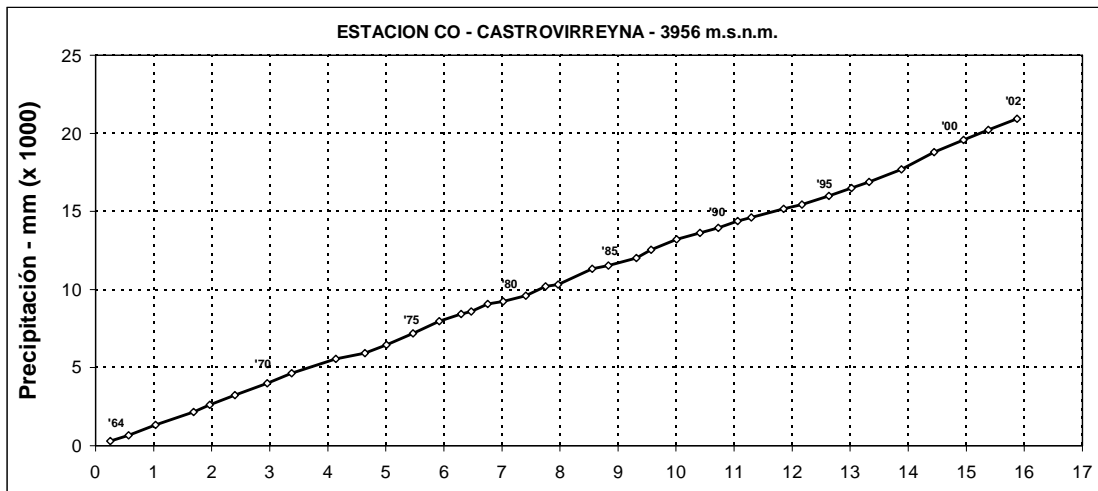
**ESTACIONES GRUPO 01: AGNOCOCHA, TOTORA, TUNEL CERO, CHOCLOCOCHA, SAN GENARO, ASTOBAMBA, PARIONA**



**GRAFICO N° 4.8.**

**DIAGRAMA MASA - PRECIPITACION TOTAL ANUAL**

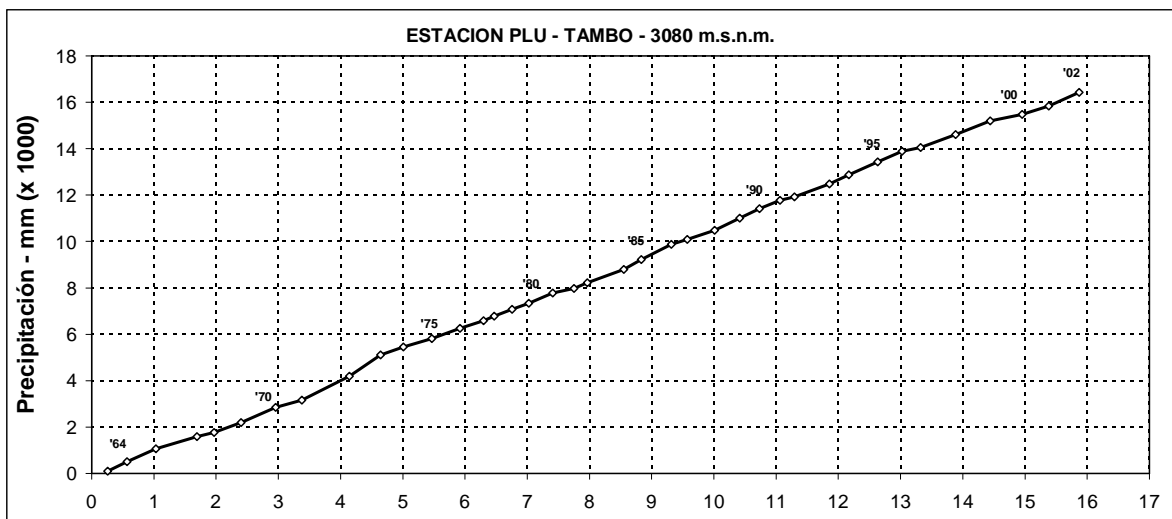
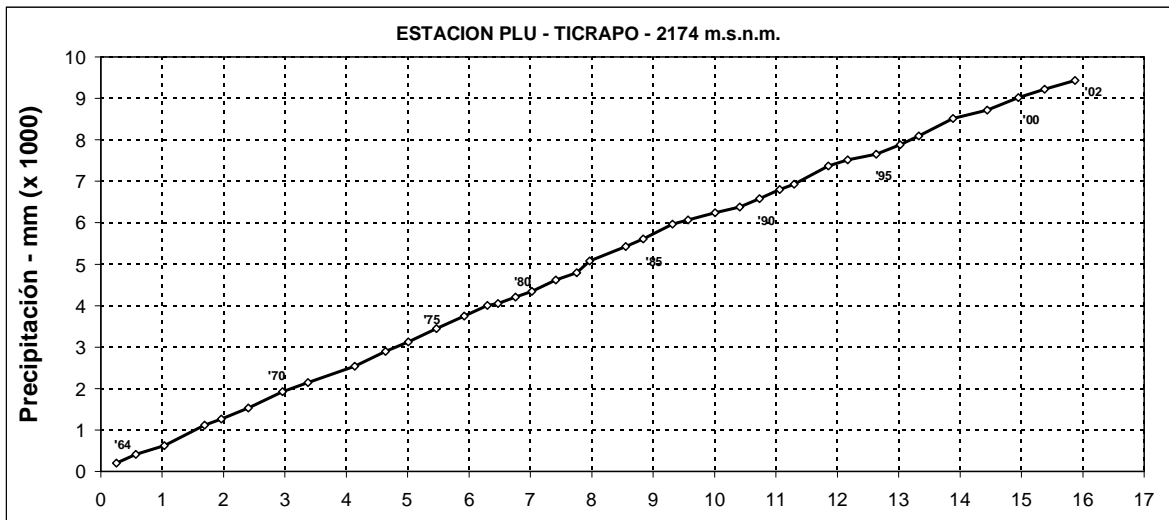
**ESTACIONES GRUPO 02: CASTROVIRREYNA, CUSICANCHA, COCAS, TICRAPO, TAMBO**



**GRAFICO N° 4.9.**

**DIAGRAMA MASA - PRECIPITACION TOTAL ANUAL**

**ESTACIONES GRUPO 02: CASTROVIRREYNA, CUSICANCHA, COCAS, TICRAPO, TAMBO**



MAPA - 16  
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL-AÑO  
PROMEDIO '64-'00



### 4.3. RELACION PRECIPITACION – ALTITUD

La precipitación, como variable climática, no solamente tiene una variación estacional, sino que también está influenciada por las condiciones geográficas como altitud, latitud y longitud.

La influencia de los parámetros geográficos de superficie (latitud y longitud) no es significativa, considerando además que para la cuenca húmeda del río Pisco las variaciones de la precipitación respecto a la línea septentrional y meridional está distorsionada por la presencia de la cadena de montañas andinas, en tal sentido se ha considerado únicamente la altitud como parámetro geográfico de influencia en la precipitación.

La correlación encontrada, de mejor ajuste estadístico (muy próximo a la unidad), entre la precipitación total anual y la altitud, es de tipo polinomial de segundo grado, cuya expresión matemática es:

$$P(t) = A * (Alt)^2 + B * (Alt) + C$$

Donde:  $P(t)$  = Precipitación estimada (mm)  
 $A, B, C$  = Coeficientes de la ecuación de regresión  
 $Alt$  = Altitud (m.s.n.m) de la estación o punto de interés.

En el estudio se ha efectuado el análisis de correlación lineal considerando todas las estaciones de trabajo, es decir las estaciones de Pisco, Bernales, Huáncano, Cusicancha, Ticrapo, Cocas, Castrovirreyna, Totorá, Agnococha, Astobamba, Choclococha, Túnel Cero y San Genaro, Pariona, Tambo y Huamaní y Fonagro.

En el proceso de análisis de regresión, mediante técnicas matriciales se ha obtenido, para el caso de la precipitación total anual media histórica, los siguientes coeficientes:

$$A = 2.6782 * 10^{-5} ;$$

$$B = 4.5621 * 10^{-2} ;$$

$$C = -13.8850$$

Coeficiente de correlación  $r = 0,98$

Como se observa, el coeficiente de correlación encontrado es óptimo, es decir que el ajuste polinomial de segundo grado es adecuado en la relación precipitación anual – altitud para la cuenca del río Pisco.

