



1.- ASPECTOS GENERALES

1.1.- Justificación

Las características actuales del incremento no planificado del uso de los recursos hídricos en la cuenca del río Chili (ámbito de la ATDR-Chili), así como el carácter irregular de la disponibilidad del agua en el tiempo, ponen de manifiesto el riesgo de un desequilibrio desfavorable entre la oferta y la demanda del recurso hídrico en la cuenca del río Chili.

La optimización de la gestión integral en torno al adecuado uso del agua en la cuenca del río Chili, requiere contar con metodologías y estrategias en forma concertada con sus organizaciones de riego que permitan ejecutar y conducir de la forma más eficiente el presente estudio.

1.2.- Objetivos

Mejorar la gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca del río Chili.

1.3.- Metodología

En el presente estudio se viene implementado una “metodología participativa” con los diferentes agentes relacionados al uso y manejo de los recursos hídricos en la cuenca del río Chili : Comité Multisectorial, Ministerio de Agricultura (a través de la Dirección General de Aguas del INRENA y la ATDR-Chili), AUTODEMA, EGASA, SEDAPAR, CERRO VERDE, Directivos y Usuarios de organizaciones de riego y Gerentes Técnicos.

1.4.- Información Básica

La información básica o descriptiva que compone buena parte del Informe, proviene de los estudios anteriores siguientes (Referencias N° 1 a 4) :

- .* *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Cuenca Quilca – Chili*, Informe Principal y Anexos, Ministerio de Agricultura, Oficina Nacional de Recursos Naturales (MINAG, ONERN), 1972.
- .* *Ordenamiento del Sistema de Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Quilca – Chili*, Informe Principal y Anexos, Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Dirección General de Aguas y Suelos (MINAG, INRENA, DGAS), 1997.
- .* *Base Hidrometeorológica Diaria del Sistema Regulado Chili*, 7 volúmenes, Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Dirección General de Aguas y Suelos, Administración Técnica del Distrito de Riego Chili (MINAG, INRENA, DGAS, ATDR Chili), 1998.
- .* *Diagnóstico de Gestión de la Oferta de Agua de la Cuenca Quilca – Chili*, Informe Principal y Anexos, Ministerio de la Presidencia, Instituto Nacional de Desarrollo, Autoridad Autónoma de Majes (MIPRE, INADE, AUTODEMA), 2001.



2.- CARACTERIZACION GENERAL DE LA CUENCA

2.1.- Descripción general

Se define en el presente estudio como “cuenca del río Chili”, a la cuenca de gestión o ámbito de la Administración Técnica del Distrito de Riego Chili, y que hidrográficamente tiene como contexto a la cuenca del río Quilca – Chili, sin considerar a la subcuenca del río Sihuas, e incluyendo el sector de derivación Alto Colca, mediante el cual se afianza hídricamente al Chili.

La cuenca del río Quilca – Chili está conformada por 7 subcuencas : (1) subcuenca del río Chili (también denominado Sistema Regulado); (2) subcuenca oriental o del río Tingo Grande, o Chili No Regulado (conformada a su vez por las subcuencas de los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba); (3) subcuenca de la Laguna de Salinas; (4) subcuenca del río Yura; (5) subcuenca del río Vitor (valle de Vitor); (6) subcuenca del río Siguas; y (7) subcuenca del río Quilca (valle de Quilca). El área de la cuenca Quilca – Chili, desde sus nacientes hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, y sin considerar la subcuenca del río Siguas, es de aproximadamente 12 542 km².

Para los fines de presente estudio hidrológico, la cuenca del río Chili estaría conformada por 10 subcuencas : (1) Chili Alta, (2) Chili Media, (3) Chili Baja, (4) El Frayle, (5) Vitor, (6) Yura, (7) Las Salinas, (8) Andamayo, (9) Yarabamba, y (10) Mollebaya.

El Gráfico N° 2,1 y el Plano HI – 001, permiten visualizar de manera genérica y con detalle a la cuenca del río Chili.

2.2.- Ubicación y Accesibilidad

La cuenca del río Chili, se ubica políticamente – y mayoritariamente - en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, Caylloma y Camaná; algunos sectores de la subcuencas Las Salinas, Andamayo, Yarabamba y Mollebaya, se ubican en el departamento de Moquegua, provincia Sánchez Cerro, y una pequeña área de la cuenca del embalse El Pañe se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Espinar, y un tramo del canal Pañe – Sumbay, se localiza en el departamento de Puno, provincia de Lampa.

Referencialmente, la cuenca Quilca – Chili se encuentra comprendida entre las coordenadas geográficas : 15°37' y 16°47' de latitud Sur, y 70°49' y 72°26' de longitud Oeste, variando altitudinalmente entre los 0 y 6 056 m.s.n.m.

El área de ubicación de la infraestructura hidráulica mayor del Chili Regulado, se encuentra al nor – este de la ciudad de Arequipa, comprendida entre las coordenadas : 15°20' y 16°20' de latitud Sur, y 71°00' y 71°30' de longitud Oeste.

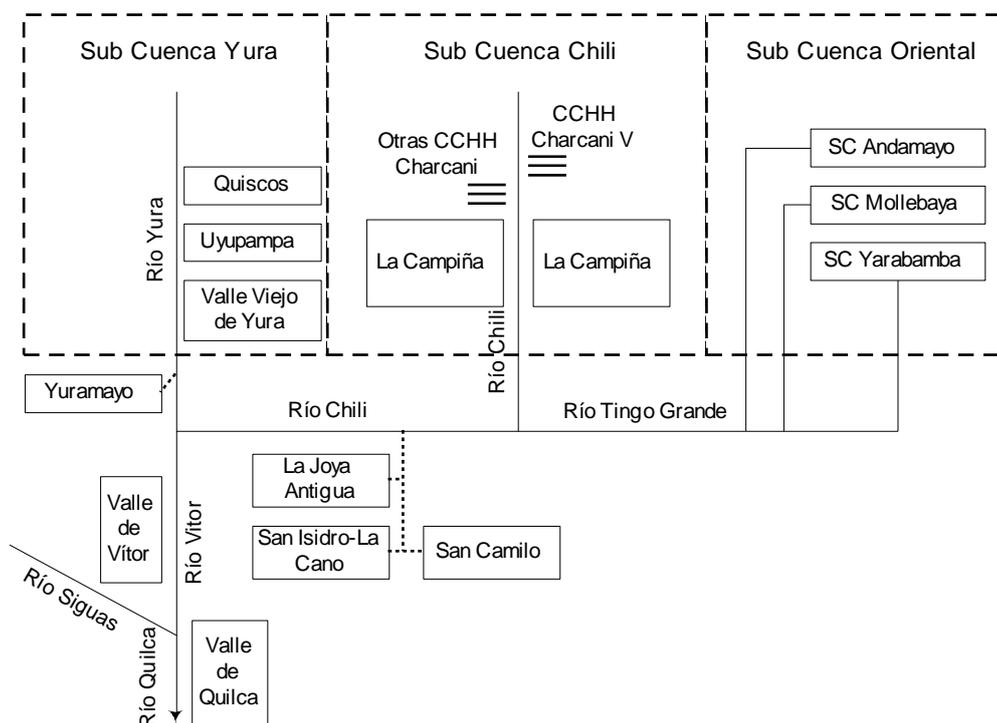
Teniendo como referencia de ubicación para la cuenca del río Chili a la ciudad de Arequipa, es posible acceder desde Lima, capital de la República, por vía terrestre a través de la Carretera Panamericana Sur, y distante 1 120 km (14 horas de viaje en promedio); por vía aérea se dispone de vuelos comerciales diarios de una hora de duración (Aeropuertos Internacionales Jorge Chávez y Rodríguez Ballón); finalmente, por vía



marítima, se accede a la zona mediante los puertos de Ilo y Matarani, enlazados a la ciudad de Arequipa mediante la Carretera Panamericana Sur, y distantes 500 y 130 km, respectivamente.

GRAFICO N° 2,1

**LA CUENCA DEL RIO CHILI
(FUENTE : INADE)**



2.3.- Aspectos Socio – económicos

Los aspectos socio – económicos para la cuenca del río Chili, son tratados a nivel regional o departamental; en tal sentido, Arequipa, ubicada en la zona sur occidental del Perú, ocupa una superficie de 63 346 km² (el 4,9% del territorio nacional), y se encuentra comprendida en las regiones naturales de Costa y Sierra, presentando un variado aspecto físico por su irregular topografía, la cual tiene como factor determinante a la cordillera Occidental de los Andes.

La población de Arequipa (Censo de 1993), al 2000 era de 1 072 958 habitantes (50,4% mujeres, y 49,6% hombres), correspondiéndole una densidad poblacional de 16,94 habitantes por km² (14,82 a 1993); la provincia de Arequipa es la que concentra el mayor porcentaje de población, abarcando el 75,4% de la población regional. La cuenca Quilca – Chili al 2000 representa poblacionalmente el 75,6% de Arequipa.



Al año 2000, la composición poblacional y rural en Arequipa era de 86,6% y 13,4%, respectivamente, similar proporción se aprecia en la cuenca Quilca – Chili.

2.4.- Aprovechamiento de los recursos hídricos en la cuenca del río Chili

El INADE, en el Diagnóstico de la Gestión del Agua en la Cuenca del Río Chili, 2001 (Referencia Bibliográfica N° 4), refiere que, en la cuenca Quilca-Chili aparecen sectores de servicios y productivos asociados con la disponibilidad del recurso hídrico; así se tiene, como primera prioridad, la satisfacción de las necesidades del uso poblacional de la ciudad de Arequipa y de otros pequeños núcleos rurales; luego las necesidades de la agricultura concentradas en La Campiña de Arequipa y las irrigaciones de La Joya, en la sub cuenca Oriental (Andamayo, Mollebaya, Yarabamba), y en los Valles de Yura, Vítor y Quilca; y luego las necesidades de los otros usos tales como la producción de energía en el Sistema Hidroeléctrico de Charcani, el desarrollo y expansión de la mina de Cerro Verde, y los usos industriales.

El servicio de agua potable en Arequipa presta atención a los 650,000 habitantes de la ciudad (al 2000). Este servicio es proporcionado por la Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa, SEDAPAR. El recurso hídrico tiene origen en dos fuentes: una que proviene del caudal regulado en el río Chili y otra del manantial La Bedoya, ubicado en el distrito de Chiguata, y que pertenece a la cuenca del río Andamayo. Actualmente, la población es abastecida desde el río Chili con 1 500 l/s, desde el manantial La Bedoya con 200 l/s y otras pequeñas fuentes. Salvo el pueblo de La Joya (estación Vítor), ningún otro núcleo rural es abastecido con aguas tratadas para consumo humano.

Aparte de los problemas de enfrentar un rápido crecimiento de la demanda doméstica por el incremento poblacional, este uso enfrenta el problema del tratamiento deficiente e insuficiente de las aguas servidas domésticas, y el casi nulo tratamiento de las aguas servidas industriales.

La agricultura de La Campiña y de las irrigaciones de La Joya, con 7 585 ha y 9 145 ha respectivamente, se sirve del Sistema Regulado Chili (embalses Aguada Blanca y El Fraile sobre la sub cuenca Chili), embalses El Pañe y Dique de Los Españoles sobre la sub cuenca del Alto Colca, perteneciente a la cuenca Camaná-Majes-Colca; y el canal Pañe-Sumbay, de derivación-trasvase.

En la sub cuenca Oriental, las áreas de riego de las pequeñas sub cuencas Andamayo, Mollebaya y Yarabamba, si bien tienen escasos recursos superficiales en los ríos del mismo nombre, el abastecimiento fundamental es de fuentes subterráneas (manantiales y algunos pozos), casi todos de régimen permanente y que suman 75,42 MMC anuales, que sirven al regadío de 5 870 ha.

En la sub cuenca Yura la agricultura se desarrolla en el Valle Viejo con 367 ha, y en las irrigaciones de Quiscos-Uyupampa y Yuramayo, con 567 ha y 1 200 ha respectivamente; el abastecimiento proviene de recursos hídricos superficiales del río Yura, sin regulación, y en mucha menor proporción de agua subterránea.

El valle de Vítor, con 2 117 ha bajo riego, aprovecha sobrantes de agua dulce del río Yura y en mayor proporción de las filtraciones del riego de las irrigaciones de La Joya.



El valle de Quilca, ubicado en la desembocadura al mar, tiene bajo riego 314 ha y emplea sobrantes superficiales de los ríos Quilca y Siguas. Estos dos últimos valles, y con más agudeza el de Quilca, representan ejemplos de degradación de suelos derivados del uso de aguas salinas producidas por las nuevas irrigaciones.

En la agricultura de la cuenca puede distinguirse claramente las áreas tradicionales y las áreas de irrigaciones.

Las áreas tradicionales se encuentran en gran parte de La Campiña de Arequipa, y en toda la sub cuenca Oriental, el Valle Viejo de Yura y los valles de Vítor y Quilca. Se trata de una agricultura asentada desde la colonia, y aún antes, que se caracteriza por la predominancia del minifundio y con patrones de conducta agrícola conservadores.

Las áreas de irrigaciones están constituidas por las irrigaciones del Alto y Bajo Cural en La Campiña, las irrigaciones de La Joya (Vieja y Nueva), y las irrigaciones de Quiscos-Uyupampa y Yuramayo. Salvo la irrigación La Joya Antigua, que está asentada desde los finales de la década de los años 30, el resto de las irrigaciones se ha asentado desde comienzos de los 70 hasta mediados de los 80.

Si bien en las áreas tradicionales los pequeños fundos son menores en tamaño a los existentes en las áreas de irrigaciones, hay una mayor dispersión en el tamaño de la propiedad. El tamaño medio del predio regado en el área tradicional es mucho menor que en el área de las irrigaciones, y, en algunos casos, como en la sub cuenca oriental y el Valle Viejo de Yura, llega a ser microfundio (0,33 y 0,46 ha respectivamente).

En toda la cuenca la superficie bajo riego es de 27 156 ha, con 27 945 predios, que corresponden a 16 344 usuarios o propietarios, con un tamaño medio del predio regado de 0,97 ha, y un tamaño medio de la propiedad regada de 1,66 ha.

El sistema hidroeléctrico Charcani, está ubicado sobre el río Chili, inmediatamente aguas abajo del embalse Aguada Blanca y antes de la primera toma para fines agrícolas y poblacionales (Canal Zamácola de La Campiña). Este sistema es actualmente operado por la Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa (EGASA). Consta de un conjunto de 6 hidroeléctricas, de diversas capacidades y distintos años de operación, entre las cuales la más importante es la central hidroeléctrica de Charcani V, puesta en operación en noviembre de 1988. La potencia real total instalada alcanza a 163,46 MW, de los cuales 135 MW corresponden a Charcani V. Debido a esta particularidad, es obvio que la producción hidroeléctrica del Sistema Charcani depende del caudal regulado en el embalse terminal del sistema que es Aguada Blanca. La política de descargas es fijada por el marco de la Ley General de Aguas vigente. Esto significa que se debe respetar las prioridades establecidas, en las cuales la producción de hidroelectricidad es la tercera. Teniendo esta restricción, es que la producción de energía hidroeléctrica está claramente asociada a como se satisface la demanda poblacional y agrícola.

Los usos mineros están representados por la Mina Cerro Verde, de propiedad de Cyprus Cooper Company. Actualmente tienen una licencia de 100 l/s, pero los planes futuros de procesamiento del mineral por flotación y lixiviación los debe llevar a demandas del orden de 500 l/s, y en una segunda etapa, cuando las operaciones se dupliquen, a demandas del orden 1,0 m³/s o más, según su desarrollo y expansión. Es importante anotar, que las aguas residuales de estos procesos industriales son inutilizables para cualquier otro uso.



Los usos industriales están concentrados en el ámbito urbano de Arequipa. Algunas pequeñas industrias ubicadas en la ciudad, se abastecen del sistema de agua potable, y las industrias mayores, tales como gaseosas o cerveza, cuentan con la explotación de pozos de agua subterránea. Las pequeñas industrias de la ciudad (curtiembres), según los planes urbanos, deben ser reubicados en el Parque Industrial de Río Seco, para lo cual se tiene una licencia de 50 l/s. Este uso es una de las fuentes principales de contaminación y de deterioro de la calidad de agua para fines poblacionales y de riego.

2.5.- Climatología

2.5.1.- Generalidades

La descripción general de los principales parámetros meteorológicos, sirve de base para la caracterización climática de la cuenca del río Chili; la temperatura, evaporación y precipitación son tratados con mayor amplitud en los ítems 3 y 4, respectivamente.

2.5.2.- Análisis de los parámetros meteorológicos

El análisis de los principales parámetros meteorológicos (de la Referencia N° 4), tiene sustento en los reportes de un primer grupo de ocho estaciones climatológicas : La Pampilla, Characato, La Joya, Majes, Aguada Blanca, El Fraile, Imata y El Pañe; de manera particular, el análisis de la precipitación fue efectuado en base a los registros de un segundo grupo de 60 estaciones, tanto de la cuenca Chili o Quilca – Chili y del entorno regional (cuencas de los ríos Tambo, Coata y Apurímac). Las características generales (tipo de estación, hidrografía, ubicación política y geográfica y entidad operante) de estos dos grupos se presenta en los Cuadros N° 2,1 y 2,2, respectivamente.

CUADRO N° 2,1
CUENCA DEL RIO CHILI
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS

ESTACION	TIPO	CUENCA	UBICACIÓN			ALTITUD (m.s.n.m.)	ENTIDAD	
			POLITICA	GEOGRAFICA				
			Dpto/Prov	Latitud S	Longitud W			
1.-	Characato	CP	Chili	Arequipa Arequipa	16°27'	71°29'	2 451	Inst. Geof. UNAS
2.-	La Pampilla	MAP	Chili	Arequipa Arequipa	16°24'	71°30'	2 370	Senamhi
3.-	La Joya	MAP	Chili	Arequipa Arequipa	16°44'	71°52'	1 255	Senamhi
4.-	Camaná	CLI	Camaná	Arequipa Camaná	13°03'	72°44'	40	Senamhi

FUENTE : Cuadro N° 2,3,1, INADE (Referencia Bibliográfica N° 4)



CUADRO N° 2,2
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN EMPLEADAS - HOJA 1/3

Orden	Nombre	Tipo	Sistema Hidrográfico	Cuenca	Ubicación		Coordenadas		Altitud (msnm)	Entidad
					Dpto.	Prov.	Lat S.	Long. O		
1	Imata	CO	Pacífico	Chili	Arequipa	Caylloma	15°50'	71°05'	4,495	Senamhi
2	Pillones	PLU	Pacífico	Chili	Arequipa	Caylloma	15°59'	71°13'	4,200	Senamhi
3	Sumbay	PLU	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	15°59'	71°22'	4,150	Senamhi
4	El Frayle	CO	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°09'	71°11'	4,015	Senamhi
5	Aguada Blanca	CO	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°15'	71°20'	3,725	Senamhi
6	Chihuata	PLU	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°24.5'	71°24.7'	2,964	Senamhi
7	La Pampilla	CP	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°23.8'	71°31.3'	2,410	Senamhi
8	Corpac	S	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°21'	71°34'	2,525	Corpac
9	Characato	CP	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°28'	71°29'	2,451	I.G. UNSA
10	Socabaya	PLU	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°27.8'	71°31.5'	2,335	Senamhi
11	Vítor	CO	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°25'	71°49'	1,552	FAP
12	La Joya	MAP	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°44'	71°52'	1,255	Senamhi
13	Las Salinas	PLU	Cerrado	Las Salinas	Arequipa	Arequipa	16°18'	71°08'	4,326	Senamhi
14	Pampa de Arrieros	PLU	Pacífico	Yura	Arequipa	Arequipa	16°04'	71°35'	3,741	Senamhi
15	Huanca	PLU	Pacífico	Siguas	Arequipa	Arequipa	16°01.5'	71°52.6'	3,080	Senamhi
16	Crucero Alto	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Carabaya	15°46'	70°55'	4,400	Senamhi
17	Morocaque	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°37'	71°03'	4,450	Senamhi
18	El Pañe	CO	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°25'	71°04'	4,524	Senamhi
19	Condorama	CO	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°23'	71°06'	4,250	Senamhi
20	Porpera	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°21'	71°19'	4,000	Senamhi



CUADRO N° 2,2
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN EMPLEADAS - HOJA 2/3

Orden	Nombre	Tipo	Sistema Hidrográfico	Cuenca	Ubicación		Coordenadas		Altitud (msnm)	Entidad
					Dpto.	Prov.	Lat S.	Long. O		
21	Huinco	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°16'	71°27'	4,000	Senamhi
22	Tisco	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°21'	71°27'	4,188	Senamhi
23	Sibayo	CO	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°29'	71°27'	3,847	Senamhi
24	Callalli	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°30'	71°27'	3,840	Senamhi
25	Pulpera	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°37'	71°25'	4,042	Senamhi
26	Chivay	CO	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°38'	71°36'	3,651	Senamhi
27	Yanque	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°39'	71°39'	3,417	Senamhi
28	Madrigal	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°36'	71°48'	3,262	Senamhi
29	Cabanaconde	CO	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°37'	71°59'	3,230	Senamhi
30	Calera	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°16'	72°00'	4,450	Senamhi
31	Huambo	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°44'	72°06'	3,352	Senamhi
32	Choco	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Castilla	15°34'	72°04'	2,370	Senamhi
33	Pulhuay	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	La Unión	15°05'	72°26'	4,600	Senamhi
34	Orcopampa	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Castilla	15°16'	72°21'	3,779	Senamhi
35	Chachas	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Castilla	15°30'	72°16'	3,150	Senamhi
36	Andagua	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Castilla	15°30'	72°21'	3,587	Senamhi
37	Ayo	PLU	Pacífico	Colca	Arequipa	Castilla	15°41'	72°16'	1,965	Senamhi
38	Visuyo	PLU	Atlántico	Angostura	Arequipa	Caylloma	15°24'	71°44'	4,630	Senamhi
39	Angostura	CO	Atlántico	Angostura	Arequipa	Caylloma	15°11'	71°39'	4,155	Senamhi
40	Caylloma	PLU	Atlántico	Angostura	Arequipa	Caylloma	15°11'	71°46'	4,320	Senamhi



CUADRO N° 2,2
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN EMPLEADAS - HOJA 3/3

Orden	Nombre	Tipo	Sistema Hidrográfico	Cuenca	Ubicación		Coordenadas		Altitud (msnm)	Entidad
					Dpto.	Prov.	Lat S.	Long. O		
41	Pusa Pusa	PLU	Atlántico	Angostura	Arequipa	Caylloma	15°14'	71°39'	4,190	Senamhi
42	Yanacancha	PLU	Atlántico	Angostura	Arequipa	Caylloma	15°17'	71°44'	4,405	Senamhi
43	Hda. Aticata	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°29'	70°58'	4,350	Senamhi
44	Hda. Orduña	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°26'	70°52'	4,700	Senamhi
45	Hda. Colini	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°39'	70°53'	4,380	Senamhi
46	Lagunillas	CO	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°46'	70°40'	4,200	Senamhi
47	Jarpaña	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°31'	70°47'	4,300	Senamhi
48	Pampa Huta	CO	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°29'	70°41'	4,350	Senamhi
49	Quillisani	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°22'	70°46'	4,850	Senamhi
50	Paratía	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°27'	70°36'	4,400	Senamhi
51	Santa Lucía	PLU	L. Titicaca	Coata	Puno	Lampa	15°42'	70°36'	4,025	Senamhi
52	Hda. Tordoya	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sanchez Cerro	15°57'	70°47'	4,261	Senamhi
53	Ichuña	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sanchez Cerro	16°06'	70°32'	3,756	Senamhi
54	Pachas	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sanchez Cerro	16°28'	70°43'	3,328	Senamhi
55	Ubinas	CO	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sanchez Cerro	16°23'	70°51'	3,370	Senamhi
56	Calacoa	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sánchez Cerro	16°44'	70°41'	3,576	Senamhi
57	Coalaque	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sánchez Cerro	16°39'	71°01'	2,283	Senamhi
58	Puquina	CO	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sánchez Cerro	16°37'	71°01'	3,084	Senamhi
59	Omate	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sanchez Cerro	16°41'	70°58'	2,185	Senamhi
60	Quinistaquillas	PLU	Pacífico	Tambo	Moquegua	Sanchez Cerro	16°45'	70°53'	1,765	Senamhi

FUENTE : Cuadro N° 2,11,1, INADE (Referencia Bibliográfica N° 4)



A.- Temperatura

En las estaciones ubicadas en zonas de puna, sobre los 4 500 y 4 400 m.s.n.m., como Pañe e Imata, la temperatura media mensual fluctúa entre 6 °C para los meses lluviosos de diciembre a marzo, y -1 °C para los meses de estiaje, cuando la nubosidad es menor. La vegetación existente es típica de la zona de Puna, y está formada por pasto y arbustos de altura, como el Ichu y la Queñua.

En las estaciones ubicadas en altitudes alrededor de 2 500 m.s.n.m., como Arequipa, las fluctuaciones de la temperatura mensual son menores, desde 14,6 °C en agosto hasta 17,7 °C en diciembre, con una media anual de 16,3 °C y una variación de 3,1 °C. En la ciudad de Arequipa las variaciones en casos extremos fluctúan entre 29 °C (máximo absoluto) y 4 °C (mínimo absoluto); como consecuencia de esta climatología la región se presenta árida.

En las pampas de La Joya la temperatura media anual es de 18,4 °C, con una máxima mensual de 20,5 °C en febrero y una mínima de 16,7 °C en julio, registrándose una pequeña variación media de sólo 3,8 °C durante el año.

En las pampas de Majes la temperatura media anual 18,7 °C, con una máxima mensual 20,1 °C en febrero, y una mínima mensual 17,1 °C en julio, y una variación de 3,0 °C; lo que significa prácticamente el mismo régimen de temperatura. Las condiciones climáticas de esta zona, por sus características uniformes a lo largo del año, le brindan ventajas naturales extraordinarias para la producción de una amplia variedad de cultivos que se pueden sembrar en cualquier época del año; esto último favorece la comercialización en los mercados internos e internacionales.

En cuanto a las temperaturas extremas, la variación durante el día es menor en altitudes bajas, siendo la diferencia entre máximas y mínimas diarias de 14 °C aproximadamente en Arequipa. Conforme aumenta la altitud sobre el mar crece también la diferencia entre valores extremos máximos y mínimos, alcanzando a los 30 °C en Imata. En dicha estación se han registrado las temperaturas más bajas de la región, llegando hasta -25 °C.

El análisis de los registros de temperatura media anual de estaciones del Quilca y cuencas vecinas muestra que ésta depende principalmente de la altura sobre el nivel del mar; a una mayor altitud le corresponde una menor temperatura media anual. La regresión existente muestra que en las zonas con altitudes sobre los 3 500 m.s.n.m. la temperatura media anual desciende a razón de 1,0 °C por cada 100 m. En altitudes menores esta variación es mayor.

B.- Horas de Sol

De acuerdo a las mediciones de la estación Imata, la zona alta está expuesta a una duración de horas de sol promedio de 7 horas diarias, con máximas de 9 horas en el estiaje y mínimas de 5 horas en época de lluvias.

En las zonas intermedias como La Pampilla y Characato, donde están ubicadas importantes zonas de riego, la cantidad de horas de sol diarias es de 8,7 y 8,9 respectivamente. Los menores valores se registran entre enero y febrero, sobrepasando apenas las 6 horas diarias. En La Pampilla y Characato, los mayores valores se alcanzan entre julio y noviembre, llegando a registros próximos a las 10 horas diarias.



En las pampas de La Joya y Majes la insolación es elevada y está uniformemente distribuida durante el año. La cantidad de horas anuales de sol es de 3 285 y 3 351 respectivamente, con promedios diarios de 9,0 y 9,2 horas. Al igual que la temperatura, se evidencia, en general, que a una mayor altitud le corresponde una menor cantidad de horas de sol anuales.

C.- Velocidad de Viento

En la estación climatológica de Pañe, la velocidad media mensual de viento varía entre 2 y 8 m/s, alcanzando los mayores valores en época de estiaje.

Las velocidades máximas de viento en la zona ocurren, en promedio, entre las 12 y 16 horas. De acuerdo a las mediciones efectuadas en la estación de Pañe a las 13 horas, las velocidades máximas fluctúan entre 6 y 20 m/s.

Sobre los 4 000 m.s.n.m. los vientos dominantes tienen dirección Sur-Oeste, en las partes intermedias, como La Campiña, el viento dominante tiene dirección Oeste. En las Pampas de La Joya el viento dominante tiene dirección Sur-Oeste. En general la fuerza de los vientos es generalmente mayor en las épocas de primavera y verano. Los valores característicos de la velocidad de viento son importantes en el cálculo de las demandas hídricas.

D.- Humedad Relativa

La humedad relativa tiende, en líneas generales, a ser mayor en las estaciones de menor altitud; las fluctuaciones estacionales son mayores en las estaciones de mayor altitud. En las estaciones de Pampa Majes y La Joya, los mayores valores se presentan entre enero y abril, y los menores entre julio y setiembre, con un rango de 25 y 18 % respectivamente. Para sectores más altos, como los representados por La Pampilla y Characato, los mayores y menores se presentan prácticamente en los mismos meses, pero los rangos son entre 23 y 41 %.

E.- Evaporación

Existe correlación entre la evaporación media anual medida en tanque y la altitud, de la cual se deduce que en la zona la evaporación disminuye al aumentar la altura sobre el nivel del mar. Para altitudes entre 4 000 y 4 600 m.s.n.m., la evaporación anual en tanque fluctúa entre 1 600 y 1 300 mm anuales respectivamente.

En las zonas intermedias, que están representadas por la estación La Pampilla, la evaporación anual alcanza 1 825 mm, con una mínima media diaria de 3,1 mm en febrero y una máxima media diaria de 6,2 mm en julio. En general, el patrón de variación es más acentuado respecto de las zonas de menor altitud. No obstante, una estación relativamente cercana a La Pampilla y ligeramente ubicada a mayor altitud, como es la estación Characato, muestra mediciones significativamente mayores a toda el área en estudio : 3 066 mm anuales. Debido a que las mediciones de la evaporación se efectúan mediante el método de la balanza, y a que no se muestran coherentes con las observaciones regionales, estos datos deben ser previamente evaluados antes de ser utilizados en los cálculos de demanda agrícola.



La evaporación en La Joya alcanza un promedio anual de 1 752 mm; la mínima media diaria se registra en abril con 4,3 mm y una máxima media diaria en octubre con 5,6 mm; en las pampas de Majes, estos mismos valores son 2 336 mm anuales, 5,5 mm en febrero y 7,7 mm en octubre.

F.- Precipitación

Debido a la presencia de la cadena montañosa de los Andes y de la corriente fría de Humboldt en el Océano Pacífico, la precipitación en la zona alta, ubicada entre 15 ° y 17 ° de latitud Sur, es distinta a la que debería esperarse para un clima subtropical, es decir altas precipitaciones. Sin embargo, en la zona costera hasta una altitud aproximada de 1 400 m.s.n.m., la precipitación es nula o esporádica, debido a la influencia de la corriente fría de Humboldt.

En la Sierra existe una época marcada de lluvias entre diciembre y abril, época en la cual también se alcanzan las máximas temperaturas, mientras en el resto del año la precipitación es baja, siendo nula en los meses de junio a agosto, cuando se alcanza también las menores temperaturas.

Por lo que se refiere a la distribución mensual de la precipitación, se verifica una concentración del 60 – 80 % de la precipitación anual en los meses de diciembre a marzo; en general, el porcentaje es mayor en altitudes menores, lo cual determina también una mayor fluctuación de las descargas durante el año en cuencas de menor altitud.

Los promedios de precipitaciones anuales para estaciones sobre los 4 000 m.s.n.m., indican valores de 519 mm para Imata (4 495 m.s.n.m.), 710 mm para El Pañe (4 524 m.s.n.m.), 309 mm para El Fraile (4 015 m.s.n.m.).

Para altitudes intermedias se tienen valores de 75 mm para Corpac (2 525 m.s.n.m.), 173 mm para Characato (2 451 m.s.n.m.) y 63 mm para La Pampilla (2 410 m.s.n.m.).

Para altitudes como la de las Pampas de La Joya se tienen valores de 1,8 mm para La Joya (1 255 m.s.n.m.) y para Vítor 17 mm (1 552 m.s.n.m.).

Se ha comprobado además, mediante análisis regionales de la precipitación, que, en términos generales, en la cuenca Chili llueve menos que en las cuencas circundantes.



2.6.- Ecología

INADE (Referencia Bibliográfica N° 4), indica que en los trabajos de campo realizados en el ámbito de la cuenca del río Quilca-Chili, se observa que la vegetación existente en el área no es la misma y la diversidad de especies vegetales ocupan diferentes pisos ecológicos. Así por ejemplo, los cultivos de la vid, la sandía, el melón, no prosperan en niveles de mayor altitud (3 000 m.s.n.m.).

La densidad y tamaño de la vegetación natural está determinada por las condiciones medio ambientales, donde los parámetros humedad y temperatura son determinantes y definen las formas de vida que se dan en cada nivel.

En la cuenca del río Chili, se considera la existencia de 4 formaciones ecológicas o formas de vida de la clasificación del Dr. Holdridge, y que corresponden a las áreas cultivadas en toda la cuenca (ONERN, Referencia Bibliográfica N° 1).

2.6.1.- Zona de Vida Desierto Sub Tropical (d-ST)

Zona comprendida en entre los 0 a 1 800 m.s.n.m.; tiene un clima extremadamente árido, semi cálido con suelos de origen aluvial-coluvial; fisiográficamente está conformado por llanuras, colinas de relieve ondulado y por laderas de escasa pendiente que son utilizadas en agricultura; se caracterizan por presentar muy buenas condiciones para la explotación agrícola y ganadera intensivas, con altos rendimientos.

La agricultura que se desarrolla es bajo riego, por que las precipitaciones son muy escasas; a esta zona de vida le corresponde los sectores de La Joya Antigua, Valle de Vítor, San Camilo, San Isidro, La Cano y Yuramayo. Los cultivos más importantes que se encuentran son : frutales, alfalfa, cebolla, papa, páprika, ajo, maíz chala y en menor área el espárrago; el valle de Quilca pertenece a esta zona de vida, y en la actualidad confronta problemas de drenaje, salinidad e inundaciones del río. En esta área se cultiva algodón y trigo.

2.6.2.- Zona de Vida Desierto Montano Bajo (d - MB)

Se ubica en el nivel altitudinal de 1 800 – 2 300 m.s.n.m. Le corresponde un clima per-árido templado, sus suelos son de origen aluvio - coluvial. La temperatura media anual es de 15 °C y la precipitación es escasa; por tal razón se requiere la utilización de agua de riego para desarrollar la actividad agrícola. El relieve es semi - accidentado, conformada por terrazas y laderas empleadas en agricultura con disponibilidad del recurso hídrico.

Las condiciones ecológicas permiten desarrollar una agricultura y ganadería de buenos rendimientos. En esta zona de vida están comprendidos los sectores de Uchumayo, Tiabaya, Bajo y Alto Cural, Sachaca, Cayma, Zamácola, Chullo, Antiquilla y Socabaya.

2.6.3.- Zona de Vida Matorral Desértico Montano Bajo (md - MB)

Se ubica a una altitud de 2 300 – 3 100 m.s.n.m., le corresponde el clima típicamente árido templado. Sus suelos son de origen coluvio - aluvial, con una temperatura media anual de 13,5 °C, con precipitación escasa y de régimen estival, por lo que es necesario aplicar agua de riego para la producción agrícola.



El relieve es semi- accidentado; la agricultura se realiza en las laderas y quebradas. Las condiciones ecológicas de la zona permiten mejor aprovechamiento en el desarrollo agrícola pecuario, presentando limitaciones topográficas (pendiente) y de disponibilidad hídrica. Los cultivos que se desarrolla son: alfalfa, papa, cebolla, ajo, haba, arveja, cebada, avena, trigo y en una menor escala las hortalizas

En esta zona de vida están comprendidos los sectores de Paucarpata, Sabandía, Yarabamba, Quequeña, Characato y Mollebaya, Yura Viejo y la Irrigación Quiscos-Uyupampa.

2.6.4.- Zona de Vida Matorral Desértico Montano (md - M)

Esta zona de vida se ubica a una altitud que varía entre 3 100 - 3900 m.s.n.m.; el clima en la parte baja es árido, con tendencia a semi - árido en la parte alta. La oscilación entre las máximas y mínimas temperaturas es amplia, lo que origina se produzcan heladas en las partes altas en el invierno, situación que unida a la baja precipitación y a la topografía accidentada determinan que esta zona de vida tenga un aprovechamiento regular de sus recursos.

El origen de los suelos es residual y coluvio aluvial; el relieve es semi - accidentado, constituido por las laderas pie de monte y quebradas donde se realiza la agricultura y ganadería.

Los cultivos más comunes son alfalfa, papa, cebolla, ajo, cebada, trigo, avena, oca, etc. A esta zona pertenecen los sectores de Pocsi, Polobaya y Chiguata-Mosopuquio.

2.7.- Geología

2.7.1.- Generalidades

INADE (Referencia Bibliográfica N° 4), refiere que el marco geológico de la cuenca de Quilca – Sigvas - Chili, debe sus orígenes a una gran cuenca de sedimentación, la misma que ha tenido diversos eventos geológicos, que han traído como consecuencia la deposición de sedimentos de facies marinas y continentales, así como plutonismo y vulcanismo.

Las rocas que se presentan en la cuenca, corresponden a sedimentarias, metamórficas e ígneas intrusivas y extrusivas. Con referencia a las rocas sedimentarias, se tiene principalmente rocas del tipo areniscas, lutitas, calizas y niveles conglomerádicos, los mismos que se encuentran estratificados con niveles de materiales volcánicos. En relación a las rocas metamórficas, se presentan rocas del tipo cuarcitas, mármol, gneis y esquistos micáceos. Con relación a las rocas ígneas se tienen intrusivos de composición granitoide del tipo batolítico y otros intrusivos menores como son stocks, diques, etc. y rocas extrusivas volcánicas las mismas que cubren a rocas de edad mas antiguas. La edad de las rocas que se encuentran en la cuenca varía desde el Precámbrico hasta el Cuaternario Reciente.



La zona de estudio, tectónicamente ha sufrido esfuerzos de tensión y compresión, produciéndose intrusiones plutónicas del tipo batolítico, generando en este caso el Batolito de la Caldera, que ha producido la disturbación tectónica de formaciones más antiguas y dando como resultado que se produzcan plegamientos como anticlinales y sinclinales, así como fallamientos.

Desde el punto de vista de geodinámica externa reciente, en la cuenca se producen principalmente fenómenos de erosión de laderas con cárcavas y depósitos proluviales de conos deyección, erosión de fondo de cauces de ríos y quebradas con la formación de valles, derrumbes de rocas en zonas de alta pendiente y principalmente en zonas encañonadas de los cauces de los ríos, deslizamientos y reptación de suelos en áreas localizadas por presencia de aguas subterráneas en taludes y por condiciones litológicas.

También se tienen los movimientos sísmicos de diversa magnitud, que afectan a la infraestructura hidráulica y el vulcanismo reciente y antiguo que afecta a la ecología y medio ambiente.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se tiene el recurso del agua superficial, con la presencia de varios nevados que son fuente de alimentación periódica o permanente, los que son usados para las diferentes actividades humanas. También debemos referirnos al recurso de agua subterránea, que si bien su utilización no está muy desarrollada en esta cuenca, existen acuíferos identificados y otras formaciones geológicas que pueden constituir acuíferos importantes en otras zonas, principalmente en las planicies alto andinas de la parte alta de la cuenca.

Referente a la actividad minera, existen algunas minas de depósitos metálicos y no metálicos, que se encuentran en actividad, que producen residuos de relaves con contaminantes, que de alguna manera influyen en la contaminación de las aguas y por ello afecta a la ecología.

2.7.2.- Estratigrafía

Las unidades estratigráficas identificadas en la cuenca Quilca – Sigwas - Chili, descritas de la más antigua a la reciente, corresponden a rocas sedimentarias, metamórficas, que van desde el Precámbrico (Complejo Basal de la Costa), hasta depósitos no consolidados del Cuaternario Reciente. A continuación se describe cada una de las formaciones geológicas y su lugar de exposición.

A.- Complejo Basal de la Costa

Con esta denominación se describe a un conjunto de rocas metamórficas e intrusivas antiguas, similares a la zona de Atico, las rocas que lo integran, están afectadas por un metamorfismo regional profundo, sobreimpuesto por una deformación de cizallamiento y recristalización. En la cuenca en estudio esta unidad se emplaza paralela al litoral, cubriendo una franja de 20 km de ancho; consiste de un gneis granítico-tonalítico, diorita gnéssica y esquistos micáceos, asociados con intrusiones de granitos alcalinos y pegmatitas.



El afloramiento principal del Complejo Basal de la Costa, se encuentra a lo largo de la Cordillera de la Costa, desde los acantilados marinos, hasta el borde occidental de las planicies Costaneras. Las rocas del Complejo Basal subyacen en fuerte discordancia angular a las formaciones más modernas. Diques, apófisis y pequeños stocks cortan los gneis y otros metamórficos del basamento.

Al Complejo Basal de la Costa, de modo general, ha sido diferenciado en tres tipos de rocas, que son gneis, granito rosado y pegmatitas.

Gneis.- Esta roca es la más antigua de la zona, sus afloramientos se presentan en forma más o menos paralela al litoral, constituyendo la mayor área de las rocas de la Cordillera de la Costa. Es de coloración gris oscura, gris clara, rosada pálida, etc. con típica estructura bandeada y a veces en forma de lentejuelas del tipo "augen gneis", los repliegues pequeños son abundantes.

En general el bandeamiento es perfecto, pero el grosor de las bandas muestra una gran irregularidad, variando entre 4 y 10 mm y en el caso del "augen gneis", los ojos tienen hasta 1 cm, según su eje mayor. Las Bandas claras están constituidas por ortosa y cuarzo hialino y las oscuras, por micas principalmente biotita, también está la hornablenda. Como minerales accesorios se puede distinguir granates. La orientación del bandeamiento varía notablemente, predominando las direcciones NW-SE, con buzamientos de 20 a 40° NE o al SW.

Entre el valle Quilca y Mollendo, saliendo de Pueblo Nuevo capital del distrito de Quilca en dirección SE, el gneis presenta bandas claras más conspicuas que las oscuras y alcanzan grosores hasta de 2 cm, esta característica se nota hasta llegar a la quebrada Llipa, donde las bandas claras disminuyen de grosor y las oscuras se muestran más definidas.

Las determinaciones petrográficas, señalan la existencia de tres tipos de gneis, que son gneis granítico, granodiorítico y tonalítico.

El Gneis granítico es la más abundante y ofrece las siguientes variaciones, gneis de color gris oscuro y de grano fino, compuesto por cuarzo, muscovita y granate; gneis de color rosado formado por ortosa, cuarzo y biotita; gneis gris oscuro bien foliado compuesto por ortosa, cuarzo, muscovita, granate y piroxenos.

El Gneis granodiorítico, consiste de cuarzo, plagioclasa y ortosa, de color gris oscuro y de grano medio.

El Gneis tonalítico está compuesto por cuarzo, plagioclasa, muscovita, granate, con algo de clorita y sericita, las plagioclasas tienen una composición uniforme y corresponden a la variedad andesina del extremo sódico, las rocas son de color gris verdosa y de grano medio a fino.

En el ángulo NE del cuadrángulo de La Joya, en las proximidades de Cerro Verde y muy cerca del túnel de Tiabaya sobre la carretera a Arequipa, aflora un gneis diorítico de color gris oscuro asociado con esquistos micáceos y cortados por venas de pegmatita, el bandeamiento del gneis es bastante irregular y tienen orientación E-



WW, con inclinación próxima a la vertical. Por la apariencia general de las rocas, permite interpretar la coexistencia de metamórficos originados por metamorfismo regional y de los derivados por contacto de la intrusión del Batolito de la Caldera.

En general las rocas gnéicas son muy compactas, muy resistentes, de alto peso específico y buenas como materiales de construcción para ser usados en las obras como enrocados pesados.

Granito.- Esta roca se presenta en forma de stocks, diques y pequeños apófisis intruyendo a los gneis, es de color rojizo a gris claro, de grano medio a grueso, a simple vista se reconocen los siguientes minerales: ortosa, cuarzo, plagioclasa, biotita y hornblenda.

La ortosa es el mineral más abundante y ocurre en cristales de coloración rosada; el cuarzo es hialino de brillo vítreo, en granos de 3 a 4 mm de sección; la plagioclasa es de coloración blanco lechosa, ligeramente rosada y se presenta en menor proporción. Entre los elementos máficos se distinguen biotitas en placas de brillo metálico con contornos irregulares y hornblenda en cristales aislados.

La composición mineralógica promedio de una muestra analizada en sección delgada, es la siguiente:

Ortoza y Microclina	:	51,4 %
Cuarzo	:	25,0 %
Plagioclasas	:	17,3 %
Muscovita	:	1,2 %
Ferromagnesianos	:	4,3 %

La roca se clasifica como granito potásico.

Pegmatitas.- Este tipo de rocas se presenta como diques, lentes, venillas y masas irregulares. Los minerales esenciales de las pegmatitas son ortosa, cuarzo y muscovita, como accesorios se distinguen biotita y flogopita, esta última generalmente en el contacto con el gneis.

La ortosa es de color blanco o rosado, ocurre en cristales de hasta 15 cm de sección y constituye alrededor del 50% de la roca. La mica se halla en paquetes hexagonales hasta 10 cm de sección, pero comúnmente es triturada y tienen algunas manchas de óxido de hierro. El cuarzo es de color blanco hialino.

Numerosos diques pegmatíticos se hallan distribuidos en el valle del río Quilca, hacia el NW. Los dique tienen rumbos que varían entre N 40-50° W, con inclinaciones de 45° W. Desde la confluencia de los ríos Sihuas y Vítor, hasta la Hacienda El Platanal (cerca de Pueblo Nuevo), en los flancos del valle Quilca, se observan numerosos diques pegmatíticos con rumbo general SW, que destacan por su coloración clara y disposición en forma de bandas. En el cerro Pichigua, al SE de la Hacienda Platanal, se reconocen algunos diques pegmatíticos de pequeñas dimensiones.



Las rocas del Complejo Basal de la Costa, han sido estudiados en el sur del país por diferentes autores y bajo diferentes denominaciones, todos los cuales coinciden en asignarle edad Precambriano al Paleozoico Inferior, teniendo en cuenta su alto grado de metamorfismo y su posición infrayacente, con fuerte discordancia angular a rocas más jóvenes del Paleozoico, como las areniscas del Ambo del Misisipiano en Ocoña y las calizas y lutitas Tarma del Pensilvaniano en Atico y Camaná.

B.- Volcánico Chocolate

Con este nombre se describe a una secuencia de rocas volcánicas con intercalaciones de clásticos, cuya sección típica aflora en las canteras de Chocolate, a 20 km al NW de la ciudad de Arequipa, donde fueron estudiadas inicialmente.

En el área de la cuenca Quilca – Sihuas - Chili, se han reconocido varios afloramientos del Volcánico Chocolate, encontrándose al borde sur del cuadrángulo de La Joya. Una exposición más pequeña se encuentra en el borde norte del mismo cuadrángulo, a unos 3 km al NW de Cerro Verde y cerca al túnel de Tiabaya.

El volcánico Chocolate sobryace con débil discordancia a los sedimentos del grupo Yamayo (parte alta del puente Fiscal), otras veces se apoya directamente con discordancia angular sobre las rocas gnéicas del Complejo Basal. El contacto superior es una discordancia angular con las calizas Socosani (Cerro Nicholson) o cubierto con igual relación por los clásticos del grupo Yura y formaciones mas modernas.

La litología consiste de derrames andesíticos y dacíticos de color gris a gris oscuro, en bancos gruesos. En las partes inferiores el volcánico mayormente es andesítico, con numerosas amigdalas rellenas de calcita; los derrames superiores son afaníticos y porfiríticos, en estos últimos se distinguen fenos de plagioclasas, hornblenda y biotita. A lo largo del contacto con los intrusivos se nota un ligero metamorfismo consistente en silicificación y piritización. El grosor estimado de este afloramiento es de 1 000 m.

En los cerros Tres Puntas, ubicados al SE de la pampa La Joya, el volcánico Chocolate consiste de andesitas porfiríticas grises. En la parte inferior de la sección se intercalan areniscas arcósicas de grano medio y color pardo. En el tope de la misma sección se reconocen lentes de calizas gris claras. En el contacto con la granodiorita las andesitas se presentan metamorfizadas, notándose manchas de metavolcánicos con ligeros bandeamientos.

En el abra de Tiabaya, las andesitas tienen hasta tres horizontes de delgadas capas de calizas y los apófisis de rocas intrusivas que lo atraviesan han originado aureolas de metamorfismo. En La Joya el Volcánico Chocolate tiene un grosor de 1 500 m.

En la cantera Chocolate existe un pequeño afloramiento de unos 40 m. de espesor, donde los 6 m superiores están integrados por calizas grises y marrones, las cuales son explotadas como mármoles ornamentales. Estas descansan sobre brechas volcánicas con algunas intercalaciones de calizas.

Aproximadamente a 1,5 km al NE de la cantera, se halla otro afloramiento, separados entre sí por tufos pliocénicos, en este lugar la secuencia predominantemente es de origen



volcánico, alternan derrames de brechas y tufos, con capas de calizas marrón, ferruginosas.

Los afloramientos en las inmediaciones de la planta embotelladora Socosani, es de forma irregular, alargado de NE a SW e interrumpido por una falla gravitacional de poco salto que hizo descender el bloque NE. En él se observa que la parte inferior, está representada predominantemente por rocas de origen volcánico, tales como brechas, derrames y tufos de color violáceo, marrón oscuro y verdoso, los mismos que hacia la base presentan una marcada esquistocidad y han sido atravesados por numerosos diques de naturaleza ácida. Encima se exponen unos sedimentos que alternan con derrames volcánicos, terminando con brechas volcánicas de color morado y pasta afanítica, que se encuentran infrayaciendo en discordancia erosional a las capas basales de la formación Socosani.

En la parte alta de la quebrada Liquiña, el volcánico Chocolate consiste de derrames de dacitas, andesitas, y tufos. En la parte superior se presenta un derrame ácido rosado a rojizo, que descansa sobre brechas volcánicas moradas a verdosas, con manchas diseminadas de óxidos de Cu.

La Formación Chocolate al NW de la hoja de Arequipa, conforma un afloramiento alargado desde el cerro Huarco hasta la quebrada Bisnuyoc, con una orientación NW-SE, interrumpido por los tufos del grupo Tacaza. Tiene una longitud de 10 km y un ancho variable no mayor a 1,5 km Su constitución litológica es similar a lo descrito anteriormente. El borde occidental de los afloramientos, se pone en contacto con los gneis del Complejo Basal, mediante una falla no muy clara, que también podría ser una discordancia angular entre las dos formaciones, mientras que en el otro borde, el contacto con la formación superior (Socosani), es con débil discordancia erosional.

En el límite sur del cuadrángulo de Arequipa, entre las carreteras Variante de Uchumayo y Panamericana Sur, la formación Chocolate está integrada principalmente de meta volcánicos que al W del cerro Nicholson descansan sobre gneis del Complejo Basal.

Según los fósiles encontrados en esta formación, la edad del Volcánico Chocolate corresponde al Jurásico Inferior.

C.- Formación Socosani

La localidad típica de la formación queda ubicada en el balneario del mismo nombre, cerca a la ciudad de Arequipa.

En La Joya la formación tienen un pequeño afloramiento en el Cerro Nicholson, ubicado al norte del cuadrángulo del mismo nombre, litológicamente consiste de una secuencia de calizas de grano grueso y de color variable entre gris claro, gris oscuro y marrón, cuyos niveles inferiores están recristalizados por metamorfismo termal a mármol de grano fino y color grisáceo, en la parte media se exponen calizas pizarrosas de color gris oscuro que pasan a calizas gris verdosas con venas de dolomita al tope. están afectadas por los intrusivos del batolito de la caldera.

Esta secuencia hacia los niveles superiores pasa a lutitas, areniscas cuarcíticas con ligera estratificación cruzada y cuarcitas. Contienen pirita finamente diseminada y están penetradas por sills gruesos de pórfido tonalítico.



Al SW del cerro Negro, hay un pequeño afloramiento rodeado por los tufos pliocénicos, se halla una secuencia incompleta de la formación Socosani. Los niveles superiores están representados por calizas gris claras negruzcas, en capas delgadas que alternan con areniscas y lutitas bituminosas. La parte inferior que es más detrítica, está integrada por areniscas calcáreas, debajo hay calizas marrón grisáceos de grano fino en capas de 30 cm de coloración rojiza y verdosa.

En la carretera variante de Uchumayo, la formación Socosani ha quedado como un remanente, alargado de NW a SE, en las rocas plutónicas, mostrando un metamorfismo de contacto mas o menos intenso y algunas perturbaciones estructurales, como pliegues, fallas y fracturas, que han originado desprendimientos de bloques. En la cumbre las calizas son azuladas, algo silicificadas y se intercalan con areniscas cuarcíticas negruzcas que pasan hacia abajo, a cuarcitas negruzcas, de grano muy fino y caliza silicificada de color crema con cristales de cuarzo. Presentan bandeamientos paralelos a la estratificación.

El afloramiento de la parte alta de la quebrada Liquiña, está constituido principalmente por calizas gris azuladas negruzcas replegadas, recristalizadas y atravesadas por venillas de calcita. Se intercalan con capas de limolitas y areniscas, las primeras son compactas, gris oscuras y tienen estratificación delgada con ligera esquistocidad, las segundas son gris oscuras.

Al W de Murco, en el cerro Huarco y más al sur, entre el río Sihuas y la quebrada Jachcapunta, la formación Socosani aflora a lo largo de una faja angosta con dirección NW, presentando en la desembocadura del río Pichirigma o Huasamayo lutitas negruzcas intercaladas con capas de caliza marrón; calizas lutáceas, gris oscuras, carbonosas con capas laminares de yeso e intemperizan a color amarillo anaranjado; lutitas verdes amarillentas a gris oscuras, lutitas marrón negruzcas que contienen capas de yeso impuro; y calizas gris azuladas a negruzcas que intemperizan a rojo oscuro.

La litología de la formación Socosani, así como su contenido de fósiles y capas de yeso, indican que el medio ambiente deposicional fue marino, de aguas de relativa profundidad con aporte de material volcánico.

Las calizas Socosani descansa en discordancia erosional sobre el volcánico Chocolate y subyace en igual condición al miembro Puente del Grupo Yura.

Su edad se le asigna al Jurásico Inferior.

D.- Grupo Yura

En el cuadrángulo de La Joya se encuentra una unidad de rocas clásticas que se le denomina Grupo Yura, cuyos mejores afloramientos se encuentran en el sector NE de La Joya, a lo largo de dos fajas de rumbo NW-SE, separadas por el cuerpo principal del Batolito de la Caldera. La banda del lado NE del batolito es casi continua, se extiende desde unos 6 km. al norte del abra de Tiabaya, hasta el borde oriental del cuadrángulo de La Joya vecino de Puquina. La otra banda está interrumpida por varios cuerpos intrusivos y además está parcialmente cubierta por la formación Moquegua y clásticos del Cuaternario. Dos afloramientos más pequeños se han ubicado al sur del macizo de la caldera uno en cerro Negro y el otro en la quebrada Higueras. En este último lugar el grupo Yura, se



encuentra encima del Volcánico Chocolate y debajo de la formación Toquepala, en ambos casos con fuerte discordancia.

En esta zona las rocas están fuertemente perturbadas por el intrusivo, en general la secuencia es incompleta y por lo tanto no se ha podido separar los miembros de esta unidad, tal como se encuentran en su localidad típica. La litología consiste de lutitas abigarradas, finamente estratificadas en las partes bajas; hacia las partes superiores las lutitas tienen intercalaciones con areniscas y bancos de ortocuarcitas las cuales predominan, constituyendo un miembro prominente.

Cerca al abra de Tiabaya, en el lado norte del túnel de Tiabaya, en una sección medida se ha encontrado la litología siguiente:

Techo erosionado.

DESCRIPCION	ESPESOR m.
- Cuarcita gris oscura de grano fino, compacta, en capas de 15 a 20 cm muy fracturadas.....	38,00
- Lutita abigarrada de estratificación fina.....	10,00
- Cuarcita gris verdosa a rojiza con algunas capas de lutitas en la base..	12,00
- Cuarcita gris verdosa, compacta, intercalada con capas de areniscas gris oscuras de grano medio.....	16,00
- Cuarcitas de grano fino en bancos de 2 m. intercalados con areniscas gris oscuras de grano medio.....	44,00
- Lutitas abigarradas en capas delgadas, fosilíferas, intercaladas con areniscas grises.....	64,00
- Lutitas abigarradas de estratificación fina, intercaladas con bancos aislados de areniscas gris oscuras y dos capas de calizas de 30 cm.....	44,00
- Lutitas abigarradas de estratificación fina, intercaladas con bancos de areniscas gris oscuras y una capa de 20 cm de caliza gris oscura.....	30,00
- Lutitas abigarradas de estratificación fina, con manchas de óxido de hierro.....	54,00
- Lutitas rojizas, amarillentas y grises, de estratificación delgada, con una capa de caliza negra de 50 cm.....	26,00
- Lutitas abigarradas finamente estratificadas, con manchas de óxidos de hierro.....	58,00
TOTAL	396,00

Base no Expuesta

La sección descrita consiste principalmente, de lutitas con intercalaciones de areniscas en capas delgadas y algunos lechos de lutitas, sólo en las partes superiores aparecen niveles de cuarcitas en capas delgadas, con intercalaciones de lutitas y areniscas, que no parecen corresponder por su litología y estructura al miembro Hualhuani de la localidad típica, en cambio es perfectamente reconocible en los afloramientos meridionales de cerro negro y quebrada Higuera, donde encima de secciones similares a la descrita yacen cuarcitas en



bancos gruesos, macizos, de colores gris oscuros, gris claro y rosado. De lo anterior se puede afirmar que en La Joya, sólo es reconocible en forma definida el miembro superior Hualhuani.

En la localidad típica de Yura, el grupo está dividido en cinco miembros, que de la base al tope son: Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani, que a continuación se describen:

Miembro Puente.- La localidad típica se halla a lo largo del río Yura y se caracteriza por la predominancia de areniscas cuarcíticas de grano muy fino, apenas discernible, de colores amarillentos, pardos y verdosos, aceitunados, que intemperizan a colores pardo oxidado claro, rojo oxidado a rojo grisáceo, en algunos sitios con chispas ferruginosas, generalmente en estratos medianos u ocasionalmente gruesos, algo impuros y a veces con chispas ferruginosas, interestratificadas con cantidades menores de lutitas negras, carbonáceas, duras. A este miembro le da un grosor de 600 m en discordancia con la formación Socosani, mientras que con el miembro Cachíos es algo arbitrario, debido a que los miembros Puente y Cachíos tienen litología similar, habiéndose considerado el comienzo de la unidad superior, tan solo por el hecho de que las lutitas negras empiezan a engrosar y predominar.

Al E del cerro Negro el miembro Puente está formado por bancos de 60 a 80 cm de cuarcitas parduscas, por intemperismo rojo amarillentas, de grano fino, con impregnaciones de limonita. Estas intercalan con bancos de areniscas pardo amarillentas, de grano fino y lutitas verdes y negras.

En el cerro Huarco a 4 km al NW de Murco y el río Siguan, las cuarcitas y areniscas son gris oscuras y por intemperismo gris verdosas. También las lutitas son en mayor proporción, gris oscuras a negruscas, intercalándose con algunos estratos de areniscas arcillosas color verde.

Miembro Cachíos.- El nombre viene por la quebrada donde se midió la sección típica, la misma que está constituida por lutitas negras y gris oscuras, tufáceas en algunas unidades y carbonáceas en otras, con intercalaciones menores de lutitas y siltitas grises a beige, de grano fino, en capas medianas, fuertemente lenticulares y con un grosor total de 603 m.

Sus contactos son conformes, pero con el miembro Puente es gradacional y por lo tanto arbitrario, no así con el miembro Labra que es definido, aunque en la base de este, todavía persisten las lutitas oscuras, pero menos gruesas.

Este miembro entre los ríos Siguan y Lluta, consisten principalmente de lutitas negras carbonosas y algunas pizarrosas, con estratificación delgada, que se hallan alternando con estratos de areniscas gris claras a beige, en parte cuarcíticas y areniscas arcillosas de color gris verdoso.

Los estratos de esta unidad debido a su poca rigidez, se hallan formando pliegues disarmónicos muy apretados o estructuras amplias como se puede observar el río Pichirigma al NW de Murco.



Miembro Labra.- Su localidad típica se lo ubica en el cerro Labra, que se encuentra inmediatamente al Sur de la cresta Hualhuani, quedando de por medio la quebrada Cachíos. En dicha localidad se tiene un espesor de 807 m.

Sus contactos son definidos, aunque las lutitas negras del miembro Cachíos todavía persisten un poco en la base, en cambio el contacto con el miembro Gramadal, está dado por un contraste litológico muy marcado.

En la falda sur del cerro Gramadal, directamente sobre el miembro Cachíos, continúa una secuencia litológica bastante variable, predominando las areniscas cuarcíticas y cuarcitas sobre las lutitas y limolitas, que a su vez por ser más duras sobresalen en la topografía.

Las areniscas, areniscas cuarcíticas y cuarcitas, son de color gris claro a parduzco, por intemperismo amarillo rojizas y rosado parduscas, son de grano fino a medio, con óxidos de fierro en manchas diseminadas. Forman capas de grosor variable y generalmente presenta estratificación cruzada. Están intercaladas con gruesos paquetes de lutitas y limolitas de color verde amarillento a marrón violáceo. Hacia la base son de color gris oscuras a carbonosas. También hay capas esporádicas de calizas ferruginosas de color marrón rojizo.

En el área de Murco el miembro Labra se compone de areniscas gris claras verdosos y lutitas también del mismo color, con buzamientos casi verticales. Al este de Murco, en el río que baja de Huanca, aproximadamente en la parte media de la sección, existen entre las areniscas y lutitas oscuras, lentes delgados y flexionados de carbón.

Estructuralmente las capas de Labra, entre las localidades de Cincha y Murco, tienen un rumbo predominante hacia el NW, pero antes y después de las localidades nombradas, las capas sufren una inflexión en dirección E-W, tal como se ve en el cerro Gramadal y en la esquina NW de la hoja. Los pliegues se encuentran apretados en los cerros al N de Cincha.

El miembro Labra es el más potente del grupo con 1 070 m, lo que se ha determinado en el río Huasamayo o Pichirigma. Los sedimentos de labra se depositarían en un ambiente marino de poca profundidad, con ciertas oscilaciones y proximidad al continente.

Miembro Gramadal.- Su denominación es caliza Gramadal, siendo su localidad típica de exposición las faldas orientales de los cerros Hualhuani y Labra, habiendo obtenido un grosor de 82 m. con sus contactos conspicuos, tanto con el miembro Labra (inferior), como con el miembro Hualhuani (superior), siendo más relevante este último.

Este miembro constituye una unidad característica importante, ya que está integrado esencialmente por bancos de 1 a 3,50 m de calizas arrecifales de color marrón a gris oscuro, las que se caracterizan por la presencia de gran cantidad de fósiles, intercalándose con las calizas, en menor proporción hay estratos de lutitas y limolitas amarillo verdosas, hasta marrón violáceas. En la parte media, es notoria la presencia de bancos gruesos de arenisca cuarcíticas de color blanquecino.



En el río Pichirigma el miembro Gramadal tiene un grosor que se estima en 95 m y la parte superior esta constituida por areniscas verdes oscuras con intercalaciones menores de lutitas del mismo color, con 15 m de grosor más o menos. El medio ambiente de formación indica que es marino de poca profundidad.

Miembro Hualhuani.- Se le denomina cuarcita de Hualhuani y constituye el miembro superior, con unos 50 a 60 m de espesor.

Este miembro se halla encima del miembro Gramadal con un contacto conspicuo, al estar dado por elementos litológicamente muy diferentes, en cambio el contacto con la formación Murco que está suprayaciendolo, es gradacional y en ciertos casos impreciso.

Estas rocas son duras y compactas, destacándose en la topografía al formar crestas o escarpas. En el cerro Hualhuani este miembro se caracteriza por estar constituido por areniscas cuarcíticas y cuarcitas de grano fino, de color blanco que por intemperismo se torna rojo amarillento claro, forman generalmente bancos gruesos, a excepción de la parte media, donde son delgados y en todos ellos es frecuente la estratificación cruzada.

En el área del río Siguan, la litología continúa muy similar, presentándose en la base unos 15 m de areniscas blanquecinas de grano fino, debajo de 50 m de cuarcitas gris amarillentas, con manchas amarillo rojizas de óxido de hierro, grano fino a medio, duras y compactas.

Más al NW en las vecindades de Taya, las areniscas son algo friables, de color pardo claro a violáceo y de grano variable; intercalan con cuarcitas violáceas de grano fino y compactas. Los estratos son gruesos y verticales, dispuestos en una faja angosta que se halla entre el miembro Gramadal y la formación Murco.

La edad del grupo Yura, se le asigna del Jurásico Inferior al Cretácico Superior.

E.- Formación Murco

La sección típica de esta formación la encontramos en el paraje denominado Pacchay Ata. Rosa en el valle de Siguan.

Los afloramientos de la formación Murco, constituyen dos fajas. La faja oriental es uniforme y se ha observado desde la quebrada Portillo (secundaria a la quebrada Hualhuani) con una dirección NW hasta la esquina NW del cuadrángulo de Arequipa, con sus capas muy inclinadas hacia el NE entre los miembros Hualhuani y Arcurquina, cubierta en tramos por el Volcánico Tacaza. La faja occidental es algo sinuosa y en su parte meridional tiene la forma de un arco rodeando a las quebradas Liquiña, Cincha y Hualhuani, con rumbos que varían desde NW hasta NE, buzando las capas hacia el interior del arco, cuyo límite representa la traza de una falla.

Los contactos de la formación Murco con las unidades infra y suprayacentes, Hualhuani y Arcurquina respectivamente, son considerados concordantes.



En la esquina noreste del cuadrángulo de Arequipa, la formación Murco se encuentra debajo de las rocas del Complejo Basal y de la formación Socosani.

Litológicamente, en el río Pichirigma la formación presenta tres partes bien diferenciadas. La parte inferior tiene un espesor de 150 m y está formada por lutitas abigarradas con estratificación laminar y fácilmente deleznales, las cuales se intercalan con capas de areniscas y algunos estratos calcáreos. La parte media, consiste de areniscas friables blanco a pardo amarillentas, por intemperismo rojo violáceas, con grano medio a grueso, a veces conglomerádicas. Forman bancos gruesos con estratificación cruzada e impregnaciones de óxido de hierro. Su grosor es de 70 m.

Sobre las areniscas yace una serie de 135 m de lutitas mayormente púrpuras, que hacia los niveles superiores a la vez que se vuelven más arenosas, comienzan las intercalaciones de yeso y calizas que marcan el contacto con la formación superior y que al actuar como material lubricante, han favorecido los sobre - escurrimientos.

Los sedimentos se habrían depositado en un ambiente marino, agitado y de poca profundidad. La edad se le asigna del Cretácico Superior.

F.- Formación Arcurquina

A esta formación se le ha calculado un espesor de 668 m medida a lo largo de la quebrada Queñuahuyo, afluente de la quebrada Chilcane y se considera como sección típica.

Sus afloramientos abarcan desde la quebrada Los Brincos, hasta el pueblo de Taya, en la quebrada noroccidental de la hoja de Arequipa, formando una faja irregular de rumbo aproximado N 50° W y con un ancho variable de 0,5 a 3 ó 5 km debido entre otras cosas, a que está cubierta parcialmente por el Volcánico Tacaza, lo que también puede apreciarse en otro afloramiento existente en la quebrada Jullalli, afluente del río Yura. Se presenta bastante plegada, mostrando sus planos axiales generalmente inclinados hacia el NW, siendo muy escasos los lugares donde se puede medir una sección completa.

La formación Arcurquina tiene su contacto inferior gradacional y se lo ubica en la base de la primera capa de caliza gris marrón y el superior parece ser concordante. Su parte oriental está limitada por una falla normal que se ha yuxtapuesto con la formación Huanca.

La base de la formación Arcurquina, en los lugares donde mejor se expone, tales como la quebrada Ojule, Liquirca y río Siguas, está constituida por fangolitas y areniscas marrón rojizas que se intercalan con capas gruesas de calizas. Aquí yace una gruesa serie de calizas plegadas de colores gris claro, beige y rosadas que intemperizan a marrón claro, algunas son microgranulares y están estratificadas mayormente en capas medianas y gruesas, dando un aspecto tableado.

Margas, conglomerados calcáreos y algunas capas de areniscas verdosas se intercalan con las calizas hacia los niveles superiores donde también se presentan venillas de calcita y yeso. La litología indican que la formación Arcurquina se depositó en aguas marinas. Se ha determinado que esta formación pertenece al Cretácico Medio a Superior.



G.- Formación Chilcane

Se refieren a unos depósitos que se hallan circunscritos al núcleo de un sinclinal de la formación Arcurquina, desde la quebrada Ludmirca hacia el Norte, pasando por el pueblo de Taya y que probablemente se prolonga al NE de Illuta, estos depósitos son yesíferos y se presentan discontinuos y con volúmenes irregulares a lo largo de la estructura.

El contacto inferior con la formación Arcurquina es concordante, mientras que en su parte superior se halla en contacto con la formación Huanca, debido a una falla normal. El yeso es de color blanco, con tintes rojizos y verdosos, tiene una ligera estratificación paralela a la formación infrayacente, intercalándose con algunas capas delgadas de lodolita roja y lutitas verdes, también se presenta fibroso y raras veces cristalizado.

Topográficamente presenta un suave relieve, debido a su poca resistencia a los agentes erosivos, en contraste con las rocas que lo albergan. Depósitos de esta naturaleza, por lo general se originan en un ambiente marino, bajo condiciones especiales. Su edad se le asigna al Cretáceo Superior.

H.- Formación Camaná

Es una secuencia marina de areniscas y lutitas que afloran en el área de Camaná y en el área del distrito de Quilca y representa la prolongación SE de los afloramientos de Camaná. La formación es fácilmente reconocible por su coloración blanco amarillenta y la carretera que va de Camaná a Quilca la atraviesa longitudinalmente.

La litología de la formación consiste en la parte inferior, de areniscas de grano medio de color gris claro a plomizo, estratificadas en capas delgadas, hacia arriba la secuencia es continua con arcillas impuras de color blanco amarillento en capas finas, en el tope de la sección se distinguen bancos de conchas trituradas en matriz arenosa, medianamente compactadas.