En el cuadro **Nº4.7.** y gráfico **Nº4.10.** se presenta los resultados de cálculo de la correlación precipitación-altitud para el año promedio histórico. Los coeficientes de correlación de la precipitación mensual son también altos.

Así mismo se ha efectuado el mismo análisis de correlación a nivel anual para toda la serie histórica de precipitaciones (1964-2002) con fines de generar los mapas de isoyetas a nivel anual, habiéndose encontrado también elevados coeficientes de correlación, como se aprecia en el cuadro **Nº4.8.**

## CUADRO N° 4.7.

## ECUACIONES DE REGIONALIZACION DE LA PRECIPITACION MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO HISTORICO - 1964-2000 (mm)

Información Completada y Consistente - Estaciones Cuenca del río Pisco y cuencas vecinas

AJUSTE ESTADISTICO DE LA REGRESIÓN : POLINOMIAL 2° GRADO :

$$P = A \cdot (\text{Alt})^2 + B \cdot (\text{Alt}) + C$$

PARAMETROS DE ECUACION	AÑO PROMEDIO HISTORICO												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	ANUAL
<b>A</b>	1.0483E-06	-8.9971E-07	-2.4846E-06	3.5486E-06	2.0245E-06	1.1589E-06	1.0354E-06	1.7189E-06	3.1736E-06	4.6389E-06	5.8745E-06	5.9447E-06	2.6782E-05
<b>B</b>	2.7699E-02	3.6925E-02	4.3144E-02	-2.0535E-03	-4.7917E-03	-4.2384E-03	-3.6345E-03	-5.5628E-03	-9.0404E-03	-1.1760E-02	-1.4454E-02	-6.6113E-03	4.5621E-02
<b>C</b>	-8.1955	-10.6958	-12.0997	-0.0815	1.2410	2.1406	1.4443	1.8995	2.5868	3.0921	3.6553	1.1277	-13.8850
<b>CORREL.</b>	<b>0.974</b>	<b>0.975</b>	<b>0.970</b>	<b>0.960</b>	<b>0.894</b>	<b>0.695</b>	<b>0.819</b>	<b>0.796</b>	<b>0.905</b>	<b>0.940</b>	<b>0.951</b>	<b>0.978</b>	<b>0.980</b>

ALTITUD	GENERACION DE DATOS DE PRECIPITACION PARA DIFERENTES ALTI TUDES												
1000.0	20.6	25.3	28.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	58.5
2000.0	51.4	59.6	64.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	184.5
(*) 2400.7	64.3	72.8	77.2	15.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.8	19.5	250.0
3000.0	84.3	92.0	95.0	25.7	5.1	0.0	0.0	0.7	4.0	9.6	13.2	34.8	364.0
3500.0	101.6	107.5	108.5	36.2	9.3	1.5	1.4	3.5	9.8	18.8	25.0	50.8	473.9
4000.0	119.4	122.6	120.7	48.5	14.5	3.7	3.5	7.2	17.2	30.3	39.8	69.8	597.1
(**) 4017.6	120.0	123.1	121.1	48.9	14.7	3.8	3.6	7.3	17.5	30.7	40.4	70.5	601.7
4500.0	137.7	137.2	131.7	62.5	20.7	6.5	6.1	11.7	26.2	44.1	57.6	91.8	733.7

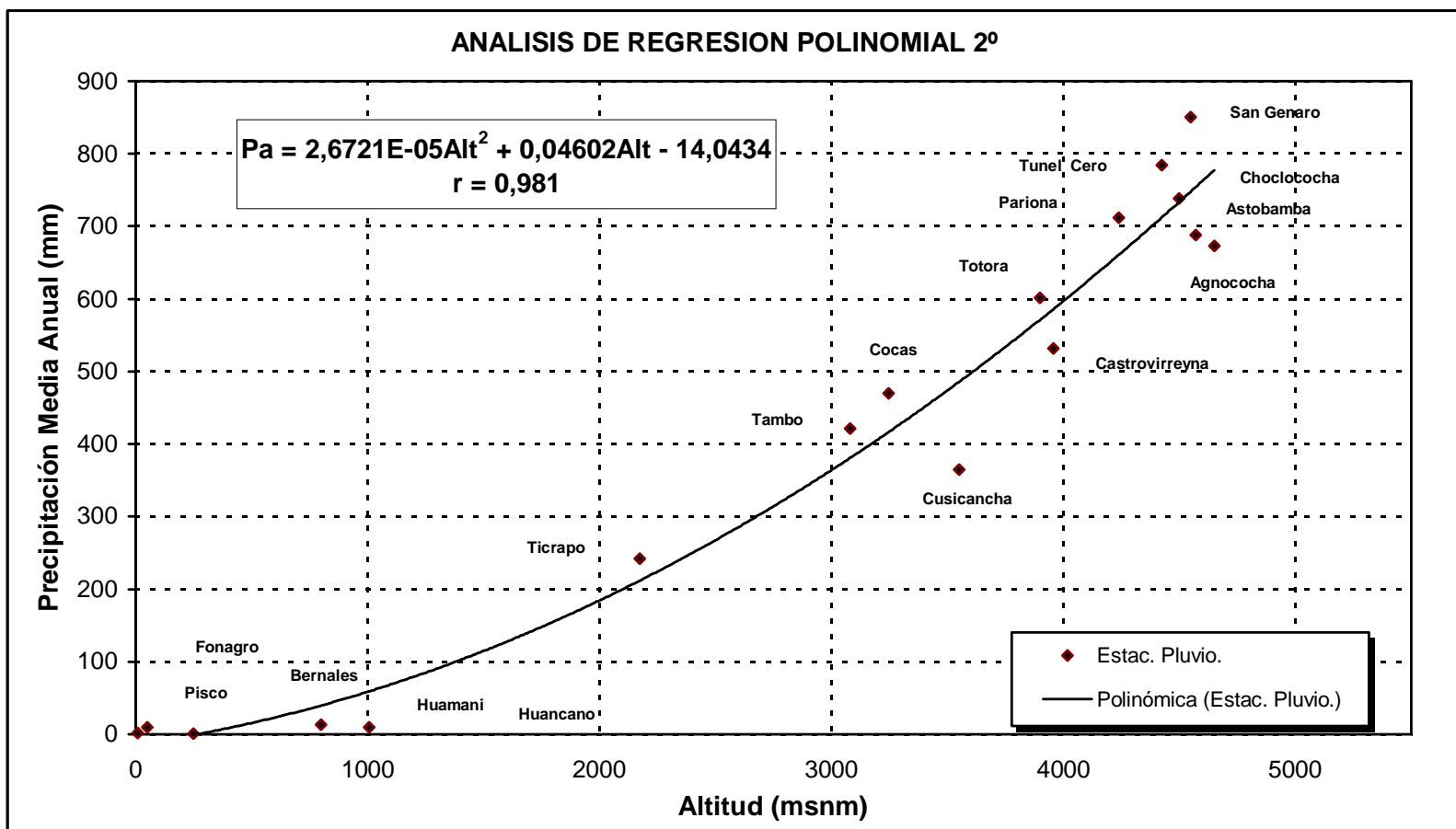
(\*) = Altitud correspondiente a una lámina de lluvia anual de 250 mm (Inicio altitudinal de la cuenca húmeda)

(\*\*) = Altitud media de la cuenca húmeda

GRAFICO Nº 4.10.

CORRELACION PRECIPITACION / ALTITUD - ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PISCO

SERIE HISTORICA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL COMPLETADA Y CONSISTENTE



CUADRO N°4.8.