Las capas que constituyen esta formación tienen una posición cercana a la horizontal, aunque localmente se notan suaves ondulaciones. El grosor estimado de la formación se estima de 100 m. La unidad yace en discordancia sobre el Complejo Basal de la Costa y su techo está descubierto.

La edad de esta formación se le asigna al Terciario Inferior.

I.- Formación Huanca

Corresponden a afloramientos que se hallan confinados al sector NE del cuadrángulo de Arequipa y se presentan a manera de una faja entre la formación Arcurquina y el Volcánico Tacaza, extendiéndose sin interrupción desde la quebrada Ojule hasta más allá del límite norte de la hoja, comprendiendo las localidades de Chilcane, Huanca y Taya.

La formación Huanca se pone en contacto con las formaciones Chilcane y Arcurquina, mediante una falla normal y subyace con discordancia angular a los volcánicos Tacaza.



Esta formación en la parte inferior de su afloramiento en la quebrada del río Pichirigma, afluente del río Siguan, está formada por areniscas arcósicas marrón rojizas de grano mediano a grueso, elementos de cuarzo angulares a subangulares, tiene poca compacidad, buzamiento de 40 a 50° al SW y a veces se presenta en estratificación cruzada. Los estratos de areniscas contienen lentes e intercalaciones de conglomerados, los cuales gradualmente van aumentando, hasta predominar en los niveles superiores de la formación

Los conglomerados ocupan la mayor parte de los afloramientos, estando constituidos principalmente por elementos de areniscas y cuarcitas, intrusivos muy alterados y en menor proporción calizas y cherts. El tamaño dominante de estos elementos es de 15 a 20 cm, pero también son comunes los de menor dimensión. Los clastos generalmente son redondeados a subredondeados. No se observa estratificación, pero en algunos lugares dichos clastos muestran una grosera alineación.

La matriz es areno arcillosa, de color marrón rojiza, conteniendo a veces carbonato de calcio y óxidos de hierro. La litología y estructura sugieren una deposición en un ambiente continental, cuyos materiales se han debido a una erosión intensa, habiendo sido acarreados hacia una cuenca bastante amplia. El espesor de la formación se lo ha calculado en 1 400 m.

Su edad se le asignan al terciario Inferior.

J.- Formación Sotillo

Es una unidad correspondiente, en parte, a la formación Moquegua, descrita por diversos autores en distintos lugares de la Costa Sur del Perú, entre la Cordillera de la Costa y el pie de los Andes Occidentales, de acuerdo a su litología fue dividida en miembro superior e inferior.

Está expuesta en el sector suroeste del cuadrángulo de Arequipa, con sus mejores afloramientos en ambas laderas del valle de Vitor, a la altura del pueblo de Sotillo y también en el flanco occidental del batolito, donde se halla cubierta en gran parte, por depósitos mas jóvenes. Las relaciones estratigráficas son las siguientes: descansa sobre una superficie de erosión en las rocas intrusivas y esta cubierta en discordancia erosional por la formación Millo.

Miembro Inferior.- Consiste de lutitas verde claras, arcillosas, en parte bentoníticas, rayables con la uña y suave al tacto. Se intercalan con capas de greda rojiza, algo tufácea de grano muy fino y contienen diminutos granos de mica y cuarzo. Ambas alternan con capas de yeso cristalizado o fibrosos, en láminas con capas de 10 a 20 cm o hasta 1,50 m También pequeñas venas de este mineral cortan a esta unidad que tienen un espesor superior a los 90 m.

Miembro Superior.- Descansa con una ligera discordancia erosional sobre el miembro inferior. Litológicamente está constituido por areniscas arcósicas y algunas tufáceas, son rojizas, pardas o amarillo parduscas, de grano fino a medio, con laminillas de micas negras. Se presentan estratificadas en bancos de 50 cm a 1,50 m e intercaladas con depósitos lenticulares de conglomerados y capas delgadas de lutitas marrones



En el flanco occidental del Batolito, la formación Sotillo, está formada por conglomerados de clastos de 5 a 10 cm provenientes de las rocas intrusivas, muestran poco transporte y un decrecimiento hacia los niveles superiores, hasta llegar a formar areniscas de grano medio.

Las capas tienen inclinaciones de 15 a 40° en las quebradas Chillihua y las laderas respectivamente, aunque en algunos lugares las capas están muy inclinadas, la formación Sotillo por lo general presenta ondulaciones moderadas y pequeños buzamientos hacia el SE.

El ambiente donde se depositaron los sedimentos de la formación Sotillo, es evidentemente continental, relacionado a una cubeta erosional, entre la Cordillera de la Costa y la Occidental, rellena principalmente por sedimentos en ambos bordes por condiciones oxidantes y con aportes de materiales volcánicos retransportados (tufos).

Su edad se asigna al Terciario Inferior.

K.- Grupo Tacaza

El conjunto litológico predominantemente es volcánico, ocupa una extensa área entre el río Yura y el borde oriental de la formación Huanca y que se extiende al oeste en áreas aisladas cubriendo a formaciones mesozoicas y algunas partes del Complejo Basal.

Estratigráficamente yace en discordancia angular sobre la formación Huanca y formaciones mesozoicas, también se encuentra encima de las rocas intrusivas. Infrayace en discordancia angular al volcánico Sencca.

Se tiene tres unidades, tomando en consideración sus características litológicas y las discordancias entre ellas.

La unidad inferior sedimentaria, consiste de bancos gruesos de conglomerados con elementos subredondeados y subangulosos de andesíticas afaníticas o porfídicas y de otras rocas provenientes de las formaciones inferiores, teniendo como matriz arenisca tufácea deleznable, con ligera estratificación cruzada, tufos lenticulares y algunas capas de limo. Estas rocas se han observado en los cerros Socoquilla, Patapuja, Chocarne, en los flancos del río Siguas y alrededores del Chilcane. Esta cubierta en discordancia por los tufos de la parte media.

La unidad media, es tufácea, la más gruesa y de mayor distribución del grupo. Está integrada principalmente por tufos brechoides, con intercalaciones de tufos semejantes a los denominados "sillares" y otros tufos más compactos hacia los niveles más inferiores. Los tufos brechoides son de color pardo grisáceo y contienen piroclásticos con cantos y bloques angulosos de rocas volcánicas gris negruscas. Los tufos más compactos son de color marrón claro, porfídicos con fenos de cuarzo y/o feldespatos, laminillas de mica, lapilli y pómez. La pasta es afanítica y algo silicificada, con una estructura fluidal incipiente, están ampliamente distribuidos en el área y algunos de sus afloramientos se presentan directamente sobre las formaciones mesozoicas. Los tufos semejantes a los sillares, son de color blanco rosado, contienen cuarzo, biotita y pequeños fragmentos de volcánicos.

La unidad superior es lávica, está circunscrita a las partes altas de los cerros Orcoña y



Yaretal, representada por derrames gris oscuros, de textura porfírica con fenos de cuarzo y feldespatos en una pasta afanítica.

El espesor del grupo Tacaza decrece de este a oeste, así se tiene que entre Chilcane y el cerro Orcoña, aflora más completo, mostrando los tres miembros con un grosor aproximado de 800 m, mientras que al oeste en los cerros Chocarne, Pajonal, Pulinquiña y quebrada Gramadal es muy delgado, estando ausente los derrames de la parte superior.

En general el Grupo Tacaza presenta una superficie de relieves suaves, aunque en las quebradas los bancos más resistentes de lavas y tufos macizos presentan escarpas.

La edad de este grupo, se le asigna el Terciario Medio.

L.- Formación Pichu

Esta formación ha sido descrita en el cuadrángulo de Ichuña, al NE de la cuenca, su litología está compuesta por tobas riolíticas, riodacitas e ignimbritas, con menores cantidades de lavas andesíticas y conglomerados. En el cuadrángulo de Characato yace en discordancia angular sobre el grupo Yura e infrayace de la misma manera al grupo Tacaza.

Mayormente se encuentra a lo largo del límite norte del cuadrángulo de Characato, entre los cerros Conorane y las inmediaciones de la Loma Contayoc, constituyendo un afloramiento de más de 36 km de longitud con un ancho irregular y afectado por plegamientos con eje de dirección SE/NW, que hacia el norte se prolongan dentro del cuadrángulo de Callalli y hacia el sur están cubiertos por la formación Maure.

Entre la Laguna Cochapata y Totorane, la formación Pichu muestra en su base, bancos medianos y gruesos de brecha volcánica de colores verde, rojizo, chocolate y gris claros, cortados por un microgranito gris oscuro de facie hipabisal. En el contacto con el intrusivo indicado, se observa una brecha cuarcítica que hacia arriba pasa a brecha volcánica de color verdoso. Descansando sobre esta, se encuentran capas delgadas bien estratificadas, constituidas por intercalaciones de brechas volcánicas verdes, tufos dacíticos blanquecinos, areniscas tufáceas marrones de grano grueso y derrames andesíticos gris oscuros. El conjunto tiene un rumbo de N 32° E y buzamiento promedio de 12° SE y se extiende hasta la quebrada en cuyas cabeceras se encuentra la mina San Antonio de Chuca.

El espesor total de este grupo, entre la laguna Cochapata y Totorane, se estimó en 1 600 m.

En el cuadrángulo de Callalli, está en contacto con el grupo Tacaza, los cuales están bien expuestos directamente al sur del poblado de Callalli, el espesor en esta zona es difícil de estimar debido al plegamiento, pero por lo menos 500 m afloran al S de Callalli y al E de Sumbay. La sucesión de rocas es bastante variable, pero las ignimbritas soldadas y no consolidadas son dominantes, en unidades de flujo menores a 20 m de espesor, excepcionalmente alcanza 50 m como en el caso del valle de río Llapa, donde forman farallones verticales. Ejemplos de ignimbritas soldadas, líticas y lapillíticas, cristalizadas de color gris morado, están bien expuestas cerca de sihuacollo. Hacia el sur, cerca a la vía férrea a 5,5 km al SW de Vicocaya, existe una secuencia de lava andesítica, con piroxenos y bloques de tobas, las cuales contienen clastos angulares a subredondeados de hasta 1,5 m de andesita oscura y gris verde, en una matriz tobácea gris pálido.



Cerca a Sumbay en el cerro Lipa, se presentan ignimbritas soldadas, parcialmente devitrificadas, de color anaranjado marrón a rojo, hasta 50 m de espesor. Los sedimentos de la formación Pichu, incluyen tufitas de grano fino a grueso, de color gris pálido a gris verde y gravas pobremente clasificadas con conglomerados de cantos que se han identificado en el valle del río Llapa y cerca a Tocca.

La edad de esta formación, se le asigna el Terciario Inferior a Medio.

M.- Volcánico Llallahui

Se describe como volcánico Llallahui, a un conjunto litológico cuyos afloramientos se prolongan ininterrumpidamente en la hoja de Ichuña, donde inicialmente fue estudiado y se encuentra reposando sobre el grupo Puno e infrayaciendo a la formación Maure, en ambos casos con discordancia angular.

El Volcánico Llallahui aflora en diferentes lugares, teniéndose entre ellos la represa El Fraile, sitio en el que infrayace a la formación Maure. También se localizan en las quebradas que bajan radialmente del cerro Jahuarinac, donde subyacen al grupo Barroso, en los cerros Malmintune, Altaza, Andacahua y Condorsana, lugares donde sobreyacen a la formación Yura como al Volcánico Pichu, estando parcialmente cubiertas por rocas de las formaciones Maure, Sencca y Capillune.

Litológicamente el Volcánico Llallahui, está constituido por derrames andesíticos de color marrón y azul grisáceo, con una textura porfirítica y disyunción en lajas en menor proporción presentan tufos brechosos. Las lavas se encuentran en bancos gruesos, formando grandes escarpas y están cortados por intrusivos hipoabisales, las cuales han generado fuerte fracturamiento como se observa en la represa al Fraile.

Otros afloramientos se encuentran al SW de la represa El Fraile, entre la quebrada Chilihua grande y la cumbre del cerro Lucarape, ubicado en su flanco derecho. En este lugar se observa una secuencia de más de 1 300 m. de espesor, constituida por bancos basálticos que muestran abundantes vacuolas, algunas de ellas rellenas de limonitas. Dichos basaltos infrayacen a una intercalación de brechas andesíticas verdes y violáceas, con areniscas tufáceas de grano grueso, compactas, marrones, verdosas y de carácter lenticular, sobre esta intercalación yacen unos derrames andesíticos de textura fina a granular, gris oscuros, que llegan hasta las partes más altas del cerro Lucarape.

También otros afloramientos se ha observado al Sureste de Aguada Blanca, al pie del cerro Carabaya y a lo largo de la quebrada Tingo, que corre hacia el suroeste del cerro mencionado. El contacto con la roca infrayacente no está expuesto y en la parte inferior se presentan unos bancos medianos de brecha cuarcítica rojiza chocolate, con matriz tufácea de tonos violáceos. Reposan sobre esta brecha unos bancos de tufos brechoides, bastante compactos, gris claros a blanquecinos o también gris oscuros por intemperismo. Sobre yaciendo a los tufos se encuentran unas areniscas tufáceas, de grano fino a medio, de matices verdes y marrones, las que en su parte media presentan un horizonte de conglomerado mediano, cuyos elementos y la matriz son de origen volcánico. La secuencia descrita está parcialmente cubierta por derrames andesíticos del volcánico Chila.



Al Este de la Laguna Salinas, en el límite de los cuadrángulos de Characato e Ichuña, se presentan algunos afloramientos del Volcánico Llallahui, debajo de lavas porfiroides del Volcánico Barroso, los cuales los cubren mayormente y llegan hasta la parte más alta en forma de bancos subhorizontales. En este sector el Volcánico Llallahui está representado por brechas andesíticas. También se ha encontrado otros afloramientos de menor extensión, aguas arriba de la confluencia del río Sumbay con el río Blanco y la Pampa de Yanacancah. El grosor de esta formación se le ha calculado entre 1 300 a 1 500 m.

Su edad se asigna al Terciario Medio a Superior.

N.- Formación Maure

Los afloramientos de la formación Maure, se encuentran constituyendo dos fajas bastante irregulares, la primera, entre el embalse El Fraile y la Loma Contayoc, y la segunda entre la loma mencionada y la localidad Tambo de Ají.

En las cercanías del Fraile, se le encuentra cubriendo con discordancia angular a los grupos Yura, Puno y Tacaza, en cuyos contactos sus estratos muestran inclinaciones originales que disminuyen a medida que se alejan de las unidades sobre las cuales reposa, hasta ponerse horizontales y subhorizontales.

En la esquina nororiental del cuadrángulo de Characato, la formación Maure se encuentra rellenando una depresión, labrada sobre rocas del grupo Puno, conteniendo en su parte superior, un banco andesítico de textura porfiroide, el mismo que desaparece debajo del Volcánico Sencca.

Litológicamente su base está representada por un conglomerado grueso, poco compacto, con elementos volcánicos y cuarcíticos dentro de una matriz areno arcillosa poco compacta, gris verdosa, de grano grueso a conglomerádica. Luego se aprecia una intercalación de areniscas conglomerádicas con fragmentos de rocas volcánicas de color gris verdosos y finalmente en su parte superior, tufos blancos riólíticos y riódácíticos, con laminillas de mica negra, areniscas tufáceas gris claras, deleznales, de grano fino a medio y un banco andesítico de textura porfiroide.

Su grosor se ha estimado en 180 m y su edad se le asigna al Terciario Superior.

O.- Formación Millo

Con este nombre se describe a un conjunto estratigráfico que consiste de conglomerados, areniscas tufáceas y lentes de tufos retrabajados.

Exposiciones de esta unidad se encuentran en los flancos del valle Vítor, en las quebradas Millo, de las laderas y en el borde occidental del batolito. El contacto inferior de esta unidad es bien marcado, puesto que descansa en discordancia erosional sobre las areniscas rojizas de la formación Sotillo y de la misma manera, se encuentran infrayaciendo al volcánico Sencca, el cual a veces está ausente a causa de su marcada lenticularidad.



La litología consiste por lo general, de conglomerados moderadamente consolidadas, compuestos en proporción variable de clastos gruesos mas o menos redondeados de intrusivos, cuarcitas y volcánicos provenientes del grupo Tacaza, la matriz es areno tufácea de grano grueso.

Las areniscas sin grisáceas de grano medio a fino, hasta conglomerádicas, estratificadas en bancos que llegan a los 80 cm de grosor. Tufos redepositados en forma de capas lenticulares, alternan con abundantes inclusiones de lapilli y pómez. Las capas son horizontales o con ligera inclinación al suroeste, excepto sobre las laderas de los intrusivos, donde los buzamientos son mayores. El espesor medio de la formación se estima en 60 m.

Su edad se asigna al Terciario Superior.

P.- Volcánico Sencca

Esta denominación se le da a un volcánico en la región de Arequipa, la que se halla cubriendo grandes áreas como en la parte norte del cuadrángulo de Arequipa por la zona de Pampa de Arrieros y hacia el Sur una faja angosta entre le río Yura y las lavas del grupo Barroso, hasta llegar al denominado triángulo de Arequipa (Yura, Arequipa y Quishuarani), donde ocupa una mayor superficie. También se la encuentra en las paredes del cañón del río Chili (Planta hidroeléctrica de Charcani), en los flancos del valle del río Vítor y en otros lugares.

El volcánico Sencca descansa con discordancia erosional sobre la formación Millo y también se le encuentra cubriendo con discordancia angular al grupo Tacaza como en las faldas orientales de los cerros Manzanayo y Cuesta de Joyasha; infrayace con discordancia erosional al conglomerado aluvial pleistocénico y a los volcánicos del grupo Barroso.

Los tufos son de composición dacítica o riolítica, distinguiéndose a simple vista granos de cuarzo, feldespatos y biotita. Además contienen fragmentos de pómez y lavas, que pueden ser redondeados o angulosos y de tamaño variable. Por lo general son compactos, con una cohesión apreciable aunque los hay poco consistentes y fácilmente desmenuzables. Se presentan en bancos gruesos mostrando muchas veces una disyunción prismática, dando lugar a bloques columnares, cortados por planos horizontales.

Se distinguen dos niveles según el color, uno superior, rosado a marrón rojizo y otro inferior gris claro a blanco. Entre los últimos existe una variedad que se emplea en Arequipa como material de construcción. Alternando con los tufos se hallan capas poco consolidadas de gravas, arenas y tufos retrabajados. En Palca en una de estas intercalaciones se explota un depósito de travertino.

Los bancos de tufos son sub horizontales y en algunos lugares siguen los lineamientos de la topografía pre-existente. En la hidroeléctrica de Charcani, el volcánico Sencca está representado por tufos rosados de composición dacítica, bastante compactos y con una disyunción prismática muy irregular. Tienen un espesor aproximado de 60 m y conforman unas escarpas pronunciadas, aguas abajo de este lugar, varía un poco de color y se intercalan con depósitos aluviales inconsolidados. Debajo de los tufos dacíticos, a la altura del Colegio Militar Francisco Bolognesi, se encuentra un tufo blanco riolítico, compacto, brechoide, con poca biotita y una estructura lenticular pronunciada.



Otros afloramientos de esta unidad se aprecian a lo largo del valle del Vítor y quebradas afluentes, cubriendo a las formaciones Millo o Sotillo. También los tufos se presentan a lo largo de la quebrada Gloria.

En el valle del Chili área de Charcani y en Yura Viejo, entre los tufos y las lavas del volcánico Chila, existen unos materiales de poco espesor, constituidos por piroclásticos redepositados de color gris oscuro y amarillo pardusco, que posiblemente correspondan en parte a la formación Capillune.

El espesor del volcánico Sencca pasa los 150 m aunque existen bancos aislados de espesores reducidos, que no llegan a los 10 m.

Su edad se le asigna al Terciario Superior.

Q.- Formación Capillune

En la zona de estudio esta formación aflora en el cuadrángulo de Characato en varios puntos, ubicados en la parte nor occidental del cuadrángulo y se le encuentra bien expuesta al sur y suroeste del cerro Conorane y en los alrededores de Aguada Blanca, al norte del volcán Misti, cubierta mayormente por material piroclástico suelto. La formación Capillune yace sobre el volcánico Sencca e infrayace al grupo Barroso, en ambos casos discordantemente.

Generalmente los estratos de la formación Capillune, son horizontales y subhorizontales, observándoseles con una inclinación primaria, cerca de sus contactos con rocas más antiguas, donde presentan buzamientos de 20 y 25°. Litológicamente está constituida por una intercalación de areniscas, arcillas, conglomerados y piroclásticos que se presentan en capas delgadas y con coloraciones grises, blanquecinas y anaranjadas.

Las areniscas son friables, de grano fino a medio, en partes manchadas de limonita, con estratificación cruzada e intercalaciones de delgados horizontes tufáceos, también hay capas delgadas de materia carbonosa, areniscas tufáceas de grano grueso a conglomerádicas y lentes de conglomerado fino. Las arcillas que son de colores blanco y crema, constituyen horizontes delgados con cierto contenido de materiales tufáceos.

Los conglomerados con una textura fina y poco compactos, se observan principalmente en la parte inferior de la formación, o también constituyen pequeños lentes distribuidos en diferentes niveles. Dentro de los elementos mayormente volcánicos se encuentran algunos cuarcíticos, estando todos ellos subredondeados y dentro de una matriz areno tufácea, de color gris oscura.

Dentro de los depósitos piroclásticos, se tiene unos bancos de tufo brechoide, de composición riódacítica, poco compactos y hasta con 6 m de grosor, presentando formas cónicas bien característicos debido al intemperismo, igualmente existen tufos retrabajados de color crema y amarillo, en capas de 20 a 25 cm de espesor, así como horizontes lapillíticos gris amarillentos, ampliamente distribuidos.

El espesor de esta formación es variable y alcanza 130 m en la sección ubicada en el borde Sur occidental de la Loma Chuquillahuasi.



Su edad es del Terciario Superior.

R.- Grupo Sillapaca

El término se ha derivado de la Cordillera Sillapaca al NO del cuadrángulo de Lagunillas, en la zona de la cuenca aflora en la zona del divortium al NE de la cuenca. El principal criterio usado en el mapeo del Grupo Sillapaca, es el reconocimiento de la horizontalidad o el suave plegamiento de los volcánicos y no fácil de identificar, cuando se trata de conos volcánicos.

La secuencia está dominada por lavas formando riscos, principalmente de composición dacítica a traquiandesítica y alcalinas de Callalli y Lagunillas. Principalmente se muestran como cordilleras cubiertas de nieves, con picos encima de los 5 000 m.s.n.m., siendo característicos peñascos como resultado de la presión de congelamiento del agua en las grietas de las rocas.

En el cerro Colquerane, hacia el SW del cuadrángulo de Lagunillas, puede haber habido un centro del Grupo Sillapaca. Los depósitos estén divididos en tres formaciones, descansan con probable concordancia sobre la formación Toba Coquerane. Las tres formaciones son : Toroya, Lava Horno y Cardane, de estas afloran en la zona la primera y tercera.

Formación Toroya.- Tiene cerca de 500 m de espesor, toma su nombre de un lugar ubicado pasando la hacienda Toroya, teniendo su sección típica sobre la carretera Panamericana, donde la litología está conformada por rocas piroclásticas gruesas, bloques de tobas de hasta 10 m de espesor, en casi el 70% de la secuencia, conjuntamente con tobas fluidas, cenizas no soldadas gris verdosas, generalmente de menos de 3m. de espesor y lavas porfídicas andesíticas-augíticas. Generalmente sus rasgos son redondeados, pero hay unos pequeños afloramientos peñascos, que corresponden principalmente a bloque de tobas. En la quebrada Achacune la formación consiste principalmente de estos bloques de toba, formando fracturas que contienen clastos de andesita augítica - porfídica, gris verdosa oscura hasta 15 cm. tobas aéreas y unos 15 m de andesíticas basálticas.

Formación Cardane.- Aflora al SE del cuadrángulo de Lagunillas, que corresponde al extremo noreste de la cuenca en estudio, se emplaza sobre una plataforma disectada e inclinada suavemente al SE. Sobreyace concordantemente a la formación Toba Colquerane, pero sus relaciones con las Formaciones Toroya y Horno no son claras. Su nombre se deriva de la exposición típica ubicada en el cerro Cardane, que tiene una cobertura de andesitas, con fenos de plagioclasas, infrayacen unos 50 m de flujos piroclásticos parcialmente soldados, color blanco, intemperizados, peñascos, que contienen clásticos de líticos de hasta 3 mm y cristales de cuarzo y biotita de menos de 1 mm de diámetro. Las capas más soldadas se caracterizan por contener vidrio volcánico, mientras que otros tienen una matriz de ceniza fina parcialmente desvitrificada.

Esta formación se halla centrada en el cerro Colquerane, difiere en litología de la del área de Sillapaca por tener menos lavas. Se le considera en gran parte como depósitos de centros, que han sufrido repetidamente violentas erupciones y más tarde, en el caso de la formación Cardane, eventos explosivos.



Se le asigna edad del Terciario Superior.

S.- Conglomerado Aluvial Pleistocénico

Corresponde a un conglomerado que se halla cubriendo áreas extensas de la parte sur este del cuadrángulo de Arequipa, constituyendo las pampas de Vítor y Siguas, que conforman la unidad geomorfológica denominada Planicies Costaneras.

Las mencionadas pampas tienen un declive relativamente parejo, de unos 2 a 3° hacia el SW, estas han sido cortadas por valle profundos como el Majes, Siguas y Vítor y por barrancos espaciados.

En los flancos del valle del Vítor, estos conglomerados yacen directamente con discordancia erosional, sobre el volcánico Sencca y en partes se halla cubierto por una delgada capa de material aluvial y eólico recientes.

Esta unidad tiene un espesor de 60 m pero tiende a engrosarse hacia el noroeste, así en el valle de Siguas llega hasta 150 m.

El conglomerado está formado principalmente por elementos de 20 cm de diámetro, bien redondeados a subredondeados, procedentes del batolito, gneis, cuarcita, y lavas amigdaloides, dentro de una matriz débilmente cementadas.

Desde que no se dispone de evidencias precisas para determinar la edad de este conglomerado, se recurre a sus relaciones estratigráficas con el volcánico Sencca y con derrames volcánicos posteriores al conglomerado, posiblemente relacionados al Grupo Barroso, por lo que se le asigna la edad del Pleistoceno Inferior.

T.- Grupo Barroso

El grupo Barroso en la zona de Arequipa, se lo divide en dos unidades que se los denomina el Volcánico Chila y Volcánico Barroso.

Volcánico Chila.- Representa la unidad inferior del grupo, su distribución está restringida a los antiguos conos que forman el cerro Las Minas o Suni y Parte del Charcani. En el cañón del río Chili (Charcani), las coladas se prolongan hasta las inmediaciones del distrito de Miraflores (falda occidental del Misti). También se encuentra, aisladamente, formando conos pequeños al norte del cerro Compuerta, en la laguna Patacocha y en cerro Negro.

Constituye parte del volcán Misti, nevado Chachani, cadena del Pichu Pichu, área comprendida entre el cerro Candolada y la localidad de Oronza, cadena de cerros al Sur de la laguna Salinas y flanco Oriental del cerro Charmoco.

El volcánico Chila está constituido litológicamente por una alternancia de andesitas, brechas y conglomerados. Las andesitas son de color gris oscuro, afaníticas y faneríticas, de estructura masiva, se les encuentra formando mantos de 5 a 30 cm de grosor, los mismos que por intemperismo toman colores claros y rojizos.

Las brechas están constituidas por elementos andesíticos angulares y subangulares,



con un tamaño variable, los cuales se hallan en una matriz andesítica, algo tufácea, regularmente compacta, que adquiere una coloración gris clara y rojiza por intemperismo.

Los aglomerados están formados por elementos andesíticos en una matriz tufácea, subredondeados, poco compactos y de coloración rojiza por intemperismo. Al igual que las brechas, sus capas se intercalan entre las de las lavas con grosores que varían de 5 a 10 m.

El volcánico Chila yace con discordancia erosional encima del volcánico Sencca o también, en el valle del Chili, sobre unos sedimentos que posiblemente sean equivalentes a la formación Capillune. Subyacen al volcánico Barroso con discordancia erosional.

Volcánico Barroso.- Esta unidad está distribuida desde la zona noreste del cuadrángulo de Arequipa, en las faldas del cerro Las Minas o Suni, hasta las proximidades del aeropuerto de Arequipa. Al Oeste está limitada por la línea del ferrocarril del sur del país y la carretera Arequipa-Yura. Además esta unidad forma la mayor parte de la cadena del nevado Chachani, incluyendo a los aparatos volcánicos más recientes de los cerros Cortaderas y El Tolar.

El volcánico Barroso yace sobre los volcánicos Chila y Sencca, con discordancia erosional y ocasionalmente se le encuentra debajo de los depósitos de flujos de Barro y fluvioglaciares y aluviones recientes.

La litología consiste de lavas andesíticas en bancos gruesos, gris oscuras o gris claras, que por intemperismo toman colores rojizos y marrones, La textura es porfídica, con fenocristales bien desarrollados de plagioclasas, hornblenda y biotita, cuya orientación muestra cierta fluidez más o menos clara, dentro de una pasta granular.

Las capas que son muy inclinadas, en las cumbres de los conos, van disminuyendo gradualmente conforme se alejan de estos, hasta ser casi horizontales en las partes más bajas. La disyunción es muy irregular, existiendo bloques completamente separados que permanecen in situ.

El espesor de esta unidad es muy difícil de apreciar, debido a que existen numerosos volcanes pequeños estrechamente ligados entre sí, pero se ha estimado un mínimo de 2 000 m.

Su edad se asigna al Cuaternario Pleistocénico.

U.- Flujos de Barro

Los depósitos de Flujos de Barro ocupan la esquina Sureste del cuadrángulo de Arequipa, Socabaya, Urbanización Hunter y más al norte en la falda occidental del Misti. Estos por su poca compactación han sido erosionados, dando lugar en algunos sitios a quebradas profundas.



En general consisten de una masa formada por fragmentos y bloques angulares de rocas de origen volcánico (tufos y lavas), dentro de una matriz areno tufácea o arcillosa poco consolidada. No se ha encontrado estratificación definida ni selección granulométrica alguna, salvo una disminución del tamaño de los componentes a medida que se alejan del lugar de donde provienen. Además la presencia de oquedades en la matriz de estos flujos de barro es una característica notable.

Posiblemente estos flujos tengan su origen en la acumulación de material piroclástico y clastos de naturaleza volcánica en lugares de gran pendiente, que se movilizaron por la saturación del agua proveniente de las lluvias y deshielos, perdiendo velocidad conforme disminuye su contenido líquido, hasta ocupar los lugares mencionados.

También cubren gran parte de la ladera occidental de la cadena del Pichu Pichu y del Misti, llegando a las inmediaciones de la ciudad de Arequipa y de las localidades de Socabaya y Pocsi. Las mejores exposiciones se hallan en los pueblos de Chiguata y Sabandía, donde los depósitos al igual que los demás lugares, ofrecen en conjunto una coloración gris y marrón claro con una textura variable. Debido a la escasa compactación, los ríos y arroyos allí presentes, han profundizado sus cauces con gran facilidad, dando lugar a quebradas de paredes verticales o casi verticales, que llegan hasta los 200 m de altura, lo que cambia la monotonía del relieve general, caracterizado por colinas de perfiles regulares, a excepción de las partes más bajas, donde conforman una superficie solamente ondulada.

Los Flujos de Barro, se consideran de edad Pleistocénica, porque yacen sobre el volcánico Barroso.

V.- Depósitos Morrénicos y Fluvioglaciares

Están localizados en los alrededores de las partes altas de los aparatos volcánicos, tal como el cerro Nocarane, Nevado Chachani y cerro La Orqueta. En el cerro Minas o Duni ocupan el interior del cráter, bastante erosionado y en Pampa de Arrieros, corresponden a una prolongación de los fluvioglaciares.

También se encuentran al Noreste del Misti, así como entre las localidades de Tambo de Ají y la Pampa de Amayane, en las laderas de Pichu Pichu y en la cadena de cerros ubicada al sur de la laguna Salinas. En general estos depósitos cubren las partes bajas de los lugares citados, observándose afloramientos de la roca subyacente, sólo en las partes altas y en algunas quebradas.

En las laderas occidentales del nevado Pichu Pichu, los fluvioglaciares cubren a los flujos de Barro, mientras que en el resto del área generalmente se hallan sobre el grupo Barroso, así mismo en varios lugares estos depósitos se encuentran cubiertos por materiales piroclásticos y clásticos recientes.

Las morrenas terminales, se observan hasta los 3 900 m.s.n.m. aproximadamente y entre morrenas laterales, hay algunas que llegan a tener 3,5 km de longitud, constituyendo formas alargadas de relieve moderado.

Los elementos que constituyen estos depósitos son netamente de origen volcánico y mayormente subangulares, hallándose dentro de una matriz areno, limo - arcillosa.



Las morrenas han sido afectadas por los agentes erosivos debido a los cuales se han modificado sus formas originales, se encuentran asociadas con depósitos fluvioglaciares provenientes de los materiales más finos acarreados por fusión de los glaciares.

La edad se le asigna al Cuaternario Pleistocénico.

W.- Depósitos Chihuata

Estos depósitos se observan al Norte y Oeste de la localidad de Chihuata, con gran espesor y una amplia distribución perfectamente en las faldas meridionales del Misti, a la altura de la pampa Tambillo.

Los depósitos Chihuata yacen sobre los flujos de barro y en algunas partes sobre el grupo Barroso, encontrándose cubiertos por piroclásticos recientes. Pese a no haberse encontrado ninguna relación con los depósitos fluvioglaciares, se los interpreta posteriores a estos, tomando en cuenta las superficies sobre las cuales se depositaron.

Entre la Hacienda Cangallo y la Calkera, estos depósitos descansan sobre flujos de barro y están constituidos de abajo hacia arriba por un banco más o menos de 4 m de areniscas conglomerádicas, gris verdosas, algo compacta, debajo de unas capas de diatomita finamente estratificadas, blanco amarillentas, en forma lenticular y cubiertas por arcillas con un grosor variable, blanco amarillentas, estratificación delgada, algo tufáceas y con inclinaciones primarias de 20 a 25°.

Luego se aprecia un paquete de 1,50 m de grosor formado por arena gruesa a conglomerádica, con estratificación cruzada, color gris claro y con lentes de piedra pómez en fragmentos de 4 a 5 cm de diámetro, subyaciendo a su vez en un banco de 4 m de grosor, compuesto por fragmentos andesíticos gris oscuros, dentro de una matriz arenosa tufácea.

Por último en la parte superior se encuentra un banco de 10 m de espesor, constituido por elementos andesíticos, lapilli y fragmentos de piedra pómez, en una matriz tufácea de color marrón o algo amarillenta.

En la Pampa de Tambillo y en un lugar donde el camino, que une a la apacheta Alto de los Huesos con la localidad de Cachamarca, atraviesa a una quebrada algo profunda, se ha observado una alternancia de gravas, arenas conglomerádicas gris claras, lapilli con fragmentos de piedra pómez hasta de 30 cm de diámetro y capas de tufos de más o menos de 2 m de grosor, los mismos que son bien notorios en los flancos del río Andaimayo, a la altura de Cachamarca. La grava presenta elementos subredondeados y angulosos de andesitas, los que se hallan en una matriz areno tufácea deleznable, debido a la cual se encuentran muchos derrumbes en los flancos de las quebradas allí existentes.

Todo este conjunto, cuyo espesor se ha estimado en 80 m reposa directamente sobre lavas del grupo Barroso y representa la parte superior de los depósitos Chihuata, mostrando una clara estratificación. Otra exposición equivalente a la base de esta unidad, se observa en las cercanías de Aguada Blanca.

El grosor total de estos depósitos se estima de 110 a 120 m aproximadamente y se



correlaciona con los depósitos de "Acequia Alta".

Su edad es del Cuaternario Reciente.

X.- Depósitos Piroclásticos Recientes

Se encuentran al este del cuadrángulo de Arequipa, en las Pampas de Perro Loco, cerro Los Peñones y Cabrerías, ocupando las partes bajas de las laderas occidentales de los cerros las Minas, Suni o del nevado Chachani.

En las faldas orientales de los nevados del Chachani, hasta Cañaguas, se observa a estos depósitos sobre los fluvioglaciares y debajo de gravas aluviales recientes.

En el cuadrángulo de Characato, se encuentran ampliamente distribuidos al Norte y Este del volcán Misti, cerro Konsaorco, Apacheta Repartición y cercanías del cerro Candolada, cubriendo a formaciones de diferentes edades.

Igualmente ocupan gran parte de los alrededores de la laguna Salinas, como se observa en las pampas de Cutimpaya, Pichu Pichu y Machorome. En menor extensión se observa entre le Simbral y la localidad de Chihuata, descansando sobre los depósitos Chihuata y al igual que en los otro lugares, se hallan cubiertos por depósitos clásticos más modernos.

Esta unidad está formada principalmente por capas de lapilli de color amarillo y blanquecino, que contienen pequeños fragmentos de pómez, lavas y algunas escorias y bombas, cementados por ceniza en parte arenosa y poco consolidada. Alternando con dichas capas se hallan otras más delgadas de arena de grano grueso y de color gris oscuro, que parece haber sido acarreada por el agua. También hay capas de ceniza volcánica.

Las capas de lapilli tienen un espesor de 0,50 a 0,80 m, las cenizas volcánicas constituyen los niveles más superiores de estos depósitos y tienen gran propagación, presentándose puras o mezcladas con arena volcánica y generalmente son estratificación.

El grosor calculado, más o menos es de 10 a 15 m Su edad es el Cuaternario Reciente.

Y.- Depósitos clásticos Recientes

Los valles del área estudiada están rellenos en parte por una alternancia de conglomerados, arenas, gravas y limos de estratificación oscura e intercalados con materiales coluviales y proluviales heterogéneos. Entre estos depósitos se tiene a los siguientes:

Depósitos Aluviales.- Depósitos de esta clase son como consecuencia de aluvionamientos y constituyen los suelos de la mayor parte de las llanuras y depresiones, como las pampas de Vítor, sobre el conglomerado aluvial Pleistocénico, en la pampa del Cural, Pampa Chilcayo, en Huanca. También se encuentran ocupando el lecho y laderas de las diferentes quebradas y a lo largo de los valles principales, como el Vítor, Chili y Yura, donde se observan terrazas bajas de pequeña extensión y algunos abanicos de deyección depositados por sus tributarios, como el que existe en la desembocadura de la quebrada Millo en el valle del Vítor.



También en la parte oriental de la laguna Salinas, en la Pampa de Cañaguas, Pampa Blanca, Sumbayticlla, Omaña, Antacollo y entre Mollebaya y Arequipa. Exposiciones menores se encuentran en los alrededores de Tambo de Ají, las cuales se prolongan hacia el Norte, hasta las cercanías de Palcahuasi y Pucacancha, igualmente se observan a lo largo de los ríos Sombrería y Cacamayo, Blanco y Pasto Grande y en los sectores ubicados al Noreste de la represa el Fraile.

Estos depósitos se componen de conglomerados, gravas, arenas y limos generalmente, y algunos niveles de tufos. El conjunto muestra una estratificación oscura, que en algunos lugares se intercala con materiales coluviales heterogéneos.

El espesor es variable, dependiendo del carácter de la depositación y la configuración topográfica de la superficie sobre la cual se depositaron. En algunos lugares asociados con los materiales aluviales, se encuentran pequeños depósitos de travertinos, como los de la Calera, Cuico y Socosani.

Depósitos Fluviales.- Se encuentran ocupando el lecho de los ríos que los han depositado. Estos depósitos se observan principalmente a lo largo del río Sumbay, río Pati, río Pasto Grande, río Chili, río Yura, río Siguan y río Quilca.

Están constituidos por conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas, que en su conjunto tiene poco grosor.

Depósitos Coluviales-Proluviales.- Denominados escombros de talud de origen coluvial y materiales de deslizamientos son comunes en las partes medias y bajas de las laderas empinadas, consisten de una mezcla heterogénea de fragmentos angulosos de toda dimensión, que han sido depositados por la acción combinada de la gravedad y el agua.

En diferentes localidades del área estudiada, se presentan depósitos de ceniza volcánica en forma de mantillo superficial o como acumulaciones de hasta 1,5 m de grosor en pequeñas hondonadas.

Depósitos Eólicos.- Son acumulaciones de arenas sueltas transportadas por el viento y ceniza volcánica, en forma de montículos o mantos delgados, están localizados de manera dispersa en las pampas de La Joya, Vitor. En las partes central y septentrional de las pampas mencionadas hay numerosos dunas dispersas, principalmente del tipo barcana y en menor proporción en forma de crestas longitudinales. También se presenta de manera dispersa en las laderas del Batolito de La Caldera.



2.7.3.- Rocas Igneas Intrusivas

Formando parte del Batolito de la caldera, las rocas intrusivas dentro del área de estudio, constituye una cadena montañosa que se extiende desde el límite sur, hasta las proximidades del río Siguan en el Norte y está orientada de Noroeste a Sureste, con una longitud de 50 km y un ancho que varía de 7 a 17 km aproximadamente. Los cerros principales que forman dicha cadena son: Las Calderas, Huasamayo, Las Laderas y Torconta, estando los dos primeros al Sur del río Vitor y los otros al Norte del mismo río.

La gran variedad de rocas intrusivas batolíticas han sido agrupadas según su composición y sus relaciones de intrusión en: Tonalita Torconta, grupo Gabro-diorita, Tonalita de Laderas, Grupo Vitor, granodiorita, y diques de cuarzo, aplita y pegmatita.

A.- Tonalita Torconta

Esta unidad denominada así constituye el macizo del cerro Torconta y aledaños. La litología difiere de un lugar a otro, pero el tipo más extenso tiene la composición de la tonalita, frecuentemente foliada pero sin bandeamientos.

La tonalita de Torconta, intruye a las rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa, notándose en muchos lugares relictos de estas incluidas en la masa intrusiva. También, corta a los sedimentos del Grupo Yura y de la formación Murco, en su borde oriental. Por otra parte ha sido intruida por la tonalita Laderas y no tiene relación directa con las rocas del Grupo granodiorita.

La roca es de color gris verdoso, de grano grueso, predominantemente de grano desigual y en algunos lugares porfirítica. En general los xenolitos y fenocristales están alargados según los planos de foliación.

La plagioclasa es el mineral dominante, fuertemente alterada a sercita. Los granos de cuarzo se presentan estirados y fracturados. Los elementos máficos están alterados a clorita. Otros constituyentes son: apatita, esfena y zircón y como minerales secundarios sercita, clorita y epidota.

B.- Grupo Gabro - diorita

Las rocas oscuras de este grupo han sido determinadas en el laboratorio como gabro y diorita. La relación entre una y otra especie posiblemente sea transicional, o también es posible que la diorita se hubiese producido a expensas del gabro.

El mayor afloramiento está situado entre los cerros Gloria y San Ignacio, prolongándose hacia el Sur dentro del cuadrángulo de La Joya. Otros afloramientos importantes están en el cerro Palco al Norte del río Vitor, en el borde occidental del cerro Huasamayo, en Quishuarani y cerro gloria. Exposiciones mas pequeñas, se hallan en los alrededores de Tiabaya y en el distrito de Hunter.

Por su distribución se interpreta que primitivamente constituían un cuerpo alargado de dimensiones considerables y con una dirección Noreste, en la parte meridional del cuadrángulo, el cual posteriormente fue afectado por intrusiones ácidas más jóvenes.



Una gran parte de esta unidad ha sufrido efectos tectónicos, especialmente fracturas y cizallamientos. El emplazamiento de las vetas de epidota y cuarzo, probablemente se deba al mismo proceso.

La roca en superficie fresca es de color gris oscuro y gris verdosa por alteración y algo rojizo por intemperismo, el grano es medio a grueso, reconociéndose cristales de feldespato y hornablenda, y en algunos casos biotita y cuarzo. La constitución litológica está constituida por 75 a 85% de la roca, la mayoría de los cristales son enhedrales, el tamaño varía de 0,1 a 5mm. de longitud. La variedad principal es labradorita o andesina. Esta presente olivino, clinopiroxeno, hornblenda, biotita y cuarzo.

Las rocas del pequeño afloramiento alargado al oeste del distrito de Hunter son anómalas, contienen cuarzo y feldespato potásico y muestran evidencias de una fuerte alteración hidrotermal, llegando inclusive al desarrollo de turmalina. Localmente se han producido rocas híbridas que tienen rasgos muy similares a las del grupo Vítor.

En los afloramientos de Tiabaya, la roca pasa gradualmente a diorita cuarcífera. La diorita se vuelve esquistosa y presenta lamelas de biotita en los planos de esquistocidad, cuya dirección predominante es E-W, tal como se ve en el borde septentrional del cerro San Ignacio.

Dentro de este grupo se ha considerado una roca clasificada como apinita, la cual se considera como resultado del metamorfismo de contacto por las intrusiones más jóvenes de composición ácida, manifestándose la hornablenda y plagioclasas en cristales bien desarrollados. Ejemplos de apinita se localizan principalmente en el cerro Palca y cerro Gloria, como remanentes en la parte superior de las intrusiones posteriores.

En Sachaca existe un apófisis que litológicamente es similar en apariencia y composición a las facies del grupo Vítor, correspondiendo a una adamelita porfídica de origen híbrido.

C.- Tonalita de Laderas

La mayor exposición de esta unidad plutónica se encuentra emplazada en los cerros Las Laderas y Huasamayo, ocurrencias menores se han distinguido en el tramo inferior del cerro Santa Rosa, en el borde occidental del cuadrángulo, a lo largo de la carretera antigua de Quishuarani, en Mollebaya Chico y finalmente, en la quebrada Enlozada, próxima al pueblo de Congata.

Los afloramientos presentan relieves suaves o algo ásperos y la roca es de grano grueso, de color rosáceo y gris oscuro, por contaminación del grupo Gabro diorita.

La hornablenda se presenta en prismas bien formados y con 1 cm de largo, salvo en las proximidades a los restos de apinita donde alcanzan hasta 4 cm. y su proporción está subordinada a la simulación de la roca básica. Basándose en las proporciones de hornablenda y biotita, se puede distinguir, localmente dos variedades en la tonalita de Laderas, aunque en algunos casos parece que la biotita se ha derivado de la hornablenda. Generalmente los cristales se presentan agrupados en una dirección paralela, principalmente E-W, dándole a la roca un aspecto foliado.



Las plagioclasas están mayormente representadas por oligoclasas en cristales que alcanzan un tamaño de hasta 3,5 mm comúnmente fracturadas y con bordes irregulares, el cuarzo está intensamente deformado por efectos de presión, la hornablenda ha sido reemplazada parcialmente por biotita. Como elementos secundarios se tiene epidota, clorita y sericita.

D.- Grupo Vítor

Con este nombre se describe a un conjunto de dioritas potásicas en transición a granitos, cuyos afloramientos se ubican diseminados en el centro de la parte meridional del cuadrángulo de Arequipa en el cerro Ramal, alrededores del pueblo de Vítor y en el cerro Palca.

Las variedades que se han reconocido, según el porcentaje de ortoza y cuarzo, son : diorita potásica, diorita potásica cuarcífera, adamelita y algunos granitos. Aunque las relaciones de edad de las facies no están establecidas, ellas parecen que fueron emplazadas como pulsaciones intrusivas separadas, porque son claramente diferentes en composición.

Las monzonitas están localizadas principalmente al Norte de Vítor, al Oeste de los cerros de Palca y Huasamayo; las adamelitas en el cerro Ramal y entre este y la localidad de Vítor, se hallan irregularmente distribuidas el resto de las variedades.

Las rocas son de color gris rojizo a gris rosáceo y de grano grueso a medio, estando frecuentemente atravesadas por vetas de turmalina, epidota y cuarzo y a su vez contienen gran cantidad de xenolitos circulares y de tamaño variado. Su disyunción es en bloques rectangulares de 1 m. más o menos, que por intemperismo aparentan ser cantos rodados. Esta disyunción es más notoria en las monzonitas cuarcíferas, lo que facilita su extracción para su empleo como material de construcción.

Los porcentajes de minerales en varias muestras son los siguientes:

Plagioclasas 50%, ortosa 35% y accesorios 15%. La plagioclasa representada por andesina de forma eudral y subeudral, fluctúa entre 0,2 a 3,2 mm de longitud. La ortosa es anhedral. El cuarzo se ofrece en granos anhedrales entre los intersticios. El clinopiroxeno queda como remanente. La hornblenda por efectos de cloritización es verde pálida. La biotita es abundante. Se le clasifica como Monzonita Cuarcífera.

Plagioclasa 60%, ortosa 25%, accesorios 15%. La plagioclasa es de forma subhedral y corresponde a la andesina con 1 a 2 mm. de largo y con ligera zonación. La ortosa ocurre en forma anhedral, rellenando los espacios dejados por las plagioclasas. El cuarzo se presenta en pequeña cantidad y disperso. El clinopiroxeno está mayormente uralitizado. La hornblenda está intensamente alterada y la biotita ha sido sustituida por plagioclasa. Clasificación: Diorita potásica cuarcífera.

Plagioclasa 50%, ortosa 35%, cuarzo 10%, accesorios 5%. Las plagioclasas son andesinas anhedrales y alcanzan hasta 3.2 mm. de largo, la ortosa en forma anhedral, se halla en toda la masa de la roca. El cuarzo es intersticial con bordes ligeramente redondeados. El clinopiroxeno forma remanentes incoloros. La hornblenda ha reemplazado parcialmente a los piroxenos. La biotita esta asociada a los demás máficos, pero también ocurre independientemente de ellos. Clasificación: Adamelita.



También por semejarse más a las rocas de este grupo, se han incluido dentro de él a una diorita gris rosácea que aflora al oeste del cerro Calderas, en la cota 2 190 m. la cual presenta como ellas, turmalina y epídota, diferenciándose en su composición, debido a la ausencia de feldespatos potásicos. Esta diorita es posterior al grupo gabro diorita, porque contiene xenolitos de este.

E.- Granodiorita

Dos stocks de este tipo de roca se encuentran en la parte meridional del cuadrángulo, en los cerros Calderas y San Ignacio, ubicado este último en partes más o menos iguales en los cuadrángulos de Arequipa y La Joya. Son de formas groseramente elípticas con los ejes mayores orientados de NW a SE y están separados, entre sí por rocas del grupo gabro-diorita.

La granodiorita, debido al sistema de junturamiento, presenta grandes bloques rectangulares y por intemperismo una ligera disyunción, lo que ha originado bloques desprendidos en el primer caso y esferas imperfectas en el segundo. Se puede ver ejemplos del primero al Oeste del cerro San Ignacio por la antigua Carretera Panamericana. Esta roca ha sido intruida por diques aplíticos y pegmatíticos y en las superficies de junturamiento muestra manchas oscuras de turmalina. El contenido de xenolitos es abundante y son de forma redondeada.

Generalmente la granodiorita es de grano grueso, notándose en las muestras de rocas plagioclasa, ortosa, cuarzo, biotita y una cantidad variable de hornablenda. El color es gris claro, ligeramente rosado siendo más oscuro en el cerro La Caldera, por el mayor contenido de minerales ferromagnesianos, debido a la similitud de rocas básicas.

F.- Intrusiones Menores

Diques de cuarzo, aplita y pegmatita representan las intrusiones ácidas más jóvenes dentro del área estudiada, generalmente son cortos y su ancho varía de unos cuantos centímetros hasta 3 m. Estos se hallan indistintamente cortando las rocas intrusivas anteriormente descritas, aunque en el grupo gabro diorita, raras veces se ha observado los de aplita y pegmatita, siendo uno de estos casos, el que se presenta al Sur del cerro San Martín, en el borde meridional del cuadrángulo. Las aplitas son de color blanquecino.

Las pegmatitas son de color rosado claro y están constituidas por grandes cristales de ortosa y cuarzo, poca biotita y la turmalina que esta asociada a la epídota, se presenta diseminada.

De acuerdo a sus relaciones de intrusión, por lo que afectan a formaciones sedimentarias del Mesozoico, se interpreta que la ocurrencia de estas rocas plutónicas habrían tenido lugar a fines del Cretáceo y comienzos del Terciario, dicha cronología está confirmada por edades radiométricas obtenidas de varios lugares del Batolito Costanero.



2.7.4.- Geología Estructural

Para la descripción de las estructuras, se ha agrupado a las rocas según su edad, que al tener características propias en cada caso, hacen factible la interpretación de los acontecimientos tectónicos.

A.- Rasgos Estructurales en las Rocas Pre-paleozoicas

La estructura en las rocas pre - paleozoicas, está caracterizado por un bandeamiento cuyo rumbo varía entre NNW y NW, con buzamientos considerables, sin embargo en el área de Cerro Verde, las estructuras siguen otros alineamientos, dominando las de tendencia E-W y ofreciendo en conjunto una gran deformación.

B.- Rasgos Estructurales en las Rocas Mesozoicas

Las rocas mesozoicas muestran una tectónica correspondiente al Cretácico tardío, la cual ha sido afectada por movimientos posteriores que reactivaron y deformaron las estructuras pre-existentes.

La faja sedimentaria comprendida entre el río Yura y la esquina Noroeste del cuadrángulo de Arequipa, representa las mejores exposiciones de las estructuras de las rocas mesozoicas. La alineación general de dichas estructuras es de NW a SE, las mismas que sufren un arqueamiento progresivo hacia el Oeste, conforme se aproximan a la esquina indicada. De la misma manera en el extremo Sur de esta faja, en Cincha y Gramadal, las estructuras cambian bruscamente a una dirección E-W a causa de la falla de Cincha.

A continuación se describe los principales plegamientos y fallamientos ocurridos en esta unidad.

Pliegues.- La formación Arcurquina, a lo largo de su afloramiento presenta un anticlinal y un sinclinal que siguen un rumbo de $N45^{\circ} W$ y continúan hacia el Norte, el anticlinal es asimétrico con su plano axial buzando hasta 30° al NE, el flanco NE presenta una inclinación variable, pero siempre mayor que la del SW.

La línea de charnela tiene una longitud de 11,5 km. El tramo meridional de este anticlinal está deformado por fallas transversales y por pequeños pliegues a lo largo de su eje, los cuales son apretados y simétricos.

El sinclinal es paralelo al anticlinal y tiene una longitud de 24,5 km en cuyo tramo septentrional solo se presenta el flanco occidental, como consecuencia de una falla longitudinal entre las formaciones Arcurquina y Huanca. La parte media es muy apretada a diferencia del tramo meridional entre las quebradas Liquiña y Ojule, donde los flancos están más separados y el núcleo, ocupado por la formación Chilcane, ha sido hundidos por fallas normales de poco desplazamiento. En el tramo meridional indicado, hacia el Oeste del sinclinal, existen dos pliegues de menor longitud, un anticlinal con plano axial ligeramente inclinado al SW y un sinclinal asimétrico.



El anticlinal de Murco es asimétrico, con su flanco sur oeste menos inclinado que el Noreste y el plano axial buza hacia el Suroeste. El eje tiene un rumbo $N45^\circ W$ a lo largo de 2 km entre el río Pichirigma y la localidad de Murco, sin embargo los anticlinales que se presentan cerca a Cincha, es probable que sean la continuación del anticlinal de Murco.

En los flancos del valle de Pichirigma existe un sinclinal cuyo eje tiene un rumbo paralelo al anticlinal de Murco. En un pliegue cerrado, corto y disarmónico del miembro Cachíos. El plano axial buza 45° al SW y los flancos SW y NE, se inclinan en la misma dirección con 65° y 25° respectivamente debido a la cual, en el primer caso, los estratos están invertidos.

El área comprendida entre la quebrada Liquiña, Cincha y el cerro Puliquina, se caracteriza por presentar pequeños pliegues asimétricos, muy apretados y bastante distorsionados, que los hacen confusos y poco discernibles. Entre estos cabe destacar el sinclinal de liquiña en el miembro Labra, que es un pliegue echado con el plano axial buzando $25^\circ NE$, el eje con dirección $N60^\circ W$ en su tramo septentrional y el flanco occidental está interrumpido por la falla de Cincha.

Fallas.- El borde nororiental de la faja mesozoica está limitado por una falla longitudinal, casi íntegramente a lo largo del contacto entre las formaciones Arcurquina y Huanca, es del tipo normal, de alto ángulo y con el bloque oriental descendido; el salto no se ha determinado, pero desde que a la formación Huanca se le asigna un espesor de 1 000 m, el desplazamiento vertical se estima en varias centenas de metros.

Esta falla en su tramo septentrional corta pliegues de la formación Arcurquina, mientras que el tramo meridional a la altura de la quebrada Suheca, ha sido desplazada por una falla transversal con rumbo $N60^\circ E$ que sigue el curso de la quebrada, igualmente las formaciones Huanca, Chilcane y Arcurquina han sido desplazadas horizontalmente cerca de 500 m.

La faja mesozoica en su borde nor-occidental, también esta controlada por una falla, pero de tipo inverso, cuya traza sigue una dirección $N45^\circ W$ en promedio, esta falla en su tramo meridional presenta buzamientos de 65° a 90° y sobrepone a las rocas metamórficas del bloque occidental y a las rocas volcánicas del bloque oriental, en cambio en su tramo septentrional buza 35° a 45° , presentando rocas precámbricas y a la formación Socosani sobre las formaciones Murco y Labra.

Otra falla importante es la Cincah, la cual tiene una traza más o menos curva con un rumbo de $N10^\circ W$ en el cerro Liquiña, $N75^\circ W$ en la quebrada Liquiña y de $N70^\circ E$ en la quebrada Hualhuani. El bloque interno está constituido por estructuras plegadas del grupo Yura y por las formaciones Socosani y Chocolate, mientras que el bloque externo, es un homoclinal representado por una secuencia completa desde la formación Murco hasta la formación Chocolate, alineadas mayormente de E a W, aunque también presentan pliegues de rumbo NW.



C.- Rasgos Estructurales en las Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas muestran signos muy débiles de deformación, lo que podría indicar que las rocas encajonantes fueron probablemente plegadas y deformadas antes de la intrusión. Por lo general las rocas plutónicas del área tienen un junturamiento muy pronunciado con una dirección NW que coincide con el alineamiento de la mayoría de los diques. Otro junturamiento tiende al ENE y finalmente otro menos conspicuo al NNE; también existen estructuras de flujo, tal como se ve en la tonalitas Torconta y Laderas.

D.- Rasgos Estructurales en las Rocas Terciarias

Las rocas terciarias en la región han sufrido menor deformación que las rocas mesozoicas. Así en la formación Huanca, situada al NE del batolito, presenta capas con una alineación más o menos constante NW a SE con buzamientos al SW, que van disminuyendo progresivamente hacia los niveles superiores. Las fallas que afectan a esta formación han sido descritas al tratar las que se presentan en el borde NE de la faja mesozoica.

La formación Sotillo en el flanco occidental del batolito, presenta suaves ondulaciones y fallas normales de poco desplazamiento. Las demás formaciones del terciario, generalmente presentan capas inclinadas suavemente hacia el SW y sin mayores perturbaciones, con la excepción de un anticlinal abierto del grupo Tacaza.

E.- Rasgos Estructurales en las Rocas Plio-pleistocénicas

La estructura más notable de los tipos del volcánico Sencca es el junturamiento columnar prismático bien desarrollado, debido al cual forman paredes verticales.

El alineamiento general de los volcanes del grupo Barroso, sugieren una zona de debilidad a través de la cual irrumpieron las lavas que dieron origen a dichos aparatos volcánicos y a su vez constituye la prolongación del denominado Arco del Barroso.

Las capas de lava y material piroclástico de los volcánicos Chila y Barroso, que forman los conos volcánicos, también presentan bancos horizontales a subhorizontales, con un mayor o menor diaclasamiento según los casos.

El cráter más antiguo del grupo de volcanes del nevado Chachani, se eleva a 6,057 msnm. En estos, según la apariencia geomorfológica, los conductos se desplazaron progresivamente hacia el W, a lo largo de una zona de mayor fracturamiento, por lo que los cráteres más recientes se ubican en el flanco occidental de dicho nevado.



2.8.- Suelos

Refiere INADE (Referencia Bibliográfica N° 4), que el estudio de los suelos agrícolas comprende el ámbito de la cuenca del río Quilca-Chili, y específicamente abarca los valles de Quilca y Vítor, las irrigaciones de La Joya, La Campiña de Arequipa, el valle de Yura con las irrigaciones Quiscos-Uyupampa, Yuramayo, y la agricultura de las sub cuencas de la Cuenca Oriental (Andamayo, Mollebaya y Yarabamba).

Como parte de los trabajos de campo para formular el Reordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca Quilca-Chili por el INRENA en 1997 (Referencia Bibliográfica N° 2), se registró información a nivel de parcela, referente a las propiedades físicas de los suelos, básicamente de la capa arable, tales como: textura, estructura, relieve, pendiente, pedregosidad, drenaje, salinidad, etc.

Como consecuencia se ha obtenido un conocimiento básico de las características principales de los suelos de la cuenca, tanto externas como internas, por ser éste el reservorio del cual las plantas extraen el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo, además de constituir el soporte mecánico para su estabilidad.

La descripción de los suelos por sectores es como sigue :

2.8.1.- La Campiña de Arequipa

Los suelos que conforman La Campiña de Arequipa se ubican en planicies y laderas, estas últimas forman el valle de Arequipa. El origen de los suelos es aluvial, con más de 400 años de antigüedad, el contenido de materia orgánica es alto a excepción de las irrigaciones de Zamácola, Alto y Bajo Cural que son suelos relativamente jóvenes. El relieve topográfico varía de 0 a 5 % (ligeramente inclinado), en algunos sectores el relieve es ondulado, el problema de la pendiente se ha solucionado en el transcurso del tiempo mediante la construcción de terrazas o andenes con pendientes mínimas. Los suelos son desarrollados y bien estructurados (estructura migajosa).

La clase textural predominante es franco arenoso y en menor proporción son francos. La profundidad de los suelos, va desde los superficiales, medianamente profundos a profundos. La permeabilidad es moderada. No presentan problemas de drenaje y salinidad, con excepción de pequeñas superficies (1,5 ha) que tienen suelos hidromórficos, ubicados en el anexo de Tío perteneciente al Distrito de Sachaca.

En general los suelos de La Campiña de Arequipa, son de buena productividad y los rendimientos dependen del nivel tecnológico que aplica el agricultor. Actualmente su uso está destinado al cultivo de alfalfa, cebolla, papa, ajo, maíz, hortalizas como cultivos principales; en pequeña escala frutales y flores.

2.8.2.- La Joya Antigua

Los suelos agrícolas se encuentran ubicados en el área plana de la llanura aluvial. Tiene un relieve topográfico plano o casi a nivel, de origen aluvial, su textura varía de arena franca a franco arenoso, el contenido de materia orgánica es medio, son de color pardo oscuro, poco estructurados (estructura suelta), no presenta problemas de drenaje y salinidad, la



permeabilidad es de moderada a rápida y de buena productividad. Su uso actual es con cultivos de alfalfa, cebolla, papa, ajo, maíz chala, páprika, espárrago y frutales.

2.8.3.- La Joya Nueva

Comprende a los sectores de San Isidro, La Cano y San Camilo. Los suelos agrícolas se encuentran ubicados en el área plana de la llanura aluvial. Tiene un relieve topográfico que va de ondulado a plano, con pendiente en dirección este-oeste de (2 - 4 %). Por ser suelos jóvenes el proceso de edafización es bajo, por lo tanto el contenido de materia orgánica es mínimo. El origen de los suelos es aluvial, cuya textura es arena franca y franco arenoso; de estructura suelta, de permeabilidad moderada a rápida. Por tener condiciones climatológicas favorables son de productividad media a alta y aptos para el desarrollo de diversos cultivos como la alfalfa, maíz forrajero, cebolla, papa, páprika y en menor escala frutales.

2.8.4.- Valle de Vítor

Los suelos agrícolas se ubican en un valle estrecho y alargado, limitado por escarpas en ambas márgenes. Son de origen aluvial, calificados mayoritariamente como franco arenosos y en menor proporción francos. De estructura migajosa. Las áreas agrícolas se ubican en terrenos con pendiente que varía de 0 % hasta 7% (moderadamente inclinado).

El contenido de materia orgánica es alto. Los suelos ubicados en las zonas bajas y colindantes con el río con mayor incidencia, presentan problemas de drenaje y salinidad que se agrava, en gran parte, por las aguas de filtraciones provenientes de la irrigación de La Joya, que afecta a la producción, obteniéndose rendimientos medios y bajos; este problema se presenta en áreas sectorizadas de las localidades de Mococho, Candelaria, La Lira, Socavón, Pie de Cuesta, La Quebrada, La Chalco, La Buena Suerte, Sotillo y Villaroel entre otras. En las zonas que no presentan problemas de drenaje la producción es mayor. Los cultivos más importantes que se desarrollan son: alfalfa, frutales como vid y manzanos; papa, cebolla, maíz chala, páprika, sandía, melón zapallo, calabaza y tomate.

2.8.5.- Cuenca del Río Yura

A.- Sector Valle de Yura

Se caracteriza por ser un valle antiguo, que se encuentra ubicado en las laderas colindantes con el río Yura; la distribución de los suelos agrícolas se encuentra en ambas márgenes del río. Una parte de las áreas cultivadas se encuentran ubicadas a lo largo del río en franjas angostas con pendiente inclinada y la otra en la parte más alta del valle, en planicies ligeramente inclinadas. Son suelos de origen aluvial-coluvial, de textura franco arenoso, su contenido de materia orgánica es alto, no presentan problemas de drenaje y salinidad, tienen requerimientos hídricos medios, son de buena productividad. El uso actual de los suelos está orientado a los siguientes cultivos: alfalfa, papas, cebolla, ajo, zanahoria, cebada, avena, habas, arvejas, trigo y hortalizas.

B.- Sector Quiscos Uyupampa

Es una irrigación reciente que tiene pocos años en producción. Los suelos agrícolas se



encuentran ubicados en la parte alta del valle de Yura en planicies ligeramente inclinadas; son suelos jóvenes, en consecuencia su desarrollo edafológico es incipiente y su contenido de materia orgánica es bajo, no tiene pedregosidad en superficie, son de textura franco arenoso, de estructura suelta, ligeramente permeables, son de mediana fertilidad. Sin embargo, con la aplicación de tecnología de avanzada se obtienen buenos rendimientos; el uso actual es de alfalfa, cebolla, papa, maíz grano, habas, ajo, hortalizas y trigo.

C.- Irrigación de Yuramayo

Se encuentra ubicado en la llanura aluvial alta del valle de Vítor, es una irrigación nueva que la conforman cuatro pampas o planicies separadas por quebradas profundas, la fuente de abastecimiento hídrico es el río Yura. Los suelos se caracterizan por ser jóvenes, consecuentemente su contenido de materia orgánica es bajo; son de origen aluvial, de textura franco arenoso, de mediana permeabilidad, no tienen pedregosidad en superficie, no presenta problemas de drenaje y salinidad, las condiciones ecológicas son favorables para el desarrollo de la producción agropecuaria; los principales cultivos que se desarrollan son: alfalfa, frutales, cebolla, maíz chala, melón y sandía, los rendimientos obtenidos son satisfactorios.

2.8.6.- Cuenca Oriental

A.- Sectores Characato, Sabandia, Paucarpata, Mollebaya, Socabaya, Yarabamba, Quequeña.

Los suelos agrícolas se encuentran ubicados en las sub cuencas de los ríos Yarabamba, Mollebaya y Andamayo; están distribuidos en laderas y planicies cercanas a dichos ríos, se caracterizan por tener relieve topográfico que varía desde plano a moderadamente inclinado (0 - 9 %). En las laderas donde se presenta la mayor pendiente se han construido sistemas de andenerías; en las planicies la agricultura se ha desarrollado sin mayores dificultades debido a que la pendiente es plana o ligeramente inclinada, y es la zona donde se obtienen los mejores rendimientos. Las clases texturales que se presentan son: arena franca, franco arenoso y franco arcillo-limoso, esta última se encuentra en mínima proporción y no es significativa; la clase predominante es franco arenoso; la estructura es tipo migajón que predomina sobre la suelta

Son suelos mayoritariamente superficiales, poco profundos, presentan ligera pedregosidad tanto en superficie como en el perfil, son antiguos, desarrollados, retentivos de la humedad, con buen contenido de materia orgánica, con requerimientos hídricos moderados. No presentan problemas de drenaje y salinidad con excepción de una pequeña extensión de 6 ha aproximadamente de suelos hidromórficos que se encuentran ubicadas en los Distritos de Sabandia y Socabaya, éstos tienen problemas de nivel freático alto y sales, no son utilizados para la producción agrícola, su uso esta relegado al desarrollo de pastos naturales, destinados al pastoreo.

B.- Sectores Polobaya, Poci, Piaca, Chiguata, Mosopuquio

Los suelos agrícolas de los sectores considerados, se encuentran distribuidos en el ámbito del área de influencia de la cuenca de los ríos Polobaya, Poroto y Andamayo. Se caracterizan por presentar relieves topográficos de ligeramente inclinados a



moderadamente inclinados (2 - 10 %). La textura varía de arena franca a franco arenoso, siendo esta clase textural la predominante con el 70 % del área bajo riego; son suelos bien estructurados predominando la estructura migajosa sobre la suelta, estos suelos son antiguos bien desarrollados, retentivos de la humedad, con requerimientos hídricos moderados, con buen contenido de materia orgánica, no presentan problemas de drenaje y salinidad con excepción de 5 ha aproximadamente ubicadas en el distrito de Polobaya con suelos hidromórficos no cultivados, cubiertos con grama salada, utilizados para el pastoreo del ganado caprino y equino. Desde el punto de vista edafológico, son suelos productivos y que están fuertemente limitados en su producción por la falta de agua de riego; a la fecha solo se siembra el 50 - 60 % del área bajo riego y en los sectores de Pocsi y Piaca producen el maíz con solo 2 - 3 riegos por campaña, complementadas por las aguas de lluvias cuando se producen.

Los cultivos que se conducen en dichos sectores son: alfalfa, maíz grano, papas, habas y en menor escala ajo, cebolla, zapallo, oca y cebada.

Con respecto al relieve topográfico se ha solucionado por la acción del hombre a través del tiempo, mediante la construcción de terrazas o andenes con pendiente casi plana, conformando sistemas de andenerías.