## ECUACIONES DE REGIONALIZACION DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL (mm)

Información Completa y Consistente - Estaciones Cuenca del río Pisco

SERIE HISTORICA	PARAMETROS DE ECUACION			Coefficiente	PRECIPITACION PARA DIFERENTES ALTI TUDES					
	A	B	C	Correlación	1000	2000	3000	3500	4000	4500
1964	3.6369E-05	-4.3336E-02	19.0086	0.96	12.0	77.8	216.3	312.9	427.6	560.5
1965	4.0471E-05	-3.3370E-02	9.9935	0.92	17.1	105.1	274.1	389.0	524.0	679.4
1966	8.2121E-06	1.3198E-01	-47.0637	0.96	93.1	249.7	422.8	515.5	612.3	713.1
1967	-4.9486E-06	2.2986E-01	-55.8557	0.97	169.1	384.1	589.2	688.0	784.4	878.3
1968	3.7800E-05	-3.1463E-02	6.1147	0.95	12.5	94.4	251.9	359.0	485.1	630.0
1969	1.2746E-05	1.0091E-01	-31.4009	0.96	82.3	221.4	386.0	477.9	576.2	680.8
1970	4.2015E-06	1.6756E-01	-41.7594	0.97	130.0	310.2	498.7	596.2	695.7	797.3
1971	2.0043E-05	7.3945E-02	-28.7660	0.96	65.2	199.3	373.5	475.6	587.7	709.9
1972	-2.5823E-05	3.4055E-01	-92.4316	0.94	222.3	485.4	696.8	783.2	856.6	917.1
1973	1.3677E-05	1.3932E-01	-35.4091	0.86	117.6	297.9	505.6	619.8	740.7	868.5
1974	3.8595E-05	-5.2266E-03	-0.4591	0.98	32.9	143.5	331.2	454.0	596.2	757.6
1975	1.2642E-05	1.1147E-01	-31.6667	0.93	92.4	241.8	416.5	513.3	616.5	725.9
1976	8.5977E-06	1.1848E-01	-33.0226	0.93	94.1	238.3	399.8	487.0	578.4	674.2
1977	2.7542E-05	3.5649E-02	-12.8130	0.97	50.4	168.7	342.0	449.3	570.5	705.3
1978	7.2641E-05	-1.8227E-01	49.1319	0.88	0.0	-24.8	156.1	301.0	482.3	699.9
1979	5.0904E-05	-9.0539E-02	30.6057	0.93	0.0	53.1	217.1	337.3	482.9	654.0
1980	5.4563E-05	-8.6610E-02	21.5776	0.89	0.0	66.6	252.8	386.8	548.1	736.7
1981	3.9531E-05	3.6595E-03	1.6161	0.93	44.8	167.1	368.4	498.7	648.8	818.6
1982	4.4888E-05	-3.7629E-02	4.6348	0.93	11.9	108.9	295.7	422.8	572.3	744.3
1983	3.4408E-05	-3.9364E-02	17.7349	0.83	12.8	76.6	209.3	301.5	410.8	537.4
1984	4.8451E-05	2.6843E-02	-14.7471	0.92	60.5	232.7	501.8	672.7	867.8	1087.2
1985	3.9766E-05	-2.0710E-02	4.4491	0.90	23.5	122.1	300.2	419.1	557.9	716.5
1986	3.2743E-05	4.9706E-02	-1.3716	0.95	81.1	229.0	442.4	573.7	721.3	885.4
1987	5.4119E-05	-1.1178E-01	27.2331	0.97	0.0	20.2	179.0	299.0	446.0	620.2
1988	3.4184E-05	3.5391E-02	-15.8324	0.96	53.7	191.7	398.0	526.8	672.7	835.6
1989	2.5894E-05	6.0025E-02	-26.8567	0.91	59.1	196.8	386.3	500.4	627.5	767.6
1990	2.5699E-05	2.3792E-02	2.8041	0.93	52.3	153.2	305.5	400.9	509.2	630.3
1991	9.7763E-06	6.9312E-02	-19.0755	0.94	60.0	158.7	276.8	343.3	414.6	490.8
1992	2.1832E-05	1.0412E-02	1.4880	0.83	33.7	109.6	229.2	305.4	392.4	490.4
1993	6.2199E-07	1.8935E-01	-55.0737	0.95	134.9	326.1	518.6	615.3	712.3	809.6
1994	7.8877E-06	8.1741E-02	-28.7473	0.92	60.9	166.3	287.5	354.0	424.4	498.8
1995	-5.0492E-06	1.7845E-01	-60.4412	0.90	113.0	276.3	429.5	502.3	572.6	640.3
1996	2.0421E-05	6.7189E-02	-25.0274	0.92	62.6	191.0	360.3	460.3	570.5	690.8
1997	4.3631E-05	-4.5969E-02	11.5988	0.94	9.3	94.2	266.4	385.2	525.8	688.3
1998	1.6044E-05	1.2312E-01	-31.3356	0.94	107.8	279.1	482.4	596.1	717.8	847.6
1999	3.9014E-05	3.2257E-02	-18.9884	0.94	52.3	201.6	428.9	571.8	734.3	916.2
2000	4.4994E-05	1.6148E-02	-4.4084	0.97	56.7	207.9	449.0	603.3	780.1	979.4
2001	2.8028E-05	4.0950E-02	-17.3864	0.97	51.6	176.6	357.7	469.3	594.9	734.5
2002	2.7235E-05	6.3437E-02	-23.9935	0.96	66.7	211.8	411.4	531.7	665.5	813.0

AJUSTE ESTADISTICO DE LA REGRESIÓN : POLINOMIAL 2° GRADO

$$P = A \cdot (\text{Alt})^2 + B \cdot (\text{Alt}) + C$$

#### **4.4. PRECIPITACION AREAL EN LA CUENCA**

La estimación de la Precipitación ponderada sobre la superficie de la cuenca del río Pisco (precipitación areal) es importante, puesto que simula la ocurrencia simultánea de la precipitación sobre la cuenca del río Pisco, además que representa una valiosa información para poder simular el proceso precipitación-escorrentía en la cuenca.

Para su estimación es indispensable contar con información cartográfica de la distribución de la lluvia en la cuenca o mapas de isoyetas, los cuales han sido previamente generados en base a la información de precipitación total consistente y completada de las estaciones de trabajo e información cartográfica digital, empleando herramientas automáticas de generación de curvas isoyetas.

Se ha generado mapas de isoyetas para cada año de la serie cronológica de trabajo 1964 – 2002, así como para el año promedio histórico del mismo periodo, ello, a escala mensual. Por tanto se tiene 40 mapas de isoyetas de precipitación total anual de este periodo (incluyendo el promedio histórico) y 12 mapas de isoyetas total mensual para el promedio histórico respectivo.

Esta información cartográfica está disponible en el anexo **3.5** a escala 1/200000 y anexos **2.1.** y **2.2.** a escala 1/600000.

En los mapas **N°17.1** al **17.12.** se muestra la distribución de isoyetas a nivel mensual para el año promedio histórico, y en el mapa **N°17 – Mapa de Isoyetas Total Anual** (1/400000), se distingue la distribución de la precipitación para el año promedio histórico 1964-2002.

##### **4.4.1. METODOS DE ESTIMACION**

Los cálculos se han desarrollado con la aplicación de tres métodos conocidos: Polígonos de Thiessen, método de las Isoyetas y método Combinado Thiessen Modificado.

##### **POLIGONOS DE THIESSEN**

El método de los polígonos de Thiessen distribuye la precipitación según el área de influencia de cada estación pluviométrica, considerando que al interior de cada una de estas áreas o polígonos la precipitación es constante; por lo que este método es aceptable en zonas no montañosas donde la precipitación no está influenciada por la variación orográfica del ámbito. En la cuenca del río Pisco, según este método, la precipitación se distribuye de acuerdo a diecisiete polígonos, correspondiente al número de estaciones pluviométricas consideradas; los valores de la precipitación promedio para la cuenca y subcuencas resultan menores que los otros dos métodos empleados, tanto para el año promedio histórico (a nivel anual y mensual), como para cada uno de los años de la serie histórica disponible (1964-2002), como se observa en los cuadros **N°4.10.** al **N°4.14.**

##### **ISOYETAS**

El método de las isoyetas efectúa una ponderación entre las curvas de distribución de la precipitación (isoyetas) en la cuenca. Los mapas de isoyetas de la cuenca del río Pisco, a nivel mensual para el año promedio histórico, como para cada año de la serie histórica 1964-2002, se han logrado interpolando los correspondientes datos de precipitación de las estaciones de trabajo. Los valores de precipitación media, obtenidos con este método, son mayores que los obtenidos con el método del polígono de Thiessen, como se puede apreciar en los cuadros antes citados.

#### THIESSEN MODIFICADO

El método Thiessen Modificado o ponderado efectúa una doble ponderación de la precipitación, es decir considera como valor promedio de la precipitación de cada polígono la que resulta empleando el método de isoyetas. En el presente estudio se asume los resultados de este método como los más representativos de la precipitación media en la cuenca.

#### 4.4.2. PRECIPITACION AREAL EN LA CUENCA

Para la determinación de la precipitación areal mensual en la cuenca húmeda del río Pisco 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)

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

$P_{ly}^j$  = Precipitación ponderada (método de Isoyetas) del polígono o estación j.

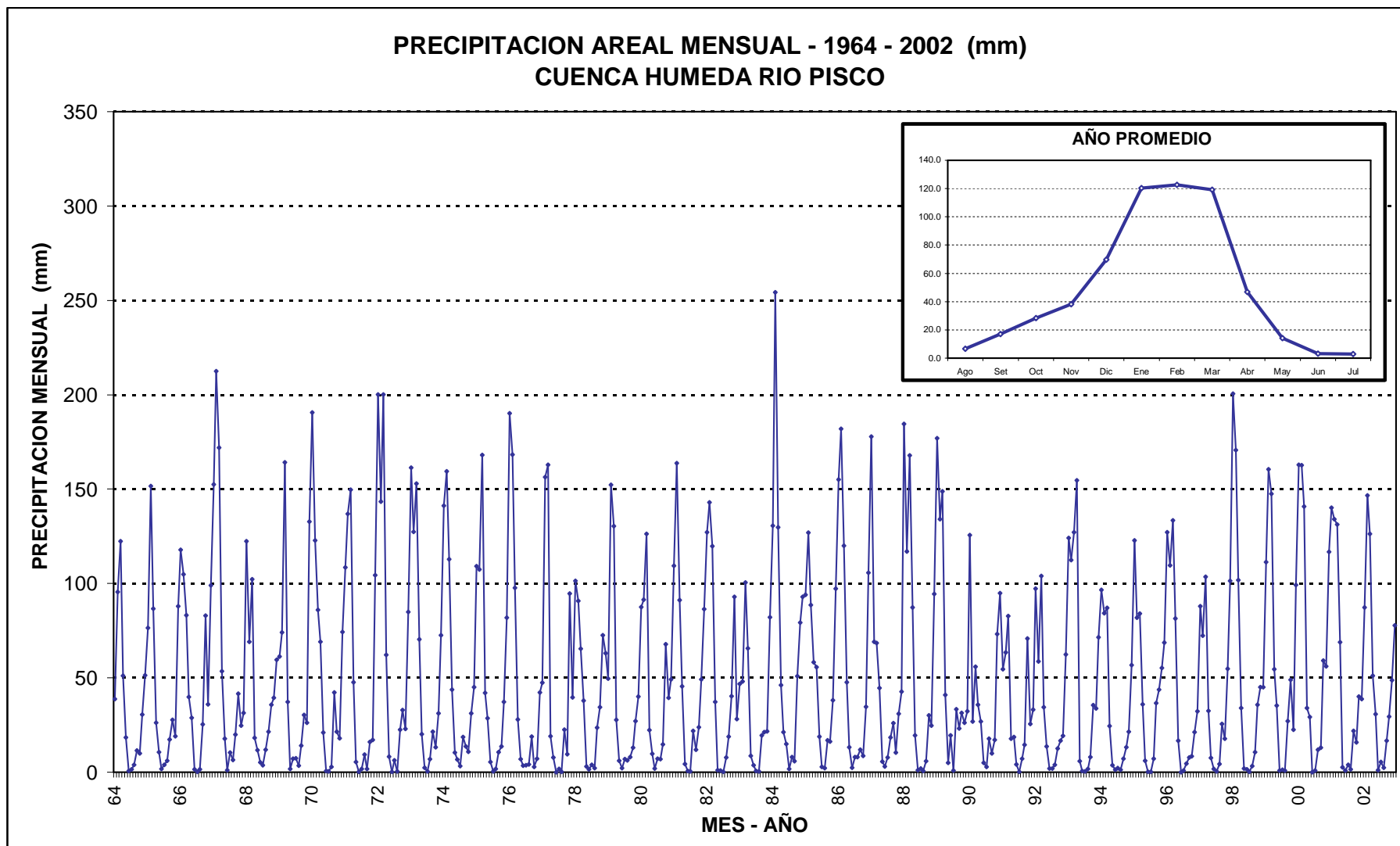
Los resultados obtenidos muestran una adecuada estimación de la precipitación areal en la cuenca húmeda del río Pisco, cuyo valor es de 589.2 mm/año, ver cuadro **Nº4.9.**; así mismo concluimos que la modelación ha sido óptima al ver representados los valores puntuales de las precipitaciones máximas correspondientes a los años 1967, 1972, 1984 y 1998, concordante con los altos caudales registrados, ver el gráfico **Nº4.11.**

De los cálculos efectuados se tiene que la subcuenca Chiris posee una mayor precipitación areal, del orden de 621.1 mm/año; para las otras subcuencas Santuario, Huaytará, media, Veladero y baja del río Pisco la precipitación es 534.7, 489.3, 151.2, 90.0 y 51.1 mm/año respectivamente, mientras que en toda la cuenca la precipitación media es de 353.8 mm/año.

**CUADRO N° 4.9.**  
**PRECIPITACION AREAL TOTAL MENSUAL (mm)**  
**CUENCA HUMEDA DEL RIO PISCO**

<b>Area Cuenca Húmeda :</b>		2780.8 Km <sup>2</sup>		<b>Dpto.</b>		Ica							
<b>Area Cuenca Total :</b>		4434.5 Km <sup>2</sup>		<b>Prov.</b>		Pisco							
<b>Area Cuenca Estac. Letrayoc:</b>		3693.0 Km <sup>2</sup>		<b>Cuenca.</b>		Río Pisco							
<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>TOTAL</b>
1964	38.8	95.6	122.3	51.0	18.5	0.7	1.5	3.9	11.4	9.9	30.4	51.4	435.46
1965	76.4	151.5	86.6	26.23	10.67	1.77	3.92	6.01	17.25	27.65	19.01	87.98	514.92
1966	117.7	104.9	83.2	39.85	28.77	1.47	0.29	1.53	25.44	82.84	36.00	98.89	620.99
1967	152.56	212.50	171.88	53.49	17.69	1.06	10.44	6.56	19.87	41.56	24.72	31.44	743.79
1968	122.41	69.12	102.23	18.23	11.63	5.19	3.73	11.96	21.49	35.80	39.50	59.56	500.85
1969	61.22	73.99	164.07	37.35	1.81	7.05	7.35	3.41	14.10	30.24	26.24	132.69	559.52
1970	190.60	122.74	86.03	69.12	20.92	0.62	0.52	2.73	42.20	21.48	17.95	74.40	649.30
1971	108.60	136.80	149.64	47.56	5.40	0.11	1.83	9.29	1.83	15.97	17.16	104.49	598.67
1972	200.02	143.48	200.16	62.11	8.20	0.18	6.37	0.33	22.43	32.91	22.90	84.80	783.91
1973	161.37	127.32	152.96	70.45	20.04	2.32	0.54	7.01	21.49	13.30	31.11	72.56	680.45
1974	141.15	159.47	112.78	43.78	10.34	6.76	3.15	18.54	13.73	10.79	31.10	44.99	596.58
1975	109.06	107.43	168.08	42.05	28.52	5.48	0.35	1.82	10.64	13.68	37.17	81.93	606.21
1976	190.27	168.22	97.70	28.04	7.00	3.53	3.58	4.11	18.92	2.71	7.06	42.15	573.29
1977	47.37	156.36	162.95	19.12	7.85	0.08	1.82	0.27	22.55	9.56	94.75	39.57	562.26
1978	101.42	90.75	65.31	37.88	3.08	1.59	3.80	2.22	23.58	34.44	72.55	63.03	499.66
1979	49.52	152.22	130.47	27.82	6.16	2.25	6.88	6.33	8.08	13.09	27.01	40.10	469.93
1980	87.59	91.40	126.26	22.40	9.79	2.04	7.06	6.83	14.75	67.74	39.42	49.25	524.52
1981	109.41	163.82	91.27	45.56	4.34	0.62	0.36	21.98	12.01	23.91	49.20	86.47	608.95
1982	127.20	142.91	119.80	37.21	1.15	0.85	0.23	7.86	18.76	40.22	92.92	28.11	617.22
1983	46.88	48.15	100.39	65.58	8.70	3.79	0.69	0.39	19.43	21.14	21.76	82.00	418.87
1984	130.62	254.28	129.73	46.12	21.15	15.02	1.66	7.93	5.81	50.95	79.36	93.02	835.65
1985	94.04	126.84	88.54	58.35	55.60	18.79	2.79	2.19	16.84	16.24	38.15	97.29	615.66
1986	155.02	181.87	120.02	47.73	13.26	2.46	8.09	8.04	11.99	8.65	34.57	105.79	697.50
1987	177.74	69.07	68.46	44.54	5.72	2.98	7.89	18.47	25.95	10.30	31.00	42.74	504.84
1988	184.49	116.93	167.78	87.34	19.40	1.14	1.96	0.58	5.77	30.14	24.65	94.35	734.52
1989	176.86	134.02	148.88	40.86	5.06	19.54	0.90	33.39	23.20	31.42	26.21	32.30	672.62
1990	125.52	26.85	55.92	35.74	26.75	5.06	2.76	17.84	10.06	17.21	73.18	94.83	491.72
1991	54.47	63.47	82.64	17.73	18.71	4.06	0.29	7.23	14.41	70.93	25.52	33.04	392.51
1992	97.28	58.74	103.95	34.36	13.55	1.89	1.92	3.85	12.51	16.63	19.35	62.32	426.36
1993	124.00	112.39	127.08	154.56	5.78	0.71	0.35	1.73	8.09	35.62	33.83	71.41	675.53
1994	96.53	84.27	87.17	24.43	3.62	1.29	2.08	1.41	7.26	13.15	21.51	56.65	399.36
1995	122.86	81.80	84.10	35.91	6.02	0.24	0.32	7.06	36.69	43.80	55.30	68.55	542.65
1996	127.11	109.61	133.33	81.44	16.64	0.03	0.76	4.59	7.90	8.45	21.29	32.29	543.44
1997	88.04	72.39	103.57	32.49	7.53	1.67	0.51	4.30	25.63	17.67	54.90	101.40	510.09
1998	200.56	170.61	101.86	33.97	1.86	1.42	0.22	3.21	10.66	35.68	44.98	45.06	650.09
1999	111.22	160.56	147.51	54.59	35.29	0.89	1.40	0.83	27.03	48.84	22.62	99.24	710.02
2000	162.94	162.59	140.69	34.08	29.23	0.09	0.83	11.96	12.99	59.12	56.04	116.69	787.27
2001	140.08	134.17	131.35	68.85	2.60	0.76	3.94	1.58	21.96	15.83	40.01	38.77	599.89
2002	87.27	146.70	126.22	51.04	30.82	1.00	5.39	2.31	16.72	29.49	48.79	77.85	623.60
<b>Media</b>	120.41	122.72	119.05	46.90	14.08	3.24	2.78	6.71	16.96	28.44	38.19	69.73	589.20
<b>DesvStd</b>	45.31	46.96	33.70	24.51	11.57	4.66	2.73	7.02	8.39	18.94	20.85	27.68	110.80
<b>Min</b>	38.77	26.85	55.92	17.73	1.15	0.03	0.22	0.27	1.83	2.71	7.06	28.11	392.51
<b>Max</b>	200.56	254.28	200.16	154.56	55.60	19.54	10.44	33.39	42.20	82.84	94.75	132.69	835.65