2.8.7.- Valle de Quilca

Es un valle estrecho y alargado, que se ubica en la parte final de la cuenca, los suelos agrícolas están distribuidos en ambas márgenes del río Quilca, con la mayor superficie en la margen izquierda. Tiene relieve topográfico casi plano, los suelos son de origen aluvial. La terraza no inundable tiene suelos calificados texturalmente como franco limosos y franco arenosos, con estructura tipo migajón, abundante contenido de materia orgánica, tiene problemas de salinidad cuyos rangos varían entre mediana y alta, que tiende a incrementarse en la temporada de estiaje debido a que el agua de riego que discurre por el río Quilca es de mala calidad (salina); por esta razón solo se hace agricultura en la temporada de avenidas, sembrando cultivos tolerantes a la salinidad como: el algodón, trigo, camote y zapallo. La productividad es de mediana a baja. Los suelos que se ubican en la terraza inundable cerca de la rivera del río, son de textura arenosa con presencia de grava, estructura suelta, bajo contenido de materia orgánica, de mediana a baja productividad y sujetos a la erosión lateral por los desbordes del río, presentan problemas de drenaje y salinidad, el uso del suelo es de menor intensidad con respecto a la terraza no inundable y los cultivos que se conducen son los mismos.



2.9.- Geomorfología

Se trata por separado la geografía y la geomorfología de la cuenca del río Chili, en base al reporte de INADE (Referencia Bibliográfica N° 4).

2.9.1.- Geografía

El estudio de los principales aspectos fisiográficos de la cuenca es necesaria, ya que las interpretaciones fisiográficas constituyen parte del conocimiento geológico y para comprender mas claramente la formación, constitución e historia geológica de la cuenca, tal es así que la fisiografía actual suministra la prueba de la realización de grandes levantamientos ocurridos, sobre todo en los últimos tiempos geológicos, habiendo quedado a la actualidad una fisonomía especial, como es el sistema montañoso andino.

Fisiográficamente a la cuenca en estudio, se le puede clasificar por altitud, según lo que en 1948 Pulgar Vidal propuso la división en regiones naturales, cuya fisonomía, clima y recursos las diferencian claramente, estas son: Costa o Chala, Yunga, Quechua, Suni, Jalca o Puna y Janca o Cordillera.

A.- Región Costa o Chala

Comprende la estrecha faja desértica, que se extiende desde el mar hasta las estribaciones de la Cordillera Occidental, hasta alcanzar una altura de 500 m.s.n.m., sin vegetación, desértico y con valles en la desembocadura del río Quilca. Aquí se encuentran asentadas las localidades de Hacienda Sururuy, Hacienda Platanal, Hacienda Las Higuieritas y Pueblo Nuevo.

B.- Región Yunga

Comprende la ceja de costa y las zonas más bajas de la Cordillera Occidental, situadas a una altura entre los 500 a 2 500 m.s.n.m., presentando quebradas estrechas y profundas como Qda. Molle Chico, Qda. Impertinente, Qda. Huaranguillo y las pampas de Sigwas, Pampa Blanca, Pampas de Vítor. Están también las estribaciones andinas de empinados flancos, cauces secos de quebradas con huaycos y torrenteras, clima templado y cálidos, en los valles se cultivan productos de pan llevar y frutales, en las partes altas crece el cactus columnares, en esta zona se ubican las localidades de Sabandía, Mollebaya, Polobaya, Vítor, San Juan de Sigwas, Santa Rita de Sigwas y Base aérea de Vítor.

C.- Región Quechua

Se ubica entre los 2 500 a 3 500 m.s.n.m., con clima templado seco, ocupa los valles interandinos y zonas agrícolas por tener buenos suelos. En esta zona se emplazan las siguientes localidades Toroya, La Mina, Yura, Taya, Huanca, Chiguata, Arequipa, Pitay y Cilcapampa.

D.- Región Suni

Se eleva de 3 500 a 4 100 m.s.n.m., comprende los valles abruptos y angostos de laderas empinadas y agudas cumbres con lluvias estacionales, se cultiva papa, quinua, etc. En esta zona se emplazan las siguientes localidades: San Juan de Tarucani, Querque, Hda. Casa



Blanca, Tambo Cañagua, Pampa Cuso, Pampa Cuymi y Pampa Yantarhuana.

E.- Región Jalca o Puna

Situada entre los 4 100 a 4 800 m.s.n.m., en esta zona se presentan las mesetas andinas o tierras altas, con planicies ligeramente onduladas de clima frío, predomina el ichu, zona de pastoreo de ganado auquénido. Aquí se ubican las siguientes localidades de Sumbay, Imata, Chalhuanca, Huañatina, San Antonio de Chuca y Huaynapata y pampas de Huacrahuma, Vincocaya, El Confital. Surijuna, Pucapampa, Tolepampa, Taripata y Cañaguas. Aquí se encuentran las lagunas Llorococha, El Confital, Huatucocha, Ajoyane, Tacamani, Tocalaca, Punacota y Quillhuacota.

F.- Región Janca o Cordillera

Se sitúa sobre los 4 800 m.s.n.m., de nieves y hielos perpetuos, carece de flora y fauna, al pie de los nevados existen numerosas lagunas como a continuación se mencionan: En la hoja de Callalli están las lagunas siguientes; Marecota al SW de Huañatira, Huaishoro Cocha al NNE de la localidad de Ilpail, Anurquicocha al NE del cruce de Chalhuanca, Catalca, Tacamani, Quielhuacota, Pinacota situados al N y NE de Tacamani, Challpo al N de Pasta, Chauicocha al SE de Ichuraya. En la hoja de Lagunillas se tienen las lagunas Llorococha al pie del cerro del mismo nombre, Confitalcocha en las pampas del Confital; Huatulacocha al pie del cerro el Horno, Arozoca Patacocha al SW al pie del cerro Choco y laguna Ajoyane al W y al pie del cerro Colquerane Chico. La única actividad que se desarrolla en esta región es la minería. Aquí se tiene los siguientes nevados: Ampato, Sabancaya, Hauallcahualca, Ananta, Huarancate, Chicura, Chachano, PichuPichu, Misti y Colcha.

2.9.2.- Geomorfología

El área de estudio se extiende desde el nivel del mar, hasta la divisoria que drena las aguas al Atlántico, distinguiéndose 12 unidades geomorfológicas.

A.- Tramo Sur de la Cordillera Occidental de los Andes

Es una cadena montañosa ubicada en el tramo sur de la Cordillera Occidental de los Andes, en dirección NW-SE, con picos y altas cumbres agrestes de fuertes pendientes, que algunas veces sobrepasan los 6 000 m.s.n.m., siendo la mas alta el nevado Ampato con 6 288 m.s.n.m. También se encuentran dentro de esta unidad los nevados Chachani (6 055 m.s.n.m), Pichu Pichu (5 500 m.s.n.m.) y el volcán Misti (5 822 m.s.n.m), presentan cañones y valles en forma de V y drenaje subparalelo a paralelo.

En esta cadena montañosa se presentan nieves estacionarias y perpetuas, que se ubican en sus cumbres, flancos altos orientales y occidentales, que constituyen el inicio del drenaje de las aguas superficiales con formación de bofedales, así mismo a lo largo de laderas y cursos de quebradas y ríos, constituye la recarga natural de los distintos acuíferos de aguas subterráneas, que muchas veces emergen a superficie en forma de manantiales.

La Cordillera también permite la circulación de la masa hídrica en forma de nubes de las partes bajas hacia las altas y viceversa. La circulación de estas nubes cargadas de vapor,



que se originan en el Océano Pacífico, se debe a que son transportadas por los vientos hacia las partes altas de la cordillera occidental, atravesando las "abras" que forman estas altas cumbres, produciendo en estas zonas una alta actividad erosiva eólica.

Es importante mencionar que esta Cordillera Occidental, fue glaciada durante el Pleistoceno, por lo que es muy común en toda la parte alta de la cuenca en esta unidad, se presenten rasgos típicos de glaciares de valles y geoformas del tipo "U".

B.- Planicies Altas (Puna)

Constituyen planicies altas que se ubican al N y NW de la cuenca, por encima de los 4 400 m.s.n.m., con la presencia de colinas bajas, está limitada en los alrededores por la Cordillera Occidental y no tiene conexión con el Altiplano o Planicie del Lago Titicaca. Hay planicies que se ubican en el flanco oriental de la cadena volcánica del Barroso constituidos por los nevados Chachani, Pichu Pichu y el Volcán Misti, que tiene también la geoforma semiplana la que tiene gran distribución areal, circundada y penetrada por colinas de cerros de cumbres algo redondeadas, surcadas por ríos y quebradas de cauces amplios, pendientes suaves y drenaje meándrico en las partes más planas y dendrítico en la mayor parte.

C.- Lomadas

Están representadas por colinas de superficies redondeadas y de poca elevación, que se ubican principalmente en la parte norte del cuadrángulo de Characato, continuando hacia el sur , hasta las localidades de Tambo de Ají, San Juan de Tarucani, Pucarilla, El Fraile, Aguada Blanca y la Estación de Cañaguas.

Dentro de esta unidad, las colinas bajas están comprendidas, entre el nivel de las pampas y los 4 400 m.s.n.m., constituidas casi íntegramente por los sedimentos poco compactos de las formaciones Maure y Capillune, destacando los siguientes: Lomas Hichocollo, Cantayoc y Chuquillahuasi, así como los cerros Morro Blanco y Herochaca. Todas ellas se hallan disectadas por valles poco profundos, de fondo y ancho plano, los mismos que muestran numerosos derrumbes en sus flancos, debido a la acción de las aguas pluviales sobre los sedimentos poco consolidados. El drenaje dendrítico y el paralelo son predominantes.

Las colinas más altas están representadas por las que se observan a lo largo del límite norte del cuadrángulo de Characato, entre la Estación de Cañaguas y las inmediaciones de la localidad El Solitario, las cuales llegan hasta los 4 800 m.s.n.m. Las rocas que las constituyen pertenecen al Grupo Yura y al Volcánico Tacaza, las que por su naturaleza litológica han ofrecido cierta resistencia a los agentes erosivos, observándoseles, por esta razón, disectadas por numerosas quebradas de fondo angosto. El drenaje en la mayoría de los casos es radial, teniendo con cierta frecuencia una pendiente alta.

En general en estas lomadas, hay terrenos pantanosos llamados bofedales, los cuales se hallan repartidos en diversos lugares y en cuyas cercanías, los habitantes han formado caseríos y cabañas, dedicándose a la crianza de ganado auquénido y ovino.



D.- Zona de Conos Volcánicos

La altura de emplazamiento de los conos volcánicos es de 4 000 a los 4 200 m.s.n.m. y está representada por conos volcánicos aislados, tal como el Coila (4 950 m.s.n.m.) ubicado al E de la Laguna Salinas; el Ajana (5 100 m.s.n.m.) al SE de Tambo de Ají; el Mesa Pillone (4 700 m.s.n.m.) al Este de Tarucani; el Andahuaca (4 700 m.s.n.m.) al NO del Fraile y el Misti (5 822 m.s.n.m.) al NE de Arequipa. También los que forman cadenas como la del Pichu Pichu, y las ubicadas al S y N de la Laguna Salinas, que constituyen las partes más altas de las elevadas planicies.

E.- Llanuras

Están constituidas por aquellas áreas de suave relieve o superficies más o menos planas, denominadas "Pampas", se ubican entre los 4 000 y los 4 200 m.s.n.m.; entre estas destacan las Pampas de Cañaguas, Yantarhuanca, Chiligua, Pichu Pichu, Machorome y Yanacancha, las mismas que se encuentran recortadas en grados variables por valles, quebradas y se han formado en depósitos volcánicos sedimentarios, así como en aluviales y fluvio-glaciares.

F.- Estribaciones de la Cordillera Occidental

Esta unidad está comprendida entre la Cordillera de Laderas y el curso superior del río Yura, entre altitudes de 3 000 a 3 700 m.s.n.m., se caracteriza por presentar una topografía agreste, de relieves prominentes, surcada por numerosas quebradas y valles profundos, sus formas están ligadas íntimamente a la estructura y resistencia al intemperismo y la erosión de las diferentes unidades litológicas. Así mismo, las condiciones de erosión ha incidido sobre la antigua superficie de laderas, labrada antes de la deposición de los volcánicos Tacaza.

G.- Arco Volcánico del Barroso

Consiste de una cadena de montañas agrestes de origen volcánico, siguiendo un alineamiento claramente circular con su concavidad hacia el Pacífico. Parte de esta cadena se encuentra en el sector Nor Este del cuadrángulo de Arequipa, y está formado por los aparatos volcánicos del Chachani (6 055 m.s.n.m.), Nocarana (5 784 m.s.n.m.) y las Minas (5 015 m.s.n.m.), además de numerosos conos de menor altitud. Esta cadena de conos volcánicos se elevan con respecto al nivel del mar a partir de 4 000 m.s.n.m. en las altas planicies en el cuadrángulo de Characato y a partir de 2 800 m.s.n.m. en el cuadrángulo de Arequipa. En ellos se ha desarrollado un sistema de drenaje radial.

El río Chili ingresa al área de Arequipa, con una cota de 2 600 m.s.n.m., formando un profundo cañón, que separa los volcanes Chachani y Misti. Las cumbres escarpadas del Chachani y Nocarane, son las únicas cubiertas por nieves perpetuas, sin embargo en las épocas de mayor precipitación, gran parte de esta cordillera, se halla cubierta por una capa de nieve temporal. La erosión glaciaria parece no haber modificado mayormente el relieve, quedando sus productos circundando las partes elevadas de estos conos volcánicos, entre los 4 600 m.s.n.m. y los bordes de los casquetes de hielo.



H.- Penillanura de Arequipa

Es una superficie suavemente ondulada de forma triangular, comprendida entre las localidades de Arequipa, Yura y las confluencias de los ríos Chili y Yura. Esta unidad a su vez está rodeada de cerros altos que forman parte de la Cordillera de Laderas, de las estribaciones de la Cordillera y del Arco del Barroso.

La penillanura se ha formado en los tufos del volcánico Sencca, que ocuparon una depresión originada, posiblemente por erosión. Presenta un sistema de quebradas paralelas, con escurrimientos de aguas temporales y secciones transversales en "V", drenando hacia los ríos Chili y Yura.

Las altitudes de esta superficie ascienden desde los 1 800 m.s.n.m. hasta los 2 600 m.s.n.m., con una pendiente de 5%, inclinada hacia el SW.

I.- Batolito de la Caldera

Es una cadena montañosa continua, con una elongación de NE a SE, con elevaciones de cerros de mediana altura, con cumbres no muy agrestes algo redondeadas a rugosas y que atraviesa toda la cuenca. Se emplaza en la margen izquierda del río Chili en la zona de Arequipa.

La mayor parte de esta unidad, está constituida por rocas plutónicas que van desde el gabro hasta el granito. Hacia el NW de los afloramientos en la cuenca, predominan las rocas metamórficas del complejo Basal de la Costa y en la parte SE, dentro de la masa intrusiva, se encuentran algunos remanentes de rocas sedimentarias.

El relieve muestra pendientes altas hacia los flancos, cuyos puntos más elevados están representados por las cumbres de los cerros Santa Rosa (2 982 m.s.n.m.), Torconta (3 040 m.s.n.m.). Las Laderas (2 620 m.s.n.m.) y San Ignacio (2 655 m.s.n.m.) Esta cadena de cerros presenta un drenaje dendrítico y está atravesada por los valles encañonados del Sihuas y Vítor.

En general, las rocas del batolito son de gran resistencia a la erosión de las aguas, así como a la meteorización, una prueba de esto es la presencia de profundos cañones que se forman donde el río corta al batolito.

J.- Planicie Costanera

Esta unidad se encuentra al Este de la cuenca Quilca - Siguas - Chili, está limitada por el Este con el Batolito de la caldera y por el Oeste con la Cordillera de la Costa.

La Planicie Costanera es una superficie llana, extensa, formada en sedimentos subhorizontales de edad cenozoica, disectada medianamente por quebradas anchas, de fondo plano poco profundas, tributarias del río Quilca. Sus altitudes varían de 1 400 m.s.n.m. a poco más de 2 000 m.s.n.m., con una pendiente general de 2,5% inclinada hacia el SW.

El río Vítor corta la planicie a través de un valle amplio, cuyo lecho está a 200 m de desnivel con respecto a la superficie de la Peneplanicie.



Las geoformas planas, tienen gran distribución areal y están conformadas por las pampas de La Joya y Sigüas; presentan también algunos pequeños cerros de pendientes suaves, surcados por quebradas secas y drenaje paralelo. Son producto de entrampamientos de playas pedregosas costaneras, por el Batolito de la Caldera y el Complejo Costanero, que acompañaron a los levantamientos epirogénicos de los Andes.

Esta unidad tiene su importancia, porque sobre ella se encuentran desarrollados los más importantes asentamientos agrícolas, pecuarios, avícolas y aéreos de la ciudad de Arequipa.

K.- Cordillera de la Costa

Esta unidad está constituida por una cadena de cerros orientada en dirección SE - NW, paralela al litoral, tienen un ancho aproximado de 20 km y su mayor elevación es de 1 667 msnm. en el cerro La Huata. El flanco que da hacia el Pacífico es bastante accidentada, por estar cortada por una serie de quebrada profundas entre ellas: Guerreros, Centeno, San José y Quilca, por esta última discurre el río homónimo que ha labrado un cañón de cerca de 600 m de profundidad, con flancos que se aproximan a la vertical.

En contraste, la parte superior de esta cadena de cerros ofrece una superficie algo ondulada, con valles anchos de fondo plano y colinas suaves, rasgos típicos de una topografía madura. El borde oriental está caracterizado por colinas bajas que encierran pequeñas pampas, en parte conectadas con la Planicie Costanera.

Esta unidad igual que la anterior, está conformada por rocas gnéisicas, granitos y diques pegmatíticos, parcialmente cubiertos por arcillas, limos y arenas que ocasionalmente tienen de 100 a 150 cm de grosor, tal como se aprecia en los cerros Calahuani, Miramar, Pampa Blanca, etc. Esta cobertura permite, en épocas de lluvias, el crecimiento de los pastos de las lomas que sirven de invernaderos en ciertas épocas del año.

L.- Faja Litoral

Comprende la faja de terreno hasta los 5 km de ancho, que se desarrolla entre la ribera del mar y la cota de 400 m.s.n.m. aproximadamente, tiene relieve bajo y pendiente suave entre 5 a 6° al WSW, el límite oriental está bien definido y señalado por un fuerte cambio de pendiente en la topografía.

Dentro de esta unidad la línea de costa está formada esencialmente por acantilados que en muchos casos sobrepasan los 80 m de altura, además se caracteriza por una sucesión de pequeñas ensenadas, puntos y formas intermedias, similares a los aparatos morfológicos descritos bajo la denominación de tinajones, chiras, etc,

La mayor parte de esta unidad, se ha modelado sobre rocas gnéisicas, dioríticas y graníticas, principalmente por abrasión marina. En algunos lugares se encuentra cubierta por acumulaciones de material arcilloso de color amarillento y en otros por pequeñas terrazas aluviales, marinas y detritos de talud.



2.10.- Geología y Geomorfología de la Sub cuenca Oriental

2.10.1.- Geología de la Sub cuenca Oriental

En la cuenca del Río Tingo Grande, refiere INADE, que a lo largo de la extensión de sus sub cuencas, afloran formaciones que varían en edad desde el Pre-Cámbrico hasta el Cuaternario Reciente, en una secuencia de rocas Metamórficas, Sedimentarias, Intrusivas y Volcánicas.

Hidrológicamente las más importantes son las facies volcánicas, que son las que soportan el mayor rendimiento subterráneo, las facies metamórficas e intrusivas son las que se comportan como barreras impermeables.

A.- Gneis de Charcani

Es un complejo metamórfico posiblemente del Pre-Cámbrico, se presenta expuesto en reducidos afloramientos en los distritos de Mollebaya, Yarabamba y Quequeña, conformando los cauces de sus ríos y la cumbre del Cerro Gallalopo; consiste en un típico gneis, bien compactado, de colores gris y marrón, poco fracturados y se encuentran en contacto con el Batolito de la Calera.

Hidrológicamente se le considera estéril, debido a su posesión estratigráfica y a su estructura interna, comportándose como una barrera impermeable.

B.- Grupo Socosani

Formación sedimentaria marina (Jurásico Inferior a Medio), aflora en el Distrito de Pocsi, entre las laderas del Cerro Huatalaca y Pampa Grande; consiste de lutitas, areniscas y mayormente calizas de grano fino, compactas y recristalizadas de color blanco grisáceo. Su capacidad acuifera es muy limitada y está asociada a “flujos estrato-fisurales” a través de las areniscas cuarcíticas y calizas recristalizadas.

C.- Grupo Yura

Formación sedimentaria marina (Jurásico-Superior), aflora en los sectores de Pocsi, Polobaya Chico y Sogay, conformando la Pampa Grande, y la confluencia de los ríos Polobaya y Poroto; y a manera de una ventana geológica en las cumbres de los cerros Cacana, Cambraca, La Tala, Huamaruro y Huatalaca.

Consiste en un apilamiento definido por una alternancia de calizas, lutitas, pizarras y areniscas cuarcíferas; las rocas son compactas y bastante fracturadas; su capacidad acuifera es muy limitada y esta asociada a “flujos estrato-fisurales” a través de las areniscas cuarcíticas.

D.- Batolito de La Calera

Facies Plutónicas (Cretáceo Superior-Terciario Inferior), aflora en los distritos de Mollebaya y Yarabamba. Consiste en una serie de intrusiones, variando desde dioritas (cerros Pajonal, Mal Paso y Gallalopo), tonalitas (cerro Llorón), granodioritas (cerro Llorón), Monzonitas (cerros Pedregoso, Espinal y Corotillar), hasta granitos y brechas



(estribaciones del cerro Cambraca) de texturas diferentes. Superficialmente se encuentran alterados por fenómenos de “Meteorización”. También presentan un sistema bien desarrollado de diaclasas.

Su capacidad acuífera está asociada con las zonas de mayor alteración, es muy limitada y se trata de “aguas filonias de fisura”. Se ha identificado en esta formación manantiales con bajos rendimientos (0,01 a 0,8 l/s), asociados a galerías de minas generalmente; este complejo intrusivo es considerado como “barrera impermeable”.

E.- Grupo Tacaza

Facies volcánicas del Terciario Medio (Mioceno), se encuentran ampliamente distribuidas en la cuenca, afloran en los distritos de Pocsi (Pampa Grande y cerro La Apacheta), Polobaya (Qda. Conguillo y Rumiyoc), y en la mitad superior de la cuenca conformando la montaña del Pichu Pichu, consiste en una secuencia de piroclásticos, (tobas dacíticas y/o riolíticas) y facies terrígenas (arenas, limos y arcillas). Las tobas son masivas con variaciones locales de textura y compacidad de colores blanco rosáceo.

Esta formación es considerada como “medianamente acuífera” ya que contiene “aguas de estratos intersticiales” (en espacios intersticiales principalmente de las areniscas tobáceas), y “aguas filoneanas de fisura” (en las fisuras de mayor fracturamiento de material tobáceo).

F.- Volcánico Sencca

Facies volcánicas piroclásticas (Terciario Medio), se encuentran ampliamente distribuidas en los distritos de Polobaya (cerros Cruzpata, Paltaorco, Condortiana), Pocsi (cerros Cuyo, Aguilayoc, Illahuaca, Soporco y Cruzpata), y Yarabamba (Pampas Nuevas, Quichinihuaya, Cerro Pedregoso, Quebradas Cachihuasi y Siete Vueltas). Sobre facies intrusivas, en forma de depósitos de tobas (sillar), riolíticas de color rosáceo, compactas, poco fracturadas.

Su constitución es peculiar en bancos irregulares y alveolados, prácticamente estéril hidrológicamente.

G.- Grupo Barroso

Facies volcánicos del Cuaternario Antiguo (Pleistoceno), esencialmente de naturaleza andesítica, conformada por dos unidades, una inferior aglomerádica (aglomerados y/o brechas de flujo) y otra superior lávica (coladas y/o mantos de lava).

Afloran ampliamente distribuidos en la cuenca, conformando la “Cadena de Barroso” integrada por el Misti y Pichu Pichu.

Con este depósito están asociados un sistema conjugado de “Aguas filoneanas de fisura” y “aguas estrato fisurales” de altos rendimientos, considerándoseles por ello como muy acuíferas. Casi la totalidad de los manantiales subterráneos de importancia de la cuenca (Hospicio, Totorani, Quinsapuquio, Orihuella, Piscinas Sabandía, La Rinconada y Bautista), ubicadas tanto al pie de las estribaciones del Pichu Pichu y zonas de pampa en la parte baja, se encuentran asociadas a estos depósitos.



H.- Flujos de Barro

Se encuentran extensamente repartidas entre la falda occidental del Pichi Pichu y meridional del Misti.

Consiste en material poco compacto formado por fragmentos, generalmente angulosos, de tamaño variable, de andesitas y tufos en matriz areno-tufácea de consistencia variable, su coloración es gris y marrón claro.

Estos depósitos del Cuaternario Antiguo (Pleistoceno) que sobre yacen al grupo Barroso, se extienden aproximadamente hasta el río Chili (Pampas de Polobaya, Pocsi, Chiguata, Yarabamba, Socabaya, Mollebaya, Characato, Sabandía, Paucarpata). Su origen se debe de una avalancha de lodo y agua proveniente del flanco occidental del Pichi Pichu.

Sus funciones en el rendimiento hidrológico de la cuenca con casi totalmente nulas, aunque presentan condiciones favorables para la acumulación de agua.

I.- Facies Lacustres

Ubicadas rellenoando pequeñas subsidencias al pié del Pichu Pichu (Pampas Lloquehuaya y Cutamayoc), ubicadas sobre los flujos de barro, constituidas por sedimentos terrígenos (limos y areniscas tobáceas) y sedimentos organógenos (acumulación de cascarras silíceas de plactón diatomáceo). Pertenecen al Cuaternario Antiguo - Cuaternario Reciente.

No presentan mayor significado hidrológico, por su limitada distribución espacial y por la impermeabilidad de sus sedimentos.

J.- Facies Volcánicas - Pos-lacustres

Pertenciente al Cuaternario Reciente, se encuentran derramadas sobre las estribaciones de la montaña del Pichu Pichu. Consisten en una serie de coladas de lava tobácea-Ignimbrítica, de coloración gris rojiza.

Hidrológicamente son consideradas como “formaciones de recarga” ya que facilitan por debajo de sus frentes, el escurrimiento de las más grandes sugerencias subterráneas de la cuenca.

K.- Depósitos Clásticos

Pertencientes al Cuaternario Reciente, están constituidos por acumulaciones clásticas poco consolidadas de materiales fluvioglaciares, piroclásticos, formación Chiguata, aluviales y eluviales.

Los depósitos morrénicos se ubican en las partes altas del Pichu Pichu; los fluvioglaciares se encuentra rellenoando suaves subsidencias aguas abajo de las morrenas constituidas por fragmentos de andesitas en matriz arcillosa.

Los depósitos piroclásticos y formación Chiguata se ubican en los alrededores de la Laguna de Salinas, al Este del Misti y en el distrito de Chiguata, constituidos por una alternancia de capas delgadas, poco compactas de arena, Lapilli y cenizas volcánicas.



Los depósitos aluviales y eluviales, se encuentran ocupando parcialmente el fondo de los valles y en general las subsidencias de las cuencas. Están constituidos por conglomerados, gravas, arenas, arcillas, limos pobremente estratificados. Su capacidad acuífera es muy significativa debido a su gran magnitud espacial, soportando filtraciones de recarga en las partes altas y escurrimiento subterráneo, especialmente en zonas cultivadas.

2.10.2.- Geomorfología de la Sub cuenca Oriental

El INADE, indica que en la cuenca del río Tingo Grande, se distinguen unidades geomorfológicas mayores y menores; dentro de las primeras se tiene la Montaña del Pichu Pichu y Misti; Estribaciones Occidentales de los Andes, El Batolito de la Caldera y la Laguna de Salinas.

A.- Montaña del Pichu Pichu y Misti

Esta unidad formada por las crestas agrestes del Pichu Pichu (Horquetilla, Coronado e Indio Dormido) y el cono del Misti (flanco meridional).

El primero presenta una estructura interna definida por material andesítico, aglomerados, brechas, lavas e ignimbritas y el segundo de material andesítico.

Presentan un avanzado estado de erosión debido a la glaciación del Pleistoceno que produjo la destrucción de conos y rocas volcánicas, originando consecuentemente la formación de circos glaciares, valles amplios en forma de “U” y depósitos morrénicos que actualmente se observan in situ (morrenas de fondo de la quebrada Cañuma); se comporta como una unidad de reserva de aguas subterráneas ya que al pie de sus estribaciones se encuentran distribuidos una serie de manantiales.

B.- Estribaciones Occidental de Los Andes

Formadas por colinas de cerros de pendientes suaves con cumbres redondeadas, constituidas por flujos de barro, depósitos aluviales y piroclásticos, surcados por quebradas profundas con drenaje dentritico a sub-paralelo que conforman las sub cuencas de los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba.

Está vinculado a un régimen de escurrimientos subterráneo moderado y a un nivel de escurrimiento superficial violento durante la época de avenidas.

C.- El Batolito de la Caldera

El Batolito de la Caldera se presenta en la mitad inferior de la sub cuenca del río Yarabamba y esta constituido por un conjunto de modestas elevaciones que corresponde a su prolongación SE, partiéndola desde el cerro Hornillos con un conjunto de colinas en dirección NO que llega al distrito de Mollebaya, formada por los cerros Cambraca, Mal Paso y Pajonal, cuya posición privó de manantiales a los distritos de Quequeña, Yarabamba y Mollebaya. Se comportan como estériles dentro de la funcionalidad hidrogeológica.



D.- Laguna Salinas

Ocupa una depresión situada en la Pampa de Salinas con un área total 33.32 km², entre las cotas 4 250 y 5 300 m.s.n.m., constituida por flujos de barro, material piroclástico, fluvio-aluvial y material clástico del Cuaternario Reciente. Está circundada por las estribaciones andinas del Pichi Pichu, Ubinas y por colinas de cerros de mediana elevación, surcadas por ríos y quebradas con un marcado drenaje radial hacia el centro de la laguna.

Esta unidad es considerada como un gran acuífero superficial alimentado por manantiales perennes de agua dulce que van desde 5 a 150 l/s; se pierden en la laguna salada un volumen de 625 l/s.

Es característica de esta cuenca que todos los cauces, sin excepción, se encuentran cubiertos de bofedales con pastos que los lugareños utilizan para el pastoreo del ganado. Actualmente en esta laguna se explota sal y boratos.

E.- Unidades Geomorfológicas Menores

Dentro de la unidades geomorfológicas menores se tiene:

E.1.- Las Pampas

Son geoformas de relieve suave y dimensiones variables que se ubican tanto dentro del macizo de La Caldera, la zona intermedia de Lomadas y el Altiplano. Son producto de relleno de antiguas depresiones; para el caso de las pampas de Yarabamba, Socabaya, Mollebaya, Characato, Sabandía, Paucarpata, Polobaya y Pocsi (Pampa Cutamayoc) por flujos de barro y material aluvial; para Chiguata, Cacayaco, Mosopuquio, Tuctumpaya (Pampa Morocancha) por depósitos fluvio-glaciales, morrenas, barros y aluviales; y para el caso del Altiplano, Laguna de Salinas (Pampa del Pichu Pichu y pampa de Cebadiella) por depósitos de piroclásticos bofedales y depósitos fluvio-aluviales. Se vinculan a un débil escurrimiento subterráneo y un régimen superficial moderado.

E.2.- Coladas de Lava

Confinadas principalmente en las laderas del Pichi Pichu, aunque algunas afloran en los cauces de los ríos Mollebaya, (Las Peñas, La Piñuela), Río Paucarpata (Bautista), Characato (quebrada El Carrizal); son de naturaleza tobácea -ignimbríta y son las que facilitan por debajo de sus frentes el escurrimiento subterráneo de surgencias (manantiales).

E.3.- Los Valles

Los valles son bastante jóvenes, de perfiles longitudinales de fuertes pendientes y transversales en forma de “V” en zona laderasas y de perfiles longitudinales, de pendientes suaves y transversales en forma de “U” en las zonas de las pampas.

Hidrológicamente están vinculados a un escurrimiento superficial violento en época de lluvias y escurrimiento subterráneo a partir de infiltraciones de las áreas bajo riego.



3.- LA PRECIPITACION

La precipitación ha sido tratada en extenso en el presente Estudio Hidrológico, 2002, tomando como período de análisis el correspondiente a la serie 1964 – 2000 (37 años), y en función de la información disponible.

3.1.- Red de estaciones de medición – Información histórica

La red de estaciones estudiadas, en número de 22 están ubicadas convenientemente en la cuenca del río Chili; en el Cuadro N° 3,1 se presenta el listado de las mismas, pudiéndose visualizar en el Plano N° HI – 01 : Ubicación General.

3.2.- Análisis de consistencia, completación y extensión de la información

El análisis de la precipitación, se efectuó utilizando como soporte informático el programa denominado Sistema de Información Hidrológico (SIH) de la Dirección General de Aguas del INRENA, elaborándose con el reporte del SIH el Anexo del Capítulo III Precipitación.

En el Anexo - para cada una de las 22 estaciones - se presenta en el primer cuadro la información de precipitación total mensual histórica (completa o incompleta por año) y su correspondiente histograma de precipitación (primer gráfico).

El análisis de consistencia de la información pluviométrica, consistente en la detección de saltos y tendencias se presenta – para cada estación - en los gráficos 3 y 4 respectivamente; luego en el gráfico 5 se presenta la homogeneidad de datos como frecuencias relativas, polígono de frecuencia, función de densidad empírica y función de distribución acumulada.

En los cuadros 2 y 3 por cada estación del Anexo, se presenta los análisis estadísticos de Chi Cuadrado para observar su ajuste a la distribución normal, y su respectiva verificación mediante la prueba de Kolmogorov.

La precipitación total mensual consistenciada y completada y/o extendida (opción del SIH mediante el Hec – 4) de las 22 estaciones en análisis se presentan en los Cuadros N° 3,2 a 3,23, respectivamente, resumiéndose a nivel anual en el Cuadro N° 3,24.

A efectos de verificar la consistencia de la información de precipitación consistenciada y completada, se procedió a efectuar el análisis de doble masa a nivel anual; para ello, las estaciones se arreglaron (de acuerdo a la propuesta del INADE) en 4 grupos, según su similitud altitudinal y climática y cercanía, entre otras características.

Los grupos formados fueron los siguientes :

Grupo 1 : Sumbay, Aguada Blanca, El Fraile, Imata, Pillones, Chiguata, Las Salinas, Pampa de Arrieros, Huanta, y Ubinas.

Grupo 2 : El Fraile, Imata, y Pañe.



Grupo 3 : Arequipa, La Pampilla, Socabaya, Huasacache, La Calera y Puquina.

Grupo 4 : Vitor, La Joya, Pampa de Majes, La Haciendita y Mollendo.

La información total anual completada y acumulada y la total anual promedio para el análisis de doble masa - por grupos 1 a 4 - se presenta en los Cuadros N° 3,25 a 3,28, respectivamente.

Visualmente se puede apreciar el análisis de doble masa en los siguientes gráficos :

Grupo 1 en los Gráficos N° 3,1 – 3,10; Grupo 2 : Gráficos N° 3,11 – 3,14; Grupo 3 : Gráficos N° 3,15 – 3,20; y Grupo N° 4: Gráficos N° 3,21 – 3,24.

El análisis de doble masa permitió detectar aparentes “quiebres” significativos en las estaciones Aguada Blanca, Pillones, Chiguata, Salinas, Pampilla y Puquina, procediéndose a realizar las pruebas de “t” y “f” (Cuadros N° 3,29 y 3,34), confirmándose inconsistencias en Aguada Blanca y Salinas; en los Gráficos N° 3,25 y 3,26 se presenta – para ambas estaciones – la precipitación total anual completada original y corregida, respectivamente.

Las estaciones que conforman el Grupo 4, de mínima precipitación, mayormente no guardan relación alguna, tomándose sus registros sólo de manera referencial.

3.3.- La precipitación total anual completada y corregida

Finalmente, en el Cuadro N° 3,35 se presenta la precipitación total anual completada y corregida de las 22 estaciones de análisis, parámetro base del estudio hidrológico de la cuenca del río Chili.

3.4.- Relación Altitud - Precipitación en la Cuenca del Río Chili

En el Cuadro N° 3,36 se muestra para la cuenca del río Chili, la relación de 16 estaciones y su correspondiente altitud, y los análisis de regresión efectuados.

Se determinó la relación Altitud – Precipitación para la cuenca del río Chili, estableciéndose que una regresión exponencial es la que mejor se ajusta a dichos parámetros :

$$Y = 5 E - 11 * X 3,5735$$

$$r = 0,97$$

Donde :

Y = Precipitación en un punto de interés

X = Altitud del punto referido.

r = Coeficiente de regresión.



3.5.- La Precipitación Total Anual y Mensual Promedio en la Cuenca del Río Chili

Para establecer la precipitación total anual y mensual promedio en la cuenca del río Chili, se aplicó el método de los Polígonos de Thiessen.

El método consiste en unir las estaciones formando triángulos, y luego trazar las mediatrices de los lados de los triángulos construyendo polígonos; cada polígono vendría a ser el área “ a_i ” de influencia de cada estación “ i ”.

Si p_1, p_2, \dots, p_n son las correspondientes precipitaciones totales anuales, entonces :

$$P = (p_1 * a_1 + p_2 * a_2 + \dots + p_n * a_n) / (a_1 + a_2 + \dots + a_n)$$

Donde :

$$P = \text{Precipitación total anual media en la cuenca.}$$

A la cuenca del río Chili, le correspondería una precipitación total anual promedio de 244,90 mm, para el período 1964 – 2000. Ver el Cuadro N° 3,37. La precipitación total mensual promedio se presenta en el Cuadro N° 3,38.

Los valores de precipitación total (anual y mensuales) en ambos cuadros, fueron la base para la construcción de las respectivas cartas de isoyetas en la cuenca del río Chili 1964 – 2000 (año promedio y a nivel mensual, Planos N° HI – 02 y 02 - 014).



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 3,1
EVALUACION Y ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO CHILI
AREQUIPA - 2002
INFORMACION HIDROMETRICA DISPONIBLE EN LA CUENCA DEL RIO CHILI

ESTACIONES																																							
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00		
1.- Sumbay	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2.- Aguada Blanca													x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3.- El Fraile	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4.- Imata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x														
5.- Pilonos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x														
6.- Chiguata		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7.- Las Salinas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
8.- Pampa de Arrieros	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x															
9.- Huanca	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
10.- Ubinas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x														
11.- Pañe	x	x	x	x	x	x	x	x	x																														
12.- Arequipa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
13.- La Pampilla	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
14.- Socabaya	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
15.- Huasacache																																							
16.- La Calera		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																								
17.- Puquina	x		x	x	x	x	x	x	x																														
18.- Vitor	x	x	x	x	x																																		
19.- La Joya			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
20.- Pampa de Majes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																				
21.- La Haciendita																																							
22.- Mollendo							x	x	x	x	x	x	x	x																									



CUADRO N° 3,2
ESTACION SUMBAY
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	85	72 E	83	1 E	3 E	0 E	0 E	2 E	0 E	3 E	65 E	92	406
2 1965	89 E	125 E	22 E	61	0	0	0	1 E	0 E	2 E	2 E	5 E	307
3 1966	84	44	43	2	0	0	0	0	0	58	14	22	267
4 1967	91	271	162	75	0	0	0	0	39	0	10	39	687
5 1968	268	62	168	0	0	0	0	0	0	0	67	27	592
6 1969	47	174	71	0	0	0	0	0	0	0	25	76	393
7 1970	196	128	192	0	0	0	0	0	0	5	0	26	547
8 1971	161	125	98	15	0	0	0	0	0	0	5	95	499
9 1972	187	233	166	8	0	0	0	0	0	0	0	88	682
10 1973	147	114	85	65	0	0	0 E	1 E	0 E	0 E	5	21	438
11 1974	252	62	59	90	0	4	0	72	0	0	2	42	583
12 1975	134	192	359	0	0	0	0	0	0	3	0	112	800
13 1976	115	152	165	0	0	0	12	13	34	0	0	36	527
14 1977	50	157	119	0	0	0	0	0	16	36	47	46	471
15 1978	71	30	33	42	0	0	4	0	0	12	66	59	317
16 1979	24	0	209	0	0	0	0	0	0	22	28	60	343
17 1980	23	7	72	0	1	0	1	0	7	69	0	39	219
18 1981	101	140	53	43	0	0	0	26	7	0	1	55	426
19 1982	58	44	73	23	1	0	0	5	6 E	1 E	11 E	45 E	267
20 1983	127	4 E	35	23	0	0	0	0	0	0	0	6	195
21 1984	91	145	68	0	0	14	0	5	0	44	115	50	532
22 1985	62 E	238 E	53 E	361 E	11 E	8 E	0 E	17 E	0 E	0 E	30 E	85 E	865
23 1986	158 E	153 E	103 E	5 E	0 E	0 E	1	0	0	0	0	61	481
24 1987	84	18	130	5	0	4	0	0	0	10	0	0	251
25 1988	143	54	28	100	1	0	1	0 E	0	0	0	11	338
26 1989	218 E	243 E	156 E	6 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	4 E	629
27 1990	332	86	35	1	6	5	0	13	0	35	27	56	596
28 1991	30	13	281	30	0	12	0	0	0	0	91	6	463
29 1992	0	87	41	16	0	27	0	31	0	12	6	91	311
30 1993	300	21	78	13	2	0	0	47	0	63	11	52	587
31 1994	286	259	177	208	0	0	0	2	0	0	2	49	983
32 1995	178	39	172	3	14	0	0	0	2	1	23	33	465
33 1996	48	136	105	40	0	0	0	5	0	0	36	84	454
34 1997	136	269	70	7	6	0	0	16	56	2	7	17	586
35 1998	137	79	78	4	0	0	0	0	0	0	2	26	326
36 1999	79	315	178	0	0	0	0	0	5	33	1	65	676
37 2000	65	187	90	14	8	0	2	4	0	25	2	25	422
Media	126	121	111	34	1	2	1	7	5	12	19	46	485
DesvStd	83	88	74	69	3	5	2	15	12	20	28	30	181
Minima	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195
Máxima	332	315	359	361	14	27	12	72	56	69	115	112	983

E : completado.



CUADRO N° 3,3
ESTACION AGUADA BLANCA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	12 E	41 E	108 E	20 E	2 E	0 E	0 E	1 E	0 E	2 E	29 E	22 E	237
2 1965	48 E	48 E	20 E	20 E	0 E	0 E	3 E	0 E	3 E	1 E	12 E	4 E	159
3 1966	6 E	13 E	33 E	2 E	15 E	0 E	0 E	0 E	0 E	62 E	15 E	1 E	147
4 1967	47 E	305 E	115 E	31 E	1 E	0 E	2 E	0 E	2 E	0 E	2 E	3 E	508
5 1968	160 E	28 E	77 E	5 E	1 E	4 E	2 E	0 E	0 E	0 E	99 E	17 E	393
6 1969	10 E	51 E	29 E	11 E	0 E	0 E	8 E	0 E	0 E	0 E	2 E	29 E	140
7 1970	51 E	71 E	29 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	158
8 1971	142 E	25 E	105 E	7 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6 E	58 E	343
9 1972	202 E	324 E	126 E	10 E	0 E	0 E	0 E	2 E	13 E	0 E	2 E	8 E	687
10 1973	96 E	128 E	125 E	17 E	0 E	0 E	11 E	4 E	36 E	0 E	1 E	1 E	419
11 1974	122 E	79 E	32 E	13 E	0 E	5 E	0 E	13 E	0 E	0 E	0 E	9 E	273
12 1975	56	142	107	34	0	7	0	0	0	0	0	82	428
13 1976	161	123	47	9	2	0	3	0	55	0	1	18	419
14 1977	58	89	77	1	0	0	1	0	14	17	18	24	299
15 1978	105	16	37	8	0	0	1	0	0	17	47	6	237
16 1979	22	4	110	0	0	0	0	0	0	13	49	48	246
17 1980	9	37	70	0	0	0	0	0	1	32	0	29	178
18 1981	70	139	19	68	0	0	1	0	0	0	7	27	331
19 1982	60	77	74	17	0	0	0	9	7	14	47	13	318
20 1983	8	15	38	2	0	0	0	0	20	0	0	28	111
21 1984	67	240	86	1	0	18	0	0	0	40	70	16	538
22 1985	23	155	91	40	4	19	0	7	1	0	14	115	469
23 1986	176	112	69	17	5	0	0	0	0	0	28	100	507
24 1987	104	25	1	0	0	2	5	15	0	8	9	0	169
25 1988	198	19	27	63	12	0	16	0	0	0	0	14	349
26 1989	37	146	49	12	0	1	0	0	0	0	0	0	245
27 1990	61	8	119	3	8	61	8	0	0	2	83	60	413
28 1991	87	44	93	9	0	40	0	0	0	0	11	0	284
29 1992	5	0	1	1	0	2	0	0	0	3	8	26	46
30 1993	113	35	19	8	0	0	0	1	3	0	1	16	196
31 1994	72	81	24	9	0	0	0	0	0	0	1	17	204
32 1995	42	0	95	2	2	0	0	0	0	0	12	6	159
33 1996	10	87	29	4	1	0	0	2	0	0	9	10	152
34 1997	58	101	62 E	1	0	0	0	19	28	0	6	17	292
35 1998	79	40	6	1	0	0	0	0	0	0	7	15	148
36 1999	13	114	131 E	18	0	0	0	0	3	13	0	28	320
37 2000	98	240 E	48	2 E	1 E	0 E	2 E	2 E	0 E	0 E	3 E	11 E	407
Media	73	87	63	13	1	4	2	2	5	6	16	24	295
DesvStd	56	82	40	16	3	12	4	5	12	13	25	27	142
Minima	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
Máxima	202	324	131	68	15	61	16	19	55	62	99	115	687

E : completado.



CUADRO N° 3,4

ESTACION EL FRAILE
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	34	19	15	23	3	0	0	0	0	7	32	70	203
2 1965	18	46	28	10	0	0	0	0	3	0	0	29	134
3 1966	3	75	31	0	24	0	0	0	0	5	12	21	171
4 1967	35	99	81	27	1	0	2	0	16	0	1	33	295
5 1968	108	72	81	5	1	3	0	0	1	12	40	11	334
6 1969	54	104	58	9	0	0	0	0	0	0	20	48	293
7 1970	99	33	60	4	0	0	0	0	0	0	17	25	238
8 1971	75	59	39	12	0	0	0	0	0	0	6	48	239
9 1972	111	109	109	5	0	0	0	0	8	10	0	54	406
10 1973	113	57	41	14	0	0	0	0	13	0	9	0	247
11 1974	149	68	18	23	0	2	0	38	0	0	0	99	397
12 1975	66	136	99	0	7	1	0	0	0	0	0	99	408
13 1976	94	82	46	5	2	0	3	2	28	0	0	198	460
14 1977	64	87	98	1	0	0	0	0	3	13	50	37	353
15 1978	129	12	35	126	0	0	2	0	0	10	66	17	397
16 1979	21	16	90	0	0	0	0	0	0	5	34	38	204
17 1980	14	24	58	3	1	0	1	0	4	55	0	19	179
18 1981	53	170	54	54	0	0	0	15	0	0	4	60	410
19 1982	55	52	54	14	0	0	0	0	25	18	50	20	288
20 1983	17	12	71	15	0	0	0	1	15	1	0	29	161
21 1984	79	113	87	0	0	11	0	6	0	24	63	38	421
22 1985	22	125	58	51	3	2	0	0	8	0	14	52	335
23 1986	112	116	81	12	1	0	137	10	0	0	0	101	570
24 1987	84	13	7	0	0	3	11	0	1	8	3	0	130
25 1988	123	28	26	53	10	0	0	0	1	6	0	17	264
26 1989	38	119	73	33	0	1	1	0	0	0	10	0	275
27 1990	63	11	48	9	7	101	0	1	0	27	57	46	370
28 1991	73	65	82	7	0	20	0	0	0	3	10	30	290
29 1992	50	9	1	0	0	3	0	0	0	3	10	43	119
30 1993	127	39	55	11	0	0	0	7	2	9	5	51	306
31 1994	173	115	38	30	0	0	0	0	0	0	21	37	414
32 1995	46	16	124	6	6	0	0	0	3	0	13	27	241
33 1996	44	95	54	24	11	0	0	1	0	0	9	30	268
34 1997	69	160	51	5	0	0	0	16	31	5	2	0	339
35 1998	117	68	20	1	0	2	0	0	0	0	24	30	262
36 1999	28	210	128	25	0	0	0	0	7	13	0	28	439
37 2000	129	93	78	5	2	0	0	0	0	5	0	48	360
Media	73	74	59	17	2	4	4	3	5	6	16	41	303
DesvStd	43	50	31	24	5	17	23	7	8	11	20	37	104
Minima	3	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119
Máxima	173	210	128	126	24	101	137	38	31	55	66	198	570



CUADRO N° 3,5
ESTACION IMATA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	83	135	107	27	37	0	0	6	0	4	14	47	460
2 1965	25	94	84	12	0	0	4	0	0	7	0	76	302
3 1966	56	74 E	95	8	39	0	0	1	1	51	44	64	433
4 1967	88	121	114	72	5	1	8	0	37	20	11	70	547
5 1968	166	83	134	9	6	2	3	0	2	43	101	54	603
6 1969	102	84	69	16	0	1	2	1	9	5	48	83	420
7 1970	133	82	122	9	21	0	0	0	4	6	1	50	428
8 1971	127	145	95	14	1	1	0	1	0	4	11	86	485
9 1972	177	175	148	17	1	1	0	0	39	29	8	76	671
10 1973	231	180	136	29	10	0	4	7	39	8	26	23	693
11 1974	323	192	64	49	0	23	0	53	1	0	5	56	766
12 1975	152	170	87	20	11	1	0	0	1	17	7	148	614
13 1976	130	72	105	19	9	1	9	17	69	0	0	72	503
14 1977	51	163	128	1	1	0	2	0	8	8	88	66	516
15 1978	231	34	80	47	0	0	0	0	0	15	73	72	552
16 1979	80	41	95	5	0	0	0	1	0	20	56	105	403
17 1980	47	59	111	7	0	0	6	2	10	88	6	25	361
18 1981	185	246	71	47	0	0	0	26	2	1	11	84	673
19 1982	108	43	107	26	0 E	0	0	0	18	33	76	9	420
20 1983	26	34	31	28	8	2	0	1	7	0	0	33	170
21 1984	132 E	227 E	107	11	1	3	0	0	0	53	88	64	686
22 1985	38	211	157	105	15	9	0	0	7	0	82	92	716
23 1986	123	129	139	46	1	0	0	10	2	6	7	132	595
24 1987	150	66	21	11	0	0	18	0	3	11 E	26	11	317
25 1988	198	30	103	80	2	0	0	0	7	8	0	38	466
26 1989	126	69	116	49	7	3	1	0	0	1	16	6	394
27 1990	110	14	61	23	10	30	0	8	0	16	105	100	477
28 1991	124	74	134	10	0	16	0	0	0	10	33	50	451
29 1992	44	41	8	5	0	3	3	7	0	7	22	99	239
30 1993	180	37	137	23	0	1	0	15	1	35	42	74	545
31 1994	210	182	86	66	3	0	0	1	0	0	28	80	656
32 1995	62	60	110	17	11	0	0	0	9	1	41	50	361
33 1996	130	167	66	50	5	0	0	8	0	1	21	87	535
34 1997	53	183	52	14	11	0	0	27	44	0	4	44	432
35 1998	124	90	60	13 E	0	0	0	1 E	0	4	35	75	402
36 1999	77	219	256	66	2	0	0	2	16	49	2	75	764
37 2000	165	116	74	13	8	1	0	1	0	35	6	75	494
Media	123	112	99	29	6	3	2	5	9	16	31	66	501
DesvStd	66	66	44	25	9	7	4	11	16	20	32	31	143
Minima	25	14	8	1	0	0	0	0	0	0	0	6	170
Máxima	323	246	256	105	39	30	18	53	69	88	105	148	766

E: completado.



CUADRO N° 3,6

ESTACION PILLONES
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	30	63	69	27	4	1	1	3	1	1	29	36	265
2 1965	96	60	30	8	1 E	1	1	1	11	2	5	34	250
3 1966	65	53	14	3	43	1	1	1	2	28	21	29	261
4 1967	63	110	76	36	12	1	64	1	46	11	3	5	428
5 1968	83	53	114	4	4	7	4	2	1	31	114	17	434
6 1969	227	147	43	14	1	2	1	1	12	5	27	27	507
7 1970	100	78	117	11	1	1	1	1	1	9	1	21	342
8 1971	84	105	171	9	1	1	1	1	1	1	13	33	421
9 1972	83	31	105	12	0	2	0	0	21	13	0	56	323
10 1973	106	108	92	39	0	0	4	0	14	0	3	9	375
11 1974	35	67	2	1	0	0	0	40	0	0	0	12	157
12 1975	66	134	62	16	12	0	0	0	0	4	0	121	415
13 1976	111	50	65	13	10	0	6	6	36	0	0	37	334
14 1977	49	130	82	0	0	0	0	0	2	18	60	60	401
15 1978	119	5	44	52	0	0	0	0	0	9	63	27	319
16 1979	35	14	85	0	0	0	0	0	0	4	37	55	230
17 1980	43	35	69	0	1	0	2	0	14	80	1	37	282
18 1981	125	185	58	52	1	0	0	23	1	0	12	103	560
19 1982	65	56	64	12	0	0	0	0	16	36	64	20	333
20 1983	2	20	54	22	4	4	0	0	10	4	0	39	159
21 1984	137	139	174	12	0	34	0	0	0	44	78	46	664
22 1985	25	157	84	61	4	10	0	0	4	0	63	79	487
23 1986	112	116	72	27	6	0	2	5	5 E	0	16	129	490
24 1987	108	25	13	0	0	6	10	0	4	17	11	1	195
25 1988	210	40	75	65	28	0	0	0	0	5	0	23	446
26 1989	84	97	79	31	3	0	0	0	0	0	17	6	317
27 1990	73 E	21 E	110 E	10 E	8 E	1 E	0 E	1 E	1 E	5 E	71 E	91 E	392
28 1991	129 E	56 E	120 E	13 E	0 E	3 E	0 E	0 E	0 E	21 E	22 E	43 E	407
29 1992	119 E	61 E	25 E	0 E	1 E	59 E	1 E	0 E	1 E	20 E	7 E	75 E	369
30 1993	37 E	25 E	78 E	16 E	1 E	1 E	0 E	3 E	10 E	61 E	9 E	46 E	287
31 1994	37 E	130 E	86 E	29 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	21 E	44 E	349
32 1995	69	43	125	9	16	0	0	0	3	2	24	42	333
33 1996	58	109	60	28	11	0	0	4	0	1	9	65	345
34 1997	85	157	75	3	6	0	0	12	35	15	26	39	453
35 1998	123	56	19	5	0	2	0	0	1	0	39	50	295
36 1999	40	184	176	75	0	0	0	0	15	47	1	38	576
37 2000	38	130	110	2	1	1	0	0	0	14	2	51	349
Media	83	82	78	19	5	4	3	3	7	14	23	44	366
DesvStd	48	51	42	20	9	11	11	8	11	19	28	30	112
Minima	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	157
Máxima	227	185	176	75	43	59	64	40	46	80	114	129	664

E : completado.



CUADRO N° 3,7

ESTACION CHIGUATA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	7 E	19 E	48 E	2 E	0 E	2 E	1 E	8 E	4 E	1 E	2 E	7 E	101
2 1965	0 E	22	8	2	1	1	1	1	12	1	1	1	51
3 1966	1	28	16	1	20	1	1	4 E	2 E	2 E	3 E	1	80
4 1967	45	121	92	9	1	1	1	1	1	1	1	1	275
5 1968	88	58	56	1	1	1	1	1	1	1	6	1	216
6 1969	12	18	22	2	1	1	1	1	1	1	5	12	77
7 1970	19	31	30	1	1	1	1	1	1	1	1	3	91
8 1971	23	22	26	1	1	1	1	1	1	3	1	56	137
9 1972	130	155	206	1	1	1	1	1	1	1	1	1	500
10 1973	66	70	78	3	1	1	1	3	6	1	1	1	232
11 1974	137	77	25	7	1	1	1	47	1	1	1	11	310
12 1975	56	141	79	6	1	1	1	1	1	1	1	19	308
13 1976	216	66	76	1	1	1	1	1	19	1	1	1	385
14 1977	26	139	87	1	1	1	1	1	1	1	11	7	277
15 1978	37	4	2	1	1	1	2	1	1	1	9	1	61
16 1979	5	9	60	1	1	1	1	1	1	1	6	18	105
17 1980	3	36	29	1	1	1	1	1	1	1	1	12	88
18 1981	37	69	46	31	1	1	1	1	1	1	1	4	194
19 1982	20	17	16	1	1	1	1	1	5 E	4	9	1	77
20 1983	1	1	7	1	1	1	1	1	2	1	1	7	25
21 1984	69	99	32	0	0	0	0	0	0	0	6	0	206
22 1985	11	37	38	3	0	0 E	0 E	0 E	0	0	4	43	136
23 1986	63	73	30	0	2	0	0	10	0	0	4	48	230
24 1987	71	7	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	82
25 1988	56	8	40	2	0	0	0	0	0	0	0	9	115
26 1989	20	189	57	2	0	0	0	0	0	0	0	0	268
27 1990	11	4	32	0	0	12	0	0	0	0	2	49	110
28 1991	18	9	40	4	0	11	0	0	0	0	0	0	82
29 1992	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	11	15
30 1993	121	23	15	0	0	0	0	7	0	4	0	7	177
31 1994	153	115	25	4	0	0	0	0	0	0	0	6	303
32 1995	39	0	157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196
33 1996	54	61	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	120
34 1997	110	84	83	0	0	0	0	20	11	0	0	18	326
35 1998	66	32	5	1	0	0	0	0	0	0	0	31	135
36 1999	34	148	140	5	0	0	0	0	0	0	0	24	351
37 2000	120	99	88	1	0	1	0	0	0	0	0	5	314
Media	53	57	49	3	1	1	1	3	2	1	2	11	183
DesvStd	51	52	46	5	3	3	1	8	4	1	3	15	115
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Máxima	216	189	206	31	20	12	2	47	19	4	11	56	500

E : completado.



CUADRO N° 3,8
ESTACION LAS SALINAS
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	100	41	139	35	11	0	0	10	0	0	19	115	470
2 1965	15	10	6	4	0	0	0	4	39	32	0	33	143
3 1966	4	109	25	0	42	0	0	0	0	32	18	22	252
4 1967	101	151	192	28	0	0	0	0	11	0	8	23	514
5 1968	154	51	82	0	0	2	0	0	0	11	62	14	376
6 1969	78	143	96	15	0	0	0	0	0	0	16	39 E	387
7 1970	112	60	80	13	0	0	0	0	0	0	0	59	324
8 1971	153	120	98	48	0	0	0	0	0	4	13	88	524
9 1972	261	200	230	59	0	0	0	0	21	75	19	61	926
10 1973	165	103	98	35	0	0	0	3	11	0	16	12	443
11 1974	80	102	47	31	5	15	0	78	1	0	0	31	390
12 1975	91	80	103	11	0	21	0	0	0	0	6	22	334
13 1976	144	81	86	4	0	0	5	24	40	0	0	5	389
14 1977	6	108	0	0	0	0	2	1	7	5	64	143	336
15 1978	122	18	65	70	0	0	3	0	0	3	65	17	363
16 1979	42	23	112	0	0	0	0	0	0	6	56	87	326
17 1980	15	35	115	1	0	0	0	0	11	91	0	2	270
18 1981	126	181	34	93	0	0	0	6	0	0	95	67	602
19 1982	89	25	72	26	0	0	0	0	12	76	55	15	370
20 1983	6	29	14	10	0	0	0	0	3	0	0	35	97
21 1984	164	126	179	0	0	8	0	0	4	13	89	103	686
22 1985	15	120	106	120	0	0	0	0	0	0	21	67	449
23 1986	71	62	95	32	7	0	3	6	0	0	0	66	342
24 1987	153	22	5	0 E	0	0	0	0	0	0	0	41	221
25 1988	151	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	48	221
26 1989	177	191	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514
27 1990	103	26	40	0	16	37	0	6	0	0	83	110	421
28 1991	64	86	117	23	0	13	0	0	0	5	9	25	342
29 1992	14	17	0	0	0	0	0	14	9	17	23	52	146
30 1993	196 E	2 E	1 E	11 E	0 E	0 E	0 E	27 E	3 E	1 E	2 E	46 E	289
31 1994	226 E	126 E	101 E	22 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	57 E	106 E	639
32 1995	20 E	14	123	21	10	0	0	0	6	0	7	26	227
33 1996	71	129	35	24	2	0	0	3	0	0	12	24	300
34 1997	84	182	97	20	2	0	0	16	34	0	20	50	505
35 1998	180	70	31	12	0	0	0	0	0	0	29	48	370
36 1999	54	187	141	38	0	0	0	0	6	11	0	24	461
37 2000	90 E	52 E	129 E	72 E	6 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	5 E	102 E	457
Media	100	83	83	24	3	3	0	5	6	10	23	49	390
DesvStd	66	60	57	28	8	7	1	14	11	23	29	36	161
Minima	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97
Máxima	261	200	230	120	42	37	5	78	40	91	95	143	926

E : completado.



CUADRO N° 3,9
ESTACION PAMPA DE ARRIEROS
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	8	24	21	7	1	1	1	0 E	2 E	5	20	47	137
2 1965	30	24	1	1	1	1	1	9	17	1	1	1	88
3 1966	7	30	6	1	17	1	1	1	1	15	9	4	93
4 1967	38	100	69	7	1	1	1	1	3	4	4	7	236
5 1968	85	37	61	1	1	1	1	1	1	1	9	4	203
6 1969	15	35	24	7	1	1	1	1	1	1	5	25	117
7 1970	35	27	30	1	1	1	1	1	1	6	1	12	117
8 1971	58	31	9	1	1	1	1	1	1	1	1	27	133
9 1972	84	115	75	1	1	1	1	1	1	12	1	16	309
10 1973	45	64	44	1	1	1	1	5	14	1	1	4	182
11 1974	89	62	18	11	1	1	1	41	1	1	1	13	240
12 1975	27	83	72	23	1	1	1	1	1	1	1	44	256
13 1976	75	62	48	1	1	1	1	1	28	1	1	1	221
14 1977	39	50	49	0	0	0	0	0	0	0	9	13	160
15 1978	40	0	28	0	0	0	4	0	0	0	23	0	95
16 1979	15	15	61	0	0	0	0	0	0	5	6	18	120
17 1980	16	19	46	0	0	0	0	0	0	10	0	22	113
18 1981	47	96	27	47	0	0	0	0	0	0	0	29	246
19 1982	41	48	9	3	0	0	0	0	13	8	14	12	148
20 1983	12 E	30 E	25 E	0 E	0 E	1 E	2 E	11 E	11 E	11	0 E	9 E	112
21 1984	47 E	97	74	0	0	24	0	51	0	0	75	73	441
22 1985	22 E	88 E	21 E	13 E	1 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0	5 E	94 E	246
23 1986	88 E	39 E	14 E	1 E	5 E	1 E	1 E	0 E	0 E	3	0 E	92 E	244
24 1987	58 E	6 E	10 E	0 E	0 E	1 E	1 E	1 E	0 E	1	0 E	1 E	79
25 1988	82 E	10 E	6 E	2 E	1 E	1 E	1 E	1 E	0 E	2	0 E	8 E	114
26 1989	31 E	76 E	67 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0	4 E	1 E	181
27 1990	53 E	15 E	7 E	0 E	8 E	2 E	0 E	0 E	0 E	2	4 E	51 E	142
28 1991	48 E	32 E	95 E	3 E	0 E	2 E	1 E	2 E	0 E	0	1 E	2 E	186
29 1992	10 E	0 E	6 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	16	1 E	8 E	43
30 1993	92 E	7 E	5 E	0 E	1 E	1 E	1 E	0 E	0 E	5	1 E	13 E	126
31 1994	103 E	57 E	87 E	2 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0	0 E	21 E	271
32 1995	36 E	1 E	84 E	0 E	2 E	1 E	0 E	25 E	0 E	0	1 E	26 E	176
33 1996	15 E	74 E	38 E	0 E	10 E	1 E	1 E	0 E	0 E	3	1 E	3 E	146
34 1997	54 E	60 E	29 E	0 E	1 E	0 E	0 E	2 E	3 E	21	0 E	18 E	188
35 1998	70 E	34 E	7 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	0 E	0	0 E	8 E	121
36 1999	14 E	81 E	104 E	11 E	0 E	0 E	1 E	9 E	0 E	1	0 E	7 E	228
37 2000	53 E	71 E	44 E	2 E	1 E	3 E	1 E	3 E	0 E	0	0 E	7 E	185
Media	45	46	38	4	2	2	1	5	3	4	5	20	174
DesvStd	27	32	30	9	3	4	1	11	6	5	13	24	77
Minima	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
Máxima	103	115	104	47	17	24	4	51	28	21	75	94	441

E: completado.



CUADRO N° 3,10
ESTACION HUANCA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	15	23	13	6	4	4	4	4	5	5	5	12	100
2 1965	15	9	5	4	4	4	4	6	5	5	5	5	71
3 1966	4	3 E	5	4	9	4	4	4	5	9	7	5	63
4 1967	28	126	149	4	4	4	4	4	5	5	5	11	349
5 1968	38	7	8	4	4	4	4	4	5	5	6	5	94
6 1969	8	13	11	5	4	4	4	4	5	5	5	8	76
7 1970	12	12	5	4	4	4	4	4	5	5	5	6	70
8 1971	27	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	41
9 1972	48	103	73	0	0	0	0	0	0	18	0	13	255
10 1973	133	17	36	1	0	0	0	3	7	0	0	0	197
11 1974	68	58	4	11	0	0	0	36	0	0	0	1	178
12 1975	16	52	50	3	1	0	0	0	0	0	0	11	133
13 1976	11	50	28	0	0	0	0	0	17	0	0	3	109
14 1977	36	69	27	0	0	0	0	0	1	0	7	2	142
15 1978	10	0	16	2	0	0	0	0	0	0	27	0	55
16 1979	2	3	27	0	0	0	0	0	0	8	5	0	45
17 1980	13	0	15	7	0	0	0	0	0	3	0	10	48
18 1981	29	41	26	11	0	0	0	0	0	0	0	3	110
19 1982	3	23	12	0	0	0	0	12 E	1 E	22	11 E	6 E	90
20 1983	7 E	0 E	23 E	1 E	1 E	3 E	1 E	1 E	4 E	3 E	0 E	1 E	45
21 1984	29 E	41 E	2 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	46 E	1 E	120
22 1985	16 E	10 E	22 E	6 E	0 E	1 E	0 E	2 E	0 E	0 E	4 E	14 E	75
23 1986	81 E	198 E	12 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	4 E	296
24 1987	33 E	3 E	1 E	1 E	0 E	1 E	0 E	2 E	0 E	1 E	0 E	10 E	52
25 1988	25 E	19 E	10 E	5 E	2 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4 E	66
26 1989	20 E	116 E	10 E	1 E	7 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	158
27 1990	43 E	4 E	56 E	6 E	9 E	3 E	0 E	0 E	0 E	0 E	11 E	5 E	137
28 1991	14 E	7 E	3 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	12 E	3 E	0 E	40
29 1992	3 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	2 E	17 E	29
30 1993	179 E	20 E	9 E	0 E	0 E	0 E	0 E	9 E	3 E	87 E	1 E	4 E	312
31 1994	126 E	64 E	19 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	7 E	218
32 1995	6 E	5 E	101 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3 E	115
33 1996	15 E	40 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	8 E	0 E	0 E	3 E	4 E	75
34 1997	28 E	43 E	18 E	0 E	1 E	0 E	0 E	26 E	4 E	1 E	1 E	4 E	126
35 1998	17 E	6 E	25 E	4 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	54
36 1999	47 E	69 E	27 E	5 E	0 E	1 E	0 E	0 E	2 E	4 E	0 E	24 E	179
37 2000	73 E	98 E	22 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	1 E	196
Media	35	37	24	3	1	1	1	4	2	5	4	6	122
DesvStd	39	44	30	3	3	2	2	7	3	15	9	5	81
Minima	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
Máxima	179	198	149	11	9	4	4	36	17	87	46	24	349

E: completado.



CUADRO N° 3,11

ESTACION UBINAS
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	57 E	56 E	27 E	31 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	5 E	4 E	104 E	286
2 1965	48	100	9	8	0	0	0	0	19	0	0	31	215
3 1966	1	64	42	0	31	0	0	0	0	31	20	14	203
4 1967	53	129	124	12	0	0	1	0	16	1	1	55	392
5 1968	162	44	152	5	7	10	0	0	2	17	48	2	449
6 1969	75	74	51	3	0	0	0	0	2	0	8	59	272
7 1970	111	47	61	3	4	0	0	0	0	12	0	30	268
8 1971	91	125	29	3	0	0	0	0	0	0	6	92	346
9 1972	178	123	162	7	0	0	0	0	7	23	1	72	573
10 1973	207	156	121	48	0	0	0	8	21	2	4	3	570
11 1974	170	93	28	31	0	1	0	49	1	0	2	50	425
12 1975	116	139	115	26	2	0	0	0	0	0	0	103	501
13 1976	144	82	52	19	0	0	2	6	52	0	0	50	407
14 1977	58	172	122	0	0	0	0	0	0	0	22	33	407
15 1978	131	6	18	7	0	0	0	0	0	0	56	9	227
16 1979	76	10	98	0	0	0	0	0	0	14	7	46	251
17 1980	20	25	89	4	2	0	1	1	3	30	3	11	189
18 1981	100	157	30	40	0	0	0	18	1	0	10	40	396
19 1982	85	42	50	40	1	0	0	0	9	16	11	5	259
20 1983	2	15	12	7	1	0	0	0	12	0	0	25	74
21 1984	121	165	106	5	0	15	0	19	0	13	61	8	513
22 1985	13	175	56	14	3	5	0	0	3	0	19	66	354
23 1986	150	85	76	20	0	0	2	10	0	0	2	59	404
24 1987	173	33	4	0	0	0	13	0	1	13	0	0	237
25 1988	108	36	59	27	6	0	0	0	0	0	0	26	262
26 1989	45	105	50	45	0	1 E	0	0	0	0	0	4	250
27 1990	53 E	15 E	100	19 E	19 E	1 E	0 E	1 E	0 E	4 E	14 E	55 E	281
28 1991	157 E	20 E	115	7 E	0 E	2 E	1 E	0 E	0 E	0 E	5 E	3 E	310
29 1992	57 E	15 E	17	1 E	0 E	2 E	0 E	1 E	1 E	1 E	8 E	100 E	203
30 1993	119 E	30 E	44	38 E	0 E	0 E	0 E	9 E	3 E	2 E	23 E	30 E	298
31 1994	139 E	85 E	31	17 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	29 E	303
32 1995	43	12	115	3	3	0	0	0	5	0	9	31	221
33 1996	64	98	17	14	2	0	0	2	0	0	12	44	253
34 1997	112	151	44	3	0	0	1	32	43	0	12	52	450
35 1998	156	14	27	18	0	2	0	0	0	0	11	36	264
36 1999	32	166	157	30	0	0	0	0	12	17	0	24	438
37 2000	138	118	56	11	4	0	0	0	0	15	0	40	382
Media	96	81	67	15	2	1	1	4	6	6	10	39	328
DesvStd	54	56	45	14	6	3	2	10	12	9	15	29	114
Minima	1	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
Máxima	207	175	162	48	31	15	13	49	52	31	61	104	573

E : completado.