GRAFICO Nº 4.11.





**CUADRO N° 4.10.**  
**PRECIPITACION AREAL SOBRE LA CUENCA DEL RIO PISCO PARA EL AÑO PROMEDIO (mm/año)**  
**AÑOS: 1964 - 1975**

CUENCA	64			65			66		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	6.2	50.0	50.4	1.4	50.0	50.6	0.4	50.0	51.8
MEDIA RIO PISCO	73.8	72.0	106.7	69.4	81.6	119.3	82.4	155.7	174.0
QUEBRADA VELADERO	17.6	76.3	68.0	26.5	61.1	74.2	24.1	68.9	109.2
RIO CHIRIS	425.7	474.9	465.2	524.3	571.7	562.1	635.2	671.2	668.1
RIO HUAYTARA	356.9	364.3	351.9	324.9	418.7	400.5	453.3	527.4	510.5
RIO SANTUARIO	305.9	355.5	357.6	355.3	431.3	425.0	553.7	617.8	600.7
PISCO	226.4	259.1	259.1	249.3	303.1	303.1	326.2	382.1	382.1
HUMEDA	404.0	453.3	432.8	455.3	541.3	511.1	552.1	604.7	598.7
LETRAYOC	286.9	316.5	316.4	317.3	372.6	372.4	415.7	473.3	472.7

CUENCA	67			68			69		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	2.3	50.0	53.7	1.8	50.0	50.3	1.8	50.0	51.4
MEDIA RIO PISCO	162.0	214.8	259.7	43.7	75.2	105.4	94.4	134.2	160.2
QUEBRADA VELADERO	48.0	140.1	165.9	11.5	50.0	67.1	23.1	75.8	98.6
RIO CHIRIS	796.1	833.1	821.9	517.2	556.5	549.2	551.6	569.5	567.6
RIO HUAYTARA	624.1	682.1	660.1	294.2	383.2	371.3	462.4	496.8	482.1
RIO SANTUARIO	752.1	771.8	751.9	397.7	459.7	445.0	557.6	593.5	570.8
PISCO	436.9	484.8	484.8	241.0	293.4	293.4	309.3	344.7	344.7
HUMEDA	685.7	724.9	714.1	467.5	540.1	510.8	529.7	553.4	545.2
LETRAYOC	556.2	604.2	603.2	306.7	360.3	360.2	393.7	425.7	425.3

CUENCA	70			71			72		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	4.1	50.0	52.7	0.7	50.0	51.1	2.7	50.0	54.6
MEDIA RIO PISCO	136.2	178.9	212.4	86.3	127.6	151.8	163.4	280.3	284.3
QUEBRADA VELADERO	39.4	107.3	134.0	24.1	65.8	90.7	47.7	116.4	184.2
RIO CHIRIS	628.1	687.4	685.3	599.1	619.9	617.3	756.0	801.8	808.2
RIO HUAYTARA	589.4	610.2	588.9	464.4	502.9	489.8	779.0	773.9	748.5
RIO SANTUARIO	663.4	703.0	678.0	556.5	599.2	577.3	804.2	863.4	836.0
PISCO	373.6	418.3	418.3	320.2	357.7	357.7	463.7	513.4	513.4
HUMEDA	607.5	642.7	635.2	559.6	592.0	579.3	706.8	755.0	737.7
LETRAYOC	475.0	519.4	518.6	408.0	442.2	441.9	590.3	640.7	639.4

CUENCA	73			74			75		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	4.8	50.0	52.9	1.6	50.0	50.8	1.8	50.0	52.0
MEDIA RIO PISCO	99.4	175.1	211.4	79.9	99.5	136.5	85.3	138.1	175.1
QUEBRADA VELADERO	32.0	86.7	135.0	23.8	62.2	80.3	25.8	82.3	113.2
RIO CHIRIS	781.2	777.5	760.9	622.3	658.1	650.7	614.2	649.9	644.2
RIO HUAYTARA	484.2	608.4	577.2	407.4	487.3	470.3	402.9	518.0	499.5
RIO SANTUARIO	400.3	511.8	520.2	482.7	573.3	557.0	616.1	644.6	616.1
PISCO	356.9	417.9	417.9	305.9	356.9	356.9	318.4	376.0	376.0
HUMEDA	589.9	659.5	636.3	546.6	620.5	595.2	553.1	619.0	595.5
LETRAYOC	453.5	519.0	518.2	389.4	441.2	441.0	405.3	465.5	464.9

**CUADRO N° 4.11.**  
**PRECIPITACION AREAL SOBRE LA CUENCA DEL RIO PISCO PARA EL AÑO PROMEDIO (mm/año)**  
**AÑOS: 1976 - 1987**

CUENCA	76			77			78		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	5.4	50.0	52.0	1.5	50.0	50.8	2.3	50.0	50.0
MEDIA RIO PISCO	87.7	137.3	168.3	96.2	107.1	143.7	36.5	60.6	87.4
QUEBRADA VELADERO	33.9	80.7	111.8	27.0	73.5	84.7	10.7	50.0	55.7
RIO CHIRIS	561.7	582.1	581.1	567.4	600.9	592.0	445.8	510.1	500.4
RIO HUAYTARA	373.0	478.4	464.2	478.2	494.6	476.9	325.3	380.2	359.1
RIO SANTUARIO	622.9	646.1	607.0	432.4	491.8	485.8	193.3	290.5	311.5
PISCO	301.5	350.8	350.8	303.4	337.0	337.0	206.0	260.5	260.5
HUMEDA	521.2	575.7	553.0	525.5	561.9	545.4	426.4	537.9	479.1
LETRAYOC	382.9	433.4	432.8	386.3	415.8	415.6	261.9	318.4	318.4

CUENCA	79			80			81		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	4.4	50.0	50.1	1.0	50.0	50.0	2.7	50.0	51.2
MEDIA RIO PISCO	44.3	63.4	96.1	74.0	77.4	111.1	88.0	109.2	155.8
QUEBRADA VELADERO	14.2	51.4	60.9	21.9	53.4	61.8	32.5	71.4	92.1
RIO CHIRIS	432.9	512.7	508.9	504.7	577.3	562.6	636.6	709.8	690.6
RIO HUAYTARA	259.9	369.0	357.6	442.3	448.6	428.0	443.9	532.4	506.4
RIO SANTUARIO	417.8	483.8	461.7	232.1	348.2	368.3	377.7	463.9	476.1
PISCO	215.8	280.4	280.4	254.7	300.3	300.3	307.5	369.3	369.3
HUMEDA	419.0	527.2	495.5	471.5	549.9	513.2	545.0	636.6	607.3
LETRAYOC	273.8	343.7	343.7	324.4	369.1	369.0	391.2	457.0	456.7

CUENCA	82			83			84		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	1.4	50.0	50.6	0.6	50.0	50.0	0.7	50.0	52.0
MEDIA RIO PISCO	61.8	86.6	122.1	62.1	58.3	97.6	96.4	141.6	194.6
QUEBRADA VELADERO	22.3	53.3	73.7	23.5	50.0	61.3	30.6	76.1	114.3
RIO CHIRIS	590.2	641.3	635.6	474.9	492.4	475.7	865.7	887.8	882.1
RIO HUAYTARA	390.4	475.4	461.1	162.2	301.9	288.4	496.4	692.1	668.3
RIO SANTUARIO	498.3	570.3	546.1	199.9	294.6	296.5	812.8	869.0	823.5
PISCO	293.1	347.4	347.4	185.8	240.4	240.4	424.0	495.6	495.6
HUMEDA	549.3	630.3	598.0	367.9	455.0	414.6	733.8	832.6	798.3
LETRAYOC	373.3	429.0	428.9	236.6	292.7	292.7	540.2	618.0	617.4

CUENCA	85			86			87		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	1.4	50.0	50.8	1.3	50.0	51.9	0.2	50.0	50.0
MEDIA RIO PISCO	58.9	90.8	125.3	131.9	142.5	187.5	37.2	59.6	85.4
QUEBRADA VELADERO	23.4	53.0	77.3	48.0	96.8	113.3	7.1	50.0	55.8
RIO CHIRIS	666.0	661.4	646.2	743.7	764.6	755.9	386.8	437.6	441.3
RIO HUAYTARA	336.5	449.2	426.8	545.9	618.1	593.6	294.7	365.0	354.9
RIO SANTUARIO	263.9	387.9	399.3	514.2	637.6	626.0	412.0	483.3	453.7
PISCO	275.8	328.1	328.1	377.4	426.1	426.1	208.0	259.9	259.9
HUMEDA	525.7	600.3	562.1	635.1	690.0	677.8	438.1	541.2	492.3
LETRAYOC	351.1	404.4	404.2	480.6	529.3	528.8	265.0	317.5	317.5

**CUADRO N° 4.12.**  
**PRECIPITACION AREAL SOBRE LA CUENCA DEL RIO PISCO PARA EL AÑO PROMEDIO (mm/año)**  
**AÑOS: 1988 - 1999**

CUENCA	88			89			90		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.9	50.0	50.5	1.5	50.0	50.7	2.5	50.0	51.0
MEDIA RIO PISCO	105.9	132.9	150.4	101.2	138.8	150.4	62.7	101.0	130.6
QUEBRADA VELADERO	16.9	60.1	78.6	20.0	60.1	81.8	19.3	59.9	82.2
RIO CHIRIS	643.3	647.7	654.3	597.4	625.0	625.2	517.3	563.8	554.0
RIO HUAYTARA	695.3	614.9	600.3	688.3	583.6	565.6	324.5	416.4	397.8
RIO SANTUARIO	572.6	682.9	656.9	411.9	557.0	557.9	349.3	430.3	430.0
PISCO	382.0	396.7	396.7	351.1	371.8	371.8	245.5	303.4	303.4
HUMEDA	690.6	686.5	670.7	626.9	630.2	615.8	450.5	529.3	503.5
LETRAYOC	486.6	491.9	491.7	447.2	460.2	460.0	312.2	372.9	372.7

CUENCA	91			92			93		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	1.0	50.0	50.8	2.1	50.0	50.8	1.3	50.0	52.7
MEDIA RIO PISCO	74.7	99.9	125.2	29.7	80.4	104.7	158.4	187.2	228.3
QUEBRADA VELADERO	22.9	70.2	81.9	14.4	50.0	73.3	43.1	128.9	141.3
RIO CHIRIS	380.3	410.2	407.5	439.4	482.0	462.3	680.3	720.6	711.5
RIO HUAYTARA	309.3	355.2	343.7	169.1	307.4	291.1	661.0	650.9	625.4
RIO SANTUARIO	385.6	426.9	410.0	241.3	249.1	274.5	580.5	642.9	640.5
PISCO	213.4	252.4	252.4	177.4	237.3	237.3	395.2	431.1	431.1
HUMEDA	373.5	419.0	402.7	372.7	467.4	415.0	639.6	658.9	651.2
LETRAYOC	271.7	307.9	307.7	225.6	288.7	288.5	503.3	535.7	535.0

CUENCA	94			95			96		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.5	50.0	50.6	1.1	50.0	52.3	0.5	50.0	51.3
MEDIA RIO PISCO	65.4	109.4	124.5	66.1	172.7	180.2	72.5	120.3	150.1
QUEBRADA VELADERO	10.0	60.6	77.6	23.0	69.8	119.8	21.0	65.7	93.3
RIO CHIRIS	362.1	425.4	418.8	584.6	618.6	610.0	525.4	587.0	579.4
RIO HUAYTARA	416.2	385.6	371.9	423.7	499.7	480.6	434.0	491.1	471.5
RIO SANTUARIO	272.5	323.4	330.7	458.7	494.0	501.7	430.7	486.4	478.1
PISCO	215.5	251.8	251.8	294.8	352.4	352.4	279.5	333.6	333.6
HUMEDA	383.8	415.2	402.1	494.6	548.5	538.3	498.8	563.5	541.7
LETRAYOC	274.5	307.2	307.1	375.4	435.4	434.8	356.1	411.5	411.1

CUENCA	97			98			99		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.8	50.0	50.3	2.1	50.0	52.7	1.7	50.0	50.9
MEDIA RIO PISCO	70.0	73.5	116.6	136.1	160.2	209.5	93.5	130.6	155.1
QUEBRADA VELADERO	26.4	63.5	70.8	48.7	121.4	133.9	15.0	61.7	86.5
RIO CHIRIS	528.1	604.3	591.6	645.7	682.5	679.0	612.7	675.9	681.0
RIO HUAYTARA	320.0	415.9	399.7	528.4	617.3	595.8	603.4	598.8	583.7
RIO SANTUARIO	393.2	465.2	459.4	690.1	727.7	693.5	720.8	737.3	701.2
PISCO	253.3	313.4	313.4	368.9	419.3	419.3	370.0	406.2	406.2
HUMEDA	464.6	565.2	533.6	603.7	654.2	642.6	650.7	678.6	668.0
LETRAYOC	322.6	385.7	385.7	469.7	520.7	520.0	471.2	504.1	503.8

**CUADRO N° 4.13.**  
**PRECIPITACION AREAL SOBRE LA CUENCA DEL RIO PISCO PARA EL AÑO PROMEDIO (mm/año)**  
**AÑOS: 2000 - 2002**

CUENCA	2000			2001			2002			
	Denominación	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO		1.2	50.0	50.9	2.5	50.0	50.6	1.9	50.0	51.2
MEDIA RIO PISCO		129.1	133.5	175.9	99.6	117.3	142.5	96.3	140.7	163.0
QUEBRADA VELADERO		34.7	76.9	94.1	24.3	64.8	79.2	23.9	66.0	94.1
RIO CHIRIS		751.5	800.2	795.7	527.5	574.3	576.5	558.9	627.7	628.1
RIO HUAYTARA		690.5	676.0	657.3	558.5	533.2	519.2	568.7	573.8	557.7
RIO SANTUARIO		693.6	762.8	735.9	546.3	620.4	595.5	590.3	638.4	615.2
PISCO		426.4	457.5	457.5	322.2	352.8	352.8	336.4	380.1	380.1
HUMEDA		729.1	755.5	743.8	563.8	591.8	579.0	583.2	624.1	613.7
LETRAYOC		543.1	569.4	569.2	410.1	436.0	435.9	428.2	470.7	470.4