CUADRO N° 3,12

ESTACION EL PAÑE
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	75	159	115	71	38	0	0	0	2	7	63	100	630
2 1965	57	158	143	49	3	1	6	0	17	26	28	202	690
3 1966	92	169	88	11	35	0	0	0	5	35	69	75	579
4 1967	70	128	181	39	7	2	7	11	31	19	10	95	600
5 1968	171	113	125	24	6	2	6	4	24	52	79	86	692
6 1969	150	83	71	40	0	1	1	2	14	12	65	106	545
7 1970	184	171	131	30	12	1	0	2	23	26	9	126	715
8 1971	131	206	135	31	4	2	0	4	1	4	24	157	699
9 1972	161	85	201	45	2	0	0	2	26	24	44	52	642
10 1973	220 E	184 E	205 E	47 E	85 E	1 E	1 E	0 E	21 E	34 E	93 E	91 E	982
11 1974	445 E	298 E	189 E	73 E	1 E	52 E	1 E	107 E	21 E	7 E	2 E	127 E	1323
12 1975	198	232	134	22	20	2	0	2	5	16	13	110	754
13 1976	140	103	112	17	15	11	4	22	56	2	1	84	567
14 1977	59	171	163	9	11	0	5	0	19	19	85	46	587
15 1978	291	59	116	85	0	4	0	0	6	10	111	145	827
16 1979	168	81	159	26	0	0	3	1	1	32	56	119	646
17 1980	74	92	197	16	3	0	3	9	39	105	16	43	597
18 1981	233	184	104	94	0	0	0	41	12	27	47	112	854
19 1982	205	83	142	33	0	0	0	3	42	65	132	25	730
20 1983	48	67	58	42	9	1	4	0	27	16	0	82	354
21 1984	298	307	245	38	9	11	0	14	0	100	192	138	1352
22 1985	65	256	161	128	58	17	0	6	22	9	100	178	1000
23 1986	191	308	233	106	6	0	1	21	23	6	24	152	1071
24 1987	277	45	70	17	4	1	17	8	1	27	57	39	563
25 1988	311	110	241	77	20	0	1	0	6	22	0	112	900
26 1989	132	120	188	45	4	6	2	3	3	3	7	15	528
27 1990	173	60	52	52	4	48	0	4	5	60	106	133	697
28 1991	179	166	161	30	2	36	3	1	6	18	46	107	755
29 1992	66	95	22	19	0	10	0	50	0	15	49	98	424
30 1993	249	53	104	39	9	8	0	14	5	69	66	195	811
31 1994	331	181	88	95	27	0	0	0	4	44	57	127	954
32 1995	141	200	158	38	0	0	0	0	20	17	41	100	715
33 1996	225	175	127	61	37	0	0	24	10	7	53	155	874
34 1997	227	221	84	48	21	0	0	23	52	17	76	129	898
35 1998	294	165	95	40	0	0	0	0	0	22	75	122	813
36 1999	163	248	229	104	4	0	0	0	18	70	20	78	934
37 2000	161 E	144 E	120 E	30 E	35 E	0 E	6 E	7 E	0 E	31 E	64 E	152 E	750
Media	180	154	139	48	13	6	2	10	15	29	54	108	758
DesvStd	91	73	56	29	18	13	3	20	15	26	42	44	214
Minima	48	45	22	9	0	0	0	0	0	2	0	15	354
Máxima	445	308	245	128	85	52	17	107	56	105	192	202	1352

E: completado.



CUADRO N° 3,13
ESTACION AREQUIPA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	19	38
2 1965	18	5	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	31
3 1966	0	2	3	0	2	0	0	0	0	3	0	0	10
4 1967	42	86	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
5 1968	31	26	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
6 1969	4	4	6	5	0	0	0	0	0	0	0	6	25
7 1970	10	23	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
8 1971	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	28
9 1972	58	93	79	0	0	0	0	0	0	1	0	1	232
10 1973	9	61	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
11 1974	99	25	17	0	0	0	0	36	0	0	0	8	185
12 1975	6	74	96	1	0	0	0	0	0	0	0	3	180
13 1976	59	74	18	0	0	0	0	0	12	0	0	0	163
14 1977	5	48	40	0	0	0	0	0	0	0	1	2	96
15 1978	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	19
16 1979	1	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
17 1980	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21
18 1981	6	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	28
19 1982	6	15	2	1	0	0	0	0	0	0	2	4	30
20 1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
21 1984	25	19	32	0	0	0	0	2	0	0	6	0	84
22 1985	16	36	12	5	0	0	0	0	0	0	0	21	90
23 1986	61	149	7	0	0	0	0	0	0	0	3	16	236
24 1987	41	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
25 1988	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
26 1989	0	52	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
27 1990	2	0	3	0	0	9	0	0	0	0	4	22	40
28 1991	2	1	2	1	0	9	0	0	0	0	0	0	15
29 1992	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
30 1993	38	2	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	46
31 1994	50	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	91
32 1995	20	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
33 1996	6	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
34 1997	49	42	45	0	0	0	0 E	2 E	1 E	0 E	0 E	13 E	152
35 1998	36 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	8 E	1 E	36
36 1999	35 E	41 E	31 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	107
37 2000	78 E	8 E	8 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	95
Media	23	27	18	0	0	0	0	1	1	0	1	4	76
DesvStd	25	34	27	1	0	2	0	6	2	1	2	7	65
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Máxima	99	149	112	5	2	9	0	36	12	3	9	22	236

E : completado.



CUADRO N° 3,14
ESTACION LA PAMPILLA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	12	2	8	3	0	0	0	1	0	0	9	12	47
2 1965	12	7	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	29
3 1966	0	1	0	0	7	0	0	0 E	2 E	4	0	0	14
4 1967	42	68	24 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
5 1968	41	26	2 E	0	0	0	0	0	0	0	1	0	70
6 1969	6	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	10	29
7 1970	8	16	4	0	0	0	0	0	0	2	0	3	33
8 1971	8	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	20	38
9 1972	59	92	38	0	0	0	0	0	0	2	0	0	191
10 1973	26	69	21	1	0	0	0	0	1	0	0	0	118
11 1974	71	27	16	0 E	0	0	0	23	0	0	0	3	140
12 1975	8	88	80	2	0	0	0	0	0	0	0	3	181
13 1976	50	39	12	0	0	0	0	0	4	0	0	0	105
14 1977	11	23	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1 E	50
15 1978	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	14
16 1979	0	1	19	0	0	0	0	0	0	0	5	0	25
17 1980	1	12	9	0	0	0	0	0	0	0	4	7	33
18 1981	4	9	12	10	0	0	0	0	0	0 E	0 E	1 E	36
19 1982	2 E	13 E	4	3	0	0	0	0	0	2	6	0	30
20 1983	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
21 1984	12	59	8	0	0	0	0	3	0	0	5	0	87
22 1985	4	33	10	4	0	1	0	0	0	0	0	23	75
23 1986	18	67	6	0	2	0	0	5	0	0	6	17	121
24 1987	35	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	41
25 1988	18	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	4	38
26 1989	2	111	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141
27 1990	0	0	15	0	0	2	0	0	0	0	2	7	26
28 1991	8	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
29 1992	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5
30 1993	44	2	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	51
31 1994	39	34	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
32 1995	33	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
33 1996	23	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
34 1997	32	58	46	0	0	0	0	12	4	0	0	7	159
35 1998	25	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5 E	3	36
36 1999	5 E	17 E	16 E	1 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	42
37 2000	58 E	12 E	15 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	86
Media	19	25	14	1	0	0	0	1	0	0	1	3	67
DesvStd	20	30	17	2	1	0	0	4	1	1	3	6	51
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Máxima	71	111	80	10	7	2	0	23	4	4	9	23	191

E : completado.



CUADRO N° 3,15
ESTACION SOCABAYA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	5	2	6	3	0 E	0	0	0	0	0	33	7	56
2 1965	39	29	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	70
3 1966	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	6
4 1967	1	56	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
5 1968	28	13	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
6 1969	4	5	15	2	0	0	0	0	0	0	0	6	32
7 1970	12	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	47
8 1971	12	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	28	52
9 1972	54	49	50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	154
10 1973	50	73	45	0	0	0	0	0	1	0	0	0	169
11 1974	49	33	9	0	0	0	0	12	0	0	0	1	104
12 1975	38	47	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
13 1976	35	23	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	61
14 1977	0	23	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
15 1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
16 1979	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	6	0	23
17 1980	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18 1981	2	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	12
19 1982	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
20 1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 1984	5	51	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	60
22 1985	0	28	31	1	0	0	0	0	0	0	0	12	72
23 1986	9	56	1	0	1	0	0	5	0	0	3	15	90
24 1987	26	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	33
25 1988	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
26 1989	0	102	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
27 1990	0	3	37	0	0	5	0	0	0	0	0	8	53
28 1991	0	0	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12
29 1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
30 1993	21	9	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	35
31 1994	16	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	49
32 1995	30	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
33 1996	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
34 1997	4 E	76 E	31 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3 E	114
35 1998	14 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	14
36 1999	0 E	76 E	7 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	85
37 2000	10 E	24 E	34 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	68
Media	13	24	14	0	0	0	0	1	0	0	1	2	55
DesvStd	17	27	19	1	1	1	0	2	1	0	5	6	43
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima	54	102	68	5	3	5	0	12	3	2	33	28	169

E : completado.



CUADRO N° 3,16
ESTACION HUASACACHE
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	41 E	2 E	21 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	1 E	0 E	0 E	7 E	74
2 1965	62 E	9 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	5 E	4 E	0 E	0 E	0 E	85
3 1966	7 E	7 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	21 E	8 E	1 E	5 E	0 E	51
4 1967	56 E	39 E	59 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	156
5 1968	52 E	22 E	42 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	5 E	0 E	121
6 1969	14 E	9 E	26 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6 E	57
7 1970	35 E	23 E	26 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	85
8 1971	36 E	8 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	7 E	52
9 1972	23 E	51 E	46 E	0 E	0 E	1 E	2 E	6 E	4 E	0 E	1 E	1 E	135
10 1973	37 E	37 E	63 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	137
11 1974	49 E	25 E	17 E	1 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6 E	100
12 1975	48 E	39 E	24 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	3 E	116
13 1976	19 E	43 E	8 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	71
14 1977	39 E	49 E	28 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	3 E	121
15 1978	15 E	0 E	1 E	0 E	0 E	4 E	1 E	2 E	1 E	0 E	0 E	1 E	25
16 1979	14 E	2 E	40 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	57
17 1980	32 E	14 E	17 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3 E	2 E	1 E	1 E	3 E	73
18 1981	16 E	21 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3 E	41
19 1982	8 E	20 E	10 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6 E	44
20 1983	35 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	1 E	0 E	0 E	1 E	41
21 1984	20 E	20 E	17 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	58
22 1985	4 E	30 E	44 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4 E	83
23 1986	34 E	58 E	12 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6 E	111
24 1987	13 E	13 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	27
25 1988	37 E	2 E	16 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	1 E	2 E	60
26 1989	24 E	32 E	9 E	2 E	0 E	1 E	1 E	6 E	3 E	0 E	1 E	0 E	79
27 1990	31 E	2 E	36 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	3 E	4 E	78
28 1991	31 E	5 E	29 E	1 E	0 E	1 E	0 E	2 E	2 E	0 E	0 E	1 E	72
29 1992	36 E	5 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	10 E	4 E	0 E	0 E	3 E	59
30 1993	15 E	8 E	1 E	3 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	27
31 1994	38 E	38 E	2 E	3 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	1 E	3 E	87
32 1995	49	2	54	2	2	2	2	2	2	2	2	2	123
33 1996	16	16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	52
34 1997	19	43	58	1 E	0	0	0	9	3	0	0	7	140
35 1998	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	29
36 1999	4	42	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	68
37 2000	42	15	33	0	1	0	0	0	0	0	0	0	91
Media	29	20	21	1	0	0	0	2	1	0	1	2	78
DesvStd	15	17	19	1	0	1	1	4	2	1	1	2	35
Minima	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
Máxima	62	58	63	3	2	4	2	21	8	2	5	7	156

E : completado.



CUADRO N° 3,17

ESTACION LA CALERA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	108 E	127 E	115 E	14 E	7 E	0 E	0 E	3 E	24 E	14 E	55 E	88 E	555
2 1965	51	164	7	13	5	0	5	1	16	15	5	80	362
3 1966	52	109	99	6	34	0	0	0	2	29	72	54	457
4 1967	124	157	143	60	8	0	1	1	30	25	8	46	603
5 1968	188	98	161	0	25	8	5	8	8	51	38	73	663
6 1969	109	130	63	37	0	1	5	4	32	42	74	100	597
7 1970	165	119	125	15	19	0	2	6	11	16	8	43	529
8 1971	97	152	77	30	3	0	0	2	0	8	12	110	491
9 1972	186	129 E	213	49	2	0	1	0	30	36	29	97	772
10 1973	246	107	137	77	6	0	2	2	25	13	38	36	689
11 1974	176	135	73	79	3	6	1	192	3	4	2	54	728
12 1975	128	122	132	30	21	3	0	10	5	12	5	73	541
13 1976	152	137	150	11	16	2	22	6	56	6	5	86	649
14 1977	50	193	140	6	4	0	3	0	8	35	66	36	541
15 1978	160	34	60	60	0	5	2	0	5	14	44	84	468
16 1979	31 E	153 E	154 E	43 E	2 E	0 E	0 E	14 E	12 E	18 E	35 E	53 E	515
17 1980	54 E	150 E	99 E	27 E	5 E	0 E	0 E	0 E	2 E	46 E	82 E	53 E	518
18 1981	143 E	124 E	72 E	16 E	12 E	0 E	2 E	4 E	19 E	17 E	16 E	82 E	507
19 1982	87 E	151 E	84 E	95 E	3 E	0 E	0 E	1 E	28 E	12 E	19 E	57 E	537
20 1983	67 E	118 E	10 E	102 E	3 E	4 E	5 E	0 E	8 E	10 E	14 E	46 E	387
21 1984	242 E	108 E	92 E	59 E	3 E	0 E	0 E	80 E	2 E	63 E	64 E	56 E	769
22 1985	57 E	158 E	141 E	26 E	22 E	10 E	0 E	1 E	23 E	15 E	29 E	69 E	551
23 1986	184 E	147 E	122 E	4 E	3 E	0 E	0 E	6 E	28 E	7 E	12 E	126 E	639
24 1987	134 E	142 E	118 E	21 E	10 E	0 E	0 E	2 E	16 E	23 E	17 E	47 E	530
25 1988	170 E	15 E	97 E	84 E	4 E	0 E	0 E	0 E	12 E	22 E	13 E	55 E	472
26 1989	64 E	158 E	67 E	82 E	1 E	0 E	0 E	0 E	22 E	23 E	19 E	70 E	506
27 1990	96 E	122 E	53 E	25 E	0 E	1 E	0 E	13 E	10 E	14 E	19 E	58 E	411
28 1991	137 E	54 E	72 E	65 E	1 E	0 E	0 E	0 E	15 E	39 E	40 E	57 E	480
29 1992	48 E	109 E	18 E	46 E	7 E	0 E	0 E	0 E	5 E	16 E	18 E	96 E	363
30 1993	235 E	48 E	64 E	1 E	9 E	0 E	0 E	130 E	5 E	17 E	29 E	69 E	607
31 1994	226 E	108 E	57 E	49 E	5 E	0 E	0 E	0 E	2 E	58 E	112 E	94 E	711
32 1995	146 E	64 E	146 E	19 E	0 E	0 E	0 E	0 E	19 E	76 E	54 E	64 E	588
33 1996	106 E	125 E	72 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	26 E	70 E	165 E	40 E	606
34 1997	236 E	96 E	144 E	9 E	1 E	0 E	0 E	1 E	30 E	9 E	6 E	105 E	637
35 1998	139 E	34 E	87 E	34 E	3 E	0 E	0 E	1 E	30 E	13 E	10 E	55 E	406
36 1999	147 E	154 E	149 E	11 E	3 E	0 E	0 E	4 E	11 E	40 E	21 E	63 E	603
37 2000	216 E	121 E	124 E	1 E	0 E	0 E	0 E	2 E	12 E	19 E	4 E	57 E	556
Media	134	118	101	35	7	1	2	13	16	26	34	68	555
DesvStd	63	40	46	29	8	2	4	39	12	19	34	22	106
Minima	31	15	7	0	0	0	0	0	0	4	2	36	362
Máxima	246	193	213	102	34	10	22	192	56	76	165	126	772

E : completado.



CUADRO N° 3,18

ESTACION PUGINA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	63	1 E	21 E	9	0	0	0	0	0	0	0	182	276
2 1965	8 E	52 E	8 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	71
3 1966	0	0	0	0	0	65	0	7	65	16 E	75	87	315
4 1967	105	165	76	0	0	0 E	0	0	0	0	0	0	346
5 1968	57	166	95	0	0	0	0	0	0	19	25	0	362
6 1969	4	7	48	0	0	0	0	0	0	0	0	92	151
7 1970	100	71	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203
8 1971	36	47	14	0	0	0	0	0	0	0	0	37	134
9 1972	232	180	120	0	0	0	0	0	0	17	11	86 E	646
10 1973	130 E	43 E	78 E	8 E	1 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	2 E	264
11 1974	173 E	191 E	12 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	12 E	388
12 1975	53 E	61 E	55 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4 E	173
13 1976	116 E	68 E	44 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	42 E	270
14 1977	32 E	258 E	60 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	25 E	1 E	2 E	378
15 1978	8 E	8 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	37 E	58
16 1979	0 E	0 E	84 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	9 E	93
17 1980	1 E	37 E	36 E	0 E	0 E	6 E	0 E	2 E	1 E	103 E	2 E	0 E	188
18 1981	89 E	105 E	19 E	0 E	0 E	4 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	218
19 1982	14 E	95 E	27 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	137
20 1983	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	8 E	10
21 1984	64 E	61 E	24 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	23 E	1 E	320 E	493
22 1985	35 E	216 E	75 E	72 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	400
23 1986	52 E	37 E	11 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	92 E	192
24 1987	115 E	47 E	12 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	16 E	0 E	0 E	1 E	191
25 1988	53 E	0 E	42 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	4 E	101
26 1989	8 E	132 E	8 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	24 E	0 E	2 E	5 E	180
27 1990	1 E	0 E	28 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	105 E	0 E	136
28 1991	17 E	16 E	33 E	0 E	0 E	53 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	66 E	186
29 1992	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6 E	8
30 1993	182 E	14 E	7 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	204
31 1994	145 E	146 E	6 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	15 E	1 E	42 E	357
32 1995	94 E	0 E	70 E	0 E	0 E	2 E	0 E	2 E	2 E	140 E	82 E	47 E	439
33 1996	25 E	117 E	4 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	149 E	5 E	1 E	301
34 1997	100 E	150 E	70 E	0 E	0 E	17 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	28 E	365
35 1998	68	49	10	10	0	1	0	0	0	0	0	11	149
36 1999	50	202	76	4	0	0	0	0	2	9	0	7	350
37 2000	160	155	44	0	0	1	0	0	0	0	0	5	365
Media	65	78	37	3	0	4	0	0	3	14	8	34	246
DesvStd	61	75	32	12	0	14	0	1	11	36	24	62	140
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Máxima	232	258	120	72	1	65	0	7	65	149	105	320	646

E : completado.



CUADRO N° 3,19

ESTACION VITOR
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	0	1	3	2	0	0	1	0	1	1 E	1 E	1 E	11
2 1965	0	1	1	1	0	0	1	0	3	0	1	1	9
3 1966	0	2	1	1	4	0	1	0	1	2	1	1	14
4 1967	7	28	5	1	0	0	1	0	1	0	1	1	45
5 1968	28	19	3	2	0	0	1	0	1	0	1	1	56
6 1969	0 E	4 E	1 E	1 E	2 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	11
7 1970	1 E	18 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	22
8 1971	13 E	14 E	1 E	10 E	17 E	0 E	0 E	3 E	3 E	1 E	4 E	4 E	70
9 1972	0 E	0 E	0 E	6 E	1 E	0 E	0 E	7 E	3 E	2 E	1 E	0 E	20
10 1973	26 E	4 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	11 E	0 E	0 E	1 E	0 E	44
11 1974	4 E	1 E	5 E	1 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	14
12 1975	76 E	5 E	0 E	1 E	1 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	86
13 1976	13 E	3 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	20
14 1977	0 E	45 E	1 E	1 E	1 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	1 E	1 E	52
15 1978	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
16 1979	1 E	0 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6
17 1980	1 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3
18 1981	1 E	5 E	13 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	19
19 1982	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1
20 1983	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	1 E	1 E	0 E	4
21 1984	6 E	0 E	10 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	20
22 1985	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	1 E	5
23 1986	6 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	3 E	1 E	0 E	0 E	13
24 1987	5 E	2 E	0 E	1 E	2 E	0 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	12
25 1988	5 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	1 E	10
26 1989	2 E	12 E	1 E	1 E	3 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	1 E	0 E	22
27 1990	6 E	14 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	20
28 1991	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1
29 1992	0 E	66 E	4 E	12 E	5 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	89
30 1993	13 E	10 E	8 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	31
31 1994	4 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	5
32 1995	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2
33 1996	2 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
34 1997	3	20	9	0	0	0	0	4	0	0	0	1	37
35 1998	24	3	0	0	0	0	0 E	0	0	0	0	0	27
36 1999	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
37 2000	16	0	0	0	0 E	0 E	0	0 E	0 E	0 E	0	0 E	16
Media	7	8	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	23
DesvStd	14	14	3	3	3	0	0	2	1	1	1	1	23
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima	76	66	13	12	17	0	1	11	3	2	4	4	89

E : completado.



CUADRO N° 3,20
ESTACION LA JOYA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	0 E	1 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3
2 1965	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
3 1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 1967	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
5 1968	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
6 1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
8 1971	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 E	2
9 1972	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1 E	6
10 1973	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
11 1974	9	0	0	0	0	0 E	0	0	0	0	0	0	9
12 1975	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
13 1976	12	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	14
14 1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 1980	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
18 1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 1984	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
22 1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
23 1986	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
24 1987	0	0	0	0 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0 E	0	0	0	0
26 1989	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
27 1990	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0 E	6
28 1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29 1992	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
30 1993	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31 1994	0 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33 1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34 1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35 1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36 1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37 2000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Media	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
DesvStd	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima	12	21	5	0	2	0	0	2	1	0	0	7	22

E: completado.



CUADRO N° 3,21
ESTACION PAMPA DE MAJES
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2 1965	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
3 1966	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
4 1967	1	0	0	0	0	13 E	0	0	0	0	0	2	16
5 1968	2	0	1	1	0	0	0	0	0 E	0	0	0	4
6 1969	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	6
7 1970	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8 1971	1	0	0	2	3	1	0	1	1 E	0	0	6	15
9 1972	1	1	1	1	0	0 E	0	1	1	1	0	1	8
10 1973	7	32	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0 E	43
11 1974	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
12 1975	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13 1976	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14 1977	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15 1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 1980	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18 1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 1983	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	2
21 1984	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
22 1985	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
23 1986	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	2
24 1987	0 E	0 E	7 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	7
25 1988	1 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2
26 1989	1 E	5 E	1 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	8
27 1990	1 E	1 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4
28 1991	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
29 1992	0 E	1 E	1 E	4 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	6
30 1993	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
31 1994	1 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2
32 1995	1	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
33 1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34 1997	1	3	0	0	0	0	0	0 E	0 E	0	0	1	5
35 1998	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
36 1999	0	3	3	0 E	0	0	0	0	0	0	0	0	6
37 2000	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9
Media	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
DesvStd	2	5	3	1	0	2	0	0	0	0	0	1	8
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima	7	32	20	4	3	13	0	2	2	1	0	6	43

E: completado.



CUADRO N° 3,22

ESTACION LA HACIENDITA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
2 1965	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
3 1966	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
4 1967	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
5 1968	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
6 1969	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
7 1970	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
8 1971	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
9 1972	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
10 1973	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
11 1974	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
12 1975	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
13 1976	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
14 1977	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
15 1978	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
16 1979	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
17 1980	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
18 1981	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
19 1982	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
20 1983	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
21 1984	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
22 1985	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
23 1986	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
24 1987	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
25 1988	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
26 1989	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
27 1990	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
28 1991	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
29 1992	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
30 1993	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
31 1994	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
32 1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33 1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34 1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35 1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36 1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DesvStd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E: completado.



CUADRO N° 3,23
ESTACION MOLLENDO
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	115 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	115
2 1965	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	138 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	141
3 1966	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	97 E	2 E	6 E	0 E	0 E	0 E	0 E	105
4 1967	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	74 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	75
5 1968	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	9 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	9
6 1969	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4
7 1970	0	0	0	0	0	0	0 E	0	0	1	0	0	1
8 1971	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
9 1972	0	0	0	0	4	0	8	2	6	3	0	0	23
10 1973	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11 1974	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	4
12 1975	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
13 1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 1978	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
16 1979	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
17 1980	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
18 1981	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1
19 1982	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
20 1983	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	6 E	1 E	0 E	0 E	0 E	8
21 1984	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1
22 1985	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
23 1986	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
24 1987	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1
25 1988	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
26 1989	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1
27 1990	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
28 1991	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
29 1992	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
30 1993	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1
31 1994	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0
32 1995	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2
33 1996	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
34 1997	2	1	0 E	0	0	0	2	3	9	0	0	2	19
35 1998	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
36 1999	0	0	0 E	0 E	0	0	0	0	0	3	0	0 E	3
37 2000	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 E	11
Media	0	0	0	0	0	12	1	1	0	0	0	0	15
DesvStd	2	1	0	0	1	34	1	2	2	1	0	0	35
Minima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima	11	8	0	0	4	138	8	8	9	3	0	2	141

E : completado.



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 3,24

CUENCA DEL RIO CHILI
RESUMEN DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Sumbay	Aguada Blanca	El Fraile	Imata	Pillones	Chiguata	Las Salinas	Pampa Arrieros	Huanca	Ubinas	El Pañe	Arequipa	La Pampilla	Socabaya	Huasa-cache	La Calera	Puquina	Vitor	La Joya	Pampa Majes	Hacienda	Mollendo
	(mm)																					
1 1964	406	237	203	460	265	101	470	137	100	286	630	38	47	56	74	555	276	11	3	3	0	115
2 1965	307	159	134	302	250	51	143	88	71	215	690	31	29	70	85	362	71	9	0	3	0	141
3 1966	267	147	171	433	261	80	252	93	63	203	579	10	14	6	51	457	315	14	0	2	0	105
4 1967	687	508	295	547	428	275	514	236	349	392	600	175	134	110	156	603	346	45	2	16	0	75
5 1968	592	393	334	603	434	216	376	203	94	449	692	71	70	82	121	663	362	56	10	4	0	9
6 1969	393	140	293	420	507	77	387	117	76	272	545	25	29	32	57	597	151	11	0	6	0	4
7 1970	547	158	238	428	342	91	324	117	70	268	715	45	33	47	85	529	203	22	7	1	0	1
8 1971	499	343	239	485	421	137	524	133	41	346	699	28	38	52	52	491	134	70	2	15	0	8
9 1972	682	687	406	671	323	500	926	309	255	573	642	232	191	154	135	772	646	20	6	8	0	23
10 1973	438	419	247	693	375	232	443	182	197	570	982	91	118	169	137	689	264	44	1	43	0	11
11 1974	583	273	397	766	157	310	390	240	178	425	1323	185	140	104	100	728	388	14	9	4	0	4
12 1975	800	428	408	614	415	308	334	256	133	501	754	180	181	90	116	541	173	86	6	2	0	2
13 1976	527	419	460	503	334	385	389	221	109	407	567	163	105	61	71	649	270	20	14	3	0	0
14 1977	471	299	353	516	401	277	336	160	142	407	587	96	50	49	121	541	378	52	0	1	0	0
15 1978	317	237	397	552	319	61	363	95	55	227	827	19	14	1	25	468	58	0	0	0	0	0
16 1979	343	246	204	403	230	105	326	120	45	251	646	37	25	23	57	515	93	6	0	0	0	0
17 1980	219	178	179	361	282	88	270	113	48	189	597	21	33	9	73	518	188	3	4	1	0	0
18 1981	426	331	410	673	560	194	602	246	110	396	854	28	36	12	41	507	218	19	0	0	0	1
19 1982	267	318	288	420	333	77	370	148	90	259	730	30	30	8	44	537	137	1	0	0	0	0
20 1983	195	111	161	170	159	25	97	112	45	74	354	2	3	0	41	387	10	4	0	2	0	8
21 1984	532	538	421	686	664	206	686	441	120	513	1352	84	87	60	58	769	493	20	4	0	0	1
22 1985	865	469	335	716	487	136	449	246	75	354	1000	90	75	72	83	551	400	5	2	0	0	0
23 1986	481	507	570	595	490	230	342	244	296	404	1071	236	121	90	111	639	192	13	22	2	0	0
24 1987	251	169	130	317	195	82	221	79	52	237	563	49	41	33	27	530	191	12	0	7	0	1
25 1988	338	349	264	466	446	115	221	114	66	262	900	20	38	7	60	472	101	10	0	2	0	0
26 1989	629	245	275	394	317	268	514	181	158	250	528	67	141	103	79	506	180	22	2	8	0	1
27 1990	596	413	370	477	392	110	421	142	137	281	697	40	26	53	78	411	136	20	6	4	0	0
28 1991	463	284	290	451	407	82	342	186	40	310	755	15	21	12	72	480	186	1	0	0	0	0
29 1992	311	46	119	239	369	15	146	43	29	203	424	4	5	2	59	363	8	89	2	6	0	0
30 1993	587	196	306	545	287	177	289	126	312	298	811	46	51	35	27	607	204	31	1	0	0	1
31 1994	983	204	414	656	349	303	639	271	218	303	954	91	85	49	87	711	357	5	0	2	0	0
32 1995	465	159	241	361	333	196	227	176	115	221	715	132	96	98	123	588	439	2	0	21	0	2
33 1996	454	152	268	535	345	120	300	146	75	253	874	32	45	16	52	606	301	2	0	0	0	8
34 1997	586	292	339	432	453	326	505	188	126	450	898	152	159	114	140	637	365	37	0	5	0	19
35 1998	326	148	262	402	295	135	370	121	54	264	813	36	36	14	29	406	149	27	0	5	0	2
36 1999	676	320	439	764	576	351	461	228	179	438	934	107	42	85	68	603	350	16	0	6	0	3
37 2000	422	407	360	494	349	314	457	185	196	382	750	95	86	68	91	556	365	16	2	9	0	11
Media	485	295	303	501	366	183	390	174	122	328	758	76	67	55	78	555	246	23	3	5	0	15
DesvStd	181	142	104	143	112	115	161	77	81	114	214	65	51	43	35	106	140	23	5	8	0	35
Mínima	195	46	119	170	157	15	97	43	29	74	354	2	3	0	25	362	8	0	0	0	0	0
Máxima	983	687	570	766	664	500	926	441	349	573	1352	236	191	169	156	772	646	89	22	43	0	141



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 3,25

CUENCA DEL RIO CHILI
ANÁLISIS DE DOBLE MASA - GRUPO I
PRECIPITACIÓN ANUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Sumbay		Aguada Blanca		El Fraile		Imata		Pillones		Chiguata		Las Salinas		Pampa Arrier.		Huanca		Ubinas		Total Promedio		
	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	
	(mm)																						
1	1964	406	406	237	237	203	203	460	460	265	265	101	101	470	470	137	137	100	100	286	286	267	267
2	1965	307	713	159	396	134	337	302	762	250	515	51	152	143	613	88	225	71	171	215	501	172	439
3	1966	267	980	147	543	171	508	433	1195	261	776	80	232	252	865	93	318	63	234	203	704	197	636
4	1967	687	1667	508	1051	295	803	547	1742	428	1204	275	507	514	1379	236	554	349	583	392	1096	423	1059
5	1968	592	2259	393	1444	334	1137	603	2345	434	1638	216	723	376	1755	203	757	94	677	449	1545	369	1428
6	1969	393	2652	140	1584	293	1430	420	2765	507	2145	77	800	387	2142	117	874	76	753	272	1817	268	1696
7	1970	547	3199	158	1742	238	1668	428	3193	342	2487	91	891	324	2466	117	991	70	823	268	2085	258	1955
8	1971	499	3698	343	2085	239	1907	485	3678	421	2908	137	1028	524	2990	133	1124	41	864	346	2431	317	2271
9	1972	682	4380	687	2772	406	2313	671	4349	323	3231	500	1528	926	3916	309	1433	255	1119	573	3004	533	2805
10	1973	438	4818	419	3191	247	2560	693	5042	375	3606	232	1760	443	4359	182	1615	197	1316	570	3574	380	3184
11	1974	583	5401	273	3464	397	2957	766	5808	157	3763	310	2070	390	4749	240	1855	178	1494	425	3999	372	3566
12	1975	800	6201	428	3892	408	3365	614	6422	415	4178	308	2378	334	5083	256	2111	133	1627	501	4500	420	3976
13	1976	527	6728	419	4311	460	3825	503	6925	334	4512	385	2763	389	5472	221	2332	109	1736	407	4907	375	4351
14	1977	471	7199	299	4610	353	4178	516	7441	401	4913	277	3040	336	5808	160	2492	142	1878	407	5314	336	4687
15	1978	317	7516	237	4847	397	4575	552	7993	319	5232	61	3101	363	6171	95	2587	55	1933	227	5541	262	4950
16	1979	343	7859	246	5093	204	4779	403	8396	230	5462	105	3206	326	6497	120	2707	45	1978	251	5792	227	5177
17	1980	219	8078	178	5271	179	4958	361	8757	282	5744	88	3294	270	6767	113	2820	48	2026	189	5981	193	5370
18	1981	426	8504	331	5602	410	5368	673	9430	560	6304	194	3488	602	7369	246	3066	110	2136	396	6377	395	5764
19	1982	267	8771	318	5920	288	5656	420	9850	333	6637	77	3565	370	7739	148	3214	90	2226	259	6636	257	6021
20	1983	195	8966	111	6031	161	5817	170	10020	159	6796	25	3590	97	7836	112	3326	45	2271	74	6710	115	6136
21	1984	532	9498	538	6569	421	6238	686	10706	664	7460	206	3796	686	8522	441	3767	120	2391	513	7223	481	6617
22	1985	865	10363	469	7038	335	6573	716	11422	487	7947	136	3932	449	8971	246	4013	75	2466	354	7577	413	7030
23	1986	481	10844	507	7545	570	7143	595	12017	490	8437	230	4162	342	9313	244	4257	296	2762	404	7981	416	7446
24	1987	251	11095	169	7714	130	7273	317	12334	195	8632	82	4244	221	9534	79	4336	52	2814	237	8218	173	7619
25	1988	338	11433	349	8063	264	7537	466	12800	446	9078	115	4359	221	9755	114	4450	66	2880	262	8480	264	7884
26	1989	629	12062	245	8308	275	7812	394	13194	317	9395	268	4627	514	10269	181	4631	158	3038	250	8730	323	8207
27	1990	596	12658	413	8721	370	8182	477	13671	392	9787	110	4737	421	10690	142	4773	137	3175	281	9011	334	8541
28	1991	463	13121	284	9005	290	8472	451	14122	407	10194	82	4819	342	11032	186	4959	40	3215	310	9321	286	8826
29	1992	311	13432	46	9051	119	8591	239	14361	369	10563	15	4834	146	11178	43	5002	29	3244	203	9524	152	8978
30	1993	587	14019	196	9247	306	8897	545	14906	287	10850	177	5011	289	11467	126	5128	312	3556	298	9822	312	9290
31	1994	983	15002	204	9451	414	9311	656	15562	349	11199	303	5314	639	12106	271	5399	218	3774	303	10125	434	9724
32	1995	465	15467	159	9610	241	9552	361	15923	333	11532	196	5510	227	12333	176	5575	115	3889	221	10346	249	9974
33	1996	454	15921	152	9762	268	9820	535	16458	345	11877	120	5630	300	12633	146	5721	75	3964	253	10599	265	10239
34	1997	586	16507	292	10054	339	10159	432	16890	453	12330	326	5956	505	13138	188	5909	126	4090	450	11049	370	10608
35	1998	326	16833	148	10202	262	10421	402	17292	295	12625	135	6091	370	13508	121	6030	54	4144	264	11313	238	10846
36	1999	676	17509	320	10522	439	10860	764	18056	576	13201	351	6442	461	13969	228	6258	179	4323	438	11751	443	11289
37	2000	422	17931	407	10929	360	11220	494	18550	349	13550	314	6756	457	14426	185	6443	196	4519	362	12133	357	11646
Media		485		295		303		501		366		183		390		174		122		328		315	
DesvStd		181		142		104		143		112		115		77		41		81		74		98	
Mínima		195		46		119		170		157		15		97		43		29		74		115	
Máxima		983		687		570		766		664		500		926		441		349		573		533	



CUADRO N° 3,26

CUENCA DEL RIO CHILI
ANALISIS DE DOBLE MASA - GRUPO 2
PRECIPITACION ANUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

Año		El Fraile		Imata		Pañe		Total Promedio	
		Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.
1	1964	203	203	460	460	630	630	431	431
2	1965	134	337	302	762	690	1320	375	806
3	1966	171	508	433	1195	579	1899	394	1201
4	1967	295	803	547	1742	600	2499	481	1681
5	1968	334	1137	603	2345	692	3191	543	2224
6	1969	293	1430	420	2765	545	3736	419	2644
7	1970	238	1668	428	3193	715	4451	460	3104
8	1971	239	1907	485	3678	699	5150	474	3578
9	1972	406	2313	671	4349	642	5792	573	4151
10	1973	247	2560	693	5042	982	6774	641	4792
11	1974	397	2957	766	5808	1323	8097	829	5621
12	1975	408	3365	614	6422	754	8851	592	6213
13	1976	460	3825	503	6925	567	9418	510	6723
14	1977	353	4178	516	7441	587	10005	485	7208
15	1978	397	4575	552	7993	827	10832	592	7800
16	1979	204	4779	403	8396	646	11478	418	8218
17	1980	179	4958	361	8757	597	12075	379	8597
18	1981	410	5368	673	9430	854	12929	646	9242
19	1982	288	5656	420	9850	730	13659	479	9722
20	1983	161	5817	170	10020	354	14013	228	9950
21	1984	421	6238	686	10706	1352	15365	820	10770
22	1985	335	6573	716	11422	1000	16365	684	11453
23	1986	570	7143	595	12017	1071	17436	745	12199
24	1987	130	7273	317	12334	563	17999	337	12535
25	1988	264	7537	466	12800	900	18899	543	13079
26	1989	275	7812	394	13194	528	19427	399	13478
27	1990	370	8182	477	13671	697	20124	515	13992
28	1991	290	8472	451	14122	755	20879	499	14491
29	1992	119	8591	239	14361	424	21303	261	14752
30	1993	306	8897	545	14906	811	22114	554	15306
31	1994	414	9311	656	15562	954	23068	675	15980
32	1995	241	9552	361	15923	715	23783	439	16419
33	1996	268	9820	535	16458	874	24657	559	16978
34	1997	339	10159	432	16890	898	25555	556	17535
35	1998	262	10421	402	17292	813	26368	492	18027
36	1999	439	10860	764	18056	934	27302	712	18739
37	2000	360	11220	494	18550	750	28052	535	19274
Media		303		501		758		521	
DesvStd		104		143		214		137	
Mínima		119		170		354		228	
Máxima		570		766		1352		829	



CUADRO N° 3,27

CUENCA DEL RIO CHILI
ANALISIS DE DOBLE MASA - GRUPO 3
PRECIPITACION ANUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Arequipa		La Pampilla		Socabaya		Huasacache		La Calera		Puquina		Total Promedio		
	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	
	(mm)														
1	1964	406	406	237	237	203	203	460	460	265	265	101	101	279	279
2	1965	307	713	159	396	134	337	302	762	250	515	51	152	201	479
3	1966	267	980	147	543	171	508	433	1195	261	776	80	232	227	706
4	1967	687	1667	508	1051	295	803	547	1742	428	1204	275	507	457	1162
5	1968	592	2259	393	1444	334	1137	603	2345	434	1638	216	723	429	1591
6	1969	393	2652	140	1584	293	1430	420	2765	507	2145	77	800	305	1896
7	1970	547	3199	158	1742	238	1668	428	3193	342	2487	91	891	301	2197
8	1971	499	3698	343	2085	239	1907	485	3678	421	2908	137	1028	354	2551
9	1972	682	4380	687	2772	406	2313	671	4349	323	3231	500	1528	545	3096
10	1973	438	4818	419	3191	247	2560	693	5042	375	3606	232	1760	401	3496
11	1974	583	5401	273	3464	397	2957	766	5808	157	3763	310	2070	414	3911
12	1975	800	6201	428	3892	408	3365	614	6422	415	4178	308	2378	496	4406
13	1976	527	6728	419	4311	460	3825	503	6925	334	4512	385	2763	438	4844
14	1977	471	7199	299	4610	353	4178	516	7441	401	4913	277	3040	386	5230
15	1978	317	7516	237	4847	397	4575	552	7993	319	5232	61	3101	314	5544
16	1979	343	7859	246	5093	204	4779	403	8396	230	5462	105	3206	255	5799
17	1980	219	8078	178	5271	179	4958	361	8757	282	5744	88	3294	218	6017
18	1981	426	8504	331	5602	410	5368	673	9430	560	6304	194	3488	432	6449
19	1982	267	8771	318	5920	288	5656	420	9850	333	6637	77	3565	284	6733
20	1983	195	8966	111	6031	161	5817	170	10020	159	6796	25	3590	137	6870
21	1984	532	9498	538	6569	421	6238	686	10706	664	7460	206	3796	508	7378
22	1985	865	10363	469	7038	335	6573	716	11422	487	7947	136	3932	501	7879
23	1986	481	10844	507	7545	570	7143	595	12017	490	8437	230	4162	479	8358
24	1987	251	11095	169	7714	130	7273	317	12334	195	8632	82	4244	191	8549
25	1988	338	11433	349	8063	264	7537	466	12800	446	9078	115	4359	330	8878
26	1989	629	12062	245	8308	275	7812	394	13194	317	9395	268	4627	355	9233
27	1990	596	12658	413	8721	370	8182	477	13671	392	9787	110	4737	393	9626
28	1991	463	13121	284	9005	290	8472	451	14122	407	10194	82	4819	330	9956
29	1992	311	13432	46	9051	119	8591	239	14361	369	10563	15	4834	183	10139
30	1993	587	14019	196	9247	306	8897	545	14906	287	10850	177	5011	350	10488
31	1994	983	15002	204	9451	414	9311	656	15562	349	11199	303	5314	485	10973
32	1995	465	15467	159	9610	241	9552	361	15923	333	11532	196	5510	293	11266
33	1996	454	15921	152	9762	268	9820	535	16458	345	11877	120	5630	312	11578
34	1997	586	16507	292	10054	339	10159	432	16890	453	12330	326	5956	405	11983
35	1998	326	16833	148	10202	262	10421	402	17292	295	12625	135	6091	261	12244
36	1999	676	17509	320	10522	439	10860	764	18056	576	13201	351	6442	521	12765
37	2000	422	17931	407	10929	360	11220	494	18550	349	13550	314	6756	391	13156
Media		485		295		303		501		366		183		356	
DesvStd		181		142		104		143		112		115		106	
Mínima		195		46		119		170		157		15		137	
Máxima		983		687		570		766		664		500		545	



CUADRO N° 3,28

CUENCA DEL RIO CHILI
ANALISIS DE DOBLE MASA - GRUPO 4
PRECIPITACION ANUAL CONSISTENCIADA Y COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Vitor		La Joya		Pampa de Majes		La Haciendita		Mollendo		Total Promedio	
	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.
(mm)												
1 1964	11	11	3	3	3	3	0	0	80	80	16	16
2 1965	9	20	0	3	3	6	0	0	141	221	26	42
3 1966	14	34	0	3	2	8	0	0	105	326	20	62
4 1967	45	79	2	5	16	24	0	0	75	401	23	85
5 1968	56	135	10	15	4	28	0	0	9	410	13	98
6 1969	11	146	0	15	6	34	0	0	4	414	4	102
7 1970	22	168	7	22	1	35	0	0	1	415	5	107
8 1971	70	238	2	24	15	50	0	0	8	423	16	123
9 1972	20	258	6	30	8	58	0	0	23	446	10	132
10 1973	44	302	1	31	43	101	0	0	11	457	17	149
11 1974	14	316	9	40	4	105	0	0	4	461	5	154
12 1975	86	402	6	46	2	107	0	0	2	463	16	170
13 1976	20	422	14	60	3	110	0	0	0	463	6	176
14 1977	52	474	0	60	1	111	0	0	0	463	9	185
15 1978	0	474	0	60	0	111	0	0	0	463	0	185
16 1979	6	480	0	60	0	111	0	0	0	463	1	186
17 1980	3	483	4	64	1	112	0	0	0	463	1	187
18 1981	19	502	0	64	0	112	0	0	1	464	3	190
19 1982	1	503	0	64	0	112	0	0	0	464	0	191
20 1983	4	507	0	64	2	114	0	0	8	472	2	193
21 1984	20	527	4	68	0	114	0	0	1	473	4	197
22 1985	5	532	2	70	0	114	0	0	0	473	1	198
23 1986	13	545	22	92	2	116	0	0	0	473	6	204
24 1987	12	557	0	92	7	123	0	0	1	474	3	208
25 1988	10	567	0	92	2	125	0	0	0	474	2	210
26 1989	22	589	2	94	8	133	0	0	1	475	6	215
27 1990	20	609	6	100	4	137	0	0	0	475	5	220
28 1991	1	610	0	100	0	137	0	0	0	475	0	220
29 1992	89	699	2	102	6	143	0	0	0	475	16	237
30 1993	31	730	1	103	0	143	0	0	1	476	6	242
31 1994	5	735	0	103	2	145	0	0	0	476	1	243
32 1995	2	737	0	103	21	166	0	0	2	478	4	247
33 1996	2	739	0	103	0	166	0	0	8	486	2	249
34 1997	37	776	0	103	5	171	0	0	19	505	10	259
35 1998	27	803	0	103	5	176	0	0	2	507	6	265
36 1999	16	819	0	103	6	182	0	0	3	510	4	269
37 2000	16	835	2	105	9	191	0	0	11	521	6	275
Media	23		3		5		0		14		7	
DesvStd	23		5		8		0		32		7	
Mínima	0		0		0		0		0		0	
Máxima	89		22		43		0		141		26	



CUADRO N° 3,29

ESTACION AGUADA BLANCA
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANÁLISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA (mm)	PERIODO MUESTRAL	PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA CORREGIDA (mm)
1	1964	237	<p>PRIMER PERIODO "Confiable" (1964 - 1991)</p> <p>Longitud muestral : N1 = 28</p> <p>Media del periodo : X1 = 322</p> <p>Desviación Standard : S1 = 143</p>	
2	1965	159		
3	1966	147		
4	1967	508		
5	1968	393		
6	1969	140		
7	1970	158		
8	1971	343		
9	1972	687		
10	1973	419		
11	1974	273		
12	1975	428		
13	1976	419		
14	1977	299		
15	1978	237		
16	1979	246		
17	1980	178		
18	1981	331		
19	1982	318		
20	1983	111		
21	1984	538		
22	1985	469		
23	1986	507		
24	1987	169		
25	1988	349		
26	1989	245		
27	1990	413		
28	1991	284		
1	1992	46	<p>SEGUNDO PERIODO "Dudoso" (1992 - 2000)</p> <p>Longitud muestral : N2 = 9</p> <p>Media del periodo : X2 = 214</p> <p>Desviación Standard : S2 = 109</p>	101
2	1993	196		298
3	1994	204		309
4	1995	159		250
5	1996	152		240
6	1997	292		424
7	1998	148		235
8	1999	320		461
9	2000	407		576
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Tc = 2,07		Tt = 2,04		Tc > Tt
Las medias X1 y X2 son estadísticamente no homogéneas				
PRUEBA "F" DE FISHER				
Fc = 1,72		Ft = 3,10		Fc < Ft
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente homogéneas				
CORRECCION DE LA INFORMACION				
$X_i = ((X_o - X_x) / S_x) * S_c + X_c$				
Xi = valor corregido; Xo = valor por corregir; Xx y Sx = media y desviación período dudoso Xc y Sc = media y desviación período confiable				



CUADRO N° 3,30

ESTACION PILLONES
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANÁLISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA (mm)	PERIODO MUESTRAL
1	1964	265	PRIMER PERIODO "Dudoso" (1964 - 1974) Longitud muestral : N1 = 11 Media del periodo : X1 = 342 Desviación Standard : S1 = 103
2	1965	250	
3	1966	261	
4	1967	428	
5	1968	434	
6	1969	507	
7	1970	342	
8	1971	421	
9	1972	323	
10	1973	375	
11	1974	157	
1	1975	415	SEGUNDO PERIODO "Confiable" (1975 - 2000) Longitud muestral : N2 = 27 Media del periodo : X2 = 376 Desviación Standard : S2 = 116
2	1976	334	
3	1977	401	
4	1978	319	
5	1979	230	
6	1980	282	
7	1981	560	
8	1982	333	
9	1983	159	
10	1984	664	
11	1985	487	
12	1986	490	
13	1987	195	
14	1988	446	
15	1989	317	
16	1990	392	
17	1991	407	
18	1992	369	
19	1993	287	
20	1994	349	
21	1995	333	
22	1996	345	
23	1997	453	
24	1998	295	
25	1999	576	
27	2000	349	
PRUEBA "T" DE STUDENT			
Tc = 0,84		Tc < Tt	
Tt = 2,04			
Las medias X1 y X2 son estadísticamente homogéneas			
PRUEBA "F" DE FISHER			
Fc = 1,27		Fc < Ft	
Ft = 2,72			
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente homogéneas			
NO HAY CORRECCION DE LA INFORMACION			



CUADRO N° 3,31

ESTACION CHIGUATA
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANÁLISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA (mm)	PERIODO MUESTRAL
1	1964	101	PRIMER PERIODO "Dudoso" (1964 - 1976) Longitud muestral : N1 = 13 Media del periodo : X1 = 213 Desviación Standard : S1 = 139
2	1965	51	
3	1966	80	
4	1967	275	
5	1968	216	
6	1969	77	
7	1970	91	
8	1971	137	
9	1972	500	
10	1973	232	
11	1974	310	
12	1975	308	
13	1976	385	
1	1977	277	SEGUNDO PERIODO "Confiable" (1977 - 2000) Longitud muestral : N2 = 24 Media del periodo : X2 = 166 Desviación Standard : S2 = 99
2	1978	61	
3	1979	105	
4	1980	88	
5	1981	194	
6	1982	77	
7	1983	25	
8	1984	206	
9	1985	136	
10	1986	230	
11	1987	82	
12	1988	115	
13	1989	268	
14	1990	110	
15	1991	82	
16	1992	15	
17	1993	177	
18	1994	303	
19	1995	196	
20	1996	120	
21	1997	326	
22	1998	135	
23	1999	351	
24	2000	314	
PRUEBA "T" DE STUDENT			
Tc = 1,19		Tc < Tt	
Tt = 2,04			
Las medias X1 y X2 son estadísticamente homogéneas			
PRUEBA "F" DE FISHER			
Fc = 1,72		Fc < Ft	
Ft = 3,10			
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente homogéneas			
NO HAY CORRECCION DE LA INFORMACION			



CUADRO N° 3,32

ESTACION LAS SALINAS
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA (mm)	PERIODO MUESTRAL	PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA CORREGIDA (mm)
1	1964	470	PRIMER PERIODO "Dudoso" (1964 - 1972) Longitud muestral : N1 = 9 Media del periodo : X1 = 435 Desviación Standard : S1 = 222	397
2	1965	143		194
3	1966	252		262
4	1967	514		424
5	1968	376		339
6	1969	387		345
7	1970	324		306
8	1971	524		431
9	1972	926		680
1	1973	443	SEGUNDO PERIODO "Dudoso" (1993 - 2000) Longitud muestral : N2 = 26 Media del periodo : X2 = 375 Desviación Standard : S2 = 138	
2	1974	390		
3	1975	334		
4	1976	389		
5	1977	336		
6	1978	363		
7	1979	326		
8	1980	270		
9	1981	602		
10	1982	370		
11	1983	97		
12	1984	686		
13	1985	449		
14	1986	342		
15	1987	221		
16	1988	221		
17	1989	514		
18	1990	421		
19	1991	342		
20	1992	146		
21	1993	289		
22	1994	639		
23	1995	227		
24	1996	300		
25	1997	505		
26	1998	370		
27	1999	461		
28	2000	457		
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Tc = 0,97		Tt = 2,04		Tc < Tt
Las medias X1 y X2 son estadísticamente homogéneas				
PRUEBA "F" DE FISHER				
Fc = 2,59		Ft = 2,30		Fc > Ft
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente no homogéneas				
CORRECCION DE LA INFORMACION				
$Xi = ((Xo - Xx) / Sx) * Sc + Xc$				
Xi = valor corregido; Xo = valor por corregir; Xx y Sx = media y desviación período dudoso Xc y Sc = media y desviación período confiable				



CUADRO N° 3,34

ESTACION PUGINA
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANÁLISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA (mm)	PERIODO MUESTRAL
1	1964	276	PRIMER PERIODO "Dudoso" (1964 - 1976) Longitud muestral : N1 = 13 Media del periodo : X1 = 277 Desviación Standard : S1 = 146
2	1965	71	
3	1966	315	
4	1967	346	
5	1968	362	
6	1969	151	
7	1970	203	
8	1971	134	
9	1972	646	
10	1973	264	
11	1974	388	
12	1975	173	
13	1976	270	
1	1977	378	SEGUNDO PERIODO "Confiable" (1977 - 2000) Longitud muestral : N2 = 24 Media del periodo : X2 = 229 Desviación Standard : S2 = 137
2	1978	58	
3	1979	93	
4	1980	188	
5	1981	218	
6	1982	137	
7	1983	10	
8	1984	493	
9	1985	400	
10	1986	192	
11	1987	191	
12	1988	101	
13	1989	180	
14	1990	136	
15	1991	186	
16	1992	8	
17	1993	204	
18	1994	357	
19	1995	439	
20	1996	301	
21	1997	365	
22	1998	149	
23	1999	350	
24	2000	365	
PRUEBA "T" DE STUDENT			
Tc = 0,99		Tc < Tt	
Tt = 2,04			
Las medias X1 y X2 son estadísticamente homogéneas			
PRUEBA "F" DE FISHER			
Fc = 1,13		Fc < Ft	
Ft = 2,20			
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente homogéneas			
NO HAY CORRECCION DE LA INFORMACION			



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 3,35

CUENCA DEL RIO CHILI
RESUMEN DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA CORREGIDA
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Sumbay	Aguada Blanca	El Fraile	Imata	Pillones	Chiguita	Las Salinas	Pampa Arrieros	Huanca	Ubinas	El Pañe	Arequipa	La Pampilla	Socabaya	Huascache	La Calera	Puquina	Vitor	La Joya	Pampa Majes	Hacienda	Mollendo				
(mm)																										
1	1964	406	237	203	460	265	101	397	C	137	100	286	630	38	47	56	74	555	276	11	3	3	0	115		
2	1965	307	159	134	302	250	51	194	C	88	71	215	690	31	29	70	85	362	71	9	0	3	0	141		
3	1966	267	147	171	433	261	80	262	C	93	63	203	579	10	14	6	51	457	315	14	0	2	0	105		
4	1967	687	508	295	547	428	275	424	C	236	349	392	600	175	134	110	156	603	346	45	2	16	0	75		
5	1968	592	393	334	603	434	216	339	C	203	94	449	692	71	70	82	121	663	362	56	10	4	0	9		
6	1969	393	140	293	420	507	77	345	C	117	76	272	545	25	29	32	57	597	151	11	0	6	0	4		
7	1970	547	158	238	428	342	91	306	C	117	70	268	715	45	33	47	85	529	203	22	7	1	0	1		
8	1971	499	343	239	485	421	137	431	C	133	41	346	699	28	38	52	52	491	134	70	2	15	0	8		
9	1972	682	687	406	671	323	500	680	C	309	255	573	642	232	191	154	135	772	646	20	6	8	0	23		
10	1973	438	419	247	693	375	232	443		182	197	570	982	91	118	169	137	689	264	44	1	43	0	11		
11	1974	583	273	397	766	157	310	390		240	178	425	1323	185	140	104	100	728	388	14	9	4	0	4		
12	1975	800	428	408	614	415	308	334		256	133	501	754	180	161	90	116	541	173	86	6	1	0	2		
13	1976	527	419	460	503	334	385	389		221	109	407	567	163	105	61	71	649	270	20	14	3	0	0		
14	1977	471	299	353	516	401	277	336		160	142	407	587	96	50	49	121	541	378	52	0	1	0	0		
15	1978	317	237	397	552	319	61	363		95	55	227	827	19	14	1	25	468	58	0	0	0	0	0		
16	1979	343	246	204	403	230	105	326		120	45	251	646	37	25	23	57	515	93	6	0	0	0	0		
17	1980	219	178	179	361	282	88	270		113	48	189	597	21	33	9	73	518	188	3	4	1	0	0		
18	1981	426	331	410	673	560	194	602		246	110	396	854	28	36	12	41	507	218	19	0	0	0	1		
19	1982	267	318	288	420	333	77	370		148	90	259	730	30	30	8	44	537	137	1	0	0	0	0		
20	1983	195	111	161	170	159	25	97		112	45	74	354	2	3	0	41	387	10	4	0	2	0	8		
21	1984	532	538	421	686	664	206	686		441	120	513	1352	84	87	60	58	769	493	20	4	0	0	1		
22	1985	865	469	335	716	487	136	449		246	75	354	1000	90	75	72	83	551	400	5	2	0	0	0		
23	1986	481	507	570	595	490	230	342		244	296	404	1071	236	121	90	111	639	192	13	22	2	0	0		
24	1987	251	169	130	317	195	82	221		79	52	237	563	49	41	33	27	530	191	12	0	7	0	1		
25	1988	338	349	264	466	446	115	221		114	66	262	900	20	38	7	60	472	101	10	0	2	0	0		
26	1989	629	245	275	394	317	268	514		181	158	250	528	67	141	103	79	506	180	22	2	8	0	1		
27	1990	596	413	370	477	392	110	421		142	137	281	697	40	26	53	78	411	136	20	6	4	0	0		
28	1991	463	284	290	451	407	82	342		186	40	310	755	15	21	12	72	480	186	1	0	0	0	0		
29	1992	311	101	C	119	239	369	15		146	43	29	203	424	4	5	2	59	363	8	89	2	6	0	0	
30	1993	587	298	C	306	545	287	177		289	126	312	298	811	46	51	35	27	607	312	204	31	1	0	0	1
31	1994	983	309	C	414	656	349	303		639	271	218	303	954	91	85	49	87	711	357	5	0	2	0	0	
32	1995	465	250	C	241	361	333	196		227	176	115	221	715	132	96	98	123	588	439	2	0	21	0	2	
33	1996	454	240	C	268	535	345	120		300	146	75	253	874	32	45	16	52	606	301	2	0	0	0	8	
34	1997	586	424	C	339	432	453	326		505	188	126	450	898	152	159	114	140	637	365	37	0	5	0	19	
35	1998	326	235	C	262	402	295	135		370	121	54	264	813	36	36	14	29	406	149	27	0	5	0	2	
36	1999	676	461	C	439	764	576	351		461	228	179	438	934	107	42	85	68	603	350	16	0	6	0	3	
37	2000	422	576	C	360	494	349	314		457	185	196	382	750	95	86	68	91	556	365	16	2	9	0	11	
	Media	485	322		303	501	366	183		375	174	122	328	758	76	67	55	78	555	246	23	3	5	0	15	
	DesvStd	181	141		104	143	112	115		136	77	81	114	214	65	51	43	35	106	140	23	5	8	0	35	
	Mínima	195	101		119	170	157	97		43	29	74	354	2	3	0	25	362	8	0	0	0	0	0	0	
	Máxima	983	687		570	766	664	500		686	441	349	573	1352	236	191	169	156	772	646	89	22	43	0	141	

C : Corregida.