**AÑO PROMEDIO HISTORICO 1964 - 2002**

CUENCA		AÑO PROMEDIO		
Denominación	Area (Km2)	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	955.4	1.9	50.0	51.1
MEDIA RIO PISCO	669.5	87.5	119.1	151.2
QUEBRADA VELADERO	315.5	25.7	68.2	90.0
RIO CHIRIS	1124.3	581.6	628.6	621.1
RIO HUAYTARA	889.2	450.8	507.2	489.3
RIO SANTUARIO	480.7	481.0	545.1	534.7
PISCO	4434.5	305.4	353.8	353.8
<b>HUMEDA</b>	2780.8	533.1	591.3	<b>573.9</b>
LETRAYOC	3693.0	388.8	437.2	436.9

**CUADRO N° 4.14.**  
**PRECIPITACION AREAL SOBRE LA CUENCA DEL RIO PISCO (mm/mes)**  
**MESES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO 1964 - 2002**

CUENCA	ENERO			FEBRERO			MARZO		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.1	10.0	10.4	0.4	10.0	10.5	0.2	10.0	10.5
MEDIA RIO PISCO	20.9	30.7	36.2	23.6	34.6	39.9	25.0	38.0	41.7
QUEBRADA VELADERO	6.8	17.2	23.2	7.5	20.0	25.9	7.2	20.3	27.1
RIO CHRIS	115.8	124.9	123.9	117.6	123.8	123.2	107.5	118.3	117.4
RIO HUAYTARA	95.2	105.3	101.8	99.5	108.5	105.2	110.7	109.5	105.8
RIO SANTUARIO	108.8	118.1	114.3	115.3	123.4	118.9	110.7	116.1	114.1
PISCO	63.9	73.6	73.6	66.5	75.3	75.3	65.8	73.9	73.9
HUMEDA	111.3	121.4	117.9	113.9	121.1	118.7	109.3	113.7	112.6
LETRAYOC	81.4	91.0	90.9	84.6	93.3	93.1	83.8	91.4	91.2

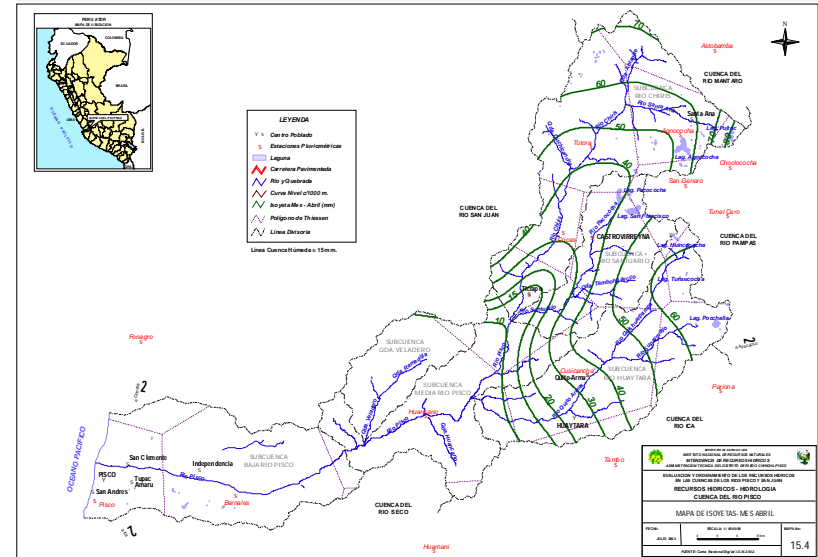
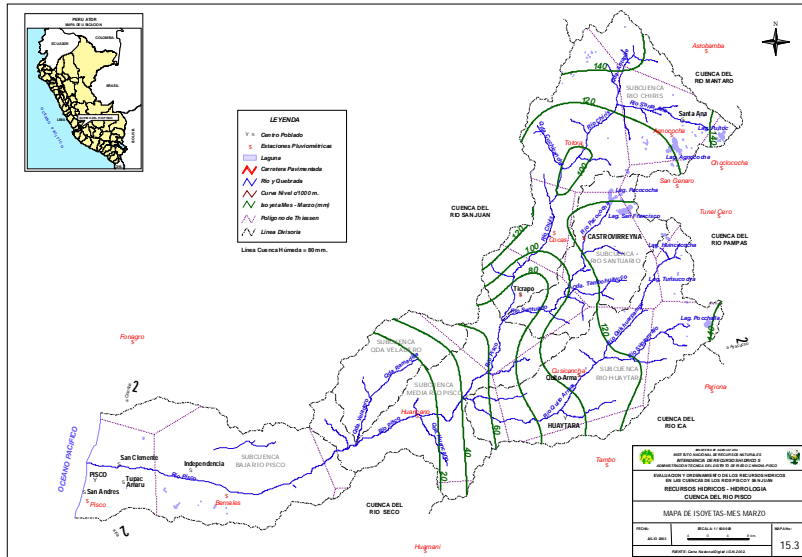
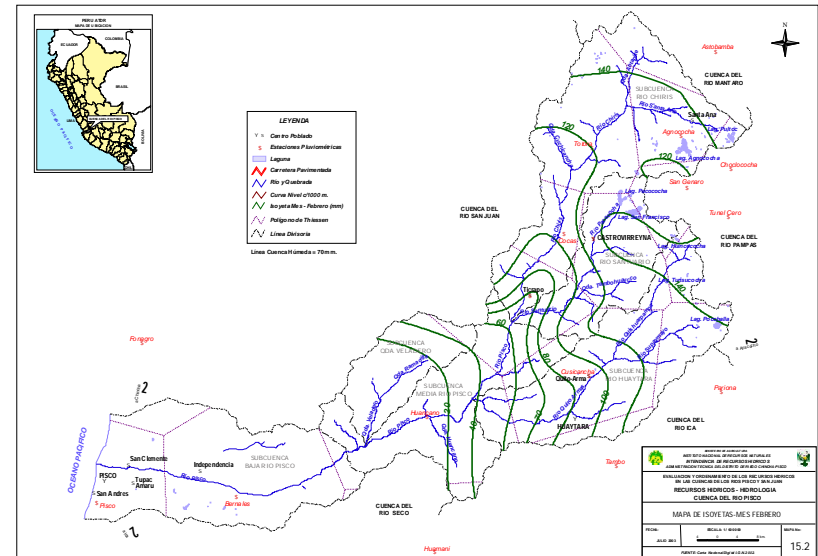
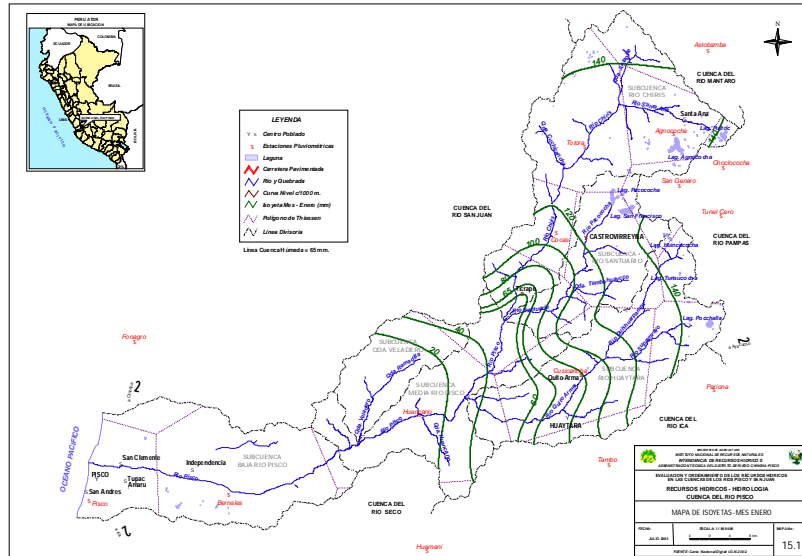
CUENCA	ABRIL			MAYO			JUNIO		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.0	5.0	5.0	0.1	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0
MEDIA RIO PISCO	6.2	8.2	10.6	0.3	1.3	2.2	0.0	1.0	1.1
QUEBRADA VELADERO	1.3	5.1	6.1	0.0	1.0	1.2	0.0	1.0	1.0
RIO CHRIS	43.5	49.4	48.7	16.0	17.3	17.1	4.4	5.1	5.0
RIO HUAYTARA	41.1	41.1	39.9	7.8	11.4	10.9	0.7	2.9	2.7
RIO SANTUARIO	33.6	40.8	40.7	6.5	11.4	11.6	0.9	1.8	2.2
PISCO	23.9	27.9	27.9	6.4	8.4	8.4	1.4	2.5	2.5
HUMEDA	41.9	46.3	45.1	12.2	15.4	14.7	3.6	5.5	4.8
LETRAYOC	30.5	34.2	34.2	8.1	10.4	10.4	1.7	2.9	2.9

CUENCA	JULIO			AGOSTO			SETIEMBRE		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.2	1.0	1.0	0.2	1.0	1.0	0.2	2.5	2.5
MEDIA RIO PISCO	0.0	1.0	1.1	0.1	1.0	1.4	0.6	2.6	3.5
QUEBRADA VELADERO	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.1	2.5	2.6
RIO CHRIS	3.3	3.4	3.4	9.0	9.2	9.1	19.6	20.8	20.8
RIO HUAYTARA	1.1	2.4	2.3	2.3	5.4	5.0	8.1	13.7	13.1
RIO SANTUARIO	1.2	2.2	2.4	1.4	3.4	4.0	9.5	14.5	14.5
PISCO	1.2	2.0	2.0	2.9	4.2	4.2	7.7	10.7	10.7
HUMEDA	3.2	3.9	3.5	6.6	8.7	7.9	15.7	20.0	18.9
LETRAYOC	1.5	2.3	2.3	3.7	5.1	5.1	9.8	13.0	13.0

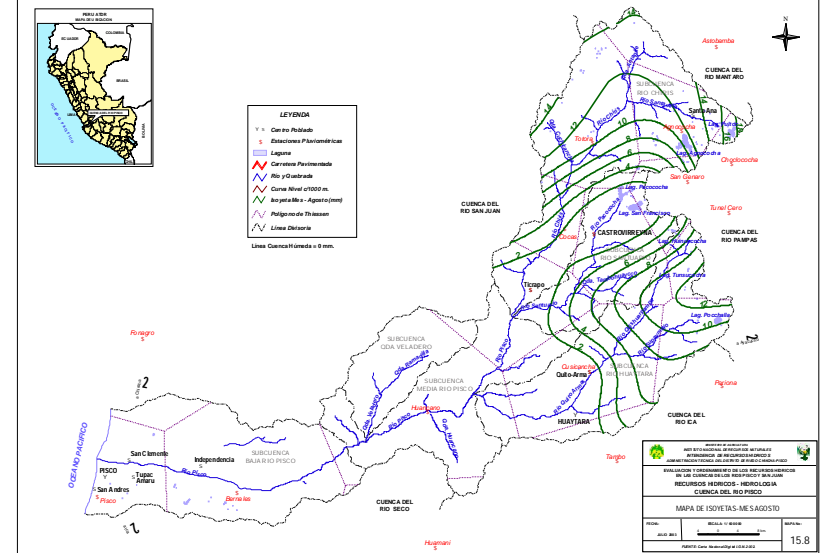
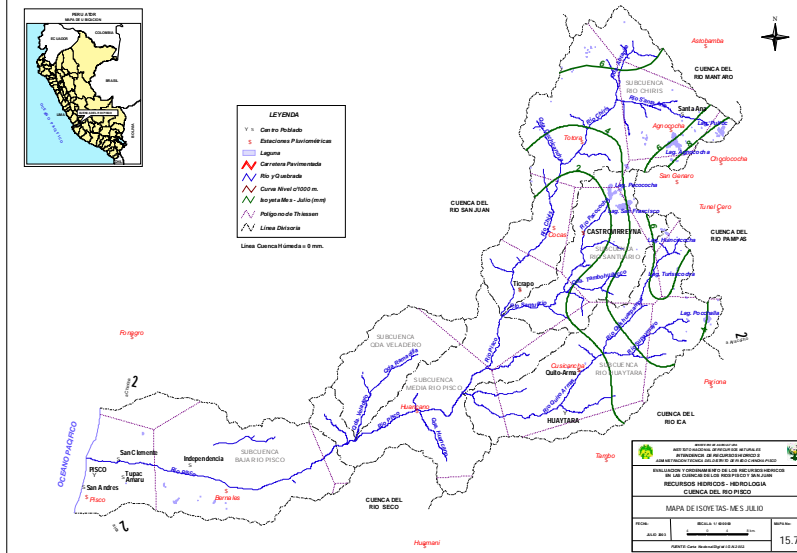
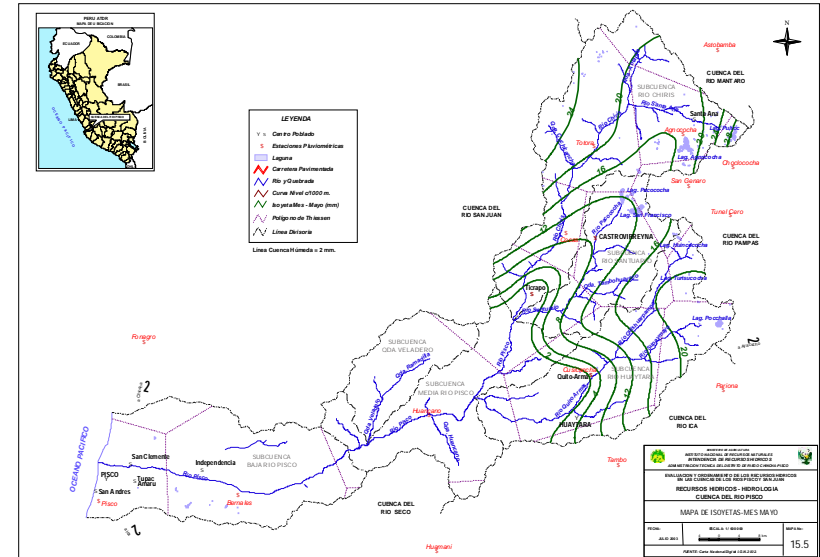
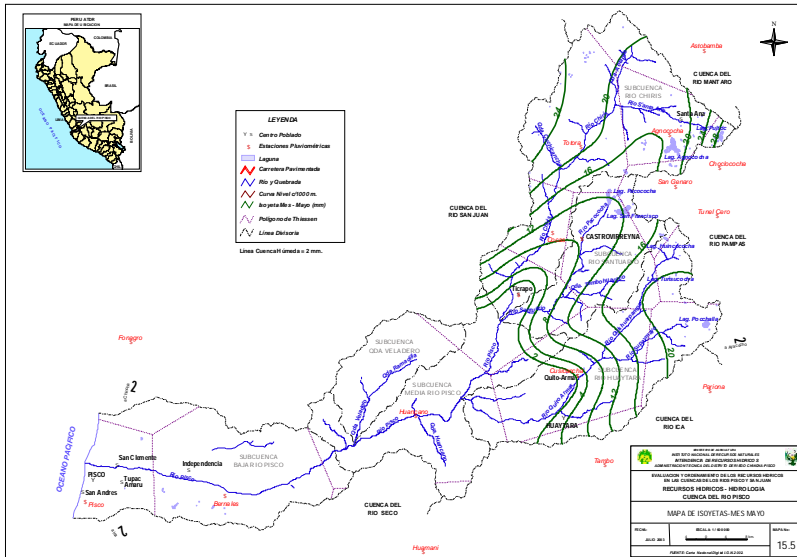
CUENCA	OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif	Thiessen	Isoyetas	Thies-Modif
BAJA RIO PISCO	0.1	1.0	1.0	0.0	1.5	1.5	0.0	5.0	5.1
MEDIA RIO PISCO	1.2	2.7	4.3	2.1	2.4	5.1	2.1	9.4	13.9
QUEBRADA VELADERO	0.5	1.0	2.2	0.4	1.5	2.2	0.4	5.9	7.8
RIO CHRIS	32.4	35.8	35.2	40.8	45.2	44.6	40.8	74.9	74.3
RIO HUAYTARA	14.6	23.4	22.3	23.1	30.8	29.3	23.1	57.0	54.9
RIO SANTUARIO	16.8	24.0	24.2	22.2	32.2	32.2	22.2	66.6	64.1
PISCO	13.2	17.1	17.1	17.7	21.9	21.9	17.7	40.6	40.6
HUMEDA	22.8	29.5	28.0	32.1	39.5	37.9	32.3	70.4	67.6
LETRAYOC	16.8	21.5	21.5	22.6	27.5	27.5	22.6	50.3	50.3

MAPA - 17  
ISOYETAS TOTAL ANUAL – AÑO PROMEDIO  
'64-'00

## MAPAS DE ISOYETAS MENSUALES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO 1964 – 2002 : ENERO - ABRIL



## MAPAS DE ISOYETAS MENSUALES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO 1964 – 2002 : MAYO - AGOSTO





## MAPAS DE ISOYETAS MENSUALES DEL AÑO PROMEDIO HISTORICO 1964 – 2002 : SETIEMBRE - DICIEMBRE