CUADRO N° 3,36

CUENCA DEL RIO CHILI
RELACION ALTITUD - PRECIPITACION
PERIODO : 1964 - 2000

Estación	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación Total Anual (mm)	Precipitación f (Altitud)
1 Vitor	1.552	22,57	12,64
2 La Joya	1.255	2,84	5,92
3 Huanca	3.080	122,14	146,32
4 La Calera	4.450	555,24	544,98
5 Arequipa	2.525	75,76	71,94
6 Socabaya	2.335	55,30	54,39
7 Pampa de Arrieros	3.741	174,14	293,12
8 Chiguata	2.964	182,59	127,56
9 Aguada Blanca	3.725	321,68	288,66
10 Sumbay	4.150	484,62	424,68
11 Pillones	4.200	366,22	443,25
12 El Fraile	4.015	303,24	377,35
13 Imata	4.495	501,35	564,94
14 Puquina	3.084	245,89	147,00
15 Ubinas	3.370	327,92	201,82
16 Las Salinas	4.326	389,89	492,63
Regresión	Ecuación	r	
1,- Lineal	$Y = -270,67 + 0,1589 * X$	0,91	
2,- Logarítmica	$Y = -2.963,4 + 400,01 * \ln(X)$	0,85	
3,- Polinómica	$Y = 47,728 - 0,0836 * X + 4E - 5 * X^2$	0,93	
4,- Potencial	$Y = 5 E - 11 * X^3,5735$	0,97	
5,- Exponencial	$Y = 2,237 * e^{0,0013 * X}$	0,93	



CUADRO N° 3,37

**CUENCA DEL RIO CHILI
PRECIPITACION TOTAL ANUAL PROMEDIO
METODO : POLIGONOS DE THIESSEN
PERIODO : 1964 - 2000**

Estación	Altitud (m.s.n.m.)	Area (%)	Precipitación Total	
			Anual	Areal
			(mm)	
1 Vitor	1.552	17,92	22,57	4,04
2 La Joya	1.255	7,56	2,84	0,21
3 Huanca	3.080	2,19	122,14	2,68
4 La Calera	4.450	6,82	555,24	37,85
5 Arequipa	2.525	3,61	75,76	2,74
6 Socabaya	2.335	5,06	55,30	2,80
7 Pampa de Arrieros	3.741	9,18	174,14	15,99
8 Chiguata	2.964	5,33	182,59	9,74
9 Aguada Blanca	3.725	5,67	321,68	18,24
10 Sumbay	4.150	9,35	484,62	45,31
11 Pillones	4.200	3,71	366,22	13,60
12 El Fraile	4.015	7,49	303,24	22,72
13 Imata	4.495	8,57	501,35	42,98
14 Puquina	3.084	1,69	245,89	4,15
15 Ubinas	3.370	1,45	327,92	4,76
16 Salinas	4.326	4,39	389,89	17,11
Total		100,00		244,90



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 3,38

CUENCA DEL RIO CHILI
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PROMEDIO
METODO : POLIGONOS DE THIESSEN
PERIODO : 1964 - 2000

Estación	Area (%)	Cuadro N°	Precipitación Total Mensual (mm)																								Total	
			Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set		Oct		Nov		Dic		Anual	Areal
			Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal				
1 Vitor	17,92	3,79	7,27	1,30	7,92	1,42	2,05	0,37	1,11	0,20	1,19	0,00	0,00	0,28	0,05	1,00	0,18	0,47	0,08	0,31	0,05	0,59	0,11	0,47	0,08	23	4,06	
2 La Joya	7,56	3,20	1,00	0,08	1,00	0,08	0,41	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,18	0,03	0,00	0,05	0,00	0,11	0,30	0,02	3	0,21		
3 Huanca	2,19	3,70	34,54	0,76	36,95	0,81	23,65	0,52	2,59	0,06	1,46	0,00	1,11	0,02	0,78	0,00	3,51	2,03	0,00	5,43	0,00	4,35	0,10	5,73	0,13	122	2,68	
4 La Calera	6,82	3,77	133,97	9,13	118,16	8,06	101,00	6,89	35,35	2,41	6,76	0,46	1,08	0,07	1,51	0,10	13,35	16,00	1,09	25,59	1,74	34,03	2,32	68,43	4,67	555	37,85	
5 Arequipa	3,61	3,73	23,30	0,84	26,54	0,96	18,16	0,66	0,41	0,01	0,05	0,00	0,49	0,02	0,00	0,00	1,32	0,62	0,02	0,15	0,01	0,94	0,03	4,38	0,16	76	2,76	
6 Socabaya	5,06	3,75	12,81	0,65	23,76	1,20	13,68	0,69	0,35	0,02	0,16	0,00	0,16	0,01	0,00	0,59	0,03	0,16	0,01	0,14	0,01	1,19	0,06	2,30	0,12	55	2,80	
7 Pampa de Arrieros	9,18	3,9	45,46	4,17	45,95	4,22	38,41	3,53	4,00	0,37	1,62	0,01	1,51	0,14	0,73	4,62	0,42	2,68	0,25	3,73	0,34	5,41	0,50	20,03	1,84	174	15,99	
8 Chiguata	5,33	3,7	52,57	2,80	56,54	3,01	48,57	2,59	2,59	0,14	1,08	0,06	1,24	0,07	0,59	3,14	0,17	2,00	0,11	0,89	0,05	2,14	0,11	11,24	0,60	183	9,74	
9 Aguada Blanca	5,67	3,3	79,43	4,50	95,47	5,41	68,46	3,88	13,36	0,76	1,52	0,09	4,36	0,25	1,73	2,33	0,13	5,45	0,31	6,31	0,36	17,05	0,97	26,22	1,49	322	18,24	
10 Sumbay	9,35	3,2	125,86	11,77	121,03	11,31	111,08	10,38	34,08	3,19	1,43	0,13	2,00	0,19	0,57	7,05	0,66	4,65	0,43	11,78	1,10	18,97	1,77	46,11	4,31	485	45,31	
11 Pillones	3,71	3,6	83,00	3,08	82,43	3,06	78,30	2,91	19,38	0,72	4,86	0,18	3,76	0,14	2,68	2,84	0,11	7,27	0,27	13,73	0,51	23,49	0,87	44,49	1,65	366	13,60	
12 El Fraile	7,49	3,4	72,68	5,45	73,70	5,52	58,84	4,41	16,81	1,26	2,14	0,16	4,03	0,30	4,24	2,62	0,20	4,57	0,34	6,46	0,48	15,73	1,18	41,43	3,10	303	22,72	
13 Imata	8,57	3,5	123,43	10,58	111,95	9,60	99,19	8,50	28,76	2,47	6,08	0,52	2,68	0,23	1,62	5,30	0,45	9,08	0,78	16,11	1,38	30,92	2,65	66,24	5,68	501	42,98	
14 Puquina	1,69	3,78	64,59	1,09	78,30	1,32	36,59	0,62	2,78	0,05	0,05	0,00	4,25	0,07	0,00	0,35	0,01	3,05	0,05	14,08	0,24	8,41	0,14	33,54	0,57	246	4,15	
15 Ubinas	1,45	3,77	96,35	1,40	80,59	1,17	66,65	0,97	15,30	0,22	2,35	0,03	1,05	0,02	0,57	4,22	0,06	5,76	0,08	5,84	0,08	10,30	0,15	38,95	0,57	328	4,76	
16 Salinas	4,39	3,8	99,92	4,38	83,30	3,65	82,76	3,63	23,73	1,04	2,73	0,12	2,62	0,12	0,35	5,38	0,24	5,89	0,26	10,32	0,45	23,49	1,03	49,41	2,17	390	17,11	
Precipitación Total Cuenca río Chili	100,00			61,99		60,81		50,57		12,90		2,16		1,64		1,00		3,69		4,13		6,93		11,99		27,14	244,94	



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico Cuenca del Río Chili





GRAFICO N° 3,1
ESTACION SUMBAY
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

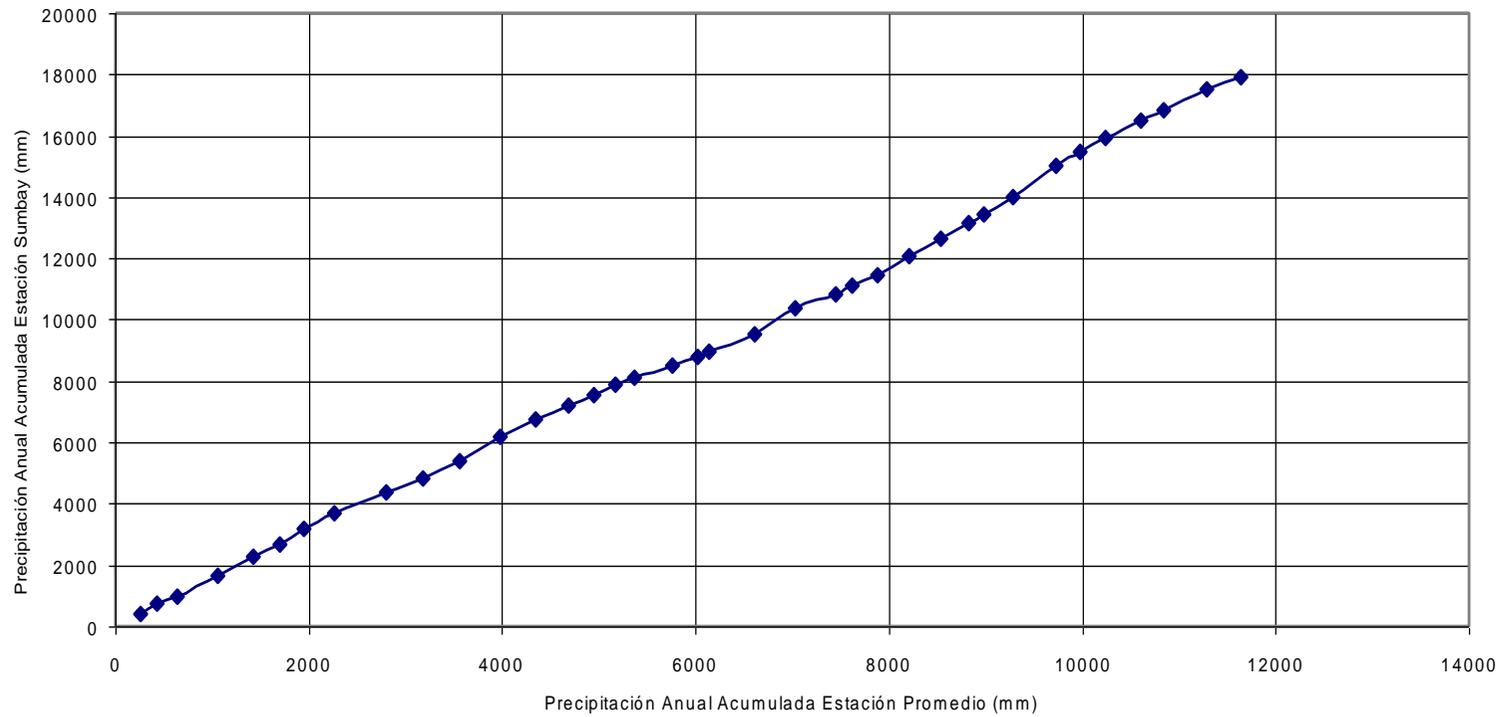




GRAFICO N° 3,2
ESTACION AGUADA BLANCA
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

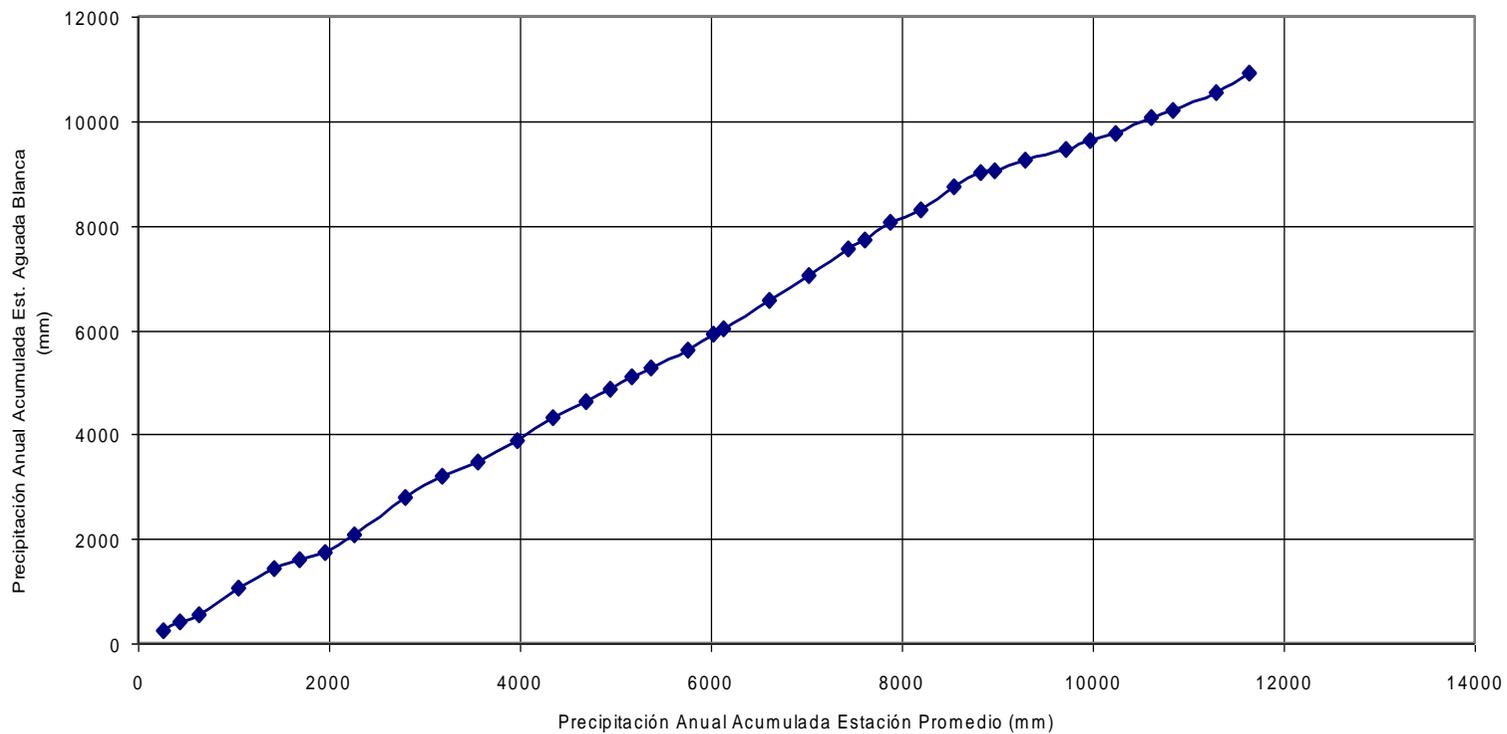




GRAFICO N° 3,3
ESTACION EL FRAILE
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

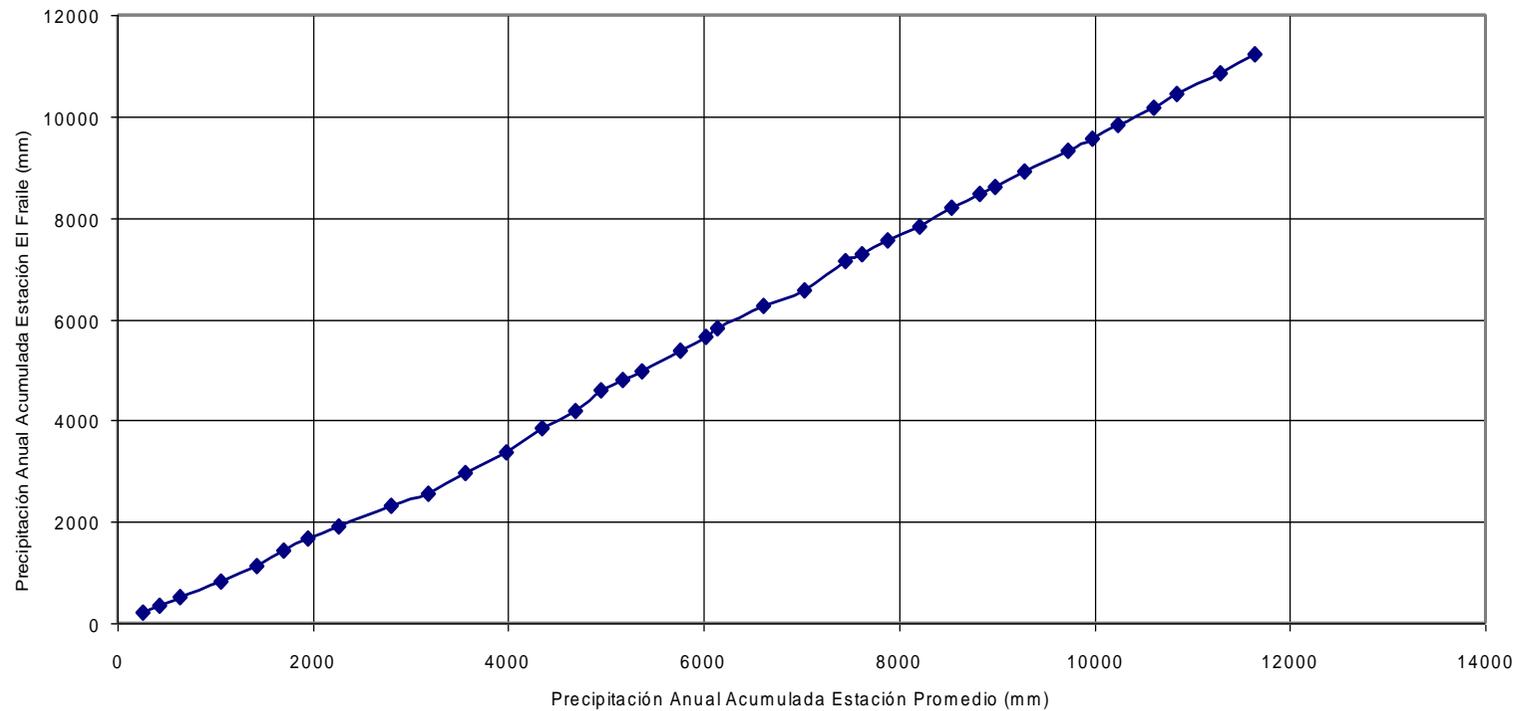




GRAFICO N° 3,4
ESTACION IMATA
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

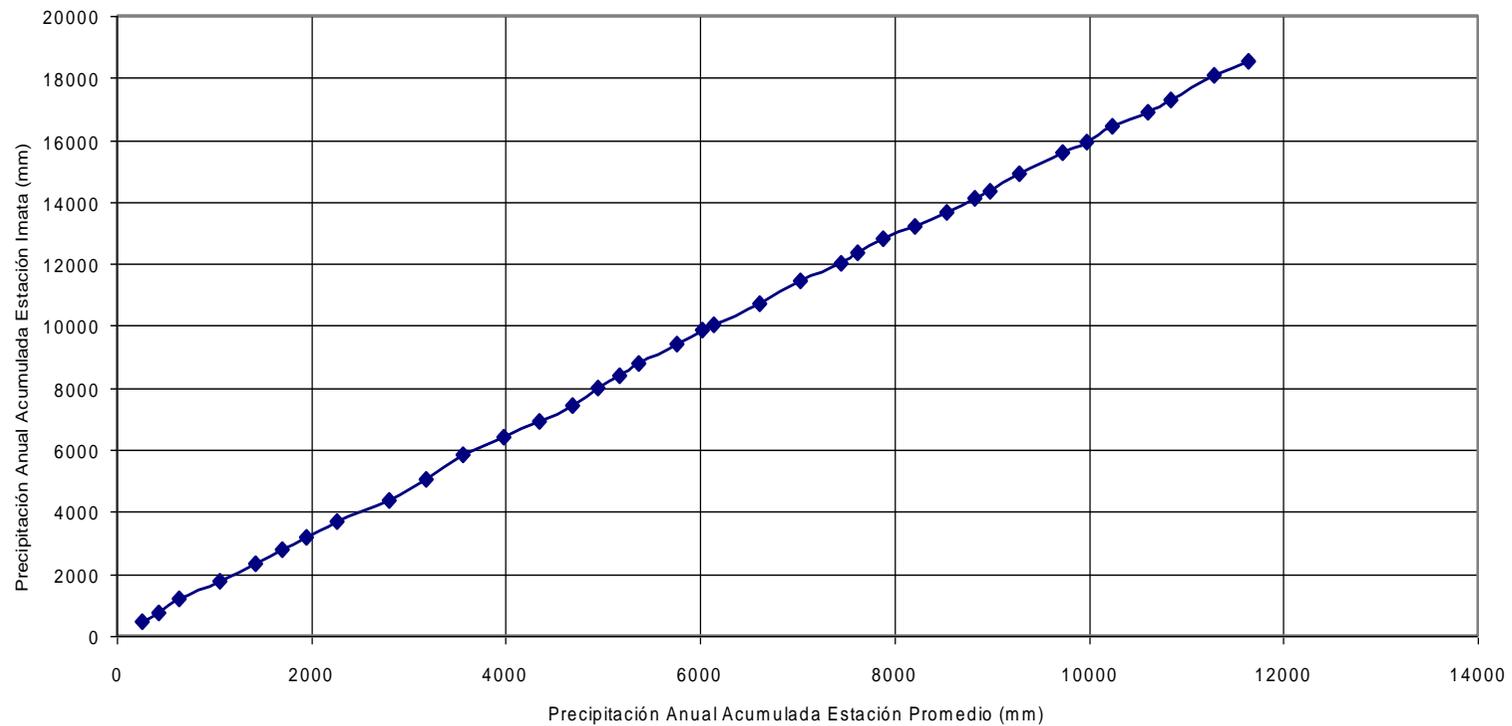




GRAFICO N° 3,5
ESTACION PILLONES
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

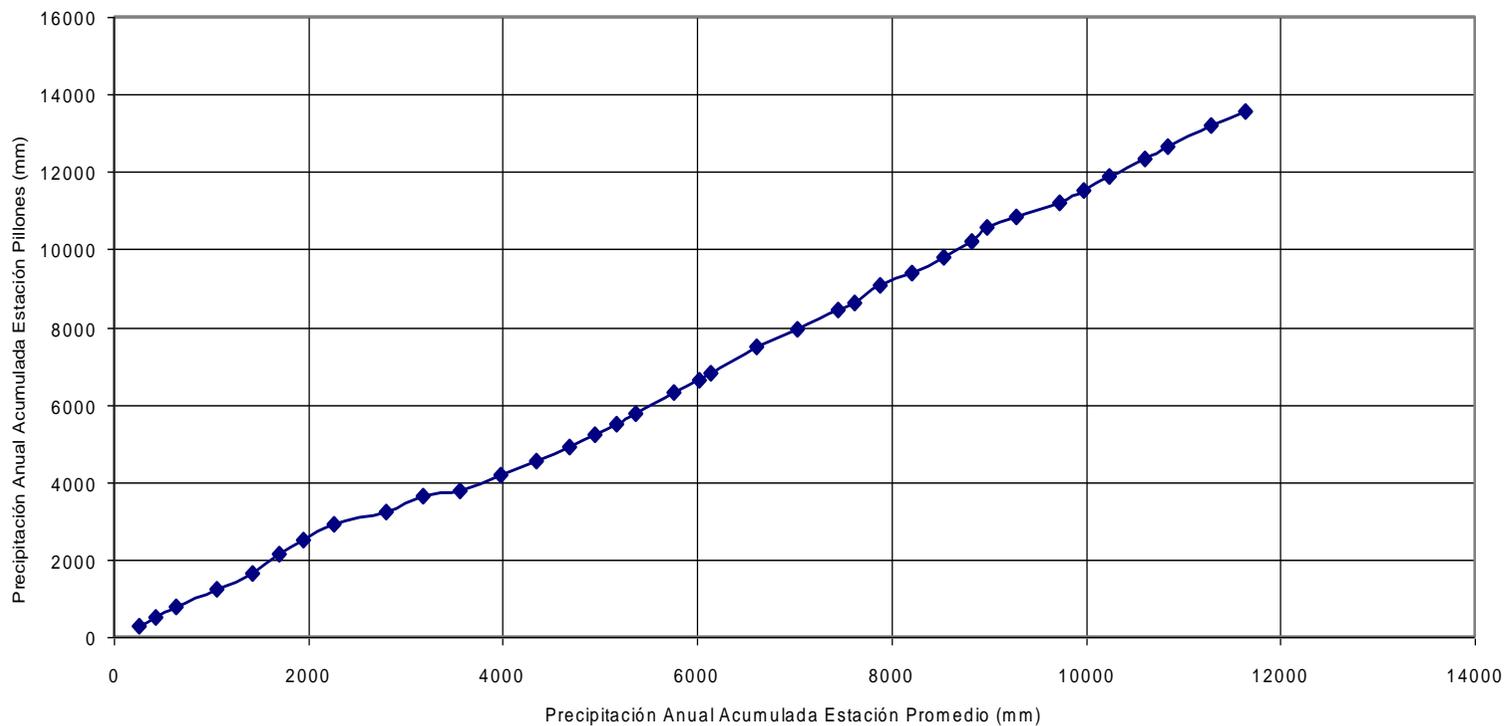




GRAFICO N° 3,6
ESTACION CHIGUATA
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

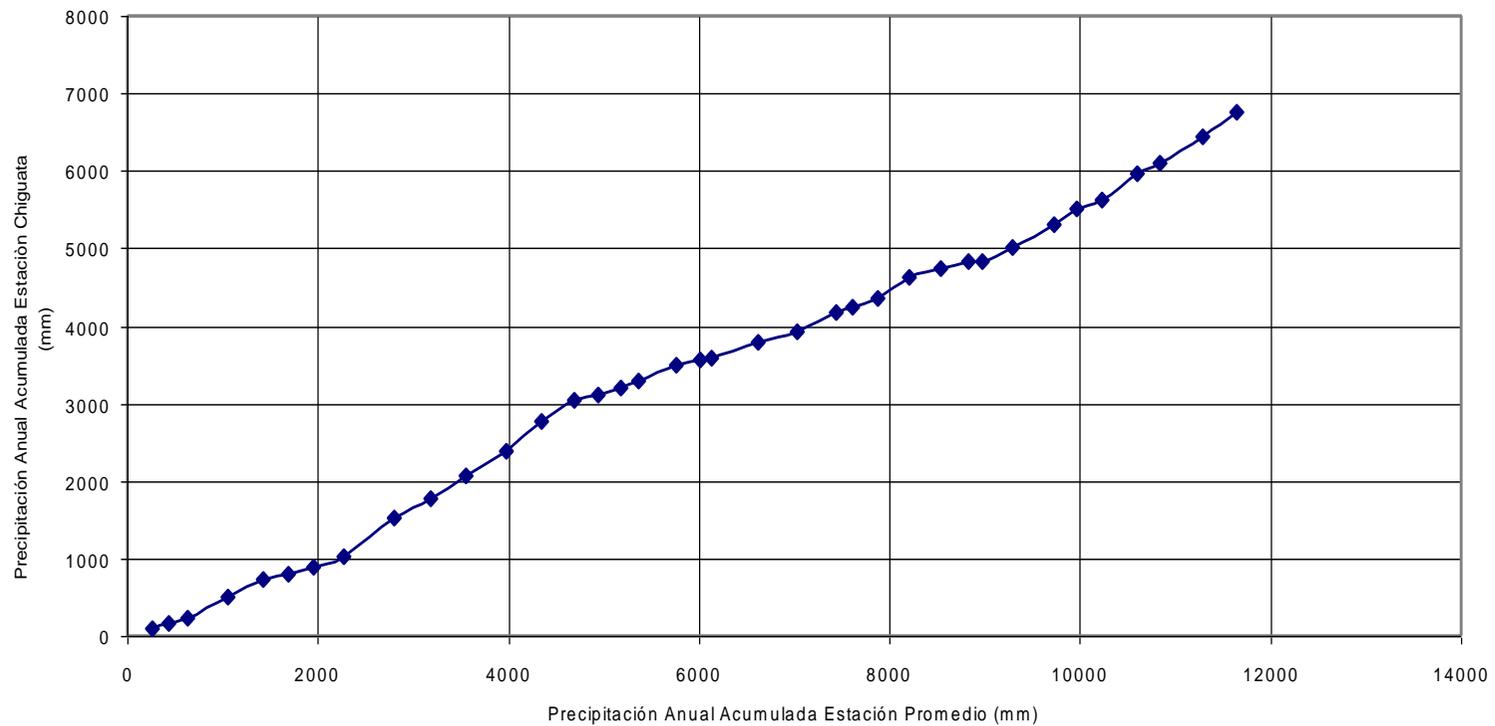




GRAFICO N° 3,7
ESTACION LAS SALINAS
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

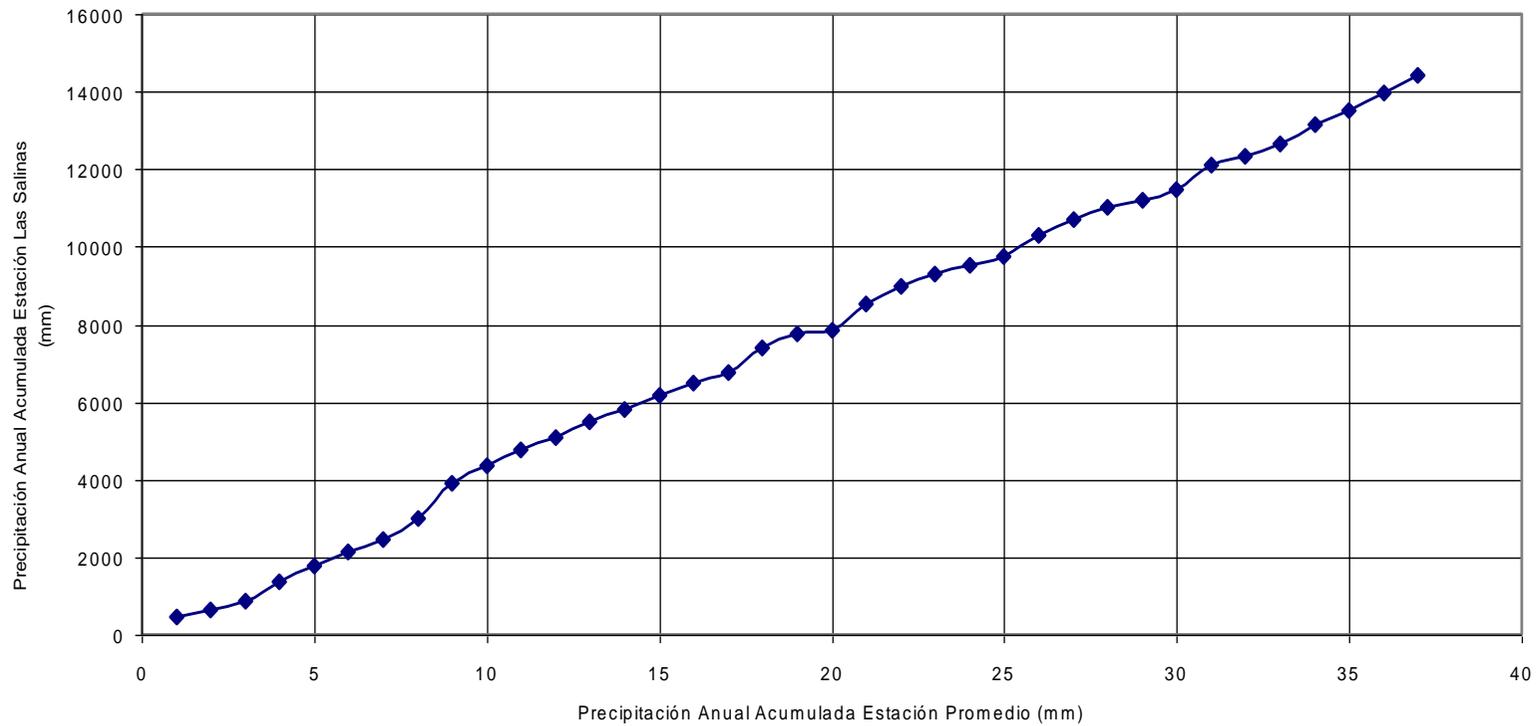




GRAFICO N° 3,8
ESTACION PAMPA DE ARRIEROS
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

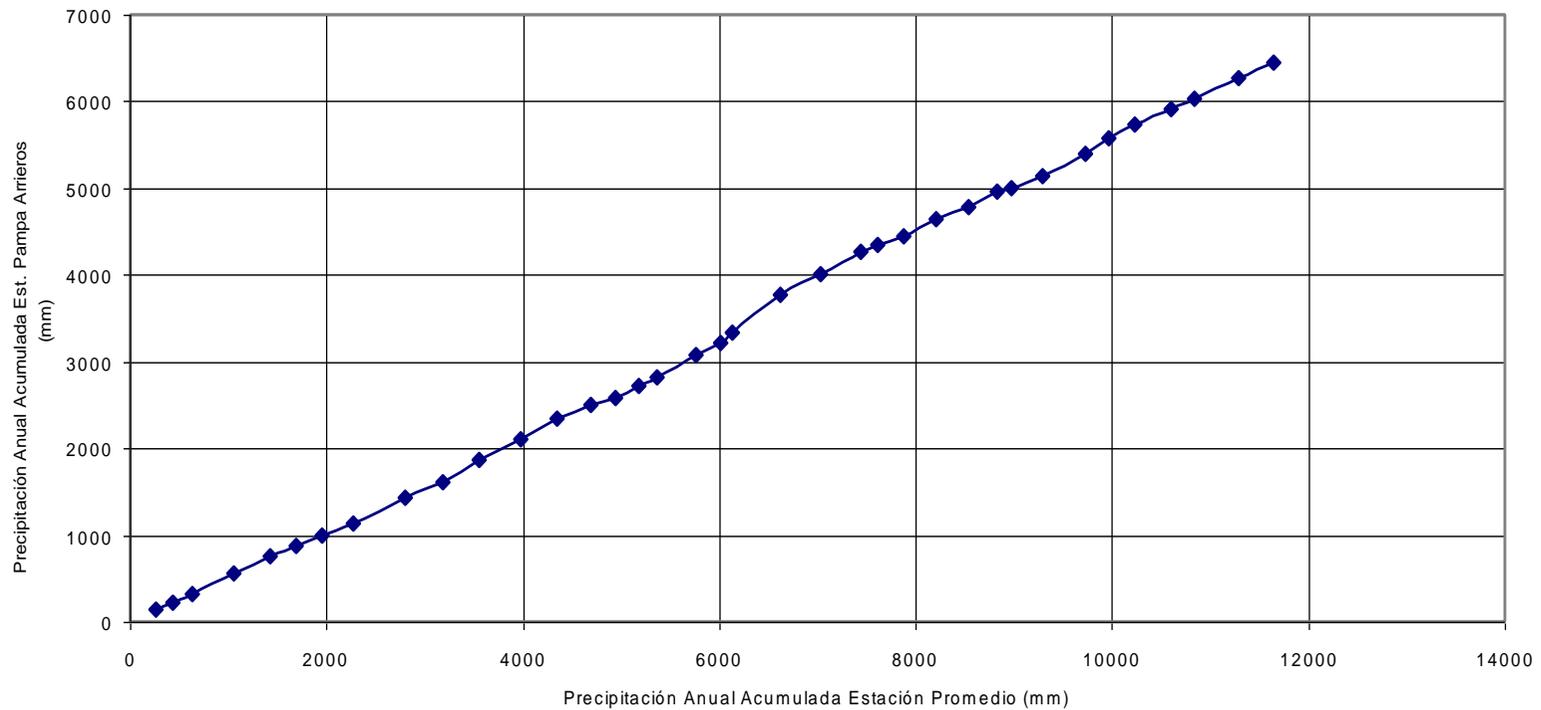




GRAFICO N° 3,9
ESTACION HUANCA
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
ANUAL PERIODO : 1964 - 2000

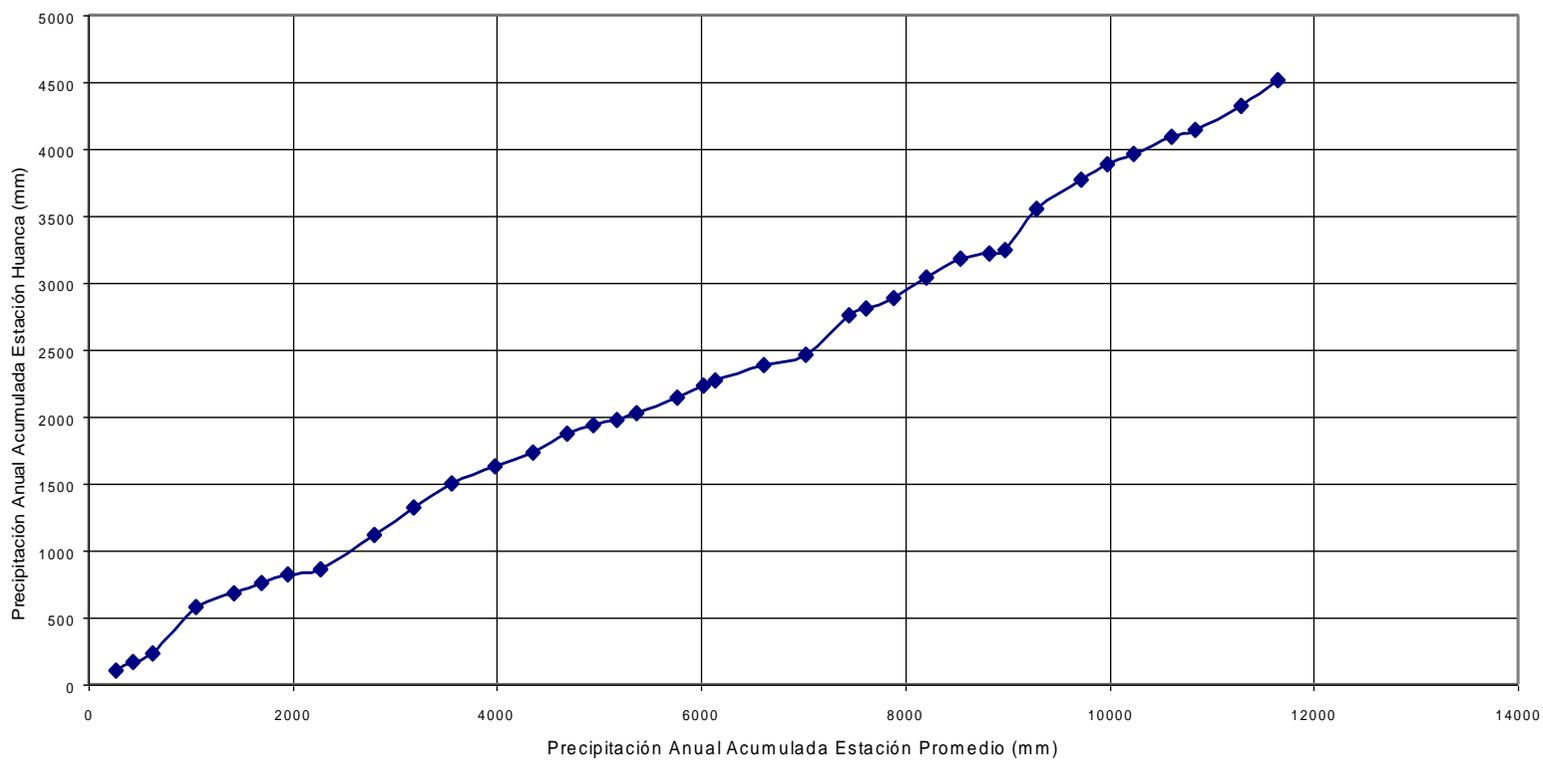




GRAFICO N° 3,10
ESTACION UBINAS
GRUPO 1
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
ANUAL PERIODO : 1964 - 2000

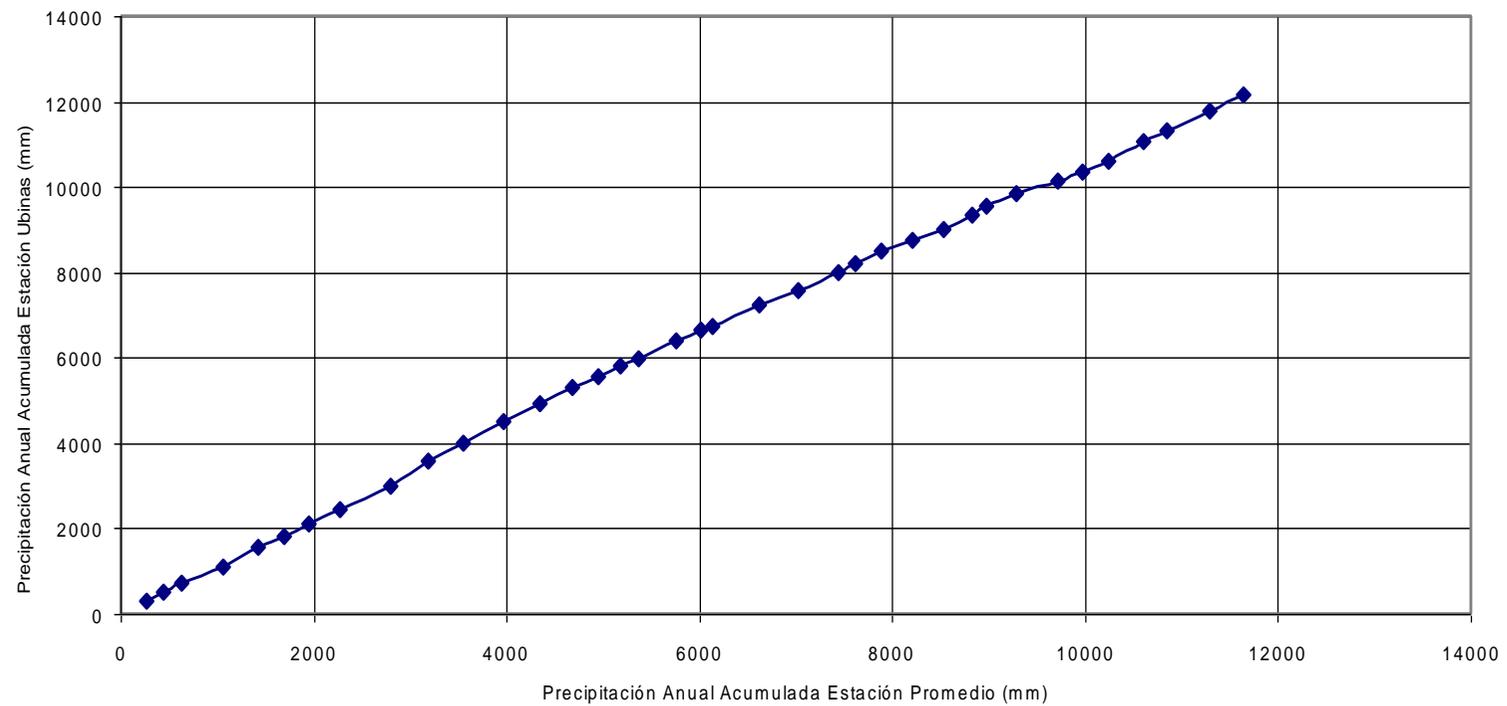




GRAFICO N° 3,11
ESTACION EL FRAILE
GRUPO 2
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

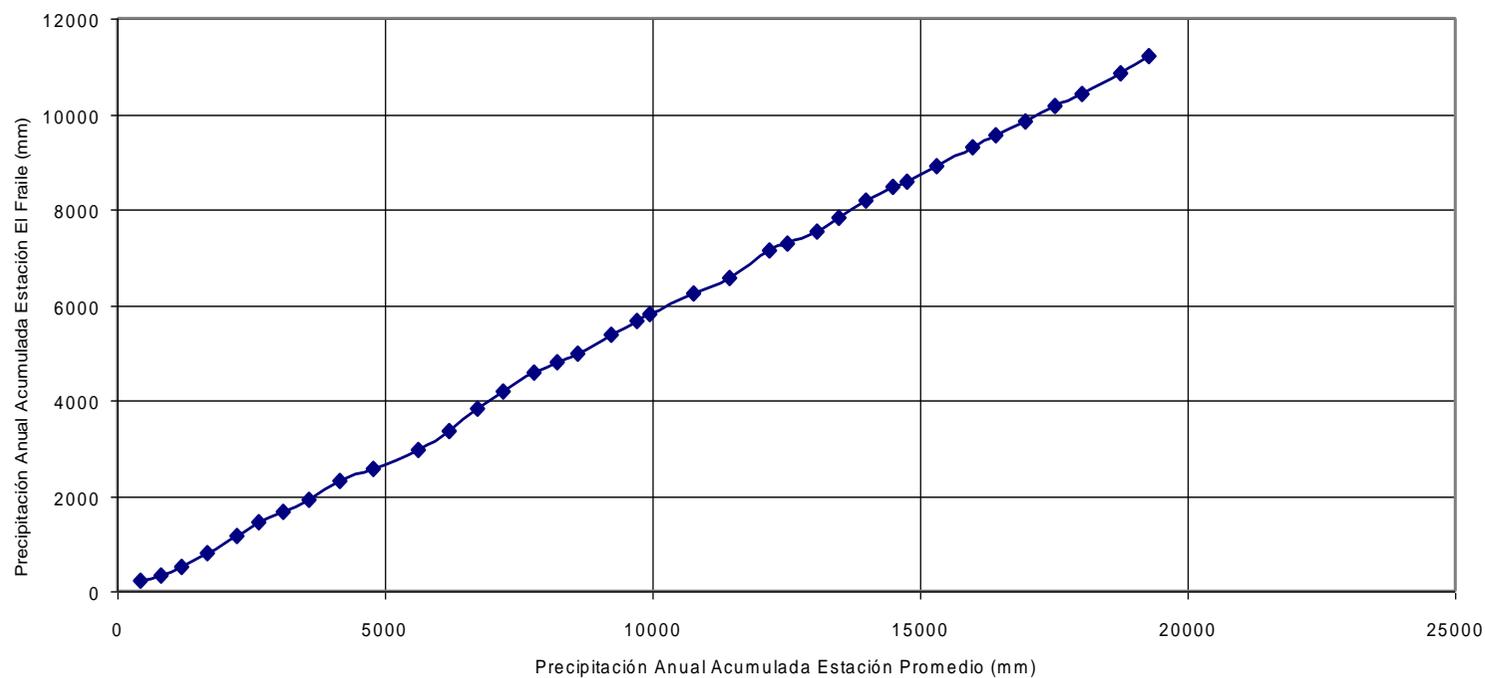




GRAFICO N° 3-12
ESTACION IMATA
GRUPO 2
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

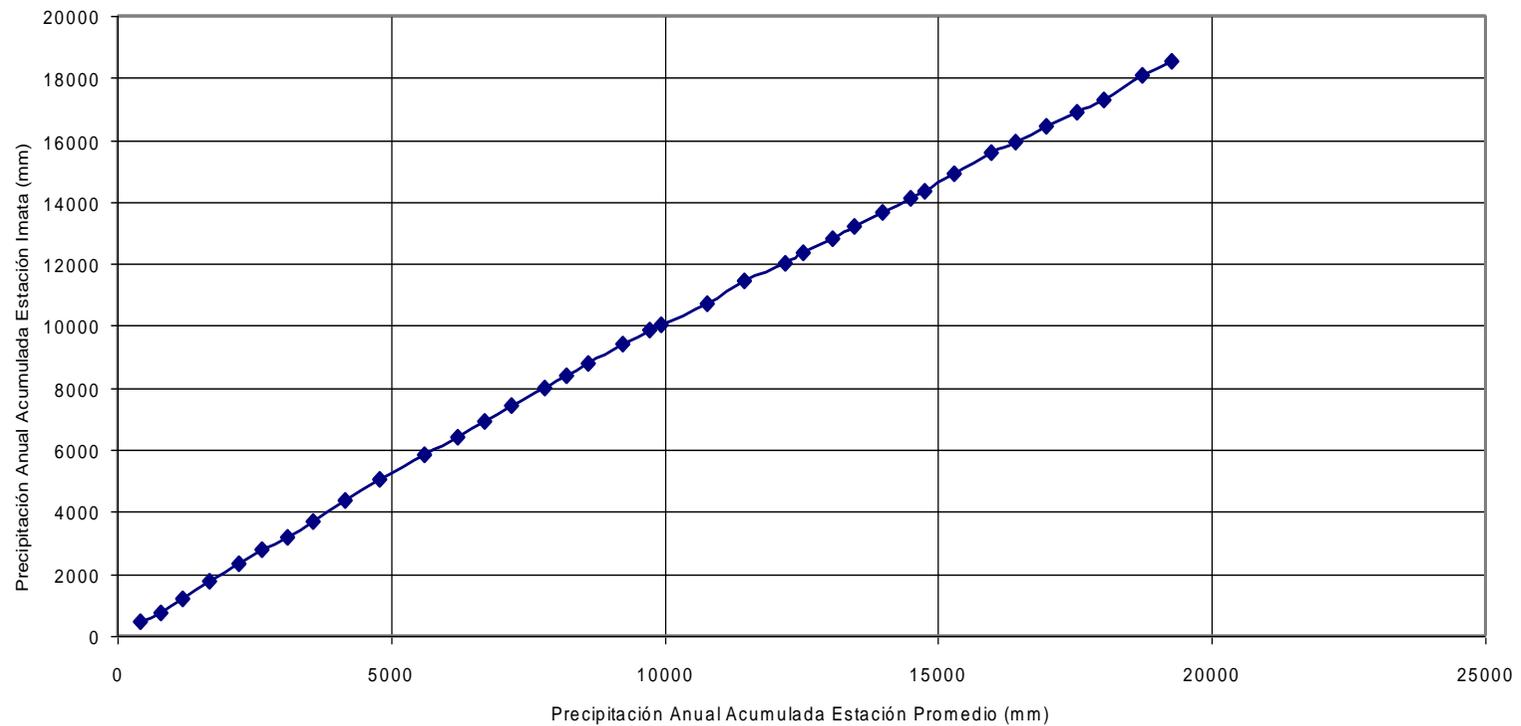




GRAFICO N° 3,13
ESTACION EL PAÑE
GRUPO 2
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

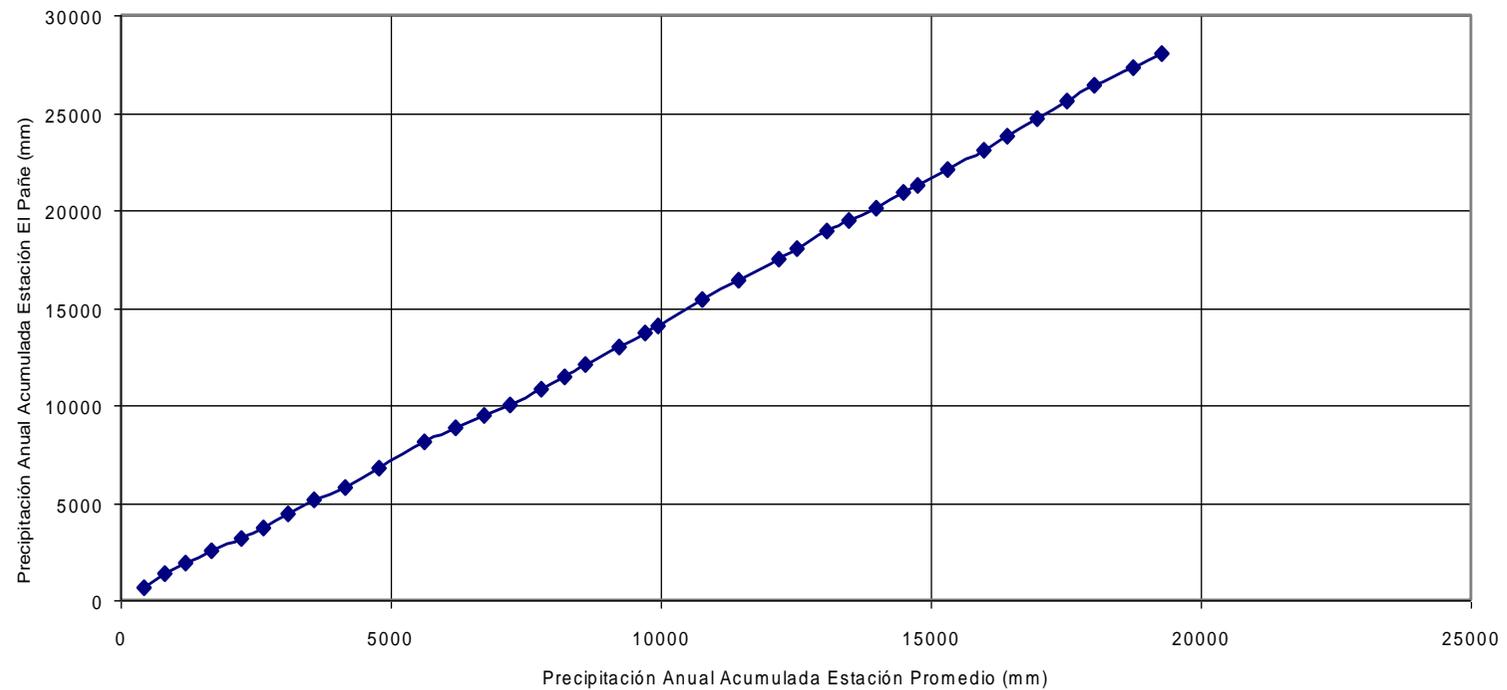




GRAFICO N° 3,14
ESTACION AREQUIPA
GRUPO 3
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

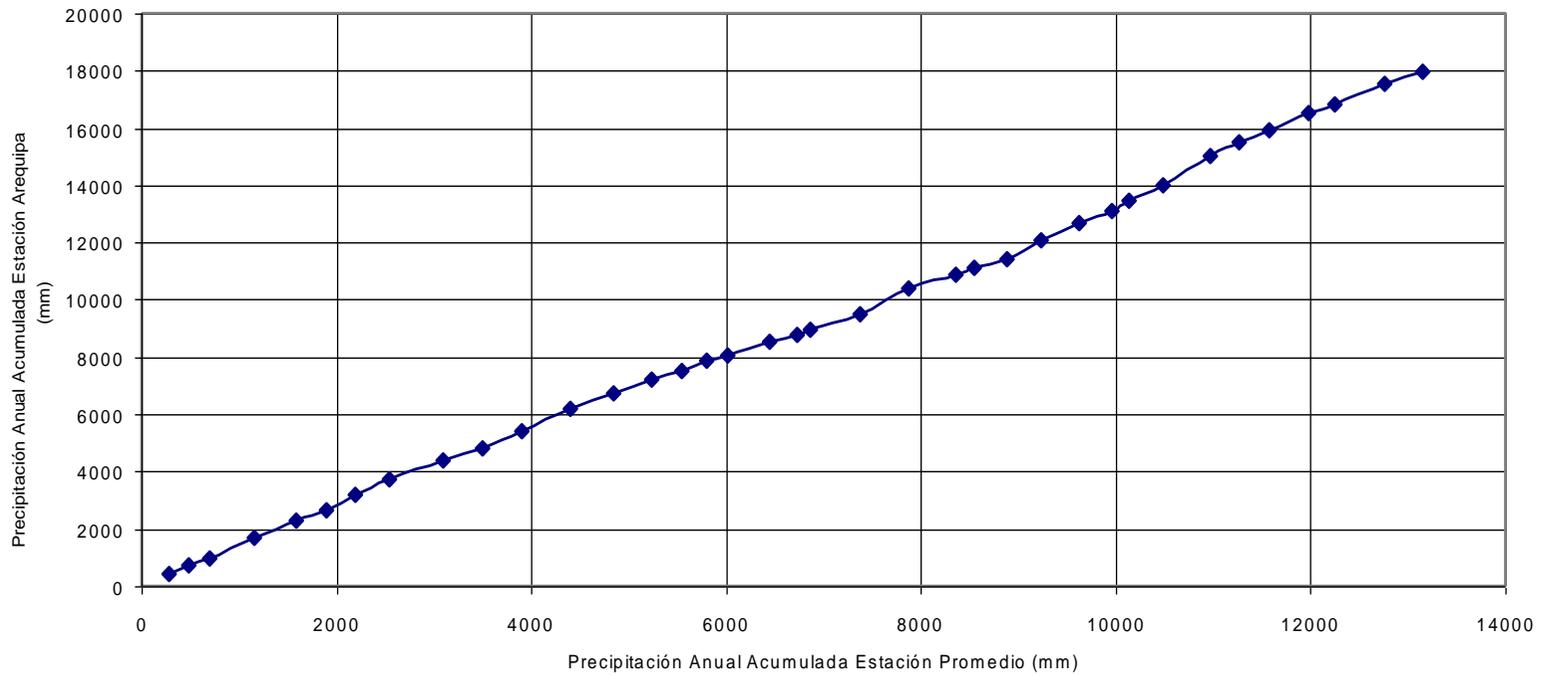




GRAFICO N° 3,15
ESTACION LA PAMPILLA
GRUPO 3
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

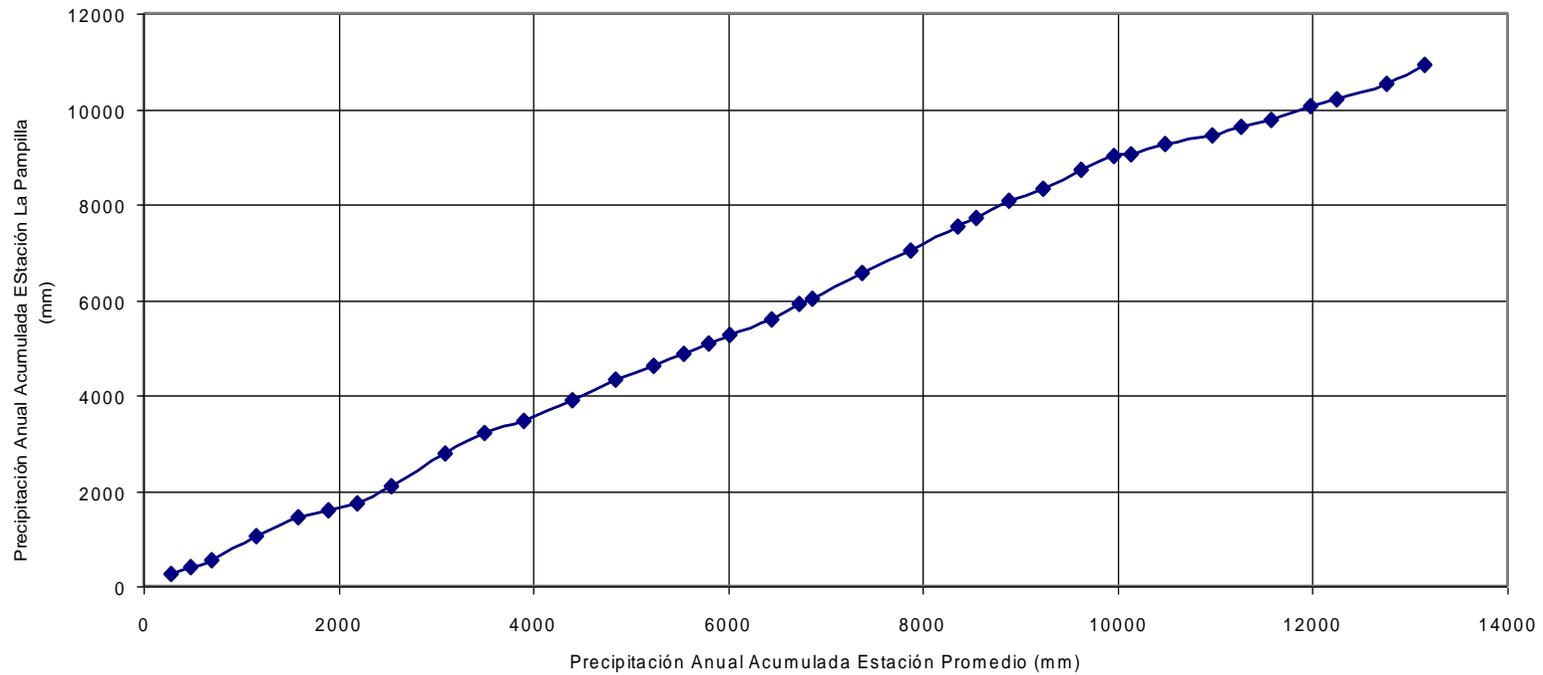




GRAFICO N° 3,16
ESTACION SOCABAYA
GRUPO 3
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

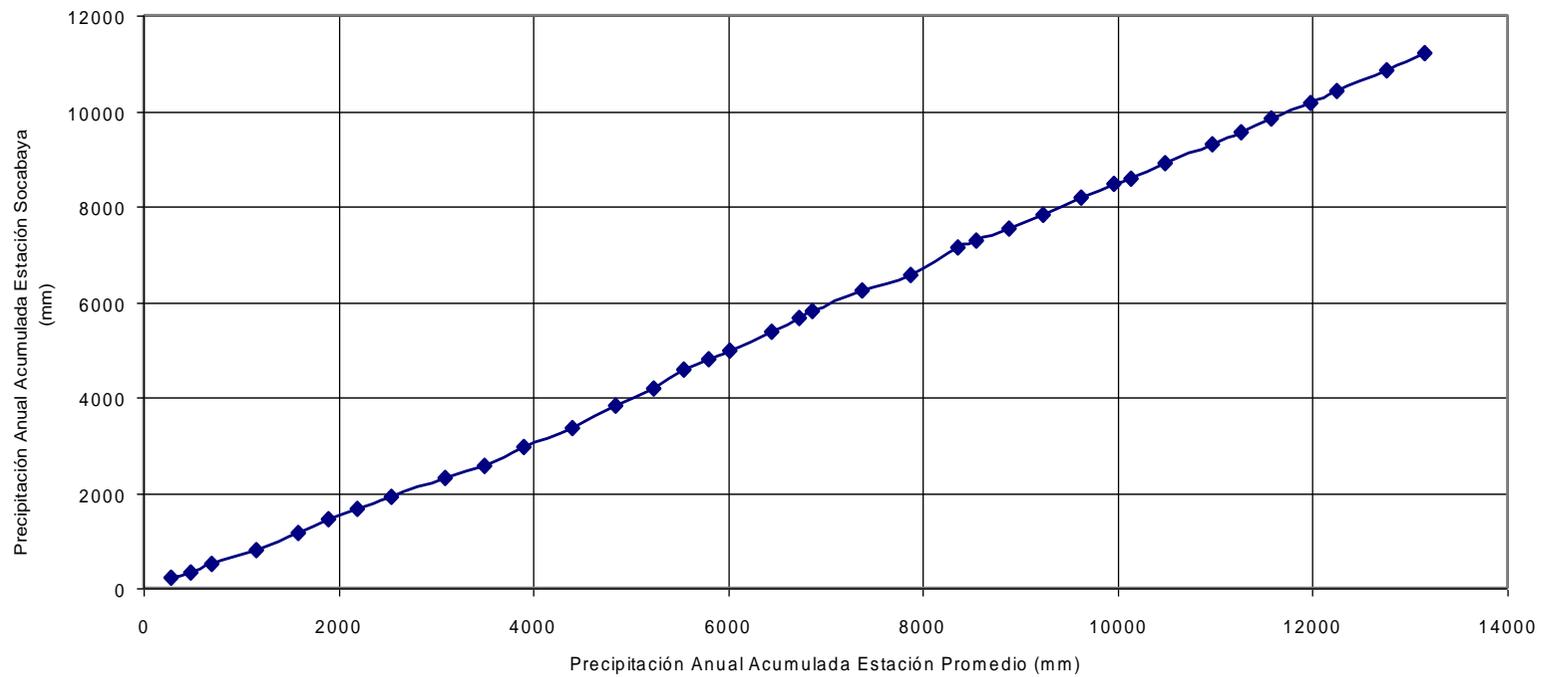




GRAFICO N° 3,17
ESTACION HUASACACHE
GRUPO 3
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

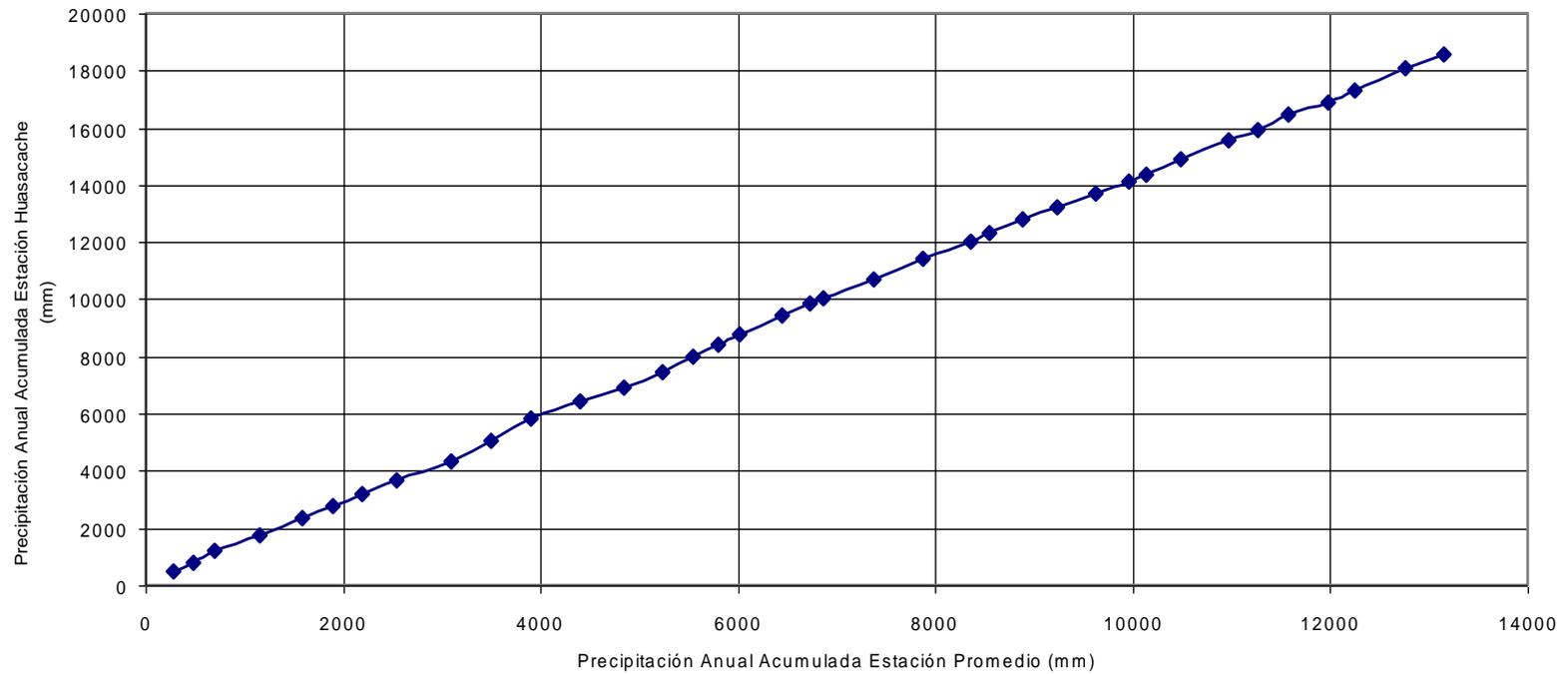




GRAFICO N° 3,18
ESTACION LA CALERA
GRUPO 3
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL ACUMULADA
PERIODO : 1964 - 2000

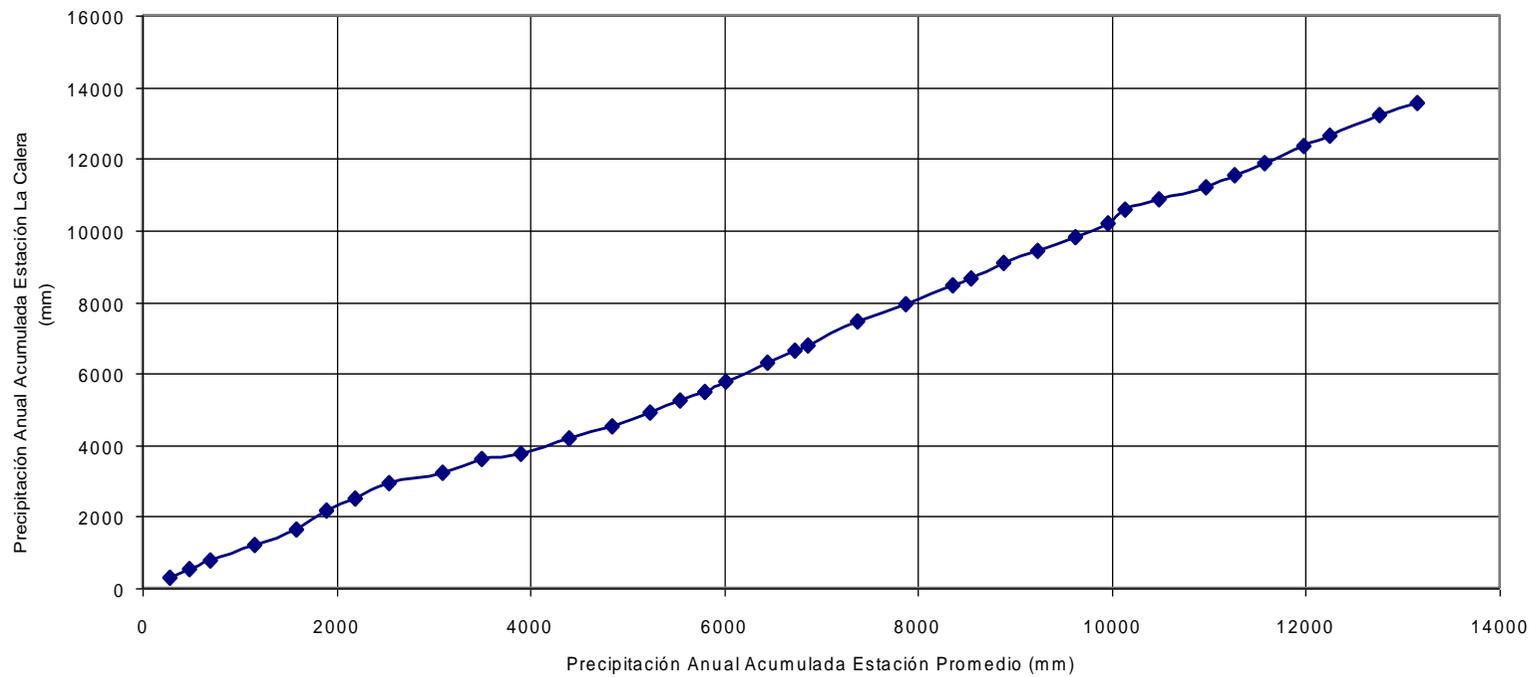




GRAFICO N° 3,19
ESTACION PUQUINA
GRUPO 3
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

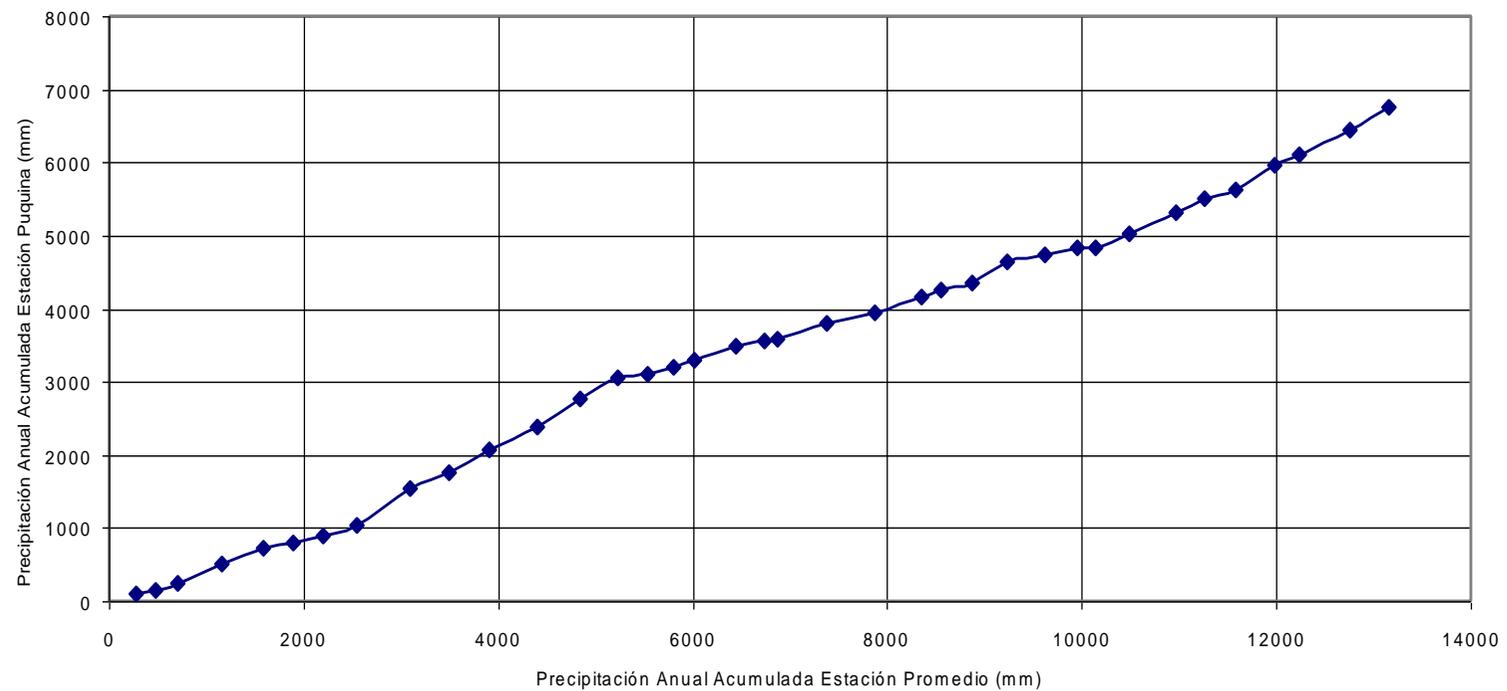




GRAFICO N° 3,20
ESTACION VITOR
GRUPO 4
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

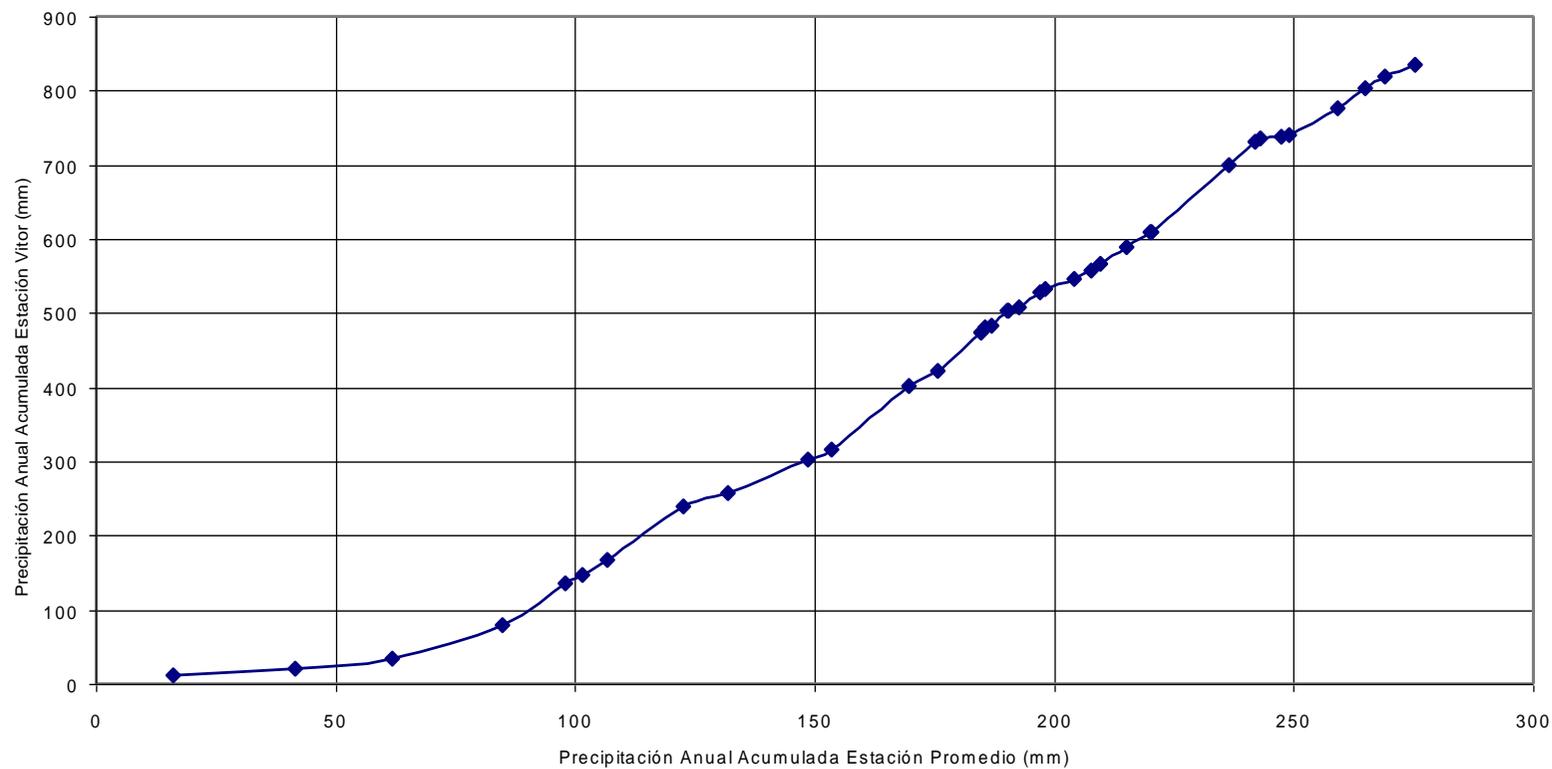




GRAFICO N° 3,21
ESTACION LA JOYA
GRUPO 4
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

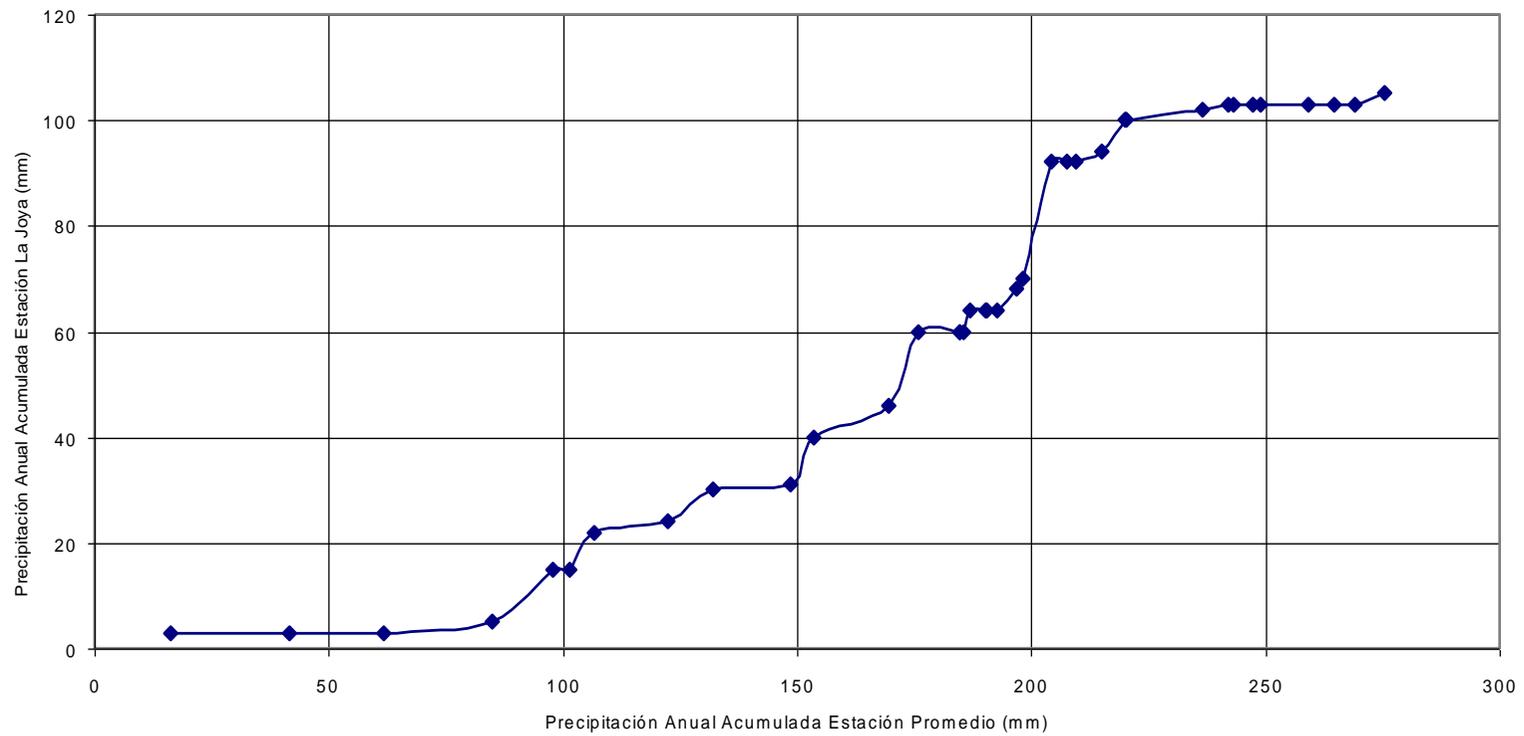




GRAFICO N° 3,22
ESTACION PAMPA DE MAJES
GRUPO 4
ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

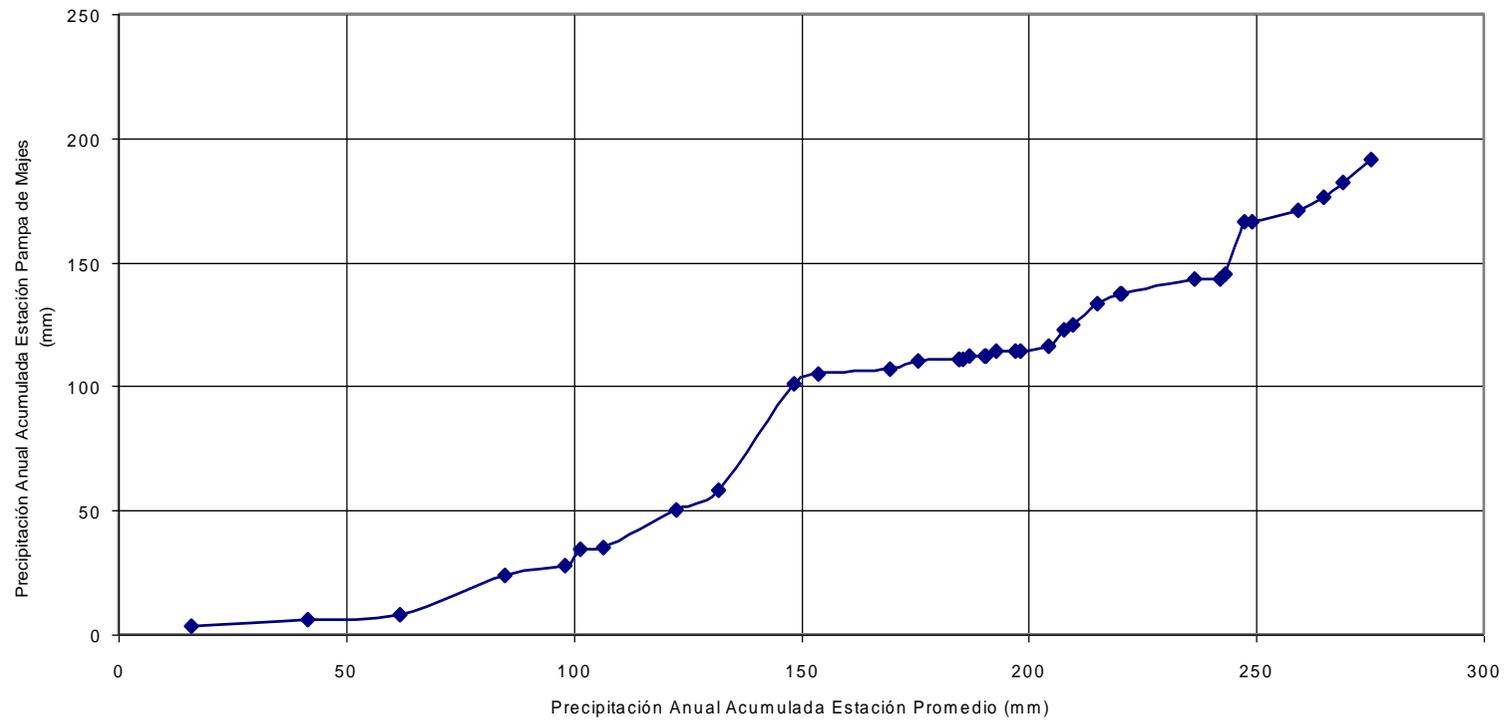




GRAFICO N° 3,23
ESTACION LA HACIENDITA
GRUPO 4
ANALISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

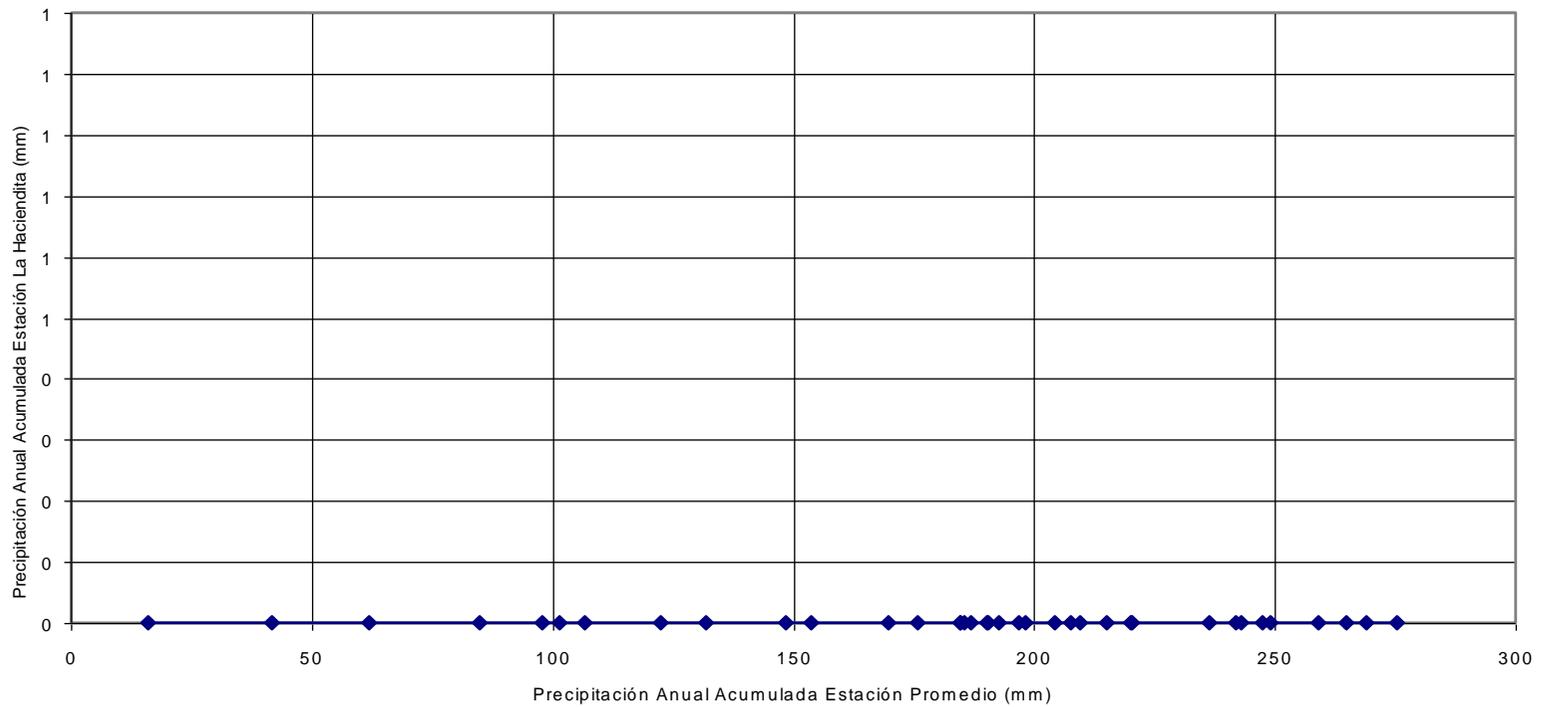




GRAFICO N° 3,24
ESTACION MOLLENDO
GRUPO 4
ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA
PERIODO : 1964 - 2000

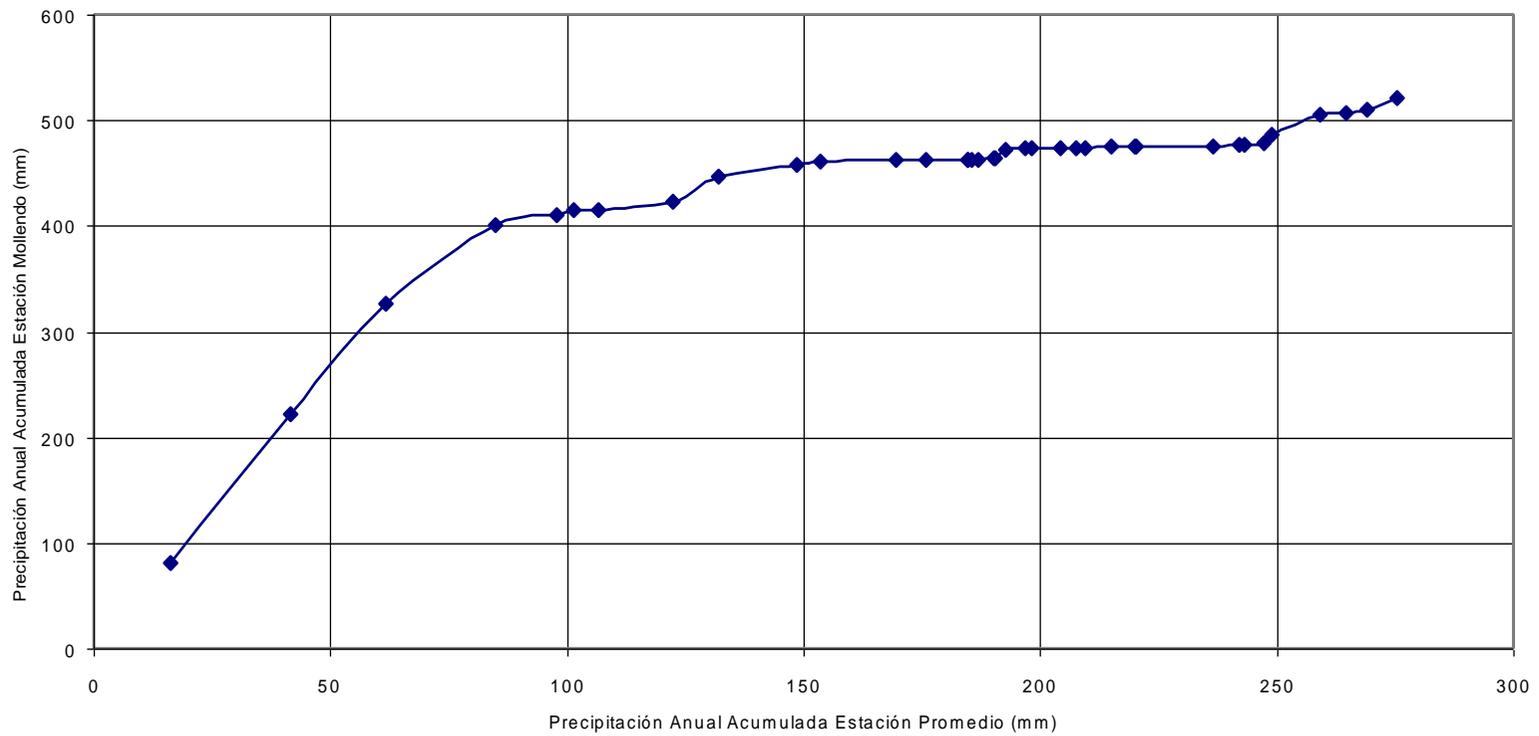




GRAFICO N° 3,25
ESTACION AGUADA BLANCA
ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA Y CORREGIDA
PERIODO : 1964 - 2000

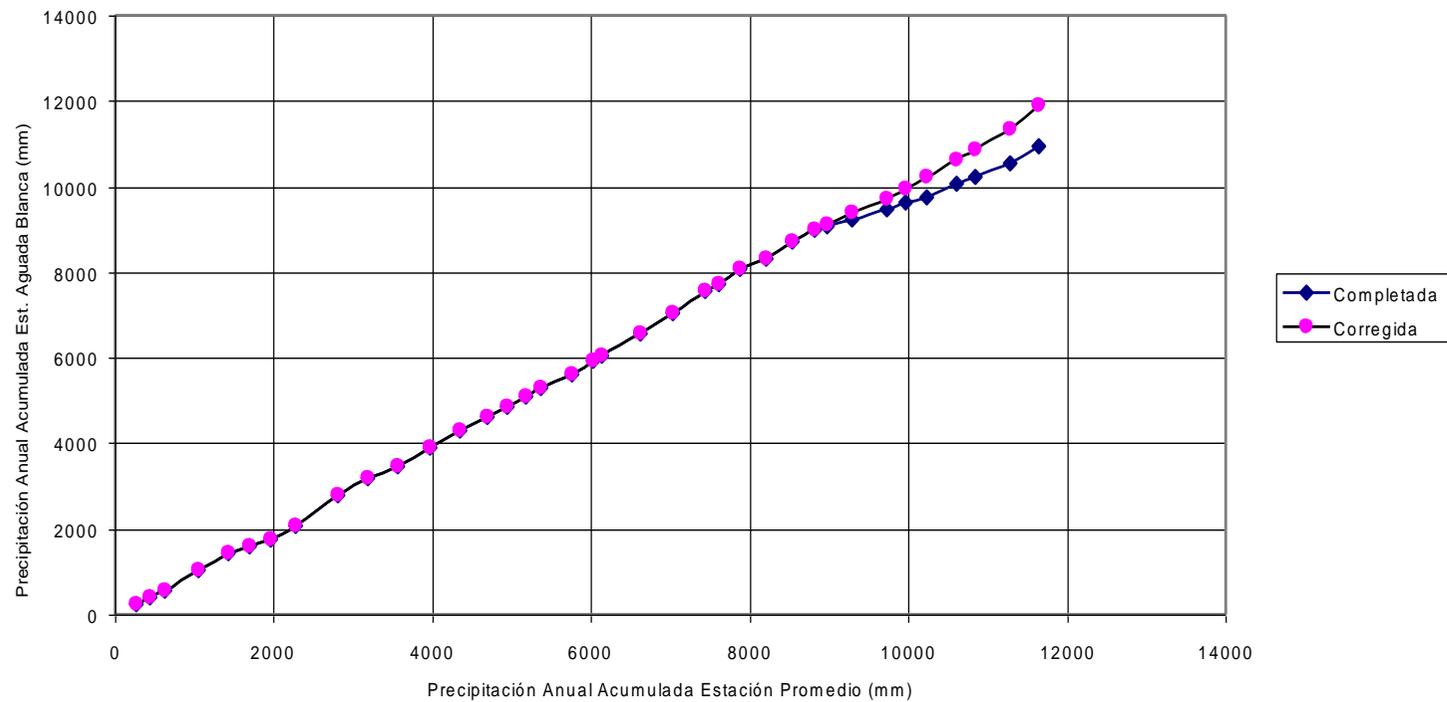
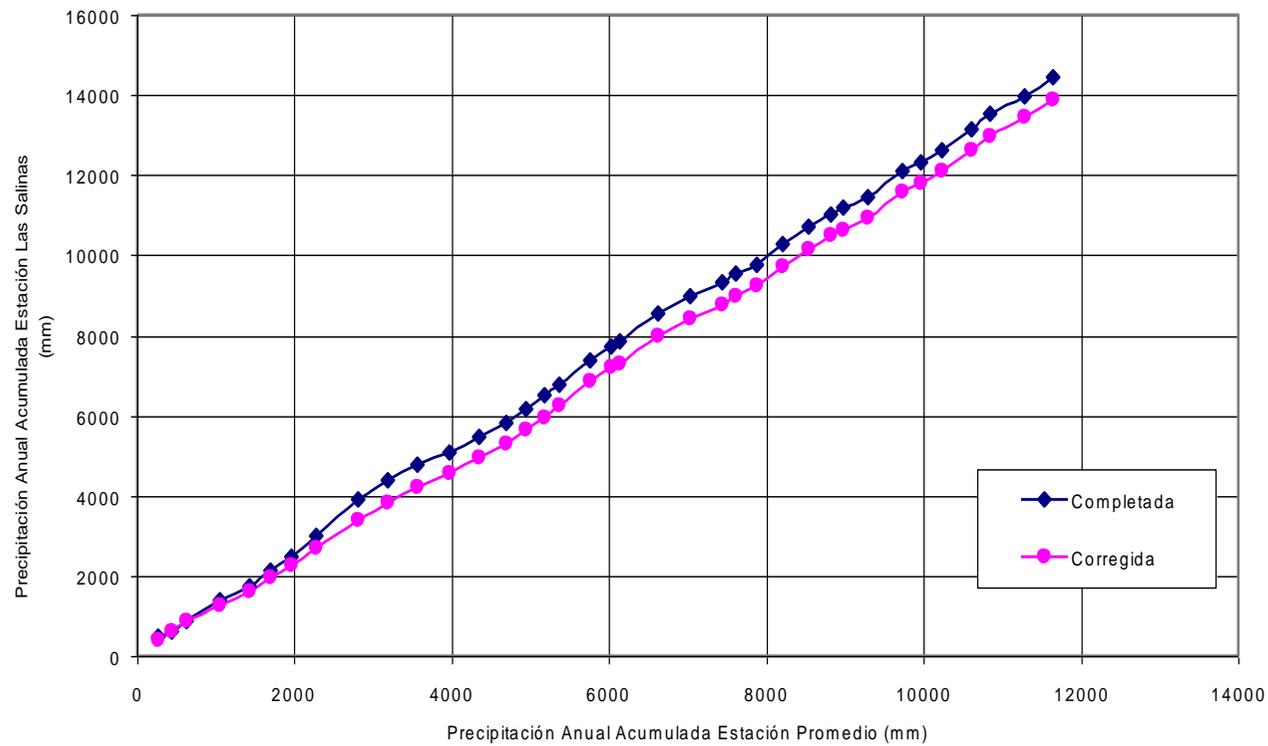




GRAFICO N° 3,26
ESTACION LAS SALINAS
ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA Y CORREGIDA
PERIODO : 1964 - 2000







4.- ESCORRENTIA SUPERFICIAL

4.1.- Generalidades

En el presente capítulo, se trata principalmente la escorrentía superficial en la cuenca del río Chili (entendida ésta como la cuenca propia del río Chili y la subcuenca del Alto Colca (afianzamiento del Chili), es decir el Sistema Chili Regulado. También ha sido materia de estudio, la escorrentía del Chili No Regulado conformado por la subcuenca del Yura y la subcuenca oriental (Andamayo, Mollebaya y Yarabamba), en la vertiente del Pacífico.

Estos recursos son utilizados para satisfacer una demanda multisectorial, que tiene como centro a la ciudad de Arequipa y el sector de riego regulado y no regulado.

4.2.- Escorrentía superficial en el Sistema Chili Regulado

INADE – 2001 (Referencia Bibliográfica N° 4) refiere que estos recursos, se generan en las partes altas de la cuenca del río Chili y de la sub cuenca de afianzamiento del Alto Colca, esta última incorporada mediante una obra de regulación y trasvase; de la margen derecha del río Colca se captan los recursos del río Negrillo, los mismos que son regulados en el embalse El Pañe; de manera parcial y sin regulación se captan los recursos de los ríos Bamputañe, Blanquillo y Colca a la altura de Jancolacaya, estos recursos son colectados y conducidos mediante el canal Pañe – Colca, para continuar con el tramo Colca – Dique El Indio, entregando sus aguas a la cuenca del Chili a través del canal Zamácola. De la margen izquierda del Colca se utiliza sin regulación, los recursos del río Anchaparra, captados en la bocatoma Antasalla, y conducidos por el canal Antasalla, entregando finalmente sus aguas al canal Zamácola.

El río Colca – desde enero de 1992 – es regulado mediante el Dique de Los Españoles, razón por la cual las aguas del Colca se captan mediante la bocatoma Jancolacaya o se regulan en el embalse Dique de Los Españoles. La cuenca del río Chili dispone de 2 obras de regulación, El Fraile (río Blanco) y Aguada Blanca (río Chili, aguas abajo de la confluencia de los ríos Blanco y Sumbay).

El escurrimiento superficial de las cuencas Alto Colca y Chili, tiene como origen a las precipitaciones estacionales que ocurren entre diciembre y marzo, y en menor proporción a los deshielos de los nevados existentes (sobre los 5 200 m.s.n.m.). En las zonas de menor pendiente como Antasalla, Laguna El Indio, Imata y Jancolacaya, se aprecia que las variaciones de caudal son menores que en aquellas con mayor pendiente, presentándose caudales en meses sin lluvia, como resultado de la retención de estas cuencas que presentan una geología regional de tipo volcánico con alta permeabilidad.

Se ha determinado a partir de los registros históricos regulados y no regulados, una serie de caudales medios mensuales naturalizados para el período 1964 – 2000 (coincidente con el de la precipitación), cubriendo – a lo largo de 37 años - la ocurrencia hidrológica, es decir el régimen plurianual de las cuencas del Alto Colca y Chili.



4.2.1.- Estaciones hidrométricas – Información histórica

Se utilizó la información hidrométrica de 9 estaciones de control; las principales características se presentan en el Cuadro N° 4,1.

4.2.2.- Operación de las estaciones hidrométricas

La descripción de la operación de las estaciones hidrométricas que hace el INADE es la siguiente :

A.- Estación El Pañe

La estación de Pañe ha medido desde 1950 hasta 1964 las descargas naturales de las lagunas de Pañe. A partir de 1965, en que la presa El Pañe entró en funcionamiento, la estación mide las descargas reguladas hasta la fecha, con periodos de interrupción cortos a mediados de la década de los 70.

Actualmente, la estación llamada también Oscollo, operada por el MINAG - INADE, está ubicada en el inicio del canal de derivación Pañe-Bamputañe, aproximadamente a unos 100 m de la presa; la sección del canal en este lugar es rectangular, con paredes de mampostería de piedra de 2,00 m de alto y piso de concreto; su ancho es de 2,70 m y tiene una mira de 2,00 m de alto ubicada en su margen izquierda. Según la ONERN, los aforos se realizaban diariamente con correntómetro, y adicionalmente se efectuaban lecturas de mira cuatro veces al día. Se recomendó la instalación de un limnógrafo y la preparación de una curva de gasto (calibración) para evitar los aforos diarios, que se consideren innecesarios.

B.- Estación Bamputañe

La estación Bamputañe ha medido desde 1950 hasta 1959 las descargas naturales del río Jahuay o Bamputañe. Desde 1964 hasta 1974, en que se clausuró, mide además las descargas reguladas provenientes de Pañe. En el período 1961-1964 aparentemente ha recibido también descargas desde Pañe, durante la construcción de la presa del mismo nombre.

Esta estación estaba ubicada en el cruce de la carretera Imata-Embalse El Pañe con la quebrada de Bamputañe, precisamente en el puente existente denominado Jahuay. Debido a que se encuentra aguas abajo del punto de descarga del canal Pañe-Bamputañe en la quebrada Bamputañe, sus registros representan la suma de los aportes de dicho canal con las descargas naturales de la quebrada citada. Según ONERN, se hacían aforos interdiarios con correntómetro y contaba con una mira (de 2 m) instalada a unos 20 m. en la margen derecha aguas arriba del puente.

Como la sección variaba a lo largo de los años porque el cauce es amplio y poco definido, ONERN identificó que todos los años, luego del periodo de lluvias, era necesario efectuar un encauzamiento temporal de piedras y tierra para concentrar el caudal y facilitar los aforos. Asimismo, como la sección de aforos utilizada era un alcantarillado construido con cilindros de fierro, se presentaba formación de remolinos y turbulencias que distorsionaban la medición. Actualmente no opera.



C.- Estaciones Escollo (Pañe), Bamputañe, Jancolacaya y Zamácola

Se refiere para las estaciones Escollo (Pañe), Bamputañe y Jancolacaya sobre el Canal Pañe Colca, y Zamácola sobre el Canal Zamácola, que a partir de 1984, mediante un esfuerzo conjunto entre el MINAG y la SEAL, se instalaron dos nuevas estaciones hidrométricas sobre el canal Pañe Colca : La estación Bamputañe, inmediatamente a la salida de la bocatoma Bamputañe, y la estación Jancolacaya, al término del canal Pañe Colca, antes del ingreso al sifón dentro del barraje de la bocatoma del mismo nombre. También se instalaron limnígrafos y se mejoraron las secciones de las estaciones Escollo (El Pañe) y Canal Zamácola.

La estación Bamputañe, que cuenta con limnígrafo, está ubicada al inicio del tramo de canal Bamputañe-Sifón Río Negro, en una sección rectangular de concreto; en el estiaje mide las descargas que provienen del embalse El Pañe y los recursos propios del río Bamputañe; en los periodos húmedos, cuando el embalse El Pañe está cerrado, mide la totalidad de recursos del río Bamputañe, o una fracción de éstos, cuando logran superar la capacidad de conducción del canal. Se recomienda la instalación de una mira sobre el barraje de la bocatoma Bamputañe, para medir los recursos no captados. No debe ser confundida con la E.H. Bamputañe, ya desactivada, que está sobre el puente Jahuay.

La estación Jancolacaya, que cuenta con limnígrafo, y ubicada en una sección casi rectangular de concreto, mide los recursos al término del canal Pañe Colca. Por su importante ubicación, permite medir los recursos que realmente llegan del embalse El Pañe, del río Bamputañe y de otros pequeños tributarios. En el estiaje, cuando no se captan otros tributarios, permite medir las pérdidas del Canal Pañe Colca.

Las estaciones Escollo (El Pañe) y Zamácola, a partir de 1984 cuentan con limnígrafos y sus secciones de medición son de concreto.

Debe mencionarse además que, recientemente, EGASA ha instalado estaciones hidrométricas en el canal Pañe-Sumbay, pero no se dispuso de esta información.

D.- Dique de Los Españoles

La estación Dique de Los Españoles ha medido desde 1945 hasta 1964 los recursos del río Colca; desde 1964 a 1991, medía los excedentes del río Colca que no son captados en la toma de Jancolacaya para su derivación al Chili. Fue clausurada en 1992, cuando se terminó la construcción del embalse del mismo nombre.

Esta antigua estación de aforos operada por SENAMHI, se encuentra ubicada en las nacientes del río Colca y mide las descargas de una cuenca parcialmente regulada y derivada, por lo que sus registros no pueden ser tomados como indicadores de un comportamiento hidrológico natural. Aguas arriba de esta estación se encuentra la laguna de El Indio que sirve como vaso regulador, aunque de limitada capacidad, de los recursos de la cuenca que son derivados por el Canal Zamácola hacia el río Sumbay y en 1965 se construyó la toma de derivación del río Colca, estructura integrante del sistema de regulación de la irrigación La Joya, la cual incrementó las derivaciones anteriormente realizadas.



El tramo del río donde se ubicaba la estación de aforos estaba encauzado en una longitud total de 120,00 m, de la cual 85,00 m pertenecían al tramo aguas arriba de la estación. Los muros de encauzamiento eran formados por un enrocado de piedra labrada que cubría ambas márgenes. El ancho del encauzamiento en la sección de aforos era de aproximadamente 12,00 m y se reducía a 4,00 m para facilitar los aforos durante la época de estiaje. La reducción se realizaba usando bloques de piedra colocadas en el cauce siguiendo una línea abocinada.

La estación contaba con un carro huaro, desde donde se realizaba el aforo en época de avenidas y un puente rústico que se acondicionaba todos los años para los aforos en época de estiaje. Además contaba con una mira de construcción rústica de 0,80 m de altura instalada en la margen izquierda. Como la pendiente del río en este tramo es muy suave, se originan velocidades de flujo muy lentas, que dan lugar a crecimiento de vegetación subacuática. El fondo está formado por material fino.

Los aforos se realizaban diariamente con correntómetro y la lectura de mira se efectuaba cuatro veces al día.

E.- Estación Canal Zamácola

La estación Canal Zamácola ha medido desde 1945 hasta 1964 los recursos del río Colca captados en Jancolacaya y a partir de dicho año hasta la fecha, mide además los recursos derivados de Pañe, Bamputañe, Blanquillo y Antasalla, y los drenajes de la Pampa de Imata.

Esta estación, que registra el total de los recursos derivados de la cuenca del río Colca, es operada por el MINAG - INADE, está ubicada aproximadamente a 1 km aguas arriba del punto en que el canal Zamácola entrega las aguas del río Colca al río Sumbay. La sección de aforos se encuentra en el puente, sobre el canal Zamácola, de la carretera Imata - Cruce Chalhuanca.

La sección del canal en tierra es trapezoidal, los taludes son de roca descompuesta pero bastante estable y el fondo está cubierto con material fino. El tirante de agua ha llegado hasta 1,80 m y la luz del puente es de 8,00 m. Los aforos se realizan diariamente con correntómetro. Existe una mira ubicada en la margen izquierda

Por la importante función que cumple esta estación, sería recomendable buscarle una mejor ubicación, en donde no presente problemas de sedimentación. Se le ha instalado limnógrafo desde 1985.

F.- Estación Antasalla

La estación Antasalla ha medido las descargas totales del río Anchaparra antes de su derivación al río Sumbay mediante el canal Zamácola en el período comprendido entre los años 1962 y 1973, hasta que fue clausurada.

Esta estación, que era operada por SEAL, se encontraba ubicada, aproximadamente a 1 km aguas arriba de la toma que deriva estas descargas hacia el canal Zamácola.

La sección de control, que es la misma que se utilizaba para los aforos, se encontraba



canalizada en ambos márgenes, mediante muros verticales de piedras asentadas con mortero cemento – arena. Contaba además con un puente de fierro con tablero de madera, desde donde se realizaban los aforos, con un limnígrafo y una mira de 2,00 m de altura, ambos instalados en la margen derecha. Los aforos se realizaban diariamente con correntómetro y las lecturas de mira se efectuaban dos veces por día.

El material de fondo es fino y uniforme y la pendiente del río es bastante suave, lo que origina un flujo tranquilo. En general, la sección se encuentra bien acondicionada, pero debido al ancho que tiene y como el tirante de agua del río en el período de estiaje no permitía la utilización del correntómetro, ONERN recomendaba el acondicionamiento de una sección aguas arriba para efectuar los aforos de estiaje.

G.- Estación Imata – Sumbay

La estación Imata - Sumbay mide desde 1944 hasta la fecha, la suma de las descargas propias del río Sumbay en Imata y las derivadas mediante el Canal Zamácola.

La estación Imata (Río Sumbay) está ubicada en las nacientes del río Sumbay, a unos 200 m aguas abajo de la unión de este río con el canal Zamácola, donde se registran las descargas de la cuenca propia del río Sumbay más las derivaciones provenientes del río Colca, mediante el Canal Zamácola.

El río en este sector se encuentra canalizado con un enrocado de piedra grande que cubre ambas márgenes hasta una distancia aproximada de 50,00 m aguas arriba de la sección y 20,00 m aguas abajo de ella. La altura de canalización es de 2,00 m en ambas márgenes y la distancia entre muro y muro en la sección de aforos es de 16,00 m.

La sección cuenta con un carro huaro que es utilizado permanentemente, un limnígrafo y una mira de 2,00 m de altura, ambos instalados sobre la margen derecha. El fondo del cauce está formado principalmente por material fino y cascajo y algo de canto rodado, con dimensiones que varían de 4 a 6 pulgadas.

El flujo del agua es bastante uniforme y la sección se considera bastante buena. Los aforos se realizaban diariamente con correntómetro y la mira leída 4 veces al día.

Una lamentable controversia administrativa, entre el SENAMHI y EGASA, no permite manejar mas adecuadamente la estación, en desmedro de la calidad de las mediciones (una entidad es dueña de los cables, los muros y el carro huaro, otra lo es del limnígrafo y del pozo tranquilizador).

H.- Estación El Fraile

La estación El Fraile ha medido en el período 1953 - 1957 las descargas naturales de El Fraile, luego dejó de operar y desde 1964 hasta la fecha, mide las descargas reguladas del reservorio El Fraile, cuya construcción finalizó en 1959 y entró en funcionamiento en 1964.

Esta estación de aforos mide las descargas reguladas por el embalse El Fraile y se encuentra ubicada en el cauce del río Blanco, aproximadamente a unos 50,00 m aguas abajo del lugar en que ingresan, como un solo curso, las filtraciones se ocurren en la



represa lateral conocida como Dique de Bloques.

La estación contaba con un carro huaro, el cual no presta servicio desde que se construyó el embalse, un puente rústico de dos tramos utilizado para los aforos actuales, un limnógrafo y una mira de 2,00 m, instalados ambos en la margen izquierda. El ancho de la sección es de aproximadamente 30,00 m.

Los aforos se realizan (cuando las compuertas están abiertas) cada dos días, utilizándose un correntómetro.

La sección presente el inconveniente, originado por el material fino arrastrado por la Quebrada El Cazador que descarga aguas abajo de la estación y que al sedimentarse (depositarse) en el cauce, produce un remanso que afecta el buen funcionamiento hidráulico de la sección y obstruye, en ambos casos, el conducto de acceso de agua al pozo del limnógrafo. Por esta razón, se recomienda una mejor infraestructura de medición y una nueva ubicación. Sería conveniente además, ejecutar un programa de aforos para comprobar la curva de calibración de la compuerta Howell Bunger de la presa de arco.

I.- Estación Aguada Blanca

La estación Aguada Blanca, se encuentra ubicada aguas abajo del embalse del mismo nombre. Hasta antes de 1989 medía las descargas reguladas y no reguladas del embalse; desde 1989, las descargas reguladas del embalse se miden en la Central Hidroeléctrica de Charcani V. Desde 1989, la estación mide la suma de derrames que se producen en el aliviadero Morning Glory y las descargas que se efectúan por la compuerta de regulación. Consecuentemente, desde 1989, las salidas totales del embalse Aguada Blanca son la suma de lo que mide la estación Aguada Blanca (ó más precisamente, la estimación que se hace de las salidas por la compuerta de regulación, y los caudales que se obtienen del limnógrafo ubicado en la cresta del vertedero) más el caudal turbinado por la Central Hidroeléctrica de Charcani V.

4.2.3.- Naturalización de las series de caudales medios mensuales

La mayoría de registros hidrométricos disponibles (caudales y/o volúmenes) en la subcuenca del Alto Colca y cuenca del río Chili, por efectos de regulación y/o derivación, no representan la esorrentía natural; por esta razón, fué necesario la naturalización de caudales, proceso consistente en la reconversión de las mediciones a su ocurrencia natural, es decir sin la intervención del hombre; dicho proceso se efectuó para el período 1964 – 2000, coincidente con el período analizado de precipitación.

En los Cuadros N° 4,2 – 4,14 se presentan los caudales y/o volúmenes históricos (completos o incompletos) para las estaciones El Pañe, Bamputañe, Jancolacaya, Dique de Los Españoles, Antasalla, Zamácola, Imata – Sumbay, El Fraile y Aguada Blanca.

De igual modo, en los Cuadros N° 4,15 – 4,17 se muestra los valores de evaporación para la naturalización en las estaciones El Pañe, El Fraile y Aguada Blanca. Las láminas de evaporación para estos casos específicos, en el caso de que no hubieran sido registradas han sido completadas con promedios mensuales.



Los Cuadros N° 3,3 – 3,5 corresponden a la precipitación total mensual consistenciada, completada y corregida de las estaciones Aguada Blanca, El Fraile y El Pañe, respectivamente, utilizadas en la naturalización de caudales de los embalses de igual nombre.

A.- Naturalización de caudales medios mensuales, embalses El Pañe y El Fraile

El INADE, refiere (en el proceso de naturalización efectuado para el período 1964 – 1995) que en el caso de embalses de regulación, la naturalización de descargas puede efectuarse planteando la ecuación de continuidad de la masa hídrica.

En ese caso, para una unidad de tiempo seleccionada cualquiera, la ecuación tendría la siguiente forma : la diferencia de los volúmenes inicial y final del embalse, debe ser igual a la diferencia de los volúmenes de salida y entrada.

Este concepto en forma de ecuación será:

$$V_{\text{inicial}} - V_{\text{final}} = V_{\text{salida}} + V_{\text{evaporación}} - V_{\text{entrada}}$$

Si los volúmenes están expresados en MMC, los caudales en m³/s, la evaporación y precipitación mensual en mm, y las áreas de embalse en km², el caudal natural ingresante al embalse se calcularía con la siguiente ecuación :

$$Q_{\text{nat}} = \frac{F_1 * N_d * Q_{\text{sal}} + F_2 * (A_{\text{inic}} + A_{\text{fin}}) * (F_t * \text{Eva} - \text{Prec}) + F_3 * (V_{\text{fin}} - V_{\text{inic}})}{F_1 * N_d}$$

en donde:

Eva, Prec	: evaporación y precipitación mensual
V _{fin} , V _{inic}	: volúmenes al final y al inicio del mes
A _{fin} , A _{inic}	: áreas al final y al inicio del mes
Q _{sal}	: caudal de salida total (compuertas de regulación y aliviadero)
F ₁ , F ₂ , F ₃ , N _d	: factores para transformar unidades (86,400, 500, 1'000,000 número de días del mes)
F _t	: coeficiente de tanque de evaporación (0.8)

En general, la ecuación presentada es válida cuando el embalse en análisis no tiene regulaciones aguas arriba, o derivaciones particulares. En ese caso, deben efectuarse las correcciones correspondientes, tomando en cuenta la operación hidráulica aguas arriba.

La ecuación anterior ha sido aplicada para naturalizar los caudales desde el inicio de la operación de los embalses El Pañe y El Fraile.

En el caso del Embalse El Pañe este periodo está comprendido entre los años ene 1965 - dic 2000, y en el caso del Embalse El Fraile entre may 64 - dic 2000.



A pesar de que el embalse El Fraile fue inaugurado en set 58, diversos problemas, como la ruptura de importantes masas del estribo izquierdo de la presa de arco, y la rehabilitación de la denominada Presa de Bloques, posibilitaron que la regulación recién empezara en la fecha antes indicada.

Este proceso ha sido aplicado sólo cuando se tuvieron todos los elementos de la ecuación anterior, particularmente los volúmenes a fin de mes, para calcular la variación de volumen y las áreas evaporantes, y el caudal regulado.

No se efectuó, para el embalse El Pañe, la naturalización de descargas para el periodo 1965 - 1970 por carecer de información respecto de la variación de volúmenes mensuales.

En el caso de los periodos antes del funcionamiento de las regulaciones, los valores registrados en las estaciones representan los caudales naturales.

En los Cuadros N° 4,18 y 4,19 se presenta para los embalses El Pañe (río Negrillo) y El Fraile (río Blanco), los caudales medios mensuales naturalizados y completados, según se indica, para el período 1964 – 2000.

B.- Naturalización de caudales medios mensuales, Imata y Dique de Los Españoles

Indica el INADE en el proceso de naturalización, que el canal Zamácola es de larga data; en los inicios de la irrigación Zamácola, en la margen izquierda de La Campiña de Arequipa, el canal en las Pampas de Imata del mismo nombre, cumplía con drenar esta zona, alcanzando propiamente la Laguna del Indio. Se utilizaba en ese entonces para incrementar el caudal natural del río Chili y permitir el funcionamiento de la irrigación Zamácola.

Las Pampas de Imata son parte de las cuencas Chili y Alto Colca, correspondiéndoles a cada una las partes sur y norte respectivamente. La línea divisoria de cuencas es bastante tenue, sólo puede observarse nítidamente en los levantamientos topográficos realizados.

Esto significa que el Canal Zamácola drenaba, una parte correspondiente a la cuenca del Colca, o más específicamente una parte de la cuenca controlada por la sección Dique de Los Españoles, y una parte correspondiente a la cuenca del Sumbay (Chili).

Como ambos sectores tienen las mismas condiciones de precipitación, los mismos suelos e iguales condiciones de drenabilidad, puede concluirse entonces, que el caudal aportado es sólo función del área de influencia de lo que es el Canal (dren) Zamácola.

Hasta antes de 1965, cuando aún no se había construido la bocatoma Jancolacaya y el Canal Pañe Sumbay no funcionaba, el Canal Zamácola conducía exclusivamente aguas de drenaje de la Pampa de Imata. Debido a que la relación de las áreas de drenaje del Colca y del Sumbay es 2 a 1, podemos concluir que el caudal resultante en el Canal Zamácola, representa los caudales drenados de uno y otro sitio en esa misma proporción.

Entonces, para el periodo 46 - 64, la naturalización de la series Imata y Dique de Los Españoles puede calcularse con la siguiente expresión :



$$Q_{\text{natural}}^{\text{Imata}} = Q_{\text{medido}}^{\text{Imata}} - \frac{2 * Q_{\text{medido}}^{\text{Zamacola}}}{3}$$

$$Q_{\text{natural}}^{\text{DiqEsp}} = Q_{\text{medido}}^{\text{DiqEsp}} + \frac{2 * Q_{\text{medido}}^{\text{Zamacola}}}{3}$$

Luego puede distinguirse el periodo 65 en adelante, cuando la bocatoma Jancolacaya ya existía y empezó a funcionar el embalse El Pañe.

En este periodo, que es el actual, los caudales del Canal Zamácola miden los caudales drenados a las Pampas de Imata, los caudales regulados que provienen del embalse El Pañe, y en los periodos húmedos, los recursos que pueden captarse de los ríos Blanquillo, Colca y Anchaparra, cuando es posible y no se tiene restricciones por la capacidad del canal Pañe Sumbay o por la capacidad libre de almacenamiento del embalse Aguada Blanca.

En términos generales, los aportes de la Pampa de Imata (Colca y Sumbay) pueden determinarse restando a los caudales medidos por el Canal Zamácola los caudales que han sido aportados por el embalse El Pañe o por los otros tributarios. Acá deben distinguirse dos situaciones:

En el periodo de estiaje los aportes por el drenaje de la Pampa de Imata son calculados tomando los caudales del Canal Zamácola y restando los aportes que vienen del Embalse El Pañe. Siempre, o casi siempre, no se hacen captaciones de los otros tributarios porque son bastante exigüos. Los caudales drenados a Pampas de Imata-Colca y Pampas de Imata-Sumbay son determinados aplicando a esa diferencia la relación 2 a 1.

En el periodo húmedo la contribución de la cuenca Colca se ve incrementada por la utilización de aguas superficiales de los otros tributarios, especialmente del río Colca en Jancolacaya. Por ello los aportes de la Pampa de Imata-Colca e Imata-Sumbay son obtenidos aplicando a la diferencia Canal Zamácola y aportes del Embalse El Pañe la relación 4 a 1. Esta relación ha podido ser verificada – refiere el INADE - cuando se efectuaron mediciones puntuales. En este periodo, los aporte citados ya no sólo representan drenajes de las Pampas de Imata, sino también recursos superficiales.

Para efectos de la naturalización del periodo 65 en adelante, además hay que tener en cuenta que los recursos de El Pañe, eran medidos a la salida del embalse pero no al término del canal Pañe Colca, es decir cuando llegaban a la Pampa de Imata. Como este canal casi desde sus comienzos presentaba pérdidas importantes, es necesario corregir este valor para fines de la naturalización de Imata y Dique de Los Españoles. El INADE indica que las pérdidas por filtraciones pueden valorarse en el 30 %.

Desde 1984, se instalaron tres limnógrafos sobre el canal Pañe Colca, uno de ellos precisamente en Jancolacaya, al término del mencionado canal, que miden realmente el aporte del Embalse El Pañe al sistema Chili. Por ello, para el periodo 65-83, los aportes netos del embalse El Pañe pueden calcularse tomando el 70 % de su caudal regulado, y para el periodo 1984 - 2000 tomando el caudal registrado en la estación Jancolacaya.



Por tanto, para el periodo 1965 - 2000 las ecuaciones para la naturalización de caudales Imata y del Dique de Los Españoles son las siguientes :

Periodo 1965 - 1983, abril a diciembre :

$$Q_{propio}^{PampaImataColca} = \frac{2 * (Q_{medido}^{Zamacola} - 0.7 * Q_{regulado}^{Pañe})}{3}$$

$$Q_{propio}^{PampaImataSumbay} = \frac{1 * (Q_{medido}^{Zamacola} - 0.7 * Q_{regulado}^{Pañe})}{3}$$

$$Q_{natural}^{Imata} = Q_{medido}^{Imata} - (0.7 * Q_{regulado}^{Pañe} + Q_{propio}^{PampaImataColca})$$

$$Q_{natural}^{DiqEsp} = Q_{medido}^{DiqEsp} + Q_{propio}^{PampaImataColca}$$

Periodo 1965 - 1983, enero a marzo:

Se emplean las ecuaciones anteriores, sustituyendo en las dos primeras los factores 2/3 y 1/3, por 4/5 y 1/5 respectivamente.

Periodo 1984 – 2000 :

Se emplean ecuaciones semejantes al periodo 65-83, sustituyendo $0.7 * Q_{regulado}^{Pañe}$ por $Q_{medido}^{Jancolacaya}$, haciendo las distinciones pertinentes para los periodos abril a diciembre, y enero a marzo.

En los Cuadros N° 4,20 y 4,21 se presenta para la estación Imata – Sumbay (río Sumbay) y Dique Los Españoles (río Colca), los caudales medios mensuales naturalizados y completados para el período 1964 – 2000.

C.- Naturalización de caudales medios mensuales, en Bamputañe

Hasta antes de 1965 – refiere el INADE - la estación hidrométrica Bamputañe medía sus caudales naturales.

Al empezar en 1965 a funcionar el Embalse El Pañe, la estación registra sus aportes propios más los provenientes de este embalse que se derivan al sistema Chili. Debido a la corta longitud del tramo Pañe-Bamputañe, 5 km, no merece hacer correcciones por pérdidas por filtraciones.

Por tanto, para la naturalización de descargas de Bamputañe en el periodo 1965 -2000 debe emplearse la expresión siguiente :

$$Q_{natural}^{Bamputañe} = Q_{medido}^{Bamputañe} - Q_{regulado}^{Pañe}$$



En el Cuadro N° 4,22 se presenta para el río Bamputañe, estación Bamputañe, los caudales medios mensuales naturalizados y completados para el período 1964 – 2000.

D.- Naturalización de caudales medios mensuales, en Aguada Blanca

Refiere el INADE que la serie de caudales Aguada Blanca registra variedad de condiciones de funcionamiento hidráulico.

Hasta abril de 1964, la estación Aguada Blanca registraba los caudales de la cuenca más los aportados por el canal Zamácola, de los cuales una fracción (el aporte de drenaje de la Pampa de Imata-Sumbay) es aporte del río Chili.

Por ello, desde 1946 a abril de 1964, la naturalización de caudales de la serie de caudales Aguada Blanca puede hacerse con la siguiente expresión :

$$Q_{\text{natural}} \text{ Aguada Bla} = Q_{\text{medido}} \text{ Aguada Bla} - Q_{\text{aporte neto}} \text{ Colca}$$

en donde:

$$Q_{\text{aporte neto}} \text{ Colca} = Q_{\text{medido}} \text{ Zamácola} - Q_{\text{propio}} \text{ PampaImataSumbay}$$

Para el periodo mayo 1964 a diciembre de 1970, cuando el Embalse El Fraile ya regula sus propios recursos, y aún no funcionaba el embalse Aguada Blanca, la expresión para naturalizar los caudales es :

$$Q_{\text{natural}} \text{ Aguada Bla} = Q_{\text{medido}} \text{ Aguada Bla} - Q_{\text{regulado}} \text{ Fraile} + Q_{\text{natural}} \text{ Fraile} - Q_{\text{aporte neto}} \text{ Colca}$$

Cuando el sistema alcanza su configuración actual, a partir de enero 1971, con el embalse Aguada Blanca funcionando, se debe emplear para el periodo 1971 a 2000 la siguiente expresión :

$$Q_{\text{natural}} \text{ Aguada Bla} = Q_{\text{nat}} \text{ Aguada Bla} - Q_{\text{regulado}} \text{ Fraile} + Q_{\text{natural}} \text{ Fraile} - Q_{\text{aporte neto}} \text{ Colca}$$

En donde Q_{nat} Aguada Bla representa la naturalización del embalse Aguada Blanca, suponiendo que no tiene aguas arriba perturbaciones tales como derivaciones, trasvases u otras regulaciones, es decir que puede ser calculado con la expresión presentada en 4,4,1.

En el Cuadro N° 4,23 se presenta para el río Chili, en Aguada Blanca, los caudales medios mensuales naturalizados y completados para el período 1964 – 2000.

E.- Completación de caudales medios mensuales, en Antasalla

Para la estación Antasalla, río Anchaparra (recursos derivados hacia el canal Antasalla), los caudales medios mensuales del período 1964 – 1995 presentados por el INADE, fueron completados por una relación de caudales medios para el mismo período de la estación Dique de los Españoles (río Colca), empleando un factor de ajuste de 4,56.

En el Cuadro N° 4,24 se presenta para el río Anchaparra, estación Antasalla, los caudales medios mensuales completados para el período 1964 – 2000.



F.- Resumen de la naturalización de caudales medios mensuales completados

En el Cuadro N° 4,25 se presenta el resumen de los caudales medios anuales promedio naturalizados y completados, en el período 1964 – 2000, para la subcuenca del Alto Colca y cuenca del río Chili, respectivamente.

G.- Control de calidad de los caudales naturalizados

En un primer control de calidad, el INADE indica que se deben cumplir lo siguiente :

- .* Los caudales naturalizados de Aguada Blanca deben ser mayores que sus homólogos del Fraile e Imata, y que la suma de éstos :

$$Q_{\text{natural Aguada Blanca}} > Q_{\text{natural Fraile}}$$

$$11,116 > 3,115$$

$$Q_{\text{natural Aguada Blanca}} >> Q_{\text{natural Imata}}$$

$$11,116 > 2,146$$

$$Q_{\text{natural Aguada Blanca}} > Q_{\text{natural Fraile}} + Q_{\text{natural Imata}}$$

$$11,116 > 5,261$$

- .* A cuencas vecinas, y con precipitación semejante, le debe corresponder mayores caudales a la cuenca de mayor área :

$$Q_{\text{natural Pañe}} > Q_{\text{natural Bamputañe}}$$

$$2,513 > 1,081$$

$$Q_{\text{natural Dique Los Españoles}} > Q_{\text{natural Antasalla}}$$

$$1,552 > 0,341$$

Teniendo la escorrentía relación directa con la precipitación, se procedió a efectuar el análisis de doble masa entre la escorrentía y la precipitación de la estación correspondiente a cada estación hidrométrica (propia o cercana).

En el Cuadro N° 4,26, y para el período 1964 – 2000, en la subcuenca del Alto Colca y cuenca del río Chili, se presentan los respectivos valores de precipitación total anual (completada y corregida) y caudales medios anuales (completados), y los totales acumulados, para el análisis de doble masa siguientes :

- 1.- Precipitación El Pañe y Caudales El Pañe y Bamputañe (Gráfico N° 4,1),
- 2.- Precipitación Imata y Caudales Imata – Sumbay (Gráfico N° 4,2)



3.- Precipitación Imata y Caudales Dique Los Españoles y Antasalla (Gráfico N° 4,3),

4.- Precipitación Imata y Caudales Aguada Blanca y El Fraile (Gráfico N° 4,4).

Los gráficos de doble masa muestran aparentes desviaciones o quiebres en Bamputañe, Dique de Los Españoles y Aguada Blanca, por lo que se procedió a realizar las pruebas estadísticas de “t” y “f” respectivas.

Las pruebas de “t” y “f” muestran para Bamputañe (Cuadro N° 4,27) no homogeneidad en la media y homogeneidad en la desviación standard, procediéndose a su corrección (Cuadro N° 4,27 y Gráfico N° 4,5).

Para Dique de Los Españoles, las pruebas de “t” y “f” (Cuadro N° 4,28), indican homogeneidad en la media y no homogeneidad en la desviación standard, por lo que se hizo la corrección correspondiente (Cuadro N° 4,28 y Gráfico N° 4,6).

En Aguada Blanca, las pruebas de “t” y “f” (Cuadro N° 4,29), reportan homogeneidad en la media y no homogeneidad en la desviación standard, corrigiéndose el período “dudoso” (Cuadro N° 4,29 y Gráfico N° 4,7).

Finalmente - para la subcuenca del Alto Colca y cuenca del río Chili - en el Cuadro N° 4,30 y Gráficos N° 4,8 a 4,14, se presentan los caudales medios anuales completados y corregidos, para el período 1964 – 2000, como recursos hídricos evaluados en el Sistema Chili Regulado, a partir de la cual se obtendría la disponibilidad hídrica para efectos del balance hídrico.

Apréciense en los gráficos indicados, la alternancia de “paquetes de años secos y húmedos”.

H.- Resumen de la naturalización de caudales medios anuales y mensuales completados y/o corregidos

En el Cuadro N° 4,31 se muestra el resumen de los recursos evaluados, en términos de caudales medios anuales promedio naturalizados, completados y/o corregidos, en el período 1964 – 2000, para la sub cuenca del Alto Colca y cuenca del río Chili, respectivamente, para las subcuencas sin información hidrométrica de Blanquillo y Colca - Jancolacaya, se generaron caudales a partir de los registros de Bamputañe por relación de áreas (multiplicando por los factores : 0,4122 y 0,7535).

Los caudales medios mensuales naturalizados y completados para los ríos Negrillo (El Pañe), Blanco (El Fraile), Sumbay (Imata) y Anchaparra (Antasalla), se presentan en los Cuadros N° 4,18, 4,19, 4,20 y 4,24, respectivamente.

Los caudales medios mensuales naturalizados, completados y corregidos para los ríos Bamputañe, Colca (Dique de Los Españoles) y Chili (Aguada Blanca) se muestran en los Cuadros N° 4,31 – A, D y E.

Finalmente, en los Cuadros N° 4,31 – B y C, se reportan los caudales medios mensuales generados para los ríos Blanquillo y Colca (Jancolacaya).



4.2.4.- Disponibilidad hídrica

La disponibilidad hídrica anual total de los recursos evaluados en la subcuenca del Alto Colca y cuenca del río Chili, para el período 1964 – 2000, se expresa como la persistencia en el tiempo, y es graficada en la curva de duración.

A.- Disponibilidad hídrica de los recursos evaluados

En el Cuadro N° 4,32 se presenta para las 7 fuentes hídricas con información hidrométrica, la determinación de la disponibilidad hídrica por el Método de Weibull, ver los Gráficos N° 4,15 a 4,21, respectivamente.

En el Cuadro N° 4,33 – A, se resume la disponibilidad hídrica total promedio mensual de los recursos evaluados - en m^3/s – para el Alto Colca y el Chili, período 1964 – 2000.

En el Cuadro N° 4,33 – B, Sección 1, se muestra la disponibilidad anual, y referencialmente en la Sección 2, los valores característicos de los recursos hídricos evaluados por INADE (2001), período 1951 – 1995 de las series de valores mensuales

B.- Disponibilidad hídrica teóricamente disponible

Sin embargo, no todos los recursos hídricos evaluados se encontrarían por completo en disposición; se diferencia entonces una oferta hídrica teóricamente disponible :

Para el Alto Colca en el río Negrillo (El Pañe) y río Colca (Dique de Los Españoles) se asumen los caudales medios mensuales, y para las pequeñas cuencas tributarias de los ríos Bamputañe, Blanquillo, y Anchaparra (Antasalla), los caudales al 75% de persistencia.

En el Chili los caudales medios mensuales netos del río Blanco (El Fraile), río Sumbay (Imata – Sumbay) y río Chili (Aguada Blanca), respectivamente.

En el Cuadro N° 4,33 – C, se muestra para el período 1964 – 2000, la oferta hídrica mensual teóricamente disponible : Alto Colca : $6,110 m^3/s$, Chili : $9,925 m^3/s$, total en el Sistema Chili Regulado : $16,035 m^3/s$ (en volumen : 507 MMC).

En el Cuadro N° 4,33 – D, Sección 1, se resume la disponibilidad obtenida a nivel anual, y a modo de comparación, los caudales teóricamente disponibles, sin modificar la configuración actual, del INADE, 2001 (Referencia Bibliográfica N° 4) para el período 1951 – 1995.



4.2.5.- Definición de Año Normal, Húmedo y Seco

En el presente Estudio Hidrológico, para el Sistema Hidráulico Chili Regulado, período 1964 - 2000, se asumió en volumen la siguiente premisa :

Años Normales : valores comprendidos entre el Total Anual Promedio (TAP) del período más la Desviación Standard (Dsv.Std.), y el TAP menos la Dsv. Std.

Años Húmedos : valores iguales o mayores que el TAP más la Dsv. Std.,

Años Secos : valores iguales o menores que el TAP menos la Dsv. Std..

De la disponibilidad hídrica teóricamente disponible expresada en volumen anual para el Sistema Chili Regulado (Cuadro N° 4,33 – E y Gráfico N° 4,22), se tiene :

Total Anual Promedio (TAP) = 507 MMC

Desviación Standard (Dsv. Std) = 148 MMC.

Entonces :

Años Normales : entre 359 – 655 MMC;

Años Húmedos : \exists 655 MMC;

Años Secos : # 359 MMC.



4.3.- Generación de caudales medios mensuales en la Cuenca río Yura

4.3.1.- Generalidades

No disponiéndose - para efectos del balance hídrico - de registros hidrométricos en la cuenca del río Yura, se procedió a la generación de caudales medios mensuales, mediante el modelo precipitación escorrentía de Lutz Schultz, basado en el Balance Hídrico de Fisher, que integra además las características geomorfológicas de las cuencas de interés.

El marco teórico del modelo se presenta en el Anexo – Capítulo 4.

Una de las exigencias en el uso del modelo es la calibración en base a registros hidrométricos (Manual de Uso, Referencia Bibliográfica N° 5); entonces se optó por calibrarlo para la cuenca del río Chili (desde sus nacientes hasta Aguada Blanca), en base a los caudales medios mensuales naturalizados (período 1964 – 2000).

Calibrado para el Chili, se procedió a generar caudales para la cuenca del Yura.

4.3.2.- La precipitación total anual y mensual en la cuenca del río Chili – Aguada Blanca

Por el método de los Polígonos de Thiessen, se determinó una precipitación total anual promedio en la cuenca del río Chili – Aguada Blanca de 419,40 mm (1964 – 2000); el procedimiento de cálculo – anual y mensual – se presenta en el Cuadro N° 4,34.

4.3.3.- Relación precipitación - escorrentía

El caudal medio naturalizado anual para el período 1964 – 2000 en la cuenca del río Chili – Aguada Blanca (3 894,9 km²) es de $Q = 9,925 \text{ m}^3/\text{s}$ (Cuadro N° 4,30), equivalente en lámina a $Q = 80,36 \text{ mm}$.

El coeficiente de escurrimiento (o de escorrentía) C, numéricamente es el resultado de dividir la escorrentía entre la precipitación, ambos en mm; así para la cuenca del río Chili – Aguada Blanca se tendría :

$$C = Q / P$$

$$C = 80,36 / 417,93$$

$$C = 0,192$$

AUTODEMA (Referencia Bibliográfica N° 4), reporta en la cuenca del río Chili – Aguada Blanca, para el período 1964 – 1995 un coeficiente de escorrentía de $C = 0,207$ (para : $A = 3 894,9 \text{ km}^2$, $Q = 10,688 \text{ m}^3/\text{s}$ y una precipitación media anual de 417,95 mm).



4.3.4.- Parámetros del modelo de balance hídrico para el año promedio

Se calcularon para la cuenca del río Chili – Aguada Blanca, los siguientes parámetros : precipitación efectiva (PE), la retención o abastecimiento hídrico (L), el coeficiente de agotamiento (a), la contribución mensual del gasto o gasto de la retención (Gi) y el gasto de retención o abastecimiento de la cuenca (A).

A.- Precipitación efectiva

Para la obtención de la precipitación efectiva (PE), se ajustó por interpolación (Gráfico N° 1 del Anexo), la curva correspondiente al coeficiente de escorrentía $C = 0,192$, en coincidencia con los coeficientes $a_0 - a_5$ (de la ecuación 3 y Cuadro N° 1 del Anexo).

Por sucesivas aproximaciones, el mejor ajuste se obtuvo con $C = 0,276$.

En el Cuadro N° 4,35 se presenta la determinación de los parámetros característicos para la cuenca del río Chili – Aguada Blanca y del coeficiente de escorrentía.

B.- Cálculo del almacenamiento hídrico (L)

A partir de información disponible, se obtuvo para la cuenca del río Chili las características geomorfológicas requeridas para el cálculo del almacenamiento hídrico (L) o retención :

$$L = 0,001 * V_T / A$$

Donde :

L	=	lámina sobre toda la cuenca	(mm/año)
V_T	=	Volumen de almacenamiento total	(10^6 m ³ /año)
A	=	Area de la cuenca	(km ²)

Calculando el almacenamiento total (V_T) :

$$V_T = V_A + V_N + V_L$$

Donde :

V_T	=	almacenamiento total	(10^6 m ³ /año)
V_A	=	almacenamiento por acuíferos	(10^6 m ³ /año)
V_N	=	almacenamiento por nevados	(10^6 m ³ /año)
V_L	=	almacenamiento por lagunas	(10^6 m ³ /año)



* De AUTODEMA (Referencia Bibliográfica N° 4), Cuadro N° 2,12,3 :

Area de cuenca Chili – Aguada Blanca	=	3 894,9 km ²
Area de nevados	=	8,1 km ²
Area de lagunas	=	4,9 km ²

* De la cartografía del IGN, a escala 1/100 000 (Hojas : Arequipa : 33-s; Characato : 33 – t; Callalli : 32 – t; y Lagunillas : 32 – u), se identificaron las siguientes Pampas : Laturani, Yantarhuana, Kutypampa, Cañaguas, Chococollo, Amayne, Yuractorreo, Negra Apacheta, Huarauma, Pucapampa, Huarahuma, Jatun Chocollo, Irullallahuy, Chocopampa, Torapampa, Exapalca, Yuracc Mocco, entre otras, que hacen - entre las cotas 4 000 y 4 2000 m.s.n.m. – para las subcuencas Alto Chili (257,24 km²) y El Fraile (220,79 km²), un área total aproximada de :

Area de acuíferos potenciales	=	478,03 km ²
Pendiente aproximada, (Pampas Kutypampa y Yantarhuana)	I =	5 %

* Entonces, las láminas específicas serían :

Lámina específica de acuíferos, L_A (mm/año) :

$$L_A = - 7,50 * I + 315$$

$$L_A = - 7,50 * 5 + 315$$

$$L_A = 277,5 \text{ mm / año}$$

Lámina específica de nevados y lagunas, L_N = L_L = 500 mm/año

El almacenamiento hídrico total, V_T, para la cuenca del río Chili – Aguada Blanca, sería el la sumatoria del producto de las láminas específicas por el área respectiva de cada tipo de almacenamiento :

$$V_T = V_A + V_N + V_L$$

ALMACENAMIENTO		AREA (km ²)	LAMINA (mm/año)		VOLUMEN (10 ⁶ m ³ /año)	
1.-	Acuíferos	478,03	L _A	277,5	V _A	132,65
2.-	Lagunas	8,10	L _L	500,0	V _L	4,05
3.-	Nevados	4,90	L _L	500,0	V _L	2,45
TOTAL					V_T	139,15

La lámina sobre toda la cuenca L :

$$L = 0,001 * V_T / A$$



Donde :

L	=	lámina sobre toda la cuenca	(mm/año)
V _T	=	Volumen de almacenamiento total	(10 ⁶ m ³ /año)
A	=	Area de la cuenca	(km ²)

Reemplazando para la cuenca del Chili – Aguada Blanca :

V _T	=	139,15 * 10 ⁶ m ³ /año
A	=	3 894,9 km ²

$$L = 0,001 * 139,15 / 3 894,6$$

$$L = 35,7 \text{ mm/año}$$

C.- Cálculo del coeficiente de agotamiento promedio

.* Los caudales medios mensuales naturalizados promedio del río Chili – Aguada Blanca, se emplearon en la ecuación 17 del Anexo :

$$a = - \text{Ln} (Q_t / Q_o) / T$$

Donde :

a	=	Coeficiente de agotamiento
Q _t	=	Retención mensual del último mes seco
Q _o	=	Retención del primer mes seco
T	=	Tiempo en días del período seco.

Para la cuenca del río Chili – Aguada Blanca del Cuadro N° 4,35 :

Q _t (diciembre)	=	0,08
Q _o (abril)	=	3,83
T (abril - diciembre)	=	275

$$a = - \text{Ln} (0,08 / 3,83) / 275$$

$$a = 0,014171$$



La relación entre el caudal del mes t y del mes $t - 1$ es igual a bo ; en la fórmula 8 :

$$bo = e^{-a * t}$$

Donde :

bo = Relación entre la descarga del mes actual y del mes anterior

a = Coeficiente de agotamiento

t = Tiempo

Reemplazando valores :

$$a = 0,014171; \quad t = 30 \text{ (abril)}$$

$$bo = 2,7183^{-0,014171 * 30}$$

$$bo = 0,6537$$

* Se calcula el **coeficiente de agotamiento**, empleando la fórmula 15 del Anexo de agotamiento mediano por retención mediana :

$$a = - 0,00252 * \text{Ln } A + 0,026$$

Para la cuenca del río Chili – Aguada Blanca :

$$A = 3\,894,9 \text{ km}^2$$

Reemplazando :

$$a = - 0,00252 * \text{Ln } (3\,894,9) + 0,026$$

$$a = \mathbf{0,005166}$$

* Cálculo a nivel mensual; con la fórmula 8 del Anexo :

$$bo = e^{-a * t}$$

MES	t	bo
Abril	30	0,856
Mayo	60	0,733
Junio	90	0,628
Julio	120	0,538
Agosto	150	0,461
Setiembre	180	0,395
Octubre	210	0,338
Noviembre	240	0,289
Diciembre	270	0,248
Total	270	4,487



D.- Cálculo de la contribución mensual del gasto o gasto de retención (Gi)

A partir de la fórmula 11 del Anexo :

$$Gi = R * b_o^i / \Sigma b_o^i$$

La sumatoria Σ varía desde $i = 1$ a $i = m$.

MES	bo	Gi Teórico	Gi Obtenido
Abril	0,856	6,014	3,831
Mayo	0,733	5,150	3,508
Junio	0,628	4,411	3,999
Julio	0,538	3,778	5,086
Agosto	0,461	3,235	4,818
Setiembre	0,395	2,771	4,076
Octubre	0,338	2,373	3,538
Noviembre	0,289	2,032	2,568
Diciembre	0,248	1,741	0,080
Total	4,487	31,505	31,505

En el análisis de regresión (polinómica de grado 2) de los valores teóricos y obtenidos de la contribución mensual del gasto, se obtuvo un valor de $r = 0,851$, aceptable.

E.- Cálculo de la retención o abastecimiento de la cuenca (Ai)

A partir de la fórmula 18 del Anexo, se calcula el abastecimiento Ai :

$$Ai = ai * (R / 100)$$

Donde :

Ai = Abastecimiento mensual, déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)

ai = Coeficiente de abastecimiento (mm/mes)

R = Retención de la cuenca (mm/año)

MES	Bo	Ai Obtenido	Ai Teórico
Enero	56,659	17,851	17,851
Febrero	33,604	10,587	10,587
Marzo	12,259	3,862	3,862
Total	102,522	32,300	32,300

En el Cuadro N° 4,36 se muestran los caudales históricos y teóricos obtenidos; el análisis de regresión de ambos, presenta un coeficiente de correlación de $r = 0.999$, demostrando la validez de la calibración del modelo matemático a emplear.



F.- Diseño del modelo matemático para la generación de caudales

El modelo hidrológico del balance hídrico de Fisher, permite determinar los caudales medios mensuales para el año promedio.

El método para la generación de caudales toma como base el año promedio, y es una combinación de un proceso markoviano de primer orden con una variable de impulso que es la precipitación efectiva (PE).

La ecuación general (22 del Anexo) para la generación de caudales es :

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

Donde :

Q = caudal del mes t

Q_{t-1} = caudal del mes anterior

PE_t = precipitación efectiva del mes t

ε = valor aleatorio

S = desviación standard

r = coeficiente de regresión

B₁ = factor constante = caudal básico

Se calculan los parámetros B₁, B₂, B₃, r, y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión múltiple con Q_t como valor dependiente y Q_{t-1} y PE_t como valores independientes.

ε = valor aleatorio utilizado para generar precipitaciones

$$-1 \quad \# \quad \varepsilon \quad \# \quad 1$$

En el Cuadro N° 4,37 se presenta el cálculo y valores respectivos de los coeficientes del modelo para el año promedio en la cuenca del río Chili – Aguada Blanca.

Resumiendo se tiene los coeficientes productos de la calibración, para ser utilizados en la generación de caudales en la cuenca del río Yura :

$$B_1 = 2,454429; \quad B_2 = 0,373314; \quad B_3 = 0,255289$$

$$S = 1,344252; \quad r^2 = 0,87654$$



4.3.5.- Generación de caudales medios mensuales en la cuenca del río Yura

Los parámetros del modelo de balance hídrico obtenidos en la calibración para la cuenca del río Chili (item 4,5,4), se utilizaron para la generación de caudales en la cuenca vecina del río Yura, a partir de la precipitación, teniendo como punto de interés la estación La Calera (área de cuenca : 1 100 km²), y teniendo en cuenta un valor del coeficiente de escorrentía para la cuenca del Yura de $C = 0,45$ (AUTODEMA), en el cálculo de la precipitación efectiva.

En el Cuadro N°4,38 se presenta la precipitación total mensual y anual promedio en la cuenca del río Yura, para el período 1964 - 2000, obtenida por el método de los polígonos de Thiessen (total anual : 220,46 mm), a partir de las estaciones Huanta, La Calera, Pampa de Arrieros y Sumbay; en el Cuadro N° 4,39 – y por el mismo método - se presenta el detalle de la precipitación mensual por año.

En el Cuadro N° 4,40 se presenta el resumen de los caudales medios mensuales (m³/s), generados para la cuenca del río Yura, hasta la estación Calera.

Para el período 1964 – 2000 se obtuvo un caudal medio anual promedio de 2,76 m³/s; el detalle para cada uno de los 37 años se muestra en los Cuadros N° 4,41 a 4,77, respectivamente.

4.3.6.- Disponibilidad hídrica mensual en la cuenca del río Yura

La disponibilidad hídrica, como se ha indicado, se expresa como la persistencia de caudales en el tiempo.

Los caudales medios mensuales generados para el río Yura, en la estación La Calera, período 1964 – 2000 (Cuadro N 248 4,40), se ordenaron de manera descendente, y se estableció su persistencia por el método de Weibull, la misma que se muestra en el Cuadro N° 4,78, en el que se destaca la disponibilidad hídrica mensual al 75%, para efectos del balance hídrico.



4.4.- Inventario de Manantiales en la Cuenca del Río Chili

En el contexto del Proyecto de Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili, se efectuó durante los meses de julio y agosto de 2002, el Inventario de Fuentes de Agua Superficiales, en el ámbito de la Cuenca del Río Chili,; de esta actividad, se destaca el inventario y aforo de manantiales (realizada por el Ing° Javier Segovia Gamio, con información base del estudio efectuado por AUTODEMA), y que se incluye en el presente estudio hidrológico.

El inventario sumó un total de 152 manantiales, distribuidos - en 7 subcuencas : Yarabamba, Mollebaya, Andamayo, Salinas, Yura, Chili Alta y Chili Media (ver Cuadros N° 4,79 – 4,85); la distribución y valores extremos de caudales aforados por el método volumétrico, es la siguiente :

CUENCA RIO CHILI INVENTARIO DE MANANTIALES

SUB CUENCA	CUADRO N°	SUB TOTAL DE MANANTIALES	CAUDALES	
			MIN	MAX
			(l/s)	
1.- Yarabamba	4,79	46	0,05	239,55
2.- Mollebaya	4,80	14	0,20	56,30
3.- Andamayo	4,81	47	0,10	253,11
4.- Salinas	4,82	11	5,00	98,95
5.- Chili Baja	4,83	18	0,50	200,00
6.- Chili Media	4,84	4	4,00	295,33
7.- Yura	4,85	12	0,30	60,00
TOTAL		152		

Los usos a los que se destinan los recursos hídricos de los manantiales en la Cuenca del Chili son de tipo poblacional, agrícola y pecuario, minero e industrial; se inventariaron también manantiales sin uso.

Destacan por su caudal, según el aforo, los manantiales de Totorani (239,55 l/s) y La Rinconada 1 (253,11 l/s), localizados en las subcuencas de Yarambamba y Andamayo, respectivamente, en el sector oriental.

Aforos menores que 1 l/s, no son significativos para su aprovechamiento.



CUADRO N° 4,1

**SUBCUENCA DEL ALTO COLCA Y CUENCA DEL RIO CHILI
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS**

Orden	Nombre	Tipo	Sistema Hidrográfico	Cuenca	Ubicación		Coordenadas		Altitud (msnm)	Entidad
					Dpto.	Prov.	Lat S.	Long. O		
1	Embalse El Pañe	LM	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°25'	71°04'	4 581	MINAG - INADE
2	Canal El Pañe	LG	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°25'	71°04'	4 524	MINAG - INADE
3	Bamputañe	LM	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°28'	71°04'	4 527	SENAMHI
4	Canal Jancolacaya	LG	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°44'	71°44'	4 440	MINAG - INADE
5	Embalse Dique Españoles	LG	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°46'	71°06'	4 410	SENAMHI
6	Canal Antasalla	LM	Pacífico	Colca	Arequipa	Caylloma	15°43'	71°06'	4 450	MINAG - INADE
7	Canal Zamácola	LG	Pacífico	Chili	Arequipa	Caylloma	15°49'	71°06'	4 410	MINAG - INADE
8	Imata - Sumbay	LG	Pacífico	Chili	Arequipa	Caylloma	15°49'	71°06'	4 405	SENAMHI
9	El Fraile	LM	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°09'	71°22'	3 960	MINAG - INADE
10	Aguada Blanca	LM	Pacífico	Chili	Arequipa	Arequipa	16°15'	71°20'	3 640	MINAG - INADE

FUENTE : Cuadro N° 2,12,1, INADE (Referencia Bibliográfica N° 4)



CUADRO N° 4,2

RIO NEGRILLO
CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS NO REGULADOS
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1950									0,000	0,000	1,638	3,264	
2 1951	6,878	20,787	8,034	2,326	0,757	0,158	0,007	0,000	0,000	0,000	0,245	0,784	3,331
3 1952	6,964	12,174	3,228	1,780	0,197	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,152	2,042
4 1953	3,675	11,203	12,202	3,651	0,680	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	1,286	2,786	2,960
5 1954	7,859	15,588	12,764	1,465	0,508	0,287	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,208
6 1955	6,842	12,809	17,610	2,770	0,781	0,333	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,878	3,504
7 1956	8,239	9,152	1,787	0,598	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,651
8 1957	0,000	11,407	8,430	3,445	0,752	0,243	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,025
9 1958	2,644	13,771	12,957	1,465	0,507	0,286	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,637
10 1959	0,000	5,235	15,565	3,047	0,516	0,178	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	3,217	2,315
11 1960	15,055	12,555	1,346	2,905	0,691	0,000	0,000	0,000	0,000	0,958	1,210	1,315	3,003
12 1961	7,217	10,571	7,285	5,390	0,500	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,127	6,272	3,116
13 1962	13,587	13,653	9,683	3,950	0,640	0,149	0,145	0,390	0,000	0,000	0,000	1,847	3,670
14 1963	11,277	17,632	13,116	4,830	9,625	0,171	0,191	0,453	0,308	0,000	0,060	3,853	5,126
15 1964	2,273	5,028	4,717	1,700	0,702	0,243	0,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,180	1,259
Media	6,608	12,255	9,195	2,809	1,206	0,152	0,051	0,060	0,021	0,064	0,304	1,637	2,846
DesvStd	4,617	4,236	5,119	1,366	2,433	0,118	0,086	0,154	0,080	0,247	0,566	1,878	0,976
Mínimo	0,000	5,028	1,346	0,598	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,259
Máximo	15,055	20,787	17,610	5,390	9,625	0,333	0,270	0,453	0,308	0,958	1,638	6,272	5,126

Fuente : INRENA, 1997



o

CUADRO N° 4,3
RIO NEGRILLO
RESERVORIO EL PANE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS REGULADOS DE SALIDA TOTALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964													
2 1965													
3 1966													
4 1967													
5 1968													
6 1969	2,020	0,777	0,000	2,861	0,706	0,000	0,000	2,020	4,745	4,727	5,418	3,077	2,196
7 1970	0,534	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,481	2,075	2,992	4,820	4,728	4,871	1,875
8 1971	3,708	0,000	2,467	3,607	5,610	5,766	5,244	5,464	5,951	5,260	0,117	0,000	3,600
9 1972	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,810	5,320	5,262	0,949
10 1973	2,828	1,445	1,775	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,726	3,653	7,407	1,570
11 1974	0,939	0,000	0,710	5,500	5,581	3,733	0,000	0,000	3,783	6,000	6,000	6,042	3,191
12 1975	2,613	0,000	2,256	2,948	4,999	4,400	3,871	1,548	0,000	0,000	3,600	4,677	2,576
13 1976	1,548	0,759	0,000	4,783	3,000	6,070	6,006	6,000	4,200	0,000	1,715	5,290	3,281
14 1977	2,797	0,725	0,000	0,467	0,774	0,000	0,000	0,000	0,850	5,002	5,642	4,848	1,759
15 1978	0,490	0,000	0,000	0,633	1,355	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,537	3,824	0,903
16 1979	0,901	1,854	0,761	0,583	0,000	0,000	0,000	0,000	3,760	5,982	4,403	3,641	1,824
17 1980	4,204	3,468	0,842	0,543	0,000	0,000	0,000	1,819	2,239	3,906	3,018	4,855	2,075
18 1981	1,368	0,000	0,000	0,000	0,000	5,031	5,094	5,272	4,926	5,319	5,411	4,687	3,092
19 1982	0,135	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,520	5,484	5,009	3,316	3,873	1,861
20 1983	5,406	3,914	4,305	1,480	1,433	0,268	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,401
21 1984	0,000	0,000	1,362	5,385	5,063	5,085	5,127	5,159	5,033	0,497	0,000	0,000	2,726
22 1985	0,437	0,594	0,297	0,604	2,542	0,506	5,194	5,010	4,549	4,279	3,838	2,607	2,538
23 1986	0,000	0,143	4,350	3,237	3,591	3,786	3,764	4,271	4,856	1,288	0,627	1,394	2,609
24 1987	0,516	0,000	1,230	5,767	1,844	2,343	5,047	0,510	0,000	0,000	0,000	4,646	1,825
25 1988	2,305	0,000	0,000	1,364	5,465	1,248	2,020	6,102	4,276	5,964	6,083	1,183	3,001
26 1989	3,257	2,035	0,128	0,000	0,840	3,294	5,068	5,381	5,264	2,597	4,296	3,907	3,006
27 1990	0,811	0,654	0,782	0,206	0,541	3,963	2,859	0,682	0,124	0,000	0,000	0,000	0,885
28 1991	0,000	0,000	0,000	0,000	2,910	4,915	5,124	3,882	4,225	4,297	4,120	1,077	2,546
29 1992	2,532	3,296	2,297	0,853	0,000	2,092	0,961	0,265	0,090	0,000	0,000	0,000	1,032
30 1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,109	3,999	5,034	4,832	4,737	4,384	1,334	2,036
31 1994	0,343	0,994	6,258	3,020	3,400	4,007	4,962	4,930	4,885	4,531	4,036	2,777	3,679
32 1995	0,216	0,000	0,000	0,000	4,519	5,034	4,883	5,076	5,120	4,848	1,556	0,000	2,604
33 1996	0,903	0,000	0,000	0,000	0,000	3,963	4,742	5,009	4,938	4,667	0,673	0,000	2,075
34 1997	0,304	0,000	0,000	0,255	0,000	4,448	5,221	4,954	4,735	2,490	2,768	3,147	2,360
35 1998	0,721	0,000	0,000	2,331	0,145	0,000	0,000	4,953	5,410	5,628	5,847	5,716	2,563
36 1999	4,810	0,000	0,000	5,617	1,974	0,000	0,000	0,000	1,425	4,361	4,782	4,425	2,283
37 2000	0,461	4,362	4,149	2,260	4,939	4,966	0,968	0,000	3,129	3,906	5,049	5,013	3,267
38 2001	0,880	0,000	8,298	6,733	0,706	0,021	0,000	0,362	2,650	5,314	5,317	5,300	2,965
Media	1,454	0,758	1,281	1,850	1,877	2,274	2,504	2,736	3,166	3,272	3,341	3,178	2,308
Desv Std	1,513	1,268	2,047	2,135	2,045	2,252	2,351	2,390	2,122	2,227	2,110	2,192	0,771
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,885
Máximo	5,406	4,362	8,298	6,733	5,610	6,070	6,006	6,102	5,951	6,000	6,083	7,407	3,679

Fuente 1969 - 1973 : ATDR -Chili; 1974 - 1996 Base Hidrometeorológica Chili Regulado;
1997 - 2001 : ATDR - Chili.



CUADRO N° 4.4
RIO NEGRILLO
RESERVORIO EL PAÑE
VOLUMENES EN EL EMBALSE A FIN DE MES
(MMC)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964													
2 1965													
3 1966													
4 1967													
5 1968													
6 1969	33,600	46,760	53,820	55,600	53,500	51,800	51,300	50,400	45,100	34,000	21,400	9,540	506,820
7 1970	27,000	58,020	79,400	85,700	86,580	86,460	78,920	73,520	65,500	53,600	41,700	36,600	773,000
8 1971	38,760	77,460	94,111	82,986	71,860	70,700	44,340	31,500	18,240	6,760	6,200	9,900	552,817
9 1972	48,200	58,460	80,480	88,040	87,920	87,200	86,360	85,340	84,740	82,600	70,820	66,200	926,360
10 1973	76,680	104,385	96,120	94,111	93,441	93,173	92,503	91,560	91,280	87,680	78,680	70,400	1070,013
11 1974	101,528	101,119	98,800	98,534	88,160	80,480	80,000	80,360	73,840	58,100	51,420	48,080	960,421
12 1975	44,740	83,300	102,616	100,167	89,960	78,680	67,600	62,000	60,920	60,400	50,320	46,760	847,463
13 1976	70,220	84,620	102,208	88,520	80,120	63,200	46,400	31,700	23,100	23,780	18,980	6,940	639,788
14 1977	5,000	17,600	42,600	43,900	41,440	40,960	40,240	39,160	36,680	24,900	14,280	5,000	351,760
15 1978	22,700	35,700	39,120	42,200	38,240	37,360	36,840	36,000	35,220	34,340	25,700	26,100	409,520
16 1979	42,400	51,500	70,700	72,640	72,160	71,300	70,340	69,540	59,120	44,500	34,100	29,540	687,840
17 1980	27,180	27,260	42,100	45,700	45,340	44,500	43,800	39,080	34,100	29,120	24,680	14,560	417,420
18 1981	28,840	51,100	82,600	91,000	91,000	78,200	64,820	52,480	41,200	29,060	16,260	8,260	634,820
19 1982	38,040	44,340	59,260	68,200	67,960	67,100	66,200	54,800	42,720	34,500	36,840	32,100	612,060
20 1983	20,520	13,480	5,680	5,200	2,260	2,160	1,960	1,500	0,000	0,000	0,000	0,000	52,760
21 1984	32,600	83,800	104,930	93,709	82,120	70,820	57,600	44,620	32,800	32,800	43,800	64,580	744,179
22 1985	73,360	100,167	101,528	101,528	95,451	95,451	83,160	70,340	59,820	48,600	42,500	44,340	916,244
23 1986	64,360	95,986	100,983	98,264	90,900	81,840	72,800	62,200	51,200	47,480	45,100	48,400	859,513
24 1987	81,080	85,580	86,580	73,680	67,720	61,400	48,840	46,880	45,460	44,340	44,000	33,100	718,660
25 1988	49,520	71,060	96,121	98,770	87,560	83,500	79,560	63,320	53,200	39,120	26,200	23,580	771,511
26 1989	28,120	36,840	58,160	70,820	69,920	62,200	50,620	38,760	26,520	19,600	9,840	3,200	474,600
27 1990	9,260	12,560	15,480	16,500	15,160	9,300	3,440	1,680	0,560	0,000	7,660	15,160	106,760
28 1991	33,200	49,680	73,120	76,680	71,180	61,520	49,200	40,840	31,780	22,300	13,200	11,600	534,300
29 1992	13,800	14,640	12,680	10,760	10,140	5,260	1,760	1,200	0,760	0,000	0,000	2,200	73,200
30 1993	29,180	36,840	54,300	57,600	58,380	58,020	49,200	38,240	28,240	19,760	15,340	30,700	475,800
31 1994	67,100	101,664	103,841	100,847	95,719	86,580	74,920	62,400	51,100	40,370	32,100	29,900	846,541
32 1995	36,440	49,680	71,180	75,860	64,900	53,200	41,320	29,900	18,860	7,540	4,940	5,560	459,380
33 1996	18,920	41,440	50,160	59,970	60,920	52,000	40,000	28,760	17,160	6,660	5,880	13,860	395,730
34 1997	38,240	71,060	85,340	90,500	90,900	80,400	67,400	55,960	45,840	40,360	36,440	35,220	61,472
35 1998	54,500	77,900	87,700	83,500	81,360	80,360	79,520	67,405	54,060	40,840	28,680	18,920	62,895
36 1999	13,120	46,400	90,800	99,350	96,121	95,317	94,513	93,709	89,360	81,360	68,680	57,500	77,186
37 2000	79,280	106,510	101,670	97,580	84,980	72,320	68,520	67,500	58,840	50,520	36,600	26,440	70,898
38 2001	56,680	93,441	103,569	99,942	98,942	98,130	97,728	95,987	88,489	74,920	60,400	47,800	84,669
Media	42,551	61,526	74,174	74,799	70,676	65,482	58,537	51,777	44,418	36,967	30,689	27,941	520,497
Desv Std	23,556	29,088	28,729	27,103	25,654	24,977	24,968	24,929	24,857	23,726	20,951	20,155	311,234
Mínimo	5,000	12,560	5,680	5,200	2,260	2,160	1,760	1,200	0,000	0,000	0,000	0,000	52,760
Máximo	101,528	106,510	104,930	101,528	98,942	98,130	97,728	95,987	91,280	87,680	78,680	70,400	1070,013

Fuente : 1969 - 1973 : ATDR-Chili; 1974 - 1996 Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1997 - 2001 : ATDR-Chili - INADE.



CUADRO N° 4,5
ESTACION HIDROMETRICA BAMPUTAÑE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964	5,954	8,665	7,733	6,129	4,351	3,207	2,957	0,320	0,011	0,039	0,075	0,298	3,312
2 1965										3,844	3,674	3,508	
3 1966	1,821	5,428	4,097	1,865	2,543	2,387	2,279	2,150	2,730	3,160	3,348	2,303	2,843
4 1967	1,436	2,222	7,458	0,934	0,173	0,104	2,267	2,900	3,350	1,858	3,504	5,131	2,611
5 1968	4,402	5,786	3,757	2,152	2,724	4,872	5,062	5,150	5,140	5,193	4,696	5,626	4,547
6 1969	5,466	3,809	1,387	3,317	0,847	0,000	0,000	1,928	4,714	4,671	5,394	3,424	2,913
7 1970	5,435	7,725	4,356	1,089	0,175	0,008	2,454	1,933	4,617	4,919	4,899	5,207	3,568
8 1971	6,098	10,398	6,043	4,230	6,290	6,270	6,302	6,360	6,209	5,637	0,000	1,540	5,448
9 1972	8,222	2,734	5,615	2,090	0,199	0,025	0,021	0,000	0,000	0,867	5,608	5,694	2,590
10 1973	6,222	7,479	7,230	2,886	0,644	0,014	0,009	0,000	0,006	0,852	3,251		
11 1974							8,081	5,593	0,000	0,000			
12 1975	3,416	1,866	2,390	0,000	4,066	4,048	3,561	1,424	0,000	0,000	3,923	5,347	2,503
13 1976	2,593	1,295	3,328	5,583	2,760	5,584	5,526	5,520	3,888	1,340	2,041	4,920	3,698
14 1977	3,805	2,793	3,244	0,765	0,599	0,154	1,092	0,094	0,782	5,277	5,190	4,460	2,355
15 1978	0,113	0,000	0,000	1,811	1,247	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,174	3,518	0,905
16 1979	1,431	3,424	3,731	2,799	0,000	0,000	0,000	0,094	3,459	5,503	4,051	3,349	2,320
17 1980	4,434	3,788	4,247	1,682	0,000	0,000	0,000	1,354	1,900	2,970	2,997	4,009	2,282
18 1981	4,854	4,012	2,471	1,727	0,550	4,311	4,259	4,481	4,203	4,516	4,796	3,984	3,680
19 1982	5,633	1,746	4,585	2,817	0,000	0,000	0,000	4,070	4,826	4,508	4,677	3,487	3,034
20 1983	4,444	3,999	3,810	1,256	1,218	0,231	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,247
21 1984	4,580	4,364	4,287	5,247	4,866	4,799	4,755	4,803	4,772	0,313	0,000	0,000	3,566
22 1985	1,484	4,834	4,107	4,133	3,688	0,239	4,431	4,927	4,527	4,109	3,828	3,876	3,682
23 1986	3,527	1,438	2,627	3,775	4,056	3,773	3,619	3,813	4,438	1,054	0,546	1,697	2,864
24 1987	1,093	0,482	0,834	4,434	1,471	2,066	3,635	0,309	0,000	0,000	0,000	4,085	1,534
25 1988	4,415	2,542	3,167	2,246	5,268	1,264	1,968	5,525	3,703	5,258	5,258	4,920	3,795
26 1989	3,459	3,789	2,540	1,583	0,748	2,939	4,511	4,789	4,837	2,311	3,820	3,477	3,234
27 1990	2,025	0,089	1,652	1,287	0,223	0,896	0,283	0,000	0,000	0,000	0,000	0,590	0,587
28 1991	2,822	2,099	2,047	0,000	2,820	4,113	4,927	3,517	3,736	3,868	3,882	1,188	2,918
29 1992	2,009	4,193	2,319	0,986	0,971	1,019	0,534	0,000	0,052	0,000	0,000	0,000	1,007
30 1993	2,933	1,552	3,004	0,476	0,000	0,000	4,731	3,792	4,519	5,063	5,491	4,586	3,012
31 1994	3,390	3,653	1,072	4,296	3,264	3,178	4,779	4,614	4,519	4,253	3,968	3,280	3,689
32 1995	1,445	1,970	3,297	0,495	4,189	4,611	4,589	4,542	4,573	4,488	1,275	0,047	2,960
33 1996	3,090	3,962	1,512	2,739	0,025	3,765	4,678	4,712	4,654	4,402	0,495	1,150	2,932
34 1997	3,698	2,188	0,000	0,266	0,000	4,307	4,917	4,865	4,412	2,441	3,101	3,479	2,806
35 1998	3,612	3,497	1,624	3,370	0,243	0,000	0,000	4,493	4,913	5,231	5,396	5,367	3,146
36 1999	5,162	2,563	4,176	5,028	2,043	0,000	0,000	0,000	1,326	4,477	5,084	4,718	2,881
37 2000													
Media	3,722	3,357	3,047	2,405	1,977	2,127	2,520	2,722	3,056	3,017	3,156	3,234	2,857
Desv Std	1,758	2,239	1,668	1,613	2,139	2,203	2,275	2,261	2,114	2,131	2,059	1,864	1,056
Mínima	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,587
Máxima	8,222	10,398	7,230	5,583	8,081	6,270	6,302	6,360	6,209	5,637	5,608	5,694	5,448

Fuente : 1964 - 1996, 1997 - 1999 : ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,6
ESTACION JANCOLACAYA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964													
2 1965													
3 1966													
4 1967													
5 1968													
6 1969													
7 1970													
8 1971													
9 1972													
10 1973													
11 1974													
12 1975													
13 1976													
14 1977													
15 1978													
16 1979													
17 1980													
18 1981													
19 1982													
20 1983													
21 1984													
22 1985	1,113	4,552	3,906	4,163	2,670	3,182	3,184	3,705	3,238	3,053	2,852	2,857	3,206
23 1986	3,195	1,042	0,217	2,148	2,234	2,292	2,161	2,464	1,377	0,584	0,137	0,300	1,513
24 1987	1,071	0,000	0,020	2,336	0,964	1,773	3,112	0,363	0,000	2,592	0,000	3,044	1,273
25 1988	4,152	2,713	2,929	1,675	3,736	0,880	1,140	4,160	2,875	3,890	3,501	0,865	2,710
26 1989	2,650	2,620	2,465	1,573	0,530	1,898	3,166	3,261	3,327	1,987	2,472	1,747	2,308
27 1990	1,731	1,257	1,172	0,348	0,284	2,615	1,915	0,474	0,035	0,036	0,944	0,887	0,975
28 1991	1,952	1,495	2,128	0,325	1,821	3,547	3,636	2,665	3,210	2,894	2,842	1,081	2,300
29 1992	2,821	3,064	2,426	0,998	0,000	1,393	0,799	0,119	0,055	0,000	0,000	0,110	0,982
30 1993	2,939	0,994	2,538	0,609	0,086	0,000	2,598	3,541	3,602	3,731	3,679	3,067	2,282
31 1994	2,705	2,756	0,981	2,932	3,169	2,920	3,063	3,267	3,284	2,970	3,035	2,919	2,833
32 1995	1,732	1,050	2,915	0,499	3,137	3,819	3,793	3,759	3,760	3,799	1,916	0,000	2,515
33 1996	2,241	3,955	1,820	2,629	0,091	2,905	3,850	4,133	4,287	3,962	0,642	1,036	2,629
34 1997	3,225	2,214	0,000	0,209	0,000	3,698	4,456	4,301	4,147	2,263	2,547	3,044	2,509
35 1998	4,148	4,393	2,127	2,793	0,262	0,000	0,000	4,051	4,409	4,764	4,888	4,985	3,068
36 1999	5,022	5,029	6,320	5,581	2,339	0,000	0,000	0,000	1,136	4,129	4,610	4,529	3,225
37 2000													
Media	2,713	2,476	2,131	1,921	1,422	2,061	2,458	2,684	2,583	2,710	2,271	2,031	2,288
Desv Std	1,134	1,515	1,633	1,551	1,358	1,356	1,412	1,614	1,607	1,497	1,617	1,581	0,760
Mínimo	1,071	0,000	0,000	0,209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,975
Máximo	5,022	5,029	6,320	5,581	3,736	3,819	4,456	4,301	4,409	4,764	4,888	4,985	3,225

Fuente 1985 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1997 - 1999 : ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,7
DIQUE DE LOS ESPAÑOLES
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964	1,061	1,774	3,403	3,181	2,143	0,728	0,593	0,504	0,520	0,502	0,514	0,517	1,287
2 1965	0,572	2,005	4,085	3,083	2,082	1,002	0,734	0,588	0,527	0,503	0,508	0,510	1,350
3 1966			0,767	0,511	0,496	0,459	0,497	0,498	0,548	0,649	0,650	0,640	
4 1967	0,475	0,700	1,950	0,689	0,607	0,608	0,586	0,584	0,616	0,622	0,597	0,573	0,717
5 1968	1,697	2,519	1,614	0,611	0,595	0,606	0,627	0,569	0,547	0,583	0,927	0,616	0,959
6 1969	0,768	2,053	0,717	0,751	0,603	0,608	0,700	0,798	0,618	0,594	0,556	0,732	0,792
7 1970	0,935	1,412	1,193	0,680	0,573	0,536	0,576	0,621	0,583	0,564	0,574	0,602	0,738
8 1971	0,834	1,272	0,962	0,672	0,599	0,636	0,621	0,626	0,602	0,615	0,564	0,588	0,716
9 1972	0,834	0,879	2,361	0,912	0,817	0,182	1,230	1,139	0,935	0,504	0,291	0,319	0,867
10 1973	1,539	2,407	1,986	1,537	1,637	1,604						1,000	
11 1974													
12 1975													
13 1976													
14 1977													
15 1978		1,193	0,868	0,952									
16 1979			0,940	0,798	0,670	0,705	0,700		0,568	0,739	0,762	0,775	
17 1980	0,801	0,760	0,837	0,799	0,625	0,663	0,678	0,679	0,672	0,674	0,663	0,626	0,706
18 1981	0,767	2,323	1,272	0,899	0,765	0,745	0,751	0,743	0,733	0,718	0,695		
19 1982	0,707	0,662	0,658	0,659				0,652	0,698		0,759		
20 1983			0,575	0,559	0,564	0,565	0,560	0,566	0,556	0,546	0,509	0,473	
21 1984	0,757	1,046		0,749	0,718	0,708	0,674	0,657	0,631		0,621	0,603	
22 1985	0,541				0,685	0,651	0,639	0,653	0,648	0,571	0,628	0,622	
23 1986				0,790	0,695	0,633	0,668	0,666	0,638	0,538	0,551	0,618	
24 1987	0,923			0,779	0,540	0,531	0,604	0,586	0,541		0,485	0,512	
25 1988	0,903		0,634	0,718	0,566			0,507	0,537	0,557	0,591	0,532	
26 1989	0,563	0,602		0,642	0,542	0,512	0,517	0,549	0,543	0,538	0,541	0,510	
27 1990	0,532	0,550	0,586	0,550	0,517	0,548	0,525	0,490	0,463	0,451	0,579	0,568	0,530
28 1991	0,669	0,567	0,585	0,479	0,514	0,653	0,623	0,596	0,541	0,568		0,450	
29 1992													
30 1993	0,036	0,000	0,000	0,638	0,141	0,044							
31 1994		0,661	0,226			0,027							
32 1995					0,061								
33 1996													
34 1997	0,227	1,500	0,839	3,380	0,677	0,060	0,000	0,000	0,575	0,274	1,290	1,997	0,902
35 1998	0,752	0,000	2,326	0,103	1,400	0,675	0,363	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,471
36 1999	0,000	0,000	1,984	0,400	0,645	1,133	1,355	0,200	0,180	0,097	0,000	2,255	0,687
37 2000													
Media	0,739	1,074	1,058	0,829	0,659	0,592	0,653	0,567	0,562	0,507	0,579	0,720	0,737
Desv Std	0,404	0,797	0,669	0,612	0,322	0,343	0,279	0,252	0,187	0,196	0,280	0,519	0,154
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,103	0,061	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,471
Máximo	1,697	2,519	2,361	3,380	1,637	1,604	1,355	1,139	0,935	0,739	1,290	2,255	0,959

Fuente : 1964 - 1995 : INADE; 1996 - 1999 : ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,8
ESTACION HIDROMETRICA CANAL ZAMACOLA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964													
2 1965			1,723	1,350	0,984				2,999	1,228	3,408	2,767	
3 1966	2,076	3,081	4,097			2,154	2,298	2,140	2,457	2,819	4,281	3,217	
4 1967	1,359	3,184	4,462	2,608	1,167	0,968	2,754	3,277	4,105	2,588	3,987	5,135	2,966
5 1968	5,762	4,812	5,692	3,506	3,821	4,982	5,346	5,350	5,129	4,840	5,039	4,186	4,872
6 1969	3,923	4,326	3,457	4,247	1,923	0,497	0,000	6,787	3,605	4,405	5,291	4,002	3,539
7 1970	4,172	5,088	3,816	2,225	1,302	1,160	2,776	2,621	3,357	3,962	4,505	4,916	3,325
8 1971	5,967	7,315	5,159	3,656	5,244	1,873		4,976	4,818	4,385	0,790	1,265	
9 1972	5,165	6,993	6,528	1,782	0,917	0,240	0,212	0,183	0,046	0,025	4,678	5,507	2,690
10 1973	8,249	11,494	10,947	1,433	0,232	0,030	0,000	0,000	0,000	0,113	0,244		
11 1974	8,577	10,161	6,799	5,684	1,167	1,034	0,000	0,000	0,113				
12 1975													
13 1976													
14 1977													
15 1978	5,080	3,651	1,853	3,126	1,873	1,273	1,065	0,950	0,918	0,943	3,600	4,674	2,417
16 1979	4,844	4,847	6,066	2,478	0,972	0,927	0,880	0,880	2,658	4,977	4,003	3,884	3,118
17 1980	3,985	3,604	5,047	3,023	1,047	0,930	0,974	1,802	2,032	3,253	2,953	3,433	2,674
18 1981	5,186	7,073	4,817	4,010	1,471	3,838	4,224	4,386	4,124	3,991	3,851	3,864	4,236
19 1982	7,039	2,721	4,475	3,656	1,135	1,030	1,045	3,610	3,614	4,658	5,071	3,525	3,465
20 1983	3,742	3,230	3,366	2,206	1,385	1,044	0,970	0,972	0,984	0,946	0,961	1,077	1,740
21 1984	7,300	17,000	13,890	7,165	5,420	5,259	5,196	5,147	5,012	1,650	1,911	2,759	6,476
22 1985	3,567	11,823	12,079	11,438	4,702	2,176	4,475	4,781	4,316	4,042	4,130	4,799	6,027
23 1986	8,481	7,667	6,616	6,754	3,981	3,635	3,445	3,538	2,124	1,965	1,288	2,258	4,313
24 1987	6,148	3,259	1,495	2,938	2,058	2,183	4,104	1,474	1,341	1,043	1,010	3,739	2,566
25 1988	7,032	5,805	5,593	5,099	5,246	2,182	2,241	5,182	3,893	4,993	4,530	1,957	4,479
26 1989	4,042	4,650	5,157	4,026	1,757	2,915	4,171	4,175	4,339	2,991	3,346	2,784	3,696
27 1990	3,188	2,292	2,340	1,551	1,206	3,696	2,940	1,497	1,101	0,907	2,025	2,414	2,096
28 1991	5,467	4,049	6,167	1,848	2,795	4,792	4,747	3,489	4,090	3,800	3,700	2,026	3,914
29 1992	3,656	4,071	3,616	2,138	1,011	2,183	2,132	1,592	0,664	1,807	1,551	1,957	2,198
30 1993	5,395	2,899	6,042	4,165	2,528	1,580	3,864	4,641	4,915	5,190	5,187	5,239	4,304
31 1994	7,622	16,147	7,498	6,332	5,522	4,859	4,887	4,961	4,961	4,557	4,534	4,468	6,362
32 1995	3,952	2,733	8,439	4,298	4,518	5,058	5,045	5,054	5,043	5,025	3,463	2,126	4,563
33 1996	4,683	9,982	5,521	6,267	5,252	5,715	6,530	6,568	6,724	6,724	3,454	3,401	5,902
34 1997	7,145	14,195	6,390	7,043	2,499	5,830	6,677	6,624	6,174	2,784	4,387	5,460	6,267
35 1998	6,375	6,429	5,015	3,985	2,694	1,517	1,299	4,789	5,301	5,626	5,890	6,265	4,599
36 1999	6,068	11,005	17,751	8,427	4,731	3,315	3,002	2,449	2,903	5,668	5,826	5,455	6,383
37 2000													
Media	5,580	6,873	6,263	4,293	2,704	2,612	2,937	3,396	3,252	3,403	3,472	3,609	4,085
Desv Std	1,590	4,163	3,544	2,328	1,710	1,793	2,051	2,096	1,952	1,871	1,638	1,422	1,467
Mínimo	3,188	2,292	1,495	1,433	0,232	0,030	0,000	0,000	0,000	0,025	0,244	1,077	1,740
Máximo	8,577	17,000	17,751	11,438	5,522	5,830	6,677	6,787	6,724	6,724	5,890	6,265	6,476

Fuente: 1965 - 1974 y 1978 : INADE; 1979 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado;
1997 - 1999 : ATDR - Chili.



CUADRO N° 4,9
ESTACION ANTASALLA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964	0,274	0,694	0,919	0,139	0,094	0,075	0,093	0,078	0,058	0,062	0,072	0,295	0,238
2 1965	0,361				0,607	0,593	0,611			0,043		0,113	
3 1966	0,197	0,865	1,500		0,066						0,021	0,076	
4 1967	0,485	0,774	0,970	0,310									
5 1968	0,360	0,451	0,461	0,227	0,100	0,096	0,099	0,014	0,000	0,094	0,383	0,646	0,244
6 1969	0,672	1,560	1,760	0,344	0,138	0,069	0,068		0,051	0,026	0,030	0,117	
7 1970	1,864	1,888	0,973	0,277	0,101	0,062	0,044	0,037	0,046	0,031	0,025	0,137	0,457
8 1971	0,825	1,460	0,947	0,171	0,055	0,058		0,057	0,032	0,037	0,027	0,114	0,344
9 1972	1,428	1,585	2,483	0,601	0,160	0,120	0,044	0,019	0,038	0,025	0,066	0,095	0,555
10 1973	1,140	2,231	1,352	0,345	0,114	0,070	0,053	0,062	0,044	0,029	0,007		0,495
11 1974													
12 1975													
13 1976													
14 1977													
15 1978													
16 1979													
17 1980													
18 1981													
19 1982													
20 1983													
21 1984													
22 1985													
23 1986													
24 1987													
25 1988													
26 1989													
27 1990													
28 1991													
29 1992													
30 1993													
31 1994													
32 1995													
33 1996													
34 1997													
35 1998													
36 1999													
37 2000													
Media	0,761	1,279	1,263	0,302	0,159	0,143	0,145	0,045	0,038	0,043	0,079	0,199	0,389
Desv Std	0,555	0,606	0,595	0,143	0,171	0,183	0,207	0,025	0,019	0,024	0,125	0,193	0,134
Minima	0,197	0,451	0,461	0,139	0,055	0,058	0,044	0,014	0,000	0,025	0,007	0,076	0,238
Máxima	1,864	2,231	2,483	0,601	0,607	0,593	0,611	0,078	0,058	0,094	0,383	0,646	0,555

Fuente : 1964 - 1973 : INADE.



CUADRO N° 4,10

RIO SUMBAY
ESTACION HIDROMETRICA IMATA - SUMBAY
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964	2,140	2,407	5,193	3,741	2,623	2,090	2,035	1,515	1,298	1,481	1,475	1,774	2,314
2 1965	1,756	2,792	3,580	2,188	2,103	1,968	2,025	2,057	2,510	3,629	4,074	3,447	2,677
3 1966	2,835	5,348	6,039	2,530	3,584	3,271	3,235	3,016	3,060	3,425	3,545	3,028	3,576
4 1967	2,040	6,663	8,899	3,414	1,998	1,833	2,987	3,582	4,178	2,934	4,175	5,352	4,005
5 1968	6,471	8,003	11,735	4,500	4,310	5,270	5,631	5,587	5,411	4,887	5,766	5,584	6,096
6 1969	6,123	8,886	5,216	4,496	2,743	1,407	0,881	3,237	5,370	5,521	6,201	4,706	4,566
7 1970	6,799	10,190	7,737	3,511	2,192	2,055	3,420	3,144	3,907	4,538	4,795	5,146	4,786
8 1971	7,409	13,641	9,334	4,437	5,840	5,397	5,966	5,640	5,538	5,248	1,662	2,245	6,030
9 1972	8,669	11,796	13,597	4,616	2,136	1,390	1,282	1,251	1,117	1,081	5,823	6,319	4,923
10 1973	16,101	21,301	13,381	3,823	0,961	0,605	0,424	0,352	0,415	2,236	3,327	4,988	5,660
11 1974	14,749	17,878	9,435	6,708	5,482	4,695	0,685	0,831	3,020	5,560	5,267	5,141	6,621
12 1975	7,070	16,521	11,087	3,350	4,032	4,485	3,219	2,231	1,290	0,700	2,506	5,790	5,190
13 1976	9,231	6,584	10,375	5,767	3,031	4,901	5,333	4,863	4,559	1,421	1,780	4,379	5,185
14 1977	1,549	4,812	8,862	1,474	1,018	0,764	0,634	0,620	0,751	1,519	2,079	4,731	2,401
15 1978	10,714	6,509	3,447	5,107	3,453	2,410	2,149	1,954	1,954	1,927	4,819	6,255	4,225
16 1979	7,008	6,321	9,937	4,248	2,053	2,008	2,021	2,037	3,736	6,102	4,934	4,994	4,617
17 1980	5,143	4,921	7,273	4,203	2,086	1,998	1,932	2,802	2,983	4,296	4,063	4,526	3,852
18 1981	7,238	18,434	10,820	7,628	2,666	4,905	5,267	5,390	5,228	5,043	4,930	4,922	6,873
19 1982	11,714	4,019	6,856	5,300	2,244	2,051	2,132	4,666	5,626	5,772	6,193	4,585	5,097
20 1983	4,745	4,162	4,340	3,212	2,401	2,089	1,962	1,821	1,853	1,899	1,914	1,912	2,693
21 1984			22,107	9,012	6,551	6,388	6,239	6,225	6,039	2,643	3,205	4,620	
22 1985	5,483	19,822	19,626	16,943	6,493	2,825	5,694	5,972	5,268	4,989	5,133	5,871	8,677
23 1986	12,551	15,855	17,206	9,596	5,179	4,736	4,525	4,715	2,592	3,118	2,385	3,380	7,153
24 1987	13,911	5,603	2,554	3,960	3,145	3,239	5,218	2,530	2,127	2,111	2,171	4,738	4,276
25 1988	9,683	8,680	8,610	8,103	6,384	3,279	3,367	6,232	4,992	6,090	5,542	3,046	6,167
26 1989	5,165	6,434	7,400	6,379	2,865	4,005	5,212	5,275	5,365	4,118	4,394	3,796	5,034
27 1990	4,326	3,397	3,493	2,588	2,328	4,772	4,019	2,558	2,011	2,075	3,064	3,674	3,192
28 1991	7,916	6,036	10,909	3,011	3,842	5,716	5,683	4,491	5,100	4,931	4,876	3,095	5,467
29 1992	4,723	5,130	4,628	3,121	2,005	3,162	3,174	2,407	1,496	2,562	2,349	2,818	3,131
30 1993	8,022	4,673	9,460	5,227	3,478	2,355	4,742	5,472	5,721	5,978	5,998	6,147	5,606
31 1994	11,443	29,241	8,999	7,634	6,734	5,957	5,942	5,980	5,931	5,343	5,315	5,410	8,661
32 1995	5,007	3,786	10,864	5,329	5,617	6,058	6,037	5,937	5,923	5,915	4,307	2,895	5,640
33 1996	5,488	11,943	7,152	7,821	6,471	6,937	7,735	7,654	7,733	7,732	4,510	4,357	7,128
34 1997	9,986	21,851	9,406	7,725	3,977	7,087	7,617	7,464	7,015	3,470	4,169	6,223	7,999
35 1998	8,205	9,020	6,392	5,147	3,985	3,338	3,104	5,651	6,343	6,393	6,747	6,803	5,927
36 1999	6,975	16,500	37,826	12,090	6,489	5,210	5,009	3,883	4,042	6,609	6,686	6,393	9,809
37 2000													
Media	7,400	9,981	9,827	5,498	3,681	3,629	3,793	3,862	3,931	3,980	4,172	4,530	5,357
DesvStd	3,612	6,546	6,452	3,035	1,736	1,813	2,018	2,005	1,966	1,870	1,541	1,345	1,850
Mínimo	1,549	2,407	2,554	1,474	0,961	0,605	0,424	0,352	0,415	0,700	1,475	1,774	2,314
Máximo	16,101	29,241	37,826	16,943	6,734	7,087	7,735	7,654	7,733	7,732	6,747	6,803	9,809

Fuente : 1964-1978: INADE; 1979-1996: Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1997-1999: ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,11

**RIO BLANCO
RESERVORIO EL FRAILE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS DE SALIDA TOTALES
(m³/s)**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964													
2 1965													
3 1966													
4 1967													
5 1968													
6 1969													
7 1970													
8 1971	0,536	0,000	0,000	0,000	3,695	11,020	4,843	6,876	0,662	0,000	0,083	4,277	2,666
9 1972	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,737	6,303	6,271	6,819	8,506	4,651	2,651	2,995
10 1973	0,799	0,000	6,399	4,760	0,254	3,425	13,482	14,002	1,888	4,813	7,250	5,410	5,207
11 1974	1,398	0,000	0,688	0,000	0,000	1,748	12,085	11,054	8,491	5,957	6,421	7,190	4,586
12 1975	4,670	0,000	0,000	0,000	6,035	9,031	11,267	21,711	13,297	6,270	3,668	5,267	6,768
13 1976	2,735	0,000	0,000	0,000	0,000	4,050	6,472	6,170	7,974	5,926	1,703	2,974	3,167
14 1977	4,170	1,184	0,000	0,000	2,557	5,506	5,308	7,864	6,760	4,012	0,000	3,443	3,400
15 1978	0,305	0,000	0,000	0,000	0,790	5,429	5,609	5,910	5,898	4,538	3,254	0,019	2,646
16 1979	1,722	0,000	0,000	0,000	0,000	2,866	3,905	5,060	3,798	2,306	2,021	2,577	2,021
17 1980	1,284	1,884	0,506	0,000	1,065	3,500	2,732	1,606	1,456	0,284	0,000	0,893	1,268
18 1981	0,419	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,520	4,376	1,489	3,615	6,847	6,969	2,270
19 1982	0,557	0,000	0,000	0,000	1,870	4,720	4,676	2,663	1,790	1,942	1,866	4,011	2,008
20 1983	3,691	3,447	1,198	2,874	1,854	0,927	0,913	0,829	0,831	0,818	0,808	0,946	1,595
21 1984	0,267	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,894	7,802	8,515	0,617	1,925
22 1985	1,452	2,231	0,712	1,508	0,666	3,704	3,058	5,182	7,442	7,369	9,529	4,584	3,953
23 1986	0,000	0,000	24,112	1,042	0,000	1,079	8,921	9,030	7,862	7,344	7,171	4,484	5,920
24 1987	0,000	0,000	0,000	0,000	6,210	5,727	2,396	1,785	0,000	5,525	8,764	3,486	2,824
25 1988	0,531	0,000	0,000	0,000	0,000	1,880	9,068	0,000	7,423	4,967	0,000	0,098	1,997
26 1989	2,080	0,549	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,785	4,246	6,146	4,279	6,955	2,170
27 1990	4,769	4,417	1,484	2,658	0,728	1,305	0,000	0,470	1,133	0,817	0,333	0,000	1,510
28 1991	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,376	2,439	3,790	5,639	7,100	2,694	7,895	2,494
29 1992	3,351	1,245	0,000	0,000	1,349	0,725	0,000	0,348	2,010	0,744	0,887	0,773	0,953
30 1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,132	6,979	1,576	0,000	2,156	3,117	1,188	1,346
31 1994	1,951	0,000	0,000	0,000	0,000	4,349	6,054	2,690	9,043	0,896	6,867	4,555	3,034
32 1995	6,853	3,293	0,000	0,000	0,000	0,590	5,770	5,492	2,537	2,108	0,384	5,371	2,700
33 1996	0,543	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,800	0,000	1,050	4,497	0,574
34 1997													
35 1998	0,000	0,000	0,000	6,600	9,839	5,550	5,000	5,000	1,333	0,000	1,667	3,194	3,182
36 1999	2,597	0,000	6,989	7,222	6,422	3,455	5,159	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	4,737
37 2000	0,000	0,000	1,935	4,500	0,000	0,000	5,448	7,406	4,797	5,090	5,000	2,281	3,038
	0,000	0,000	29,643	7,921	13,513	10,531	11,133	11,362	8,356	0,942	0,750	0,755	7,909
Media	1,556	0,608	2,456	1,303	1,895	3,112	5,085	5,177	4,489	3,766	3,486	3,412	3,029
Desv Std	1,803	1,216	6,892	2,415	3,320	3,081	3,753	4,790	3,385	2,722	3,008	2,317	1,706
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,574
Máximo	6,853	4,417	29,643	7,921	13,513	11,020	13,482	21,711	13,297	8,506	9,529	7,895	7,909

Fuente : 1971-1996: Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1998-2000: ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,12
RIO BLANCO
RESERVORIO EL FRAILE
VOLUMENES EN EL EMBALSE A FIN DE MES
(MMC)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	
1	1964													
2	1965													
3	1966													
4	1967													
5	1968													
6	1969													
7	1970													
8	1971	12,980	35,200	54,300	57,660	51,180	32,240	22,335	6,460	6,280	8,100	9,740	7,480	303,955
9	1972	26,840	50,220	115,700	129,960	131,760	131,400	117,600	103,920	91,600	73,670	63,700	68,070	1.104,440
10	1973	87,440	130,320	146,520	146,400	147,000	140,160	108,160	87,360	87,120	76,400	57,000	44,820	1.258,700
11	1974	98,160	135,560	162,620	167,840	168,080	164,335	135,080	111,800	95,920	85,360	75,000	59,760	1.459,515
12	1975	67,400	119,300	161,820	168,790	159,400	144,600	118,700	75,490	46,840	34,360	28,120	22,269	1.147,089
13	1976	41,200	61,980	86,480	92,560	94,880	90,800	75,910	59,760	43,120	30,480	27,320	22,369	726,859
14	1977	17,100	53,460	103,200	106,640	103,360	93,920	82,640	63,000	47,280	39,150	43,540	37,760	791,050
15	1978	58,480	69,540	74,370	78,710	78,360	65,700	52,980	40,150	27,920	17,650	15,625	19,020	598,505
16	1979	22,602	26,280	41,150	44,260	46,320	41,100	34,160	24,368	17,125	13,875	11,360	8,780	331,380
17	1980	9,300	7,880	17,925	20,940	19,830	13,250	8,420	5,640	3,900	9,820	11,560	10,900	139,365
18	1981	22,969	61,560	82,000	89,840	91,200	92,320	85,840	77,520	75,140	66,700	50,220	37,240	832,549
19	1982	51,060	55,620	61,800	66,700	62,520	52,680	42,350	36,800	34,600	32,320	31,280	21,836	549,566
20	1983	14,950	8,540	9,660	2,180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	35,330
21	1984	17,275	81,090	120,840	129,000	129,600	130,920	132,000	132,600	118,600	103,120	89,040	91,840	1.275,925
22	1985	92,880	122,040	142,200	153,500	154,600	148,680	141,960	129,960	113,400	98,640	80,180	74,790	1.452,830
23	1986	106,240	142,440	131,280	139,920	141,840	141,360	120,000	104,080	88,080	70,730	52,740	49,740	1.288,450
24	1987	86,960	94,160	96,240	87,440	72,480	58,560	55,380	52,140	53,280	40,700	19,740	8,280	725,360
25	1988	28,760	42,450	56,820	63,500	67,900	63,700	42,650	44,440	29,120	16,250	17,475	19,590	492,655
26	1989	19,830	34,920	53,280	71,150	72,750	74,230	75,770	72,970	61,860	46,320	37,000	19,890	639,970
27	1990	14,700	4,900	7,340	3,210	0,000	0,952	2,648	2,738	1,162	0,816	1,835	5,740	46,041
28	1991	16,375	34,880	70,380	73,250	74,300	75,210	71,850	63,500	51,060	34,960	30,560	11,060	607,385
29	1992	3,660	2,469	4,560	5,960	3,240	3,020	5,360	6,720	2,461	2,280	0,250	3,870	43,851
30	1993	32,720	37,240	55,200	57,540	58,620	58,860	42,250	40,600	41,450	37,440	32,160	35,640	529,720
31	1994	56,400	134,640	140,760	143,880	144,600	134,880	115,600	109,520	85,840	83,520	66,600	55,380	1.271,620
32	1995	40,250	35,280	53,760	56,220	57,000	57,360	44,500	31,080	24,667	19,110	19,500	3,220	441,947
33	1996	7,220	26,840	37,000	46,400	48,720	50,040	51,240	51,960	49,980	50,280	48,540	38,900	507,120
34	1997	38,240	71,060	85,340	90,500	90,900	80,400	67,400	55,960	45,840	40,360	36,440	35,220	61,472
35	1998	54,500	77,900	87,700	83,500	81,360	80,360	79,520	67,405	54,060	40,840	28,680	18,920	62,895
36	1999	13,120	46,400	90,800	99,350	96,121	95,317	94,513	93,709	89,360	81,360	68,680	57,500	77,186
37	2000	79,280	106,510	101,670	97,590	84,980	72,320	68,520	67,500	58,840	50,520	36,600	26,440	70,898
38	2001	56,680	93,441	103,569	99,942	98,942	98,130	97,728	95,987	88,489	74,920	60,400	47,800	84,669
	Media	41,793	64,649	82,461	86,269	84,898	80,219	70,744	61,779	52,722	44,518	37,125	31,101	611,558
	DesvStd	30,250	41,933	44,635	46,353	46,549	45,873	41,076	37,612	33,950	29,960	24,455	23,379	473,023
	Mínimo	3,660	2,469	4,560	2,180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	35,330
	Máximo	106,240	142,440	162,620	168,790	168,080	164,335	141,960	132,600	118,600	103,120	89,040	91,840	1.459,515

Fuente 1971 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1997- 2001 : ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,13
EMBALSE AGUADA BLANCA
CAUDALES DE SALIDA TOTAL MEDIOS MENSUALES
(m³/s)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	6,374	8,253	13,887	4,555	4,346	4,306	3,969	4,879	5,897	6,950	7,210	6,664	6,441
2 1965	3,775	10,289	7,844	4,202	4,961	5,608	5,411	5,010	5,628	5,956	6,121	5,074	5,823
3 1966	4,403	6,482	11,684	5,665	6,473	6,491	6,559	5,896	3,898	5,334	5,738	6,073	6,225
4 1967	7,053	29,440	45,153	10,433	6,900	6,867	7,488	7,513	7,461	7,960	8,333	9,261	12,822
5 1968	17,237	20,241	27,584	10,660	10,179	10,983	10,886	9,621	10,598	9,664	10,115	10,744	13,209
6 1969	11,913	14,907	12,206	9,523	9,858	10,243	9,716	9,871	7,595	7,997	8,358	8,505	10,058
7 1970	14,841	20,091	17,734	10,771	9,584	9,291	8,816	10,738	12,216	11,120	9,741	9,764	12,059
8 1971	15,644	25,760	8,378	7,973	7,768	8,473	7,687	7,845	7,144	7,178	7,089	6,565	9,792
9 1972	7,681	8,589	8,560	8,690	7,720	7,427	8,453	7,994	7,796	8,462	8,417	8,452	8,187
10 1973	8,876	35,279	42,690	12,390	10,106	8,732	8,540	8,832	8,715	8,981	9,527	8,844	14,293
11 1974	19,546	21,389	23,787	11,550	11,984	11,424	13,305	13,185	12,334	12,093	12,108	12,874	14,632
12 1975	13,786	30,896	29,771	13,952	13,087	12,933	13,354	13,394	13,423	13,426	13,067	13,200	16,191
13 1976	14,765	16,501	16,573	10,420	9,742	10,525	9,770	8,861	10,321	9,387	9,344	9,840	11,337
14 1977	8,540	6,955	33,195	9,501	8,408	8,539	8,754	8,911	9,636	10,414	10,785	11,275	11,243
15 1978	10,856	14,979	9,209	8,646	8,713	8,243	8,722	8,405	8,332	8,871	9,179	9,300	9,455
16 1979	9,362	9,029	8,385	7,994	8,299	8,160	8,158	7,966	8,490	8,345	8,743	8,866	8,483
17 1980	8,902	8,745	7,828	7,156	6,356	5,407	5,177	5,341	4,355	4,697	5,535	5,918	6,285
18 1981	6,090	28,195	24,282	10,944	10,257	10,340	10,236	10,253	10,680	11,286	11,384	11,121	12,922
19 1982	12,492	11,717	9,077	9,052	8,190	7,939	8,183	8,422	8,492	8,804	10,077	9,743	9,349
20 1983	9,370	8,090	7,874	6,176	4,043	3,710	3,715	3,737	3,746	4,656	4,982	4,966	5,422
21 1984	5,844	47,147	36,588	17,563	11,244	10,596	10,405	10,861	11,875	12,009	12,954	13,533	16,718
22 1985	12,714	33,132	35,450	34,512	13,843	13,663	13,321	12,077	12,097	13,038	13,244	13,309	18,367
23 1986	26,776	47,942	63,009	24,343	13,546	12,283	12,296	12,437	13,161	13,408	14,111	13,950	22,272
24 1987	27,003	18,343	13,132	10,515	9,445	8,238	8,263	10,078	10,157	9,843	10,488	10,430	12,161
25 1988	10,537	20,304	11,247	16,854	9,229	9,384	9,223	10,026	10,597	10,519	7,530	5,186	10,886
26 1989	10,179	9,386	9,220	12,112	8,912	9,065	8,582	8,906	10,054	10,144	10,114	10,298	9,748
27 1990	9,837	8,308	5,998	4,537	3,889	3,964	4,076	4,139	4,261	4,227	4,382	6,575	5,349
28 1991	9,093	8,806	29,594	10,369	9,802	8,936	8,273	9,290	9,140	9,298	9,848	10,253	11,059
29 1992	8,487	5,837	4,368	3,864	4,229	3,822	4,144	4,211	4,135	4,186	3,904	3,845	4,586
30 1993	7,676	12,557	14,354	8,222	8,275	7,800	8,240	8,208	8,120	8,631	9,532	9,983	9,300
31 1994	19,267	88,191	14,483	11,782	10,679	11,353	11,850	11,411	12,030	12,399	13,201	12,897	19,129
32 1995	11,355	8,898	10,683	10,208	9,674	9,490	9,211	9,208	8,667	9,096	8,921	8,708	9,510
33 1996	5,214	10,193	11,707	10,770	7,116	7,181	7,272	7,993	8,444	8,839	9,321	9,609	8,638
34 1997	9,624	13,594	17,106	11,931	10,994	9,263	6,839	7,557	8,372	8,768	9,089	9,445	10,215
35 1998	10,090	15,348	13,354	12,031	10,630	8,594	8,504	8,501	10,006	10,524	11,001	11,007	10,799
36 1999	10,473	43,023	89,877	29,074	13,162	10,000	9,994	11,355	11,997	12,191	13,000	13,028	22,264
37 2000	16,385	43,277	35,278	16,062	11,548	10,490	10,500	10,500	11,500	12,177	13,000	13,000	16,976
Media	11,407	20,814	21,112	11,487	9,005	8,642	8,592	8,741	8,956	9,213	9,446	9,516	11,411
Desv Std	5,393	16,736	17,676	6,370	2,652	2,466	2,532	2,479	2,730	2,581	2,655	2,729	4,514
Mínimo	3,775	5,837	4,368	3,864	3,889	3,710	3,715	3,737	3,746	4,186	3,904	3,845	4,586
Máximo	27,003	88,191	89,877	34,512	13,843	13,663	13,354	13,394	13,423	13,426	14,111	13,950	22,272

Fuente : 1964 - 1970: INADE; 1971 - 1996: Base Hidrometeorológica Chili Regulado;
1997 - 2000 : ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,14

RIO CHILI
RESERVORIO AGUADA BLANCA
VOLUMENES EN EL EMBALSE A FIN DE MES
(MMC)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1 1964													
2 1965													
3 1966													
4 1967													
5 1968													
6 1969													
7 1970													
8 1971		2,821	13,656	5,970	8,970	22,200	25,280	31,780	25,520	16,850	4,327	3,513	
9 1972	27,060	31,820		34,050	18,656	5,843	1,956						
10 1973	29,380	44,740	43,800	41,700	19,150	7,991	20,610	24,220	7,991	4,454	4,586	5,565	254,186
11 1974	16,100	36,575	37,160	30,200	13,588	2,560	3,288	5,310	6,633	6,090	7,829	3,513	166,832
12 1975	13,516	44,360	1,218	21,420	11,972	12,728	18,176	41,160	38,460	20,940	12,968	11,588	248,496
13 1976	42,700	40,350	43,600	34,800	16,780	11,864	20,166	28,080	37,100	28,960	15,280	6,248	325,928
14 1977	7,402	39,160	43,725	33,820	25,920	24,940	23,280	27,160	27,420	23,700	13,670	10,364	300,561
15 1978	32,100	32,460	23,100	20,920	11,792	15,406	23,280	18,208	17,792	13,288	5,603	8,105	222,054
16 1979	13,144	10,880	32,740	23,880	10,580	6,889	5,813	5,423	4,635	6,218	6,038	6,165	132,403
17 1980	5,063	4,762	13,228	9,170	4,316	6,319	6,433	5,513	6,642	9,120	5,663	5,430	81,657
18 1981	13,504	43,750	35,160	37,320	19,572	9,080	9,536	13,936	8,600	4,734	0,000	7,127	202,319
19 1982	17,600	6,828	12,504	11,084	2,248	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,655	6,090	62,009
20 1983	5,415	6,218	4,421	7,478	10,004	11,036	11,588	11,528	11,396	8,950	17,696	4,305	110,034
21 1984	26,500	43,725	45,175	37,000	29,160	22,900	16,404	9,284	12,408	13,838	24,720	11,036	292,150
22 1985	6,614	43,420	43,850	43,210	33,560	22,560	15,238	15,700	19,878	19,080	19,626	28,080	310,816
23 1986	43,210	44,640	43,875	40,900	26,260	14,846	23,020	29,080	30,225	26,720	6,927	15,658	345,361
24 1987	44,575	33,620	15,504	16,404	23,500	30,300	32,720	23,970	8,280	4,437	24,380	5,828	263,518
25 1988	39,800	38,920	43,180	40,860	38,120	30,840	40,100	32,760	37,440	38,220	8,210	6,756	395,206
26 1989	9,596	25,380	33,580	38,060	25,520	16,906	11,924	9,524	9,992	11,984	12,728	8,620	213,814
27 1990	8,980	6,376	7,364	8,860	9,080	18,000	19,262	17,904	15,972	13,432	6,699	12,424	144,353
28 1991	31,340	33,180	43,030	27,680	13,516	9,020	9,776	5,768	10,220	15,350	7,070	7,089	213,038
29 1992	6,233	9,150	11,756	10,352	9,572	11,600	10,856	8,960	8,880	7,108	13,600	9,872	117,938
30 1993	40,440	28,180	39,675	32,760	21,420	11,432	22,305	20,310	15,056	14,160	17,488	7,421	270,647
31 1994	37,850	41,160	36,080	29,860	20,720	19,038	25,660	20,400	33,360	18,416	9,236	10,376	302,156
32 1995	17,728	13,866	40,500	29,160	19,276	13,120	21,115	27,320	26,500	22,180	10,760	7,630	249,155
33 1996	17,200	44,075	39,450	39,250	36,760	34,520	21,115	30,450	28,680	22,440	10,594	12,376	336,910
34 1997	25,940	43,975	28,440	21,880	15,700	14,930	17,004	17,116	15,876	15,732	13,504	15,042	20,428
35 1998	29,240	32,020	18,954	21,340	32,980	33,620	31,840	36,900	30,820	20,382	13,576	14,762	26,370
36 1999	16,004	44,100	44,200	37,220	41,425	39,725	40,840	34,075	26,940	24,380	21,640	23,740	32,857
37 2000	30,440	39,300	38,080	29,490	28,140	22,640	25,720	27,680	24,600	24,220	22,360	14,990	27,305
Media	22,560	30,327	30,331	27,203	19,942	16,762	18,477	19,936	18,843	15,674	11,551	11,869	182,981
DesvStd	12,667	14,933	14,126	11,620	10,233	9,951	10,296	10,859	10,974	8,650	6,567	13,083	101,270
Min	5,063	2,821	1,218	5,970	2,248	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,402
Max	44,575	44,740	45,175	43,210	41,425	39,725	40,840	41,160	38,460	38,220	24,720	57,500	372,606

Fuente 1971 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1997 - 200 : ATDR-Chili.



CUADRO N° 4,15

ESTACION EL PAÑE
EVAPORACION TOTAL MENSUAL
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
2 1965	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
3 1966	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
4 1967	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
5 1968	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
6 1969	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
7 1970	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
8 1971	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
9 1972	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
10 1973	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
11 1974	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
12 1975	110,8	85,2	79,4	102,1	102,8	104,5	94,9	116,7	119,2	149,9	150,3	86,8	1.302,6
13 1976	69,7	55,9	157,3	118,4	89,6	79,5	88,3	114,4	91,1	98,0	118,5	111,3	1.192,0
14 1977	138,6	70,4	91,1	104,2	108,8	93,1	105,6	149,7	124,6	128,6	108,5	127,0	1.350,2
15 1978	85,2	121,0	131,9	107,4	123,2	94,0	108,3	139,6	139,2	133,2	105,2	95,6	1.383,8
16 1979	81,6	93,9	102,1	97,1	102,6	115,6	102,5	127,8	147,4	143,8	143,7	89,8	1.347,9
17 1980	131,8	99,7	73,0	114,4	105,0	113,9	112,7	132,4	133,5	108,6	142,0	132,1	1.399,1
18 1981	81,3	108,5	109,0	104,2	109,0	105,7	108,1	104,4	101,7	143,3	131,4	116,6	1.323,2
19 1982	84,1	106,7	87,7	123,0	143,2	106,4	126,8	116,4	109,0	140,1	104,3	161,2	1.408,9
20 1983	153,8	136,7	158,5	110,3	114,0	91,0	121,3	125,1	107,7	168,7	175,5	130,3	1.592,9
21 1984	68,0	86,7	103,8	107,5	141,1	93,2	110,4	111,4	149,2	130,0	107,5	123,5	1.332,3
22 1985	119,5	70,0	96,0	101,7	86,3	61,8	123,5	110,9	114,2	160,0	108,6	117,4	1.269,9
23 1986	111,8	90,9	111,7	102,9	110,3	113,8	100,8	102,4	109,2	171,7	161,3	112,4	1.399,2
24 1987	92,0	127,7	131,9	118,5	124,4	125,2	100,3	141,2	163,6	176,4	138,0	177,1	1.616,3
25 1988	91,4	112,3	83,0	88,6	103,7	119,7	122,4	158,6	150,7	164,5	176,2	115,9	1.487,0
26 1989	63,4	55,0	59,4	92,3	90,8	88,6	99,5	108,9	145,1	158,8	158,5	164,1	1.284,4
27 1990	95,9	94,4	120,1	115,9	117,6	91,2	122,3	128,5	129,8	100,4	116,9	91,5	1.324,5
28 1991	98,0	73,8	75,9	90,1	135,9	78,3	107,6	125,1	113,2	106,5	94,6	139,7	1.238,7
29 1992	102,6	93,6	121,6	110,3	154,6	138,8	114,0	105,7	149,6	103,1	121,8	134,9	1.450,6
30 1993	101,0	93,4	107,7	77,4	121,4	118,7	93,5	129,8	152,2	137,6	129,1	103,1	1.364,9
31 1994	98,0	82,0	96,9	90,3	117,3	113,9	113,9	148,2	138,0	190,9	109,4	121,0	1.419,8
32 1995	123,0	107,8	104,7	112,8	120,5	104,6	125,8	140,5	143,7	185,7	163,3	147,8	1.580,2
33 1996	118,4	100,6	120,3	103,6	100,4	117,4	124,8	118,6	156,0	170,0	140,5	94,2	1.464,8
34 1997	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
35 1998	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
36 1999	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
37 2000	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
Media	100,9	93,9	105,6	104,2	114,7	103,1	110,3	125,3	131,3	144,1	132,1	122,4	1.387,9
Desv Std	17,9	16,2	19,4	8,7	13,6	13,6	8,7	12,2	15,5	21,7	18,8	19,0	85,0
Mínimo	63,4	55,0	59,4	77,4	86,3	61,8	88,3	102,4	91,1	98,0	94,6	86,8	1.192,0
Máximo	153,8	136,7	158,5	123,0	154,6	138,8	126,8	158,6	163,6	190,9	176,2	177,1	1.616,3

Fuente : 1975 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1964 - 1974, 1997 - 2000 : Medias del período de registro



CUADRO N° 4,16
ESTACION EL FRAILE
EVAPORACION TOTAL MENSUAL
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1 1964	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
2 1965	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
3 1966	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
4 1967	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
5 1968	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
6 1969	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
7 1970	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
8 1971	171,3	114,7	128,3	145,8	144,0	107,0	132,0	157,0	187,0	218,0	229,4	187,0	1.921,5
9 1972	87,5	125,2	100,3	143,3	166,0	123,0	133,0	163,0	148,7	185,9	183,9	187,0	1.746,8
10 1973	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
11 1974	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
12 1975	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
13 1976	154,6	141,0	135,3	160,1	139,8	117,8	142,0	159,0	185,9	223,9	219,0	189,1	1.967,5
14 1977	197,2	109,9	119,4	158,6	136,8	118,9	132,9	158,8	182,0	209,4	165,4	204,8	1.894,1
15 1978	132,1	163,7	166,1	135,5	164,5	125,1	130,4	160,1	192,8	206,7	172,7	185,4	1.935,1
16 1979	150,9	160,9	121,7	168,4	154,0	134,9	138,6	168,9	199,2	209,5	207,0	171,6	1.985,6
17 1980	184,4	185,4	127,1	153,4	143,4	119,7	124,2	146,6	177,1	166,6	219,6	209,4	1.956,9
18 1981	136,5	109,8	148,1	125,8	136,7	114,3	123,5	127,1	175,8	217,6	218,6	173,2	1.807,0
19 1982	144,2	133,7	130,5	148,6	149,0	128,0	137,6	166,5	142,6	171,6	167,3	224,7	1.844,3
20 1983	227,1	176,0	203,4	152,3	158,8	128,9	142,6	165,5	164,4	218,3	246,0	188,2	2.171,5
21 1984	118,5	111,3	113,7	160,7	145,0	113,7	130,7	149,2	198,0	175,7	154,4	172,6	1.743,5
22 1985	193,4	94,7	158,5	119,2	133,6	121,4	133,5	166,0	185,7	225,5	173,7	161,7	1.866,9
23 1986	141,9	105,8	122,5	134,9	144,4	140,4	136,7	152,6	181,2	231,0	219,7	162,7	1.873,8
24 1987	132,0	187,8	194,4	192,6	159,0	130,6	128,1	173,5	213,1	217,0	215,3	238,7	2.182,1
25 1988	137,5	156,3	149,8	135,6	140,1	128,0	153,0	186,0	190,5	234,3	235,5	187,0	2.033,6
26 1989	164,2	124,9	115,5	125,8	146,5	129,3	141,9	166,5	206,5	230,5	220,7	242,8	2.015,1
27 1990	149,5	163,4	153,2	149,6	138,1	93,3	118,0	148,5	179,5	202,6	163,0	160,1	1.818,8
28 1991	167,7	141,7	149,2	147,4	169,0	116,1	126,5	156,5	187,4	209,0	197,0	223,4	1.990,9
29 1992	174,1	188,3	228,0	180,0	168,4	126,3	118,0	154,2	196,5	214,7	198,4	199,2	2.146,1
30 1993	136,6	162,2	139,3	158,7	138,2	124,0	130,0	148,0	195,4	210,5	185,5	161,9	1.890,3
31 1994	111,5	100,2	141,1	137,5	154,0	147,4	136,7	161,0	200,2	198,0	191,9	178,8	1.858,3
32 1995	177,1	163,7	133,4	162,7	149,2	132,0	140,0	182,0	187,0	234,0	212,7	203,4	2.077,2
33 1996	165,3	123,1	153,3	137,3	135,0	126,9	146,1	165,5	199,2	229,7	204,2	180,2	1.965,8
34 1997	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
35 1998	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
36 1999	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
37 2000	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,2	1.943,3
Media	154,6	141,0	144,9	149,3	148,4	123,8	133,7	160,1	185,9	210,4	200,0	191,1	1.943,2
Desv Std	24,1	23,4	23,7	13,7	8,8	8,7	6,8	9,7	13,0	15,3	19,9	18,8	96,2
Mínimo	87,5	94,7	100,3	119,2	133,6	93,3	118,0	127,1	142,6	166,6	154,4	160,1	1.743,5
Máximo	227,1	188,3	228,0	192,6	169,0	147,4	153,0	186,0	213,1	234,3	246,0	242,8	2.182,1

Fuente : 1971 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1964 - 1970, 1997 - 2000 : Medias del período de registr



CUADRO N° 4,17

ESTACION EL PAÑE
EVAPORACION TOTAL MENSUAL
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
2 1965	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
3 1966	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
4 1967	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
5 1968	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
6 1969	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
7 1970	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
8 1971	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
9 1972	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
10 1973	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
11 1974	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
12 1975	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
13 1976	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
14 1977	137,5	128,3	128,2	138,1	132,8	112,1	112,4	115,8	143,6	171,7	162,6	155,2	1.638,3
15 1978	114,1	153,0	159,1	126,2	127,8	116,3	112,4	145,3	159,6	190,0	151,8	177,5	1.733,1
16 1979	141,2	149,8	99,8	170,1	139,8	119,9	119,5	140,7	160,4	181,7	195,2	165,4	1.783,5
17 1980	185,7	157,9	123,8	137,9	84,5	114,8	123,4	135,7	161,5	172,3	189,6	200,5	1.787,6
18 1981	129,5	91,0	129,5	133,9	144,0	113,0	123,6	128,8	172,2	195,6	160,9	164,0	1.686,0
19 1982	129,7	116,6	126,2	136,3	135,5	118,6	123,6	154,9	152,7	185,0	162,8	149,6	1.691,5
20 1983	209,9	174,0	183,4	151,0	143,9	108,7	130,1	146,4	152,3	188,9	222,0	155,0	1.965,6
21 1984	109,3	96,8	113,7	148,8	146,3	112,7	111,3	139,6	155,0	168,5	127,6	144,3	1.573,9
22 1985	157,5	91,8	111,0	97,0	127,0	104,5	110,8	140,8	170,0	195,0	163,5	124,5	1.593,4
23 1986	97,5	79,8	99,2	120,0	115,5	106,5	88,9	119,0	167,6	194,0	187,6	129,8	1.505,4
24 1987	106,8	150,0	157,0	151,5	126,0	105,7	111,8	138,0	168,0	180,6	191,0	206,0	1.792,4
25 1988	138,6	139,2	128,0	121,9	113,0	91,0	116,3	136,0	159,6	194,5	202,1	142,0	1.682,2
26 1989	121,6	95,5	84,0	121,0	124,0	105,0	113,0	133,0	179,0	204,0	198,5	181,5	1.660,1
27 1990	151,1	143,3	129,5	142,5	119,8	102,2	101,0	132,0	155,5	178,0	161,2	146,5	1.662,6
28 1991	119,5	122,0	132,4	150,0	132,0	107,5	116,0	152,0	169,0	205,5	181,0	196,0	1.782,9
29 1992	179,0	176,0	180,0	162,0	144,0	121,0	124,6	143,0	174,0	187,0	170,0	180,5	1.941,1
30 1993	129,4	137,6	107,4	141,5	122,0	112,0	119,0	130,2	168,5	191,0	180,0	162,5	1.701,1
31 1994	114,4	94,2	133,8	117,5	130,7	120,0	129,0	143,4	181,0	202,0	196,5	171,6	1.734,1
32 1995	141,5	140,5	116,7	151,1	136,8	129,0	135,0	156,0	167,0	199,0	201,2	179,6	1.853,4
33 1996	136,0	128,6	121,9	143,7	138,7	121,0	137,1	151,1	198,8	227,8	210,5	183,3	1.898,5
34 1997	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
35 1998	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
36 1999	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
37 2000	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
Media	137,5	128,3	128,2	138,1	129,2	112,1	117,9	139,1	165,8	190,6	180,8	165,8	1.733,3
Desv Std	22,8	23,4	20,6	13,9	11,6	6,9	9,1	8,7	9,9	11,2	18,5	18,4	97,2
Mínimo	97,5	79,8	84,0	97,0	84,5	91,0	88,9	115,8	143,6	168,5	127,6	124,5	1.505,4
Máximo	209,9	176,0	183,4	170,1	146,3	129,0	137,1	156,0	198,8	227,8	222,0	206,0	1.965,6

fuente : 1977 - 1996 : Base Hidrometeorológica Chili Regulado; 1964 - 1976, 1997 - 2000 : Medias del período de registro



CUADRO N° 4,18

RIO NEGRILLO
EMBALSE EL PAÑE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
(m³/s)

Año	Ene 31	Feb 28	Mar 31	Abr 30	May 31	Jun 30	Jul 31	Ago 31	Set 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31	Media
1 1964	2,273	5,028	4,717	1,700	0,702	0,243	0,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,180	1,259
2 1965	3,176	6,537	11,1	1,766	1,534	0,046	0,020	0,005	0,009	0,013	0,728	2,746	2,306
3 1966	1,825	6,474	6,266	1,398	1,107	0,271	0,144	0,040	0,082	0,054	0,251	3,439	1,779
4 1967	1,032	4,317	9,614	3,600	0,421	0,090	0,012	0,066	0,085	0,127	0,965	4,097	2,036
5 1968	4,199	13,239	2,947	1,125	0,213	0,254	0,073	0,049	4,514	0,845	0,365	1,745	2,464
6 1969	6,606	4,924	5,991	0,760	0,187	0,164	0,148	0,618	0,928	0,490	0,737	3,920	2,123
7 1970	9,757	12,405	7,653	2,654	0,649	0,338	0,041	0,535	0,223	0,747	0,641	2,850	3,208
8 1971	4,266	15,262	8,410	2,708	1,866	5,747	1,595	1,076	1,349	1,320	0,141	1,218	3,747
9 1972	13,960	4,186	7,588	3,091	0,379	0,140	0,200	0,134	0,163	0,488	1,148	3,811	2,941
10 1973	6,356	12,560	7,676	2,197	0,088	0,279	0,127	0,088	0,289	0,894	2,538	4,262	3,113
11 1974	10,775	8,114 *	8,114 *	5,452	2,165	0,925	0,242	0,102	1,682	0,619	3,892	4,670	3,896
12 1975	0,903	15,115	9,114	2,320	1,504	0,462	0,091	0,047 *	0,003	0,272	0,197	3,175	2,767
13 1976	9,933	6,403	6,636	3,389 *	0,142	0,084 *	0,025	0,782	0,940	0,493	0,156	0,808	2,483
14 1977	2,188	5,616	9,021	1,288	0,169	0,126	0,050	0,072	0,216	0,898	1,550	1,517	1,893
15 1978	6,512	5,517	1,237	1,825	0,270	0,204 *	0,138	0,111	0,108	0,030	1,108	3,750	1,734
16 1979	6,608	5,588	7,582	1,581	0,206	0,115	0,010	0,172	0,289	0,883	0,631	1,771	2,120
17 1980	3,429	3,456	5,869	2,256	0,207	0,072	0,104	0,450	0,584	1,982	1,638	1,260	1,776
18 1981	6,189	8,786	11,684	3,186	0,438	0,522	0,503	0,854	0,875	1,113	0,658	1,652	3,038
19 1982	10,825	2,615	5,260	3,756	0,439	0,073	0,130	0,668	1,022	2,124	4,030	2,488	2,786
20 1983	1,328	1,135	1,559	1,400	0,509	0,380	0,113	0,029	0,128 *	0,228	0,278	0,043	0,594
21 1984	11,500	20,046	8,435	1,310	1,251	1,038	0,593	0,637	0,954	0,511	3,817	7,587	4,807
22 1985	3,857	10,585	0,372	0,366	0,330	0,676	1,097	0,618	0,817	0,610	1,428	2,945	1,974
23 1986	7,031	11,961	5,482	2,062	1,258	0,755	0,769	0,594	0,906	0,462	0,168	2,363	2,818
24 1987	11,791	2,169	1,779	1,178	0,064	0,371	0,635	0,225	0,019	0,062	0,100	0,978	1,614
25 1988	7,494	8,804	8,505	2,354	1,597	0,169	1,019	0,632	0,897	1,161	1,623	0,143	2,867
26 1989	4,688	5,337	7,508	5,020	0,824	0,623	1,087	1,299	0,963	0,399	0,862	1,690	2,525
27 1990	2,858	2,061	1,989	0,715	0,287	1,768	0,891	0,227	1,578 *	1,578 *	2,928	2,650	1,627
28 1991	6,417	6,343	8,301	1,579	1,360	1,314	0,889	1,172	1,061	0,980	0,696	0,492	2,550
29 1992	3,395	3,584	1,763	0,293	0,072	0,451	0,288 *	0,125	0,163	0,130 *	0,096	0,841	0,933
30 1993	9,615	3,253	6,446	1,377	0,682	0,369	1,032	1,309	1,412	1,701	2,787	6,719	3,059
31 1994	12,910	14,659	7,017	1,744	1,827	0,953	1,050	0,804	1,011	0,977	0,965	1,849	3,814
32 1995	2,503	4,964	7,695	2,060	0,876	0,905	0,870	1,234	1,172	0,963	0,760	0,271	2,023
33 1996	5,559	8,945	3,127	3,884	0,549	0,950	0,677	1,074	0,831	1,073	0,510	2,786	2,497
34 1997	8,929	12,875	5,334	2,427	0,504	0,817	0,784	1,030	1,067	0,848	1,375	2,574	3,214
35 1998	7,055	9,217	3,608	0,932	0,479 *	0,027	0,112	0,902	0,748	1,083	1,274	1,996	2,286
36 1999	2,419	13,104	15,909	8,808	1,216	0,123	0,148	0,207	0,199	1,597	0,309	0,341	3,698
37 2000	8,221	15,237	2,158	0,969	0,515	0,491	0,270 *	0,049	0,280	1,169	1,098 *	1,028	2,624
Media	6,173	8,119	6,310	2,284	0,727	0,604	0,439	0,487	0,745	0,782	1,147	2,342	2,513
Desv Std	3,610	4,674	3,320	1,622	0,582	0,957	0,425	0,434	0,806	0,560	1,103	1,735	0,863
Mínimo	0,903	1,135	0,372	0,293	0,064	0,027	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	0,594
Máximo	13,960	20,046	15,909	8,808	2,165	5,747	1,595	1,309	4,514	2,124	4,030	7,587	4,807

* : completados con la media del mes anterior y posterior.



CUADRO N° 4,19

RIO BLANCO
EMBALSE EL FRAILE
CAUDALES MEDIOS MENSUALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agg	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	2,218	4,800	11,507	0,963	0,489	1,480	2,498	0,769	0,547	1,672	0,417	0,826	2,349
2 1965	1,250	3,016	1,702	0,857	0,765	0,379	1,547	0,504	0,605	1,941	0,655	1,109	1,194
3 1966	0,811	3,346	4,616	0,336	0,611	0,488	0,846	0,979	0,620	0,757	2,780	0,534	1,394
4 1967	1,377	9,234	11,690	1,346	1,198	0,380	0,873	0,524	0,217	0,942	0,687	1,864	2,528
5 1968	3,800	6,578	12,038	2,164	0,453	0,866	1,011	0,731	0,839	0,939	2,190	2,086	2,808
6 1969	1,347	8,363	5,217	1,600	1,346	1,149	2,115	2,291	2,303	1,836	2,148	2,617	2,694
7 1970	5,810	6,066	6,617	1,920	2,283	3,024	3,172	3,217	1,437	0,526	1,218	0,083	2,948
8 1971	4,694	9,230	7,252	1,535	1,525	3,873	1,290	1,058	0,674	0,780	0,838	3,499	3,020
9 1972	7,188	9,648	24,366	5,927	1,195	1,000	1,555	1,619	2,433	2,207	1,187	4,517	5,237
10 1973	8,060	17,938	12,753	5,176	0,982	1,215	1,939	6,645	2,210	1,286	0,150	1,178	4,961
11 1974	21,248	15,640	11,210	2,468	0,637	0,762	1,621	2,702	2,877	2,525	2,885	1,634	5,518
12 1975	7,661	21,374	15,944	3,252	3,037	3,760	2,018	5,984	2,599	1,910	1,509	3,152	6,017
13 1976	9,847	8,660	9,312	2,728	1,208	2,777	1,229	0,453	1,813	1,505	0,742	1,065	3,445
14 1977	2,306	16,215	18,564	1,764	1,700	2,181	1,413	0,863	1,015	1,263	1,847	1,511	4,220
15 1978	7,995	4,888	2,057	1,625	1,021	0,813	1,094	1,369	1,432	0,892	2,547	1,420	2,263
16 1979	3,173	1,679	5,563	1,456	1,004	1,060	1,502	1,598	1,192	1,247	1,163	1,685	1,860
17 1980	1,568	1,387	4,293	1,299	0,779	1,059	1,002	0,634	0,843	2,535	0,806	0,760	1,414
18 1981	4,980	15,790	7,798	3,166	0,840	0,722	1,397	1,514	0,963	0,911	0,888	2,269	3,436
19 1982	5,830	2,015	2,422	2,152	0,598	1,161	1,036	0,824	1,093	1,279	1,597	0,700	1,726
20 1983	1,294	0,910	1,678	0,039	1,054	0,927	0,913	0,829	0,831	0,818	0,808	0,946	0,921
21 1984	6,725	26,328	14,854	3,654	0,677	0,833	0,816	0,674	1,118	2,430	3,281	1,966	5,280
22 1985	2,249	14,098	8,511	6,063	1,531	1,846	1,000	1,238	1,595	2,469	2,795	2,782	3,848
23 1986	11,747	14,832	20,014	4,776	1,192	1,376	0,838	3,481	2,162	1,378	0,655	3,424	5,490
24 1987	13,950	3,437	1,244	1,111 *	0,979	0,613	1,413	0,873	0,810	1,152	0,930	4,547 *	2,588
25 1988	8,164	5,834	5,556	2,710	1,892	0,519	1,468	0,945	1,772	0,381	0,668	1,029	2,578
26 1989	2,273	6,758	6,891	7,059	0,901	0,849	0,875	1,093	0,384	0,740	0,995	0,838	2,471
27 1990	2,889	0,455	2,433	1,115	1,393 *	1,671	0,650	0,534	0,554	0,703	0,737	1,486	1,218
28 1991	4,016	7,719	13,332	1,404	0,748	0,927	1,451	0,984	1,185	1,392	1,234	0,781	2,931
29 1992	0,637	0,797	0,838	0,607	0,387	0,669	0,908	0,918	0,431	0,716	0,123	2,146	0,765
30 1993	10,754	2,032	6,815	1,168	0,653	1,458	0,991	1,161	0,614	0,938	1,320	2,612	2,543
31 1994	9,540	32,221	2,591	1,548	0,787	1,101	0,988 *	0,875	0,436	0,488	0,704	0,613	4,324
32 1995	1,393	1,455	6,867	1,228	0,543	0,973	1,200	0,728	0,274	0,254	0,712	1,393 *	1,418
33 1996	2,075	8,114	3,897	3,787	1,057	0,721	0,688	0,543	0,376	0,487	0,701	1,111	1,963
34 1997	1,404	14,063	7,965	3,645	2,405	1,459 *	0,513	1,169	0,836	2,022	2,254	3,209	3,412
35 1998	7,211	9,794	3,932	5,337	9,377	5,445	4,984	0,813	1,314 *	1,363 *	1,237 *	0,880 *	4,307
36 1999	0,523	13,607	23,536	10,827	5,596	3,468	5,194	5,099	3,770	2,465	0,549	1,123	6,313
37 2000	8,118	11,323	0,255	3,309	1,576 *	2,940 *	4,303	7,346	1,822	2,338	1,237 *	1,872 *	3,870
Media	5,301	9,180	8,274	2,733	1,471	1,512	1,577	1,718	1,243	1,338	1,276	1,764	3,115
Desv Std	4,472	7,387	6,294	2,206	1,629	1,159	1,119	1,775	0,827	0,689	0,812	1,085	1,515
Minimo	0,523	0,455	0,255	0,039	0,387	0,379	0,513	0,453	0,217	0,254	0,123	0,083	0,765
Maximo	21,248	32,221	24,366	10,827	9,377	5,445	5,194	7,346	3,770	2,535	3,281	4,547	6,313

* : completados con la media del mes anterior y posterior y/o el promedio de la serie en el mes; años 1964 - 1970 : INADE.



CUADRO N° 4,20
ESTACION IMATA - SUMBAY
CAUDALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS EN EL RIO SUMBAY
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	2,072	2,870	3,563	1,610	0,546	1,095	1,805	1,596	1,384	0,424	1,237	1,157	1,613
2 1965	3,063	4,763	2,202	1,288	1,447	0,272	0,085	0,048	0,011	0,622	1,085	1,308	1,351
3 1966	1,101	2,883	2,761	2,075	1,388	1,352	1,220	1,123	0,823	0,846	0,042	0,625	1,353
4 1967	0,833	4,098	5,329	1,675	1,220	1,188	0,610	0,776	0,654	0,679	0,639	0,821	1,543
5 1968	1,640	4,091	7,091	1,793	1,030	0,795	0,827	0,769	0,744	0,382	1,597	1,885	1,887
6 1969	2,702	5,316	2,450	0,997	1,296	1,076	0,881	1,370	1,860	1,481	1,409	1,320	1,847
7 1970	3,387	6,120	4,684	2,028	1,324	1,282	0,990	0,913	0,971	0,772	0,688	0,732	1,991
8 1971	2,116	7,789	4,861	1,158	1,035	0,736	1,654	1,048	0,937	1,097	1,108	1,402	2,078
9 1972	4,537	6,202	8,375	3,428	1,525	1,230	1,141	1,129	1,086	0,181	1,463	1,420	2,643
10 1973	9,106	11,904	4,375	2,868	0,806	0,585	0,424	0,352	0,415	0,488	1,183	1,323	2,819
11 1974	7,835	10,690	8,760	3,982	1,867	0,769	0,685	0,831	1,095	0,939	1,313	1,234	3,333
12 1975	2,803	7,025	2,929	1,375	1,339	1,146	1,502	1,454	1,633	1,163	0,890	1,113	2,031
13 1976	4,521	7,925	5,400	1,653	1,295	0,719	0,921	0,931	1,484	0,647	0,955	0,883	2,278
14 1977	1,855	4,699	6,966	1,245	1,699	1,296	1,560	1,217	0,929	0,659	0,725	1,061	1,993
15 1978	6,581	3,588	1,965	2,875	1,888	1,561	1,439	1,321	1,342	1,298	1,360	2,247	2,289
16 1979	3,007	2,184	4,978	2,460	1,405	1,390	1,434	1,450	1,087	1,388	1,238	1,555	1,965
17 1980	1,366	1,552	3,118	2,061	1,388	1,378	1,283	1,176	1,106	1,216	1,390	1,105	1,512
18 1981	2,898	12,776	6,966	4,955	1,685	1,172	1,262	1,236	1,329	1,141	1,100	1,252	3,148
19 1982	6,064	1,842	3,276	2,863	1,487	1,364	1,435	1,205	1,255	1,498	2,039	1,331	2,138
20 1983	0,493	1,030	1,045	1,396	1,143	1,330	1,315	1,173	1,197	1,268	1,273	1,194	1,155
21 1984	2,176	6,586	10,995	3,280	2,215	2,181	2,082	2,107	2,029	1,323	1,676	2,413	3,255
22 1985	2,407	9,453	9,182	6,960	2,197	1,837	1,477	1,406	1,168	1,145	1,259	1,460	3,329
23 1986	5,127	9,513	11,870	3,763	1,547	1,370	1,337	1,392	0,617	1,429	1,327	1,514	3,401
24 1987	8,778	2,996	1,354	1,142	1,306	1,138	1,312	1,278	1,054	1,209	1,363	1,138	2,006
25 1988	3,227	3,493	3,550	3,689	1,440	1,357	1,346	1,254	1,303	1,318	1,218	1,307	2,042
26 1989	1,401	2,190	2,781	2,844	1,353	1,293	1,242	1,283	1,228	1,328	1,223	1,219	1,616
27 1990	1,429	1,312	1,387	1,278	1,306	1,292	1,284	1,266	1,123	1,342	1,255	1,565	1,320
28 1991	3,152	2,498	5,550	1,468	1,242	1,173	1,158	1,167	1,186	1,312	1,348	1,258	1,876
29 1992	1,234	1,260	1,250	1,211	1,196	1,137	1,309	1,110	0,954	1,116	1,108	1,230	1,176
30 1993	3,118	2,155	4,119	1,773	1,438	1,091	1,131	1,051	1,069	1,080	1,113	1,342	1,707
31 1994	4,804	15,772	2,804	1,982	1,683	1,486	1,420	1,358	1,305	1,103	1,081	1,252	3,004
32 1995	1,499	1,390	3,530	1,791	1,375	1,248	1,242	1,142	1,137	1,135	1,153	1,194	1,486
33 1996	1,293	3,166	2,371	2,282	2,251	1,784	1,741	1,573	1,496	1,560	1,618	1,429	1,881
34 1997	3,625	10,052	4,294	2,049	1,978	1,683	1,384	1,305	1,246	0,790	0,150	1,246	2,484
35 1998	2,275	2,998	1,955	1,400	1,777	2,124	2,065	1,010	1,220	0,939	1,057	0,794	1,635
36 1999	1,116	6,690	22,361	4,232	2,236	2,558	2,607	1,924	1,492	1,249	1,103	1,123	4,058
37 2000	3,217	5,371	5,054	2,379	1,506	1,295	1,278	1,175	1,131	1,061	1,159	1,294	2,160
Media	3,186	5,304	5,013	2,360	1,483	1,291	1,294	1,187	1,138	1,044	1,161	1,290	2,146
Desv Std	2,165	3,661	3,978	1,259	0,383	0,437	0,457	0,363	0,369	0,345	0,372	0,350	0,714
Mínimo	0,493	1,030	1,045	0,997	0,546	0,272	0,085	0,048	0,011	0,181	0,042	0,625	1,155
Máximo	9,106	15,772	22,361	6,960	2,251	2,558	2,607	2,107	2,029	1,560	2,039	2,413	4,058

En itálica, completados con la media del mes anterior y posterior o la media mensual de la serie
1964, 1974 - 1977 : Inade; 2000 : con la media mensual de la serie.



CUADRO N° 4,21

RIO COLCA
CAUDALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS EN EL DIQUE LOS ESPAÑOLES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	2,327	2,621	3,244	1,924	1,308	1,145	1,206	1,054	0,988	1,545	1,352	0,797	1,626
2 1965	1,638	3,403	4,430	3,533	2,410	1,889	1,736	1,648	1,027	0,962	0,927	1,138	2,062
3 1966	2,202	4,140	1,586	1,687	0,943	0,694	0,780	0,745	0,768	0,889	1,428	1,454	1,443
4 1967	0,627	1,319	2,842	1,558	0,996	0,931	0,963	1,055	1,197	0,955	1,048	1,177	1,222
5 1968	2,628	3,419	2,662	1,410	1,136	1,113	1,169	1,101	1,009	0,918	1,797	1,103	1,622
6 1969	1,270	2,809	1,408	1,499	1,079	0,774	0,700	2,589	0,713	0,959	1,055	1,348	1,350
7 1970	1,695	2,430	1,956	1,432	1,007	0,923	0,922	1,011	1,004	0,760	0,972	1,104	1,268
8 1971	1,508	2,735	1,648	1,049	1,038	1,261	1,262	1,010	0,819	0,849	0,800	1,010	1,249
9 1972	1,867	2,278	3,667	1,506	1,123	0,262	1,301	1,200	0,950	0,671	0,609	0,927	1,363
10 1973	2,793	4,504	3,927	2,015	1,714	1,614	1,129	1,158	1,074	1,107	1,414	1,464	1,993
11 1974	9,947	12,029	5,053	2,140	1,531	0,607	1,091	1,302	0,736	1,482	2,653	1,220	3,316
12 1975	1,732	4,684	3,394	1,690	0,774	1,638	1,315	1,094	1,060	1,428	1,691	1,713	1,851
13 1976	6,828	8,431	7,235	1,584	1,371	1,304	1,424	1,356	1,195	0,897	1,131	0,982	2,812
14 1977	3,648	4,841	7,117	2,465	1,498	1,562	1,469	1,424	0,868	1,191	2,356	1,194	2,469
15 1978	2,464	1,923	1,239	1,846	1,270	0,941	1,078	0,975	0,410	1,263	1,528	2,337	1,440
16 1979	2,468	3,761	2,047	1,488	0,994	1,014	0,993	1,152	0,577	1,002	1,069	1,220	1,482
17 1980	1,009	0,995	1,729	1,680	0,974	0,973	1,003	0,855	0,827	0,847	0,943	0,638	1,039
18 1981	1,613	3,738	2,235	2,236	1,255	0,850	0,970	0,975	0,958	0,807	0,716	1,188	1,462
19 1982	2,096	1,206	1,553	1,878	1,281	1,156	1,172	0,801	0,964	0,799	1,676	1,492	1,339
20 1983	1,539	1,688	0,646	0,949	0,691	0,850	0,883	0,890	0,884	0,861	0,829	0,832	0,962
21 1984	2,217	4,446	5,257	2,182	1,802	1,760	1,713	1,686	1,633	1,318	1,003	1,155	2,181
22 1985	1,032	4,798	4,523	1,701	1,091	0,983	0,897	0,868	0,864	0,769	0,884	1,010	1,618
23 1986	3,362	6,281	6,987	1,711	1,044	0,902	0,925	0,881	0,787	0,814	0,781	1,010	2,124
24 1987	1,938	3,197	1,827	0,899	0,759	0,613	0,802	0,808	0,809	1,099	0,687	0,651	1,174
25 1988	1,479	4,954	1,167	1,403	0,868	1,177	1,345	0,711	0,741	0,778	0,797	0,750	1,347
26 1989	0,841	1,008	4,036	1,133	0,787	0,715	0,718	0,732	0,745	0,739	0,716	0,717	1,074
27 1990	0,823	0,757	0,820	0,791	0,701	0,764	0,730	0,695	0,676	0,625	0,795	0,873	0,754
28 1991	1,372	1,078	1,393	0,784	0,709	0,902	0,845	0,761	0,717	0,749	1,613	0,639	0,963
29 1992	0,755	1,757	1,006	0,986	0,861	0,788	1,477	1,284	1,051	0,796	1,510	1,115	1,116
30 1993	0,491	0,381	0,701	0,711	0,488	0,316	1,040	0,970	0,860	1,350	2,130	1,891	0,944
31 1994	6,179	2,678	1,303	2,593	2,455	0,432	1,128	1,011	1,110	0,433	1,052	1,429	1,817
32 1995	1,406	1,096	2,685	1,999	0,276	0,673	1,224	1,350	1,421	0,563	1,198	1,546	1,286
33 1996	3,511	5,239	4,576	2,600	1,719	1,450	1,483	1,507	1,273	1,136	1,557	1,585	2,303
34 1997	0,784	2,396	1,278	1,367	0,500	0,426	0,444	0,465	0,405	0,104	0,368	0,483	0,752
35 1998	0,673	1,907	1,416	3,618	1,164	0,363	0,260	0,148	0,753	0,447	1,490	2,253	1,208
36 1999	0,961	1,195	4,612	0,673	1,878	1,338	0,963	0,529	0,353	0,308	0,243	0,185	1,103
37 2000	3,511	5,239	4,576	2,600	1,719	1,450	1,483	1,507	1,273	1,136	1,557	1,585	2,303
Media	2,250	3,280	2,913	1,711	1,168	0,988	1,082	1,062	0,905	0,902	1,199	1,168	1,552
Desv Std	1,897	2,315	1,868	0,702	0,488	0,412	0,322	0,417	0,269	0,318	0,524	0,453	0,579
Mínimo	0,491	0,381	0,646	0,673	0,276	0,262	0,260	0,148	0,353	0,104	0,243	0,185	0,752
Máximo	9,947	12,029	7,235	3,618	2,455	1,889	1,736	2,589	1,633	1,545	2,653	2,337	3,316

En *itálica* meses incompletos : completados con información del INADE;
años 1996 y 2000 : la media mensual de la serie INADE, período 1964 - 1995



CUADRO N° 4,22
RIO BAMPUTAÑE
CAUDALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS EN LA ESTACION BAMPUTAÑE
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	1,787	2,884	4,120	0,869	0,142	0,006	0,065	0,075	0,051	4,731	0,030	1,046	1,317
2 1965	3,368	3,357	3,047	2,405	1,977	2,127	2,520	2,291	0,914	0,860	0,600	2,247	2,143
3 1966	1,296	5,428	4,097	0,710	0,555	0,319	0,210	0,153	0,161	0,161	0,567	1,195	1,238
4 1967	0,577	2,098	7,458	0,934	0,173	0,104	0,000	0,238	0,207	0,092	0,127	0,382	1,033
5 1968	2,822	5,341	3,108	0,569	0,066	0,010	0,000	0,000	0,001	10,704	1,226	1,733	2,132
6 1969	3,446	3,032	1,387	0,456	0,141	0,000	0,000	0,008	0,090	0,094	0,439	0,347	0,787
7 1970	4,901	7,725	4,356	1,089	0,175	0,008	0,062	0,000	1,625	0,099	0,171	0,336	1,712
8 1971	2,390	10,398	3,576	0,623	0,680	0,504	1,058	0,896	0,258	0,377	0,026	1,540	1,861
9 1972	8,222	2,734	5,615	2,090	0,199	0,025	0,021	0,000	0,000	0,057	0,288	0,432	1,640
10 1973	3,394	6,034	5,455	2,886	0,644	0,014	0,009	0,000	0,006	0,245	0,375	1,788	1,738
11 1974	2,783	3,357	2,337	1,280	2,500	1,860	0,000	0,000	0,008	0,469	0,077	0,389	1,255
12 1975	0,803	1,866	0,134	0,739	0,710	0,161	0,012	0,000	0,000	0,000	0,323	0,670	0,452
13 1976	1,045	0,536	3,328	0,800	0,200	0,021	0,000	0,183	2,900	1,340	0,326	0,008	0,891
14 1977	1,008	2,068	3,244	0,298	0,623	0,154	1,092	0,094	0,191	0,275	0,622	0,563	0,853
15 1978	3,208	0,000	0,000	1,178	0,160	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,316	0,454	0,443
16 1979	0,530	1,570	2,970	2,216	0,000	0,000	0,000	0,094	0,111	0,029	0,524	0,634	0,723
17 1980	0,230	0,320	3,405	1,139	0,000	0,000	0,000	0,031	1,060	0,013	1,237	0,466	0,658
18 1981	3,486	4,012	2,471	1,727	0,550	1,085	0,037	0,003	0,070	0,060	0,283	0,387	1,181
19 1982	5,558	1,746	4,585	2,817	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,006	1,361	0,831	1,409
20 1983	0,758	0,085	1,578	0,348	0,160	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,244
21 1984	4,580	4,364	2,925	1,156	0,371	0,093	0,009	0,143	0,288	0,392	0,000	0,000	1,193
22 1985	1,047	4,240	3,810	3,529	1,146	0,002	0,005	0,002	0,106	0,257	5,811	1,269	1,769
23 1986	3,527	1,295	6,741	0,538	0,465	1,102	0,008	0,000	0,004	0,619	0,284	0,303	1,241
24 1987	0,577	0,482	0,981	0,433	0,442	0,242	0,006	0,013	0,000	0,000	0,000	0,088	0,272
25 1988	2,110	2,542	3,167	0,882	1,014	0,016	0,009	0,839	0,755	0,330	0,340	3,737	1,312
26 1989	0,202	1,754	2,412	1,583	0,725	0,237	0,006	0,000	0,044	0,033	0,465	1,096	0,713
27 1990	1,214	2,103	0,870	1,081	0,332	0,041	0,013	0,020	0,039	0,000	0,000	0,590	0,525
28 1991	2,822	2,099	2,047	0,000	1,907	3,518	1,914	0,014	0,092	0,074	0,353	0,111	1,246
29 1992	1,360	0,897	0,022	0,133	0,971	0,036	0,001	0,004	0,029	0,000	0,000	0,000	0,288
30 1993	2,933	1,552	3,004	0,476	0,000	0,186	0,732	0,021	0,054	0,326	1,107	3,252	1,137
31 1994	3,047	2,659	3,657	1,276	0,067	0,006	0,191	0,044	0,015	0,150	0,679	0,503	1,025
32 1995	1,229	1,970	3,297	0,495	0,359	0,045	0,053	0,002	0,028	0,011	0,030	0,047	0,631
33 1996	2,187	3,962	1,512	2,739	0,025	0,351	0,274	0,232	0,285	0,664	0,548	1,150	1,161
34 1997	3,394	2,188	0,000	0,011	0,000	0,351	0,274	0,232	0,285	0,664	0,333	0,332	0,672
35 1998	2,891	3,497	1,624	1,039	0,098	0,000	0,000	0,232	0,285	0,664	0,548	0,806	0,974
36 1999	0,352	2,563	4,176	1,009	0,069	0,000	0,000	0,000	0,285	0,116	0,302	0,293	0,764
37 2000	3,261	2,854	2,959	0,145	0,490	0,351	1,552	2,722	0,285	0,664	0,548	0,806	1,386
Media	2,388	2,854	2,959	1,127	0,490	0,351	0,274	0,232	0,285	0,664	0,548	0,806	1,081
Desv Std	1,704	2,117	1,757	0,878	0,586	0,729	0,595	0,589	0,560	1,873	0,959	0,852	0,503
Mínimo	0,202	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,244
Máximo	8,222	10,398	7,458	3,529	2,500	3,518	2,520	2,722	2,900	10,704	5,811	3,737	2,143

Años 1964 y 1965 - 1995 : meses incompletos en itálica : completados con información del INADE;
años 1996 y 2000 : completada con las medias mensuales de la serie.



CUADRO N° 4,23

RIO CHILI
EMBALSE AGUADA BLANCA
CAUDALES NATURALIZADOS MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	7,222	18,412	30,527	5,502	3,259	4,573	4,866	4,547	4,180	3,247	3,262	3,128	7,727
2 1965	0,600	7,873	8,168	4,159	3,638	3,719	3,800	3,317	2,834	6,130	2,957	3,956	4,263
3 1966	2,892	7,315	12,976	2,563	4,932	5,060	4,392	3,453	1,080	1,422	2,791	1,683	4,213
4 1967	4,064	35,907	53,273	9,419	4,746	4,054	3,505	3,650	3,091	3,435	2,495	4,934	11,048
5 1968	15,658	22,521	34,978	9,189	4,717	5,611	5,261	4,423	5,725	4,137	7,057	7,313	10,549
6 1969	8,329	19,700	14,596	6,438	6,069	5,625	4,629	2,080	2,966	2,892	3,094	4,087	6,709
7 1970	16,989	22,087	21,298	8,845	4,649	4,556	2,931	5,162	4,496	4,352	4,049	3,859	8,606
8 1971	23,893	17,818	12,423	5,052	8,926	13,625	8,899	10,351	4,827	4,034	2,317	6,281	9,870
9 1972	16,429	10,379	8,958	9,201	2,043	2,525	7,025	14,231	7,640	7,374	4,338	12,709	8,571
10 1973	15,583	41,605	42,319	11,664	1,762	4,472	13,293	10,248	2,506	7,711	9,620	9,249	14,169
11 1974	23,474	29,870	24,063	8,943	5,846	7,200	13,598	13,967	12,889	11,942	12,831	9,889	14,543
12 1975	15,583	43,611	13,665	21,776	9,616	13,265	15,438	22,055	12,497	6,995	10,073	12,709	16,440
13 1976	26,347	15,510	17,835	7,113	3,082	8,675	12,918	11,889	13,862	6,465	4,159	6,517	11,198
14 1977	8,989	20,092	34,921	5,774	5,536	8,223	8,193	10,422	9,809	9,107	6,982	10,087	11,511
15 1978	18,963	15,217	5,778	7,865	5,360	9,685	11,714	6,582	8,246	7,261	6,245	10,282	9,433
16 1979	11,283	8,153	16,528	4,676	3,394	6,775	7,788	7,856	8,226	8,977	8,710	8,941	8,442
17 1980	8,534	8,650	11,000	5,641	4,567	6,209	5,253	5,033	4,834	5,662	4,257	5,872	6,293
18 1981	9,118	40,647	21,146	11,810	3,712	6,339	10,446	11,943	8,685	9,896	9,576	13,800	13,093
19 1982	16,422	7,272	11,207	8,548	4,925	7,081	8,183	8,422	8,492	8,804	12,272	9,940	9,297
20 1983	9,169	8,466	7,237	7,395	5,031	4,147	3,968	3,768	3,743	3,807	8,445	0,007	5,432
21 1984	14,141	54,126	37,134	14,513	8,407	8,232	8,032	8,256	13,137	12,589	17,172	8,479	17,018
22 1985	11,103	48,291	35,609	34,299	10,321	9,466	10,639	12,305	13,788	12,832	13,526	16,455	19,053
23 1986	32,347	48,486	62,733	23,266	8,147	7,932	15,389	14,765	13,704	12,210	6,541	17,211	21,894
24 1987	37,786	13,902	6,450	10,929	12,154	10,921	9,230	6,879	4,176	8,454	18,252	3,584	11,893
25 1988	23,170	20,026	12,902	15,990	8,272	6,634	12,742	7,373	12,507	10,938	1,490	4,679	11,394
26 1989	11,262	15,869	12,295	13,911	4,305	5,794	6,768	8,056	10,296	10,960	10,478	8,827	9,902
27 1990	9,995	7,275	6,361	5,158	4,006	7,416	4,589	3,693	3,586	3,351	1,804	8,736	5,498
28 1991	16,161	9,612	33,282	4,538	4,577	7,223	8,593	7,838	10,910	11,292	6,714	10,316	10,921
29 1992	8,213	7,100	5,402	3,381	3,986	4,646	3,911	3,551	4,161	3,578	6,461	2,493	4,740
30 1993	19,045	7,538	18,690	5,638	4,109	3,996	12,351	7,527	6,169	8,375	10,894	6,273	9,217
31 1994	30,617	89,515	12,645	9,446	7,337	10,763	14,388	9,521	17,133	6,928	9,738	13,369	19,283
32 1995	14,123	7,368	20,589	5,929	6,053	7,172	12,256	11,607	8,446	7,588	4,594	7,594	9,443
33 1996	8,830	21,275	10,025	10,787	6,277	6,397	2,344	11,558	7,881	6,633	4,836	10,333	8,931
34 1997	14,703	21,011	11,316	9,475	8,747	9,014	7,664	7,646	7,946	8,796	8,302	10,074	10,391
35 1998	15,382	16,529	8,538	13,019	15,047	8,913	7,912	10,478	7,767	6,729	8,451	11,505	10,856
36 1999	10,984	54,588	89,837	26,456	14,819	9,423	10,490	8,920	9,342	11,325	12,039	13,871	22,675
37 2000	18,866	46,732	34,851	12,834	11,118	8,430	11,710	11,307	10,405	12,136	12,376	10,316	16,757
Media	15,034	24,063	22,204	10,301	6,311	7,130	8,516	8,505	7,891	7,523	7,546	8,361	11,116
Desv Std	8,102	18,675	18,007	6,749	3,250	2,577	3,820	4,145	4,002	3,192	4,250	4,104	4,699
Mínimo	0,600	7,100	5,402	2,563	1,762	2,525	2,344	2,080	1,080	1,422	1,490	0,007	4,213
Máximo	37,786	89,515	89,837	34,299	15,047	13,625	15,438	22,055	17,133	12,832	18,252	17,211	22,675

En itálica, completados con la media del mes anterior y posterior o la media mensual de la serie



CUADRO N° 4,24
RIO ANCHAPARRA
ESTACION ANTASALLA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1 1964	0,274	0,694	0,919	0,139	0,094	0,075	0,093	0,078	0,058	0,062	0,072	0,295	0,238
2 1965	0,361	0,230	0,665	0,286	0,607	0,593	0,611	0,019	0,053	0,043	0,030	0,113	0,301
3 1966	0,197	0,865	1,500	0,092	0,066	0,219	0,072	0,043	0,029	0,029	0,021	0,076	0,267
4 1967	0,485	0,774	0,970	0,310	0,049	0,294	0,074	0,068	0,042	0,025	0,008	0,062	0,263
5 1968	0,360	0,451	0,461	0,227	0,100	0,096	0,099	0,014	0,000	0,094	0,383	0,646	0,244
6 1969	0,672	1,560	1,760	0,344	0,138	0,069	0,068	0,099	0,051	0,026	0,030	0,117	0,411
7 1970	1,864	1,888	0,973	0,277	0,101	0,062	0,044	0,037	0,046	0,031	0,025	0,137	0,457
8 1971	0,825	1,460	0,947	0,171	0,055	0,058	0,076	0,057	0,032	0,037	0,027	0,114	0,322
9 1972	1,428	1,585	2,483	0,601	0,160	0,120	0,044	0,019	0,038	0,025	0,066	0,095	0,555
10 1973	1,140	2,231	1,352	0,345	0,114	0,070	0,053	0,062	0,044	0,029	0,007	0,019	0,456
11 1974	1,187	2,212	0,990	0,438	0,164	0,080	0,079	0,075	0,069	0,034	0,039	0,134	0,458
12 1975	0,633	0,716	1,334	0,401	0,031	0,059	0,054	0,042	0,069	0,028	0,017	0,053	0,286
13 1976	1,017	0,932	1,939	0,365	0,099	0,060	0,055	0,071	0,076	0,043	0,019	0,080	0,396
14 1977	0,570	0,928	1,269	0,285	0,042	0,067	0,089	0,029	0,029	0,039	0,009	0,078	0,286
15 1978	1,012	0,900	1,103	0,152	0,120	0,184	0,181	0,034	0,046	0,021	0,044	0,315	0,343
16 1979	1,069	0,698	0,900	0,239	0,043	0,101	0,120	0,051	0,060	0,021	0,041	0,196	0,295
17 1980	0,358	0,642	0,877	0,317	0,055	0,110	0,399	0,065	0,069	0,017	0,036	0,202	0,262
18 1981	0,817	1,047	0,634	0,538	0,091	0,390	0,090	0,071	0,070	0,022	0,020	0,133	0,327
19 1982	1,230	0,878	0,443	0,290	0,106	0,100	0,099	0,051	0,045	0,016	0,071	0,218	0,296
20 1983	0,228	0,178	0,998	0,163	0,038	0,090	0,070	0,068	0,069	0,019	0,071	0,225	0,185
21 1984	0,948	2,807	2,175	0,402	0,064	0,094	0,089	0,057	0,069	0,033	0,051	0,205	0,583
22 1985	0,455	1,264	1,259	0,509	0,053	0,071	0,045	0,051	0,075	0,031	0,046	0,306	0,347
23 1986	0,968	1,313	1,203	0,843	0,167	0,102	0,046	0,029	0,059	0,041	0,041	0,033	0,404
24 1987	1,451	1,413	1,765	0,174	0,030	0,188	0,088	0,039	0,057	0,021	0,038	0,068	0,444
25 1988	1,152	1,240	1,169	0,587	0,342	0,104	0,071	0,081	0,054	0,036	0,035	0,085	0,413
26 1989	0,658	0,614	1,744	0,625	0,366	0,135	0,089	0,031	0,063	0,020	0,050	0,176	0,381
27 1990	0,398	0,198	0,619	0,293	0,037	0,061	0,064	0,055	0,058	0,023	0,022	0,136	0,164
28 1991	0,742	0,492	0,877	0,311	0,034	0,090	0,044	0,053	0,072	0,024	0,094	0,277	0,259
29 1992	0,549	0,201	0,706	0,079	0,049	0,139	0,446	0,049	0,024	0,020	0,024	0,218	0,209
30 1993	1,133	0,843	1,495	0,175	0,034	0,073	0,066	0,068	0,050	0,027	0,043	0,121	0,344
31 1994	1,477	1,680	0,912	0,257	0,075	0,082	0,060	0,049	0,053	0,030	0,177	0,220	0,423
32 1995	0,432	0,820	1,465	0,262	0,094	0,095	0,099	0,027	0,030	0,018	0,035	0,225	0,300
33 1996	0,770	1,149	1,004	0,570	0,377	0,318	0,325	0,331	0,279	0,249	0,342	0,348	0,505
34 1997	0,172	0,526	0,280	0,300	0,110	0,094	0,097	0,102	0,089	0,023	0,081	0,106	0,165
35 1998	0,148	0,418	0,311	0,794	0,255	0,080	0,057	0,032	0,165	0,098	0,327	0,494	0,265
36 1999	0,211	0,262	1,012	0,148	0,412	0,294	0,211	0,116	0,078	0,068	0,053	0,041	0,242
37 2000	0,770	1,149	1,004	0,570	0,377	0,318	0,325	0,331	0,279	0,249	0,342	0,348	0,505
Media	0,761	1,007	1,122	0,348	0,139	0,141	0,127	0,069	0,069	0,045	0,077	0,181	0,341
Desv Std	0,430	0,618	0,498	0,188	0,136	0,116	0,129	0,068	0,057	0,053	0,101	0,132	0,107
Mínimo	0,148	0,178	0,280	0,079	0,030	0,058	0,044	0,014	0,000	0,016	0,007	0,019	0,164
Máximo	1,864	2,807	2,483	0,843	0,607	0,593	0,611	0,331	0,279	0,249	0,383	0,646	0,583

Fuente : 1964 - 1995 : INADE; 1996 - 2000, generados en base a estación Dique Los Españoles



CUADRO N° 4,25

SUBCUENCA ALTO COLCA Y CUENCA RIO CHILI
RESUMEN DE LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES PROMEDIO
NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
PERIODO : 1964 – 2000
(m³/s)

SECCION DE CONTROL	AREA DE DRENAJE (km ²)	CAUDAL MEDIO ANUAL PROMEDIO (m ³ /s)
1.- Río Negrillo (El Pañe)	185	2,513
2.- Río Blanco (El Fraile)	1 049	3,115
3.- Río Sumbay (Imata – Sumbay)	554	2,146
4.- Río Col ca (Dique Los Españoles)	276	1,552
5.- Río Bamputañe	123	1,081
6.- Río Chili (Aguada Blanca)	3 895	11,116
7.- Río Anchaparra (Antasalla)	55	0,341



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili

CUADRO N° 4,26

SUB CUENCA ALTO COLCA Y CUENCA DEL RIO CHILI
ANÁLISIS DE DOBLE MASA ENTRE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL COMPLETADA Y CORREGIDA Y LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
(mm y l/s)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Estación Imata Precipitación Total Anual		Estación El Paño Precipitación Total Anual		Estación El Paño Caudal Medio Anual		Estación Bamputañe Caudal Medio Anual		Estación Imata Sumbay Caudal Medio Anual		Estación D. L. Españoles Caudal Medio Anual		Estación Antasalla Caudal Medio Anual		Estación Aguada Blanca Caudal Medio Anual		Estación El Fraile Caudal Medio Anual	
	Histórica	Acumulada	Histórica	Acumulada	Naturalizado	Acumulado	Naturalizado	Acumulado	Naturalizado	Acumulado	Naturalizado	Acumulado	Naturalizado	Acumulado	Naturalizado	Acumulado	Naturalizado	Acumulado
	Completada	Completada	Completada	Completada	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado	Completado
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1 1964	460	460	630	630	1.259	1.259	1.317	1.317	1.613	1.613	1.626	1.626	238	238	7.727	7.727	2.349	2.349
2 1965	302	762	690	1.320	2.306	3.566	2.143	3.460	1.351	2.964	2.062	3.688	301	539	4.263	11.990	1.194	3.543
3 1966	433	1.195	579	1.899	1.779	5.345	1.238	4.698	1.353	4.318	1.443	5.131	267	806	4.213	16.203	1.394	4.937
4 1967	547	1.742	600	2.499	2.036	7.380	1.033	5.730	1.543	5.861	1.222	6.353	263	1.070	11.048	27.251	2.528	7.464
5 1968	603	2.345	692	3.191	2.464	9.844	2.132	7.862	1.887	7.748	1.622	7.975	244	1.314	10.549	37.800	2.808	10.272
6 1969	420	2.765	545	3.736	2.123	11.967	787	8.648	1.847	9.595	1.350	9.325	411	1.725	6.709	44.509	2.694	12.967
7 1970	428	3.193	715	4.451	3.208	15.175	1.712	10.361	1.991	11.585	1.268	10.593	457	2.182	8.606	53.115	2.948	15.914
8 1971	485	3.678	699	5.150	3.747	18.921	1.861	12.221	2.078	13.664	1.249	11.842	322	2.504	9.870	62.985	3.020	18.935
9 1972	671	4.349	642	5.792	2.941	21.862	1.640	13.861	2.643	16.307	1.363	13.206	555	3.059	8.571	71.556	5.237	24.172
10 1973	693	5.042	982	6.774	3.113	24.975	1.738	15.599	2.819	19.126	1.993	15.198	456	3.514	14.169	85.725	4.961	29.133
11 1974	766	5.808	1323	8.097	3.896	28.871	1.255	16.854	3.333	22.459	3.316	18.514	458	3.973	14.543	100.268	5.518	34.650
12 1975	614	6.422	754	8.851	2.767	31.638	452	17.305	2.031	24.490	1.851	20.365	286	4.259	16.440	116.708	6.017	40.667
13 1976	503	6.925	567	9.418	2.483	34.120	891	18.196	2.278	26.768	2.812	23.177	396	4.656	11.198	127.906	3.445	44.112
14 1977	516	7.441	587	10.005	1.893	36.013	853	19.049	1.993	28.761	2.469	25.646	286	4.942	11.511	139.417	4.220	48.333
15 1978	552	7.993	827	10.832	1.734	37.747	443	19.492	2.289	31.049	1.440	27.086	343	5.284	9.433	148.850	2.263	50.595
16 1979	403	8.396	646	11.478	2.120	39.867	723	20.215	1.965	33.014	1.482	28.568	295	5.579	8.442	157.292	1.860	52.455
17 1980	361	8.757	597	12.075	1.776	41.643	658	20.873	1.512	34.526	1.039	29.607	262	5.842	6.293	163.585	1.414	53.869
18 1981	673	9.430	854	12.929	3.038	44.681	1.181	22.054	3.148	37.673	1.462	31.069	327	6.169	13.093	176.678	3.436	57.306
19 1982	420	9.850	730	13.659	2.786	47.467	1.409	23.463	2.138	39.812	1.339	32.409	296	6.464	9.297	185.976	1.726	59.031
20 1983	170	10.020	354	14.013	594	48.061	244	23.707	1.155	40.967	962	33.371	185	6.649	5.432	191.408	921	59.952
21 1984	686	10.706	1352	15.365	4.807	52.867	1.193	24.901	3.255	44.222	2.181	35.552	583	7.232	17.018	208.426	5.280	65.231
22 1985	716	11.422	1000	16.365	1.974	54.842	1.769	26.669	3.329	47.551	1.618	37.170	347	7.579	19.053	227.478	3.848	69.079
23 1986	595	12.017	1071	17.436	2.818	57.659	1.241	27.910	3.401	50.952	2.124	39.294	404	7.983	21.894	249.373	5.490	74.569
24 1987	317	12.334	563	17.999	1.614	59.274	2.272	28.182	2.006	52.957	1.174	40.468	444	8.427	11.893	261.266	2.588	77.157
25 1988	466	12.800	900	18.899	2.867	62.140	1.312	29.494	2.042	54.999	1.347	41.815	413	8.840	11.394	272.660	2.578	79.735
26 1989	394	13.194	528	19.427	2.525	64.665	713	30.207	1.616	56.615	1.074	42.889	381	9.221	9.902	282.561	2.471	82.206
27 1990	477	13.671	697	20.124	1.627	66.292	525	30.732	1.320	57.935	754	43.644	164	9.384	5.498	288.059	1.218	83.425
28 1991	451	14.122	755	20.879	2.550	68.843	1.246	31.978	1.876	59.811	963	44.607	259	9.644	10.921	298.980	2.931	86.356
29 1992	239	14.361	424	21.303	933	69.776	288	32.266	1.176	60.987	1.116	45.723	209	9.852	4.740	303.720	765	87.121
30 1993	545	14.906	811	22.114	3.059	72.835	1.137	33.403	1.707	62.694	944	46.667	344	10.196	9.217	312.938	2.543	89.664
31 1994	656	15.562	954	23.068	3.814	76.648	1.025	34.427	3.004	65.698	1.817	48.484	423	10.619	19.283	332.221	4.324	93.988
32 1995	361	15.923	715	23.783	2.023	78.671	631	35.058	1.486	67.184	1.286	49.770	300	10.919	9.443	341.664	1.418	95.407
33 1996	535	16.458	874	24.657	2.497	81.168	1.161	36.218	1.881	69.065	2.303	52.073	505	11.424	8.931	350.596	1.963	97.370
34 1997	432	16.890	898	25.555	3.214	84.382	672	36.890	2.484	71.548	752	52.825	165	11.589	10.391	360.987	3.412	100.782
35 1998	402	17.292	813	26.368	2.286	86.668	974	37.864	1.635	73.183	1.208	54.033	265	11.854	10.856	371.843	4.307	105.089
36 1999	764	18.056	934	27.302	3.698	90.366	764	38.628	4.058	77.241	1.103	55.136	242	12.096	22.675	394.517	6.313	111.402
37 2000	494	18.550	750	28.052	2.624	92.990	1.386	40.014	2.160	79.401	2.303	57.439	505	12.602	16.757	411.274	3.870	115.272
Media	501		758		2.513	46770,022	1.081		2.146		1.552		341		11.116		3.115	
DesvStd	143		214		863		503		714		579		107		4.699		1.515	
Mínima	170		354		594		244		1.155		752		164		4.213		765	
Máxima	766		1352		4.807		2.143		4.058		3.316		583		22.675		6.313	



CUADRO N° 4,27
RIO BAMPUTAÑE
ESTACION BAMPUTAÑE
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANALISIS DE CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO COMPLETADO (l/s)	PERIODO MUESTRAL	CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO COMPLETADO CORREGIDO (l/s)
1	1964	1.317	PRIMER PERIODO "Confiable" (1964 - 1973) Longitud muestral : N1 = 10 Media del período : X1 = 1.560 Desviación Standard : S1 = 454	
2	1965	2.143		
3	1966	1.238		
4	1967	1.033		
5	1968	2.132		
6	1969	787		
7	1970	1.712		
8	1971	1.861		
9	1972	1.640		
10	1973	1.738		
1	1974	1.255	SEGUNDO PERIODO "Dudoso" (1974 - 2000) Longitud muestral : N2 = 27 Media del período : X2 = 904 Desviación Standard : S2 = 398	1.961
2	1975	452		1.043
3	1976	891		1.544
4	1977	853		1.501
5	1978	443		1.033
6	1979	723		1.353
7	1980	658		1.279
8	1981	1.181		1.876
9	1982	1.409		2.136
10	1983	244		806
11	1984	1.193		1.890
12	1985	1.769		2.547
13	1986	1.241		1.944
14	1987	272		838
15	1988	1.312		2.025
16	1989	713		1.341
17	1990	525		1.127
18	1991	1.246		1.950
19	1992	288		856
20	1993	1.137		1.826
21	1994	1.025		1.697
22	1995	631		1.247
23	1996	1.161		1.853
24	1997	672		1.295
25	1998	974		1.639
26	1999	764		1.399
27	2000	1.386		2.111
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Tc = 4,28		Tt = 2,03		Tc > Tt
Las medias X1 y X2 son estadísticamente no homogéneas				
PRUEBA "F" DE FISHER				
Fc = 1,30		Ft = 2,23		Fc < Ft
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente homogéneas				
CORRECCION DE LA INFORMACION				
$Xi = ((Xo - Xx) / Sx) * Sc + Xc$				
Xi = valor corregido; Xo = valor por corregir; Xx y Sx = media y desviación período dudoso Xc y Sc = media y desviación período confiable				



CUADRO N° 4,28

RIO COLCA
ESTACION DIQUE LOS ESPANOLES
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANALISIS DE CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO COMPLETADO (l/s)	PERIODO MUESTRAL	CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO COMPLETADO CORREGIDO (l/s)
1	1964	1.626	PRIMER PERIODO "Dudoso" (1964 - 1972) Longitud muestral : N1 = 9 Media del periodo : X1 = 1.467 Desviación Standard : S1 = 268	1.964
2	1965	2.062		3.020
3	1966	1.443		1.521
4	1967	1.222		986
5	1968	1.622		1.955
6	1969	1.350		1.296
7	1970	1.268		1.097
8	1971	1.249		1.051
9	1972	1.363		1.328
1	1973	1.993	SEGUNDO PERIODO "Confiable" (1973 - 2000) Longitud muestral : N2 = 28 Media del periodo : X2 = 1580 Desviación Standard : S2 = 650	
2	1974	3.316		
3	1975	1.851		
4	1976	2.812		
5	1977	2.469		
6	1978	1.440		
7	1979	1.482		
8	1980	1.039		
9	1981	1.462		
10	1982	1.339		
11	1983	962		
12	1984	2.181		
13	1985	1.618		
14	1986	2.124		
15	1987	1.174		
16	1988	1.347		
17	1989	1.074		
18	1990	754		
19	1991	963		
20	1992	1.116		
21	1993	944		
22	1994	1.817		
23	1995	1.286		
24	1996	2.303		
25	1997	752		
26	1998	1.208		
27	1999	1.103		
28	2000	2.303		
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Tc = 0,50		Tt = 2,03		Tc < Tt
Las medias X1 y X2 son estadísticamente homogéneas				
PRUEBA "F" DE FISHER				
Fc = 5,88		Ft = 3,11		Fc > Ft
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente no homogéneas				
CORRECCION DE LA INFORMACION				
$Xi = ((Xo - Xx) / Sx) * Sc + Xc$				
Xi = valor corregido; Xo = valor por corregir; Xx y Sx = media y desviación periodo dudoso Xc y Sc = media y desviación periodo confiable				



CUADRO N° 4,29

RIO CHILI
ESTACION AGUADA BLANCA
PRUEBAS DE "T" DE STUDENT Y DE FISHER "F"
ANALISIS DE CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS
PERIODO : 1964 - 2000

AÑOS		CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO COMPLETADO (l/s)	PERIODO MUESTRAL	CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO COMPLETADO CORREGIDO (l/s)
1	1964	7.727	PRIMER PERIODO "Confiable" (1964 - 1984) Longitud muestral : N1 = 21 Media del periodo : X1 = 9.925 Desviación Standard : S1 = 3.658	
2	1965	4.263		
3	1966	4.213		
4	1967	11.048		
5	1968	10.549		
6	1969	6.709		
7	1970	8.606		
8	1971	9.870		
9	1972	8.571		
10	1973	14.169		
11	1974	14.543		
12	1975	16.440		
13	1976	11.198		
14	1977	11.511		
15	1978	9.433		
16	1979	8.442		
17	1980	6.293		
18	1981	13.093		
19	1982	9.297		
20	1983	5.432		
21	1984	17.018		
1	1985	19.053	SEGUNDO PERIODO "Dudoso" (1985 - 2000) Longitud muestral : N2 = 16 Media del periodo : X2 = 12.678 Desviación Standard : S2 = 5.528	14.143
2	1986	21.894		16.023
3	1987	11.893		9.406
4	1988	11.394		9.075
5	1989	9.902		8.088
6	1990	5.498		5.174
7	1991	10.921		8.763
8	1992	4.740		4.673
9	1993	9.217		7.635
10	1994	19.283		14.295
11	1995	9.443		7.785
12	1996	8.931		7.446
13	1997	10.391		8.412
14	1998	10.856		8.719
15	1999	22.675		16.539
16	2000	16.757		12.624
PRUEBA "T" DE STUDENT				
Tc = 1,82		Tt = 2,03		Tc < Tt
Las medias X1 y X2 son estadísticamente homogéneas				
PRUEBA "F" DE FISHER				
Fc = 2,28		Ft = 2,20		Fc > Ft
Las desviaciones standard S1 y S2 son estadísticamente no homogéneas				
CORRECCION DE LA INFORMACION				
$X_i = ((X_o - X_x) / S_x) * S_c + X_c$				
Xi = valor corregido; Xo = valor por corregir; Xx y Sx = media y desviación período dudoso Xc y Sc = media y desviación período confiable				



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 4,30

SUB CUENCA ALTO COLCA Y CUENCA DEL RIO CHILI
CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS, COMPLETADOS Y CORREGIDOS
(l/s)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Río Negrillo Estación El Pañe Caudal Medio Anual	Río Bamputañe Estación Bamputañe Caudal Medio Anual			Río Sumbay Estación Imata Sumbay Caudal Medio Anual	Río Colca Estación Dique Los Españoles Caudal Medio Anual			Río Anchaparra Estación Antasalla Caudal Medio Anual	Río Chili Estación Aguada Blanca Caudal Medio Anual			Río Blanco Estación El Fraile Caudal Medio Anual
	Naturalizado Completado Verificado	Naturalizado Completado	Naturalizado Completado Corregido	Naturalizado Completado Corregido Final	Naturalizado Completado Verificado	Naturalizado Completado	Naturalizado Completado Corregido	Naturalizado Completado Corregido Final	Naturalizado Completado Verificado	Naturalizado Completado	Naturalizado Completado Corregido	Naturalizado Completado Corregido Final	Naturalizado Completado Verificado
		(l/s)	(l/s)			(l/s)	(l/s)			(l/s)	(l/s)		
1 1964	1.259	1.317		1.317	1.613	1.626	1.964	1.964	238	7.727		7.727	2.349
2 1965	2.306	2.143		2.143	1.351	2.062	3.020	3.020	301	4.263		4.263	1.194
3 1966	1.779	1.238		1.238	1.353	1.443	1.521	1.521	267	4.213		4.213	1.394
4 1967	2.036	1.033		1.033	1.543	1.222	986	986	263	11.048		11.048	2.528
5 1968	2.464	2.132		2.132	1.887	1.622	1.955	1.955	244	10.549		10.549	2.808
6 1969	2.123	787		787	1.847	1.350	1.236	1.236	411	6.709		6.709	2.694
7 1970	3.208	1.712		1.712	1.991	1.268	1.097	1.097	457	8.606		8.606	2.948
8 1971	3.747	1.861		1.861	2.078	1.249	1.051	1.051	322	9.870		9.870	3.020
9 1972	2.941	1.640		1.640	2.643	1.363	1.328	1.328	555	8.571		8.571	5.237
10 1973	3.113	1.738		1.738	2.819	1.993	1.993	1.993	456	14.169		14.169	4.961
11 1974	3.896	1.255	1.961	1.961	3.333	3.316	3.316	3.316	458	14.543		14.543	5.518
12 1975	2.767	1.043	1.043	1.043	2.031	1.851	1.851	1.851	286	16.440		16.440	6.017
13 1976	2.483	891	1.544	1.544	2.278	2.812	2.812	2.812	396	11.198		11.198	3.445
14 1977	1.893	853	1.501	1.501	1.993	2.469	2.469	2.469	286	11.511		11.511	4.220
15 1978	1.734	443	1.033	1.033	2.289	1.440	1.440	1.440	343	9.433		9.433	2.263
16 1979	2.120	723	1.353	1.353	1.965	1.482	1.482	1.482	295	8.442		8.442	1.860
17 1980	1.776	658	1.279	1.279	1.512	1.039	1.039	1.039	262	6.293		6.293	1.414
18 1981	3.038	1.181	1.876	1.876	3.148	1.462	1.462	1.462	327	13.093		13.093	3.436
19 1982	2.786	1.409	2.136	2.136	2.138	1.339	1.339	1.339	296	9.297		9.297	1.726
20 1983	594	244	806	806	1.155	962	962	962	185	5.432		5.432	921
21 1984	4.807	1.193	1.890	1.890	3.255	2.181	2.181	2.181	583	17.018		17.018	5.280
22 1985	1.974	1.769	2.547	2.547	3.329	1.618	1.618	1.618	347	19.053		14.143	3.848
23 1986	2.818	1.241	1.944	1.944	3.401	2.124	2.124	2.124	404	21.894	16.023	16.023	5.490
24 1987	1.614	272	838	838	2.006	1.174	1.174	1.174	444	11.893	9.406	9.406	2.588
25 1988	2.867	1.312	2.025	2.025	2.042	1.347	1.347	1.347	413	11.394	9.075	9.075	2.578
26 1989	2.525	713	1.341	1.341	1.616	1.074	1.074	1.074	381	9.902	8.088	8.088	2.471
27 1990	1.627	525	1.127	1.127	1.320	754	754	754	164	5.498	5.174	5.174	1.218
28 1991	2.550	1.246	1.950	1.950	1.876	963	963	963	259	10.921	8.763	8.763	2.931
29 1992	933	288	856	856	1.176	1.116	1.116	1.116	209	4.740	4.673	4.673	765
30 1993	3.059	1.137	1.826	1.826	1.707	944	944	944	344	9.217	7.635	7.635	2.543
31 1994	3.814	1.025	1.697	1.697	3.004	1.817	1.817	1.817	423	19.283	14.295	14.295	4.324
32 1995	2.023	631	1.247	1.247	1.486	1.286	1.286	1.286	300	9.443	7.785	7.785	1.418
33 1996	2.497	1.161	1.853	1.853	1.881	2.303	2.303	2.303	505	8.931	7.446	7.446	1.963
34 1997	3.214	672	1.295	1.295	2.484	752	752	752	165	10.391	7.412	7.412	3.412
35 1998	2.286	974	1.639	1.639	1.635	1.208	1.208	1.208	265	10.856	8.719	8.719	4.307
36 1999	3.698	764	1.399	1.399	4.058	1.103	1.103	1.103	242	22.675	16.539	16.539	6.313
37 2000	2.624	1.386	2.111	2.111	2.160	2.303	2.303	2.303	505	16.757	12.624	12.624	3.870
Media	2.513	1.081		1.560	2.146	1.552	1.580	1.580	341	11.116		9.925	3.115
Desv/Std	863	503		448	714	579	641	641	107	4.699		3.607	1.515
Mínimo	594	244		787	1.155	752	752	752	164	4.213		4.213	765
Máximo	4.807	2.143		2.547	4.058	3.316	3.316	3.316	583	22.675		17.018	6.313



CUADRO N° 4,31

**SUBCUENCA ALTO COLCA Y CUENCA RIO CHILI
RESUMEN DE LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES PROMEDIO
NATURALIZADOS, COMPLETADOS Y CORREGIDOS**

PERIODO : 1964 – 2000
(m³/s)

SECCION DE CONTROL	AREA DE DRENAJE (km ²)	CAUDALES MENSUALES DE LOS CUADROS N°	CAUDAL MEDIO ANUAL PROMEDIO			
			COMPLETADO	COMPLETADO CORREGIDO		
			(m ³ /s)			
ALTO COLCA						
1.-	El Pañe	185	4,18	2,513	2,513	
2.-	Bamputañe	123	4,22	4,31-A	1,081	1,560
3.-	Blanquillo *	51	4,31-B			0,643
4.-	Jancolacaya *	93	4,31-C			1,175
5.-	Dique Los Españoles	276	4,21	4,31-D	1,552	1,580
6.-	Antasalla	55	4,24		0,341	0,341
CHILI						
7.-	El Fraile	1 049	4,19		3,115	3,115
8.-	Imata	554	4,20		2,146	2,146
9.-	Aguada Blanca	3 895	4,23	4,31-E	11,116	9,925

* : Caudales obtenidos por relación de áreas a partir de Bamputañe.



CUADRO N° 4,31 - A

RIO BAMPUTANE
CAUDALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS CORREGIDOS
ESTACION BAMPUTANE
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media (m ³ /s)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	1,787	2,884	4,120	0,869	0,142	0,006	0,065	0,075	0,051	4,731	0,030	1,046	1,317
2 1965	3,368	3,357	3,047	2,405	1,977	2,127	2,520	2,291	0,914	0,860	0,600	2,247	2,143
3 1966	1,296	5,428	4,097	0,710	0,555	0,319	0,210	0,153	0,161	0,161	0,567	1,195	1,238
4 1967	0,577	2,098	7,458	0,934	0,173	0,104	0,000	0,238	0,207	0,092	0,127	0,382	1,033
5 1968	2,822	5,341	3,108	0,569	0,066	0,010	0,000	0,000	0,001	10,704	1,226	1,733	2,132
6 1969	3,446	3,032	1,387	0,456	0,141	0,000	0,000	0,008	0,090	0,094	0,439	0,347	0,787
7 1970	4,901	7,725	4,356	1,089	0,175	0,008	0,062	0,000	1,625	0,099	0,171	0,336	1,712
8 1971	2,390	10,398	3,576	0,623	0,680	0,504	1,058	0,896	0,258	0,377	0,026	1,540	1,861
9 1972	8,222	2,734	5,615	2,090	0,199	0,025	0,021	0,000	0,000	0,057	0,288	0,432	1,640
10 1973	3,394	6,034	5,455	2,886	0,644	0,014	0,009	0,000	0,006	0,245	0,375	1,788	1,738
11 1974	4,347	5,245	3,651	2,000	3,906	2,906	0,000	0,000	0,012	0,733	0,120	0,608	1,961
12 1975	1,854	4,309	0,309	1,707	1,640	0,372	0,028	0,000	0,000	0,000	0,746	1,547	1,043
13 1976	1,812	0,929	5,771	1,387	0,347	0,036	0,000	0,317	5,029	2,324	0,565	0,014	1,544
14 1977	1,774	3,640	5,710	0,525	1,097	0,271	1,922	0,165	0,336	0,484	1,095	0,991	1,501
15 1978	7,480	0,000	0,000	2,747	0,373	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,737	1,059	1,033
16 1979	0,992	2,937	5,557	4,146	0,000	0,000	0,000	0,176	0,208	0,054	0,980	1,186	1,353
17 1980	0,447	0,622	6,615	2,213	0,000	0,000	0,000	0,060	2,059	0,025	2,403	0,905	1,279
18 1981	5,538	6,373	3,925	2,743	0,874	1,724	0,059	0,005	0,111	0,095	0,450	0,615	1,876
19 1982	8,428	2,648	6,953	4,272	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,009	2,064	1,260	2,136
20 1983	2,501	0,280	5,206	1,148	0,528	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,806
21 1984	7,254	6,912	4,633	1,831	0,588	0,147	0,014	0,226	0,456	0,621	0,000	0,000	1,890
22 1985	1,508	6,107	5,488	5,083	1,651	0,003	0,007	0,003	0,153	0,370	8,370	1,828	2,547
23 1986	5,527	2,029	10,564	0,843	0,729	1,727	0,013	0,000	0,006	0,970	0,445	0,475	1,944
24 1987	1,777	1,484	3,021	1,333	1,361	0,745	0,018	0,040	0,000	0,000	0,000	0,271	0,838
25 1988	3,258	3,925	4,890	1,362	1,566	0,025	0,014	1,295	1,166	0,510	0,525	5,770	2,025
26 1989	0,380	3,300	4,538	2,978	1,364	0,446	0,011	0,000	0,083	0,062	0,875	2,062	1,341
27 1990	2,605	4,512	1,867	2,319	0,712	0,088	0,028	0,043	0,084	0,000	0,000	1,266	1,127
28 1991	4,417	3,286	3,204	0,000	2,985	5,507	2,996	0,022	0,144	0,116	0,553	0,174	1,950
29 1992	4,044	2,667	0,065	0,395	2,887	0,107	0,003	0,012	0,086	0,000	0,000	0,000	0,856
30 1993	4,710	2,492	4,824	0,764	0,000	0,299	1,175	0,034	0,087	0,523	1,778	5,222	1,826
31 1994	5,048	4,405	6,058	2,114	0,111	0,010	0,316	0,073	0,025	0,249	1,125	0,833	1,697
32 1995	2,431	3,897	6,522	0,979	0,710	0,089	0,105	0,004	0,055	0,022	0,059	0,093	1,247
33 1996	3,491	6,325	2,414	4,372	0,040	0,560	0,437	0,371	0,454	1,060	0,874	1,836	1,853
34 1997	6,538	4,215	0,000	0,021	0,000	0,676	0,528	0,447	0,548	1,280	0,642	0,640	1,295
35 1998	4,867	5,887	2,734	1,749	0,165	0,000	0,000	0,391	0,479	1,118	0,922	1,357	1,639
36 1999	0,644	4,696	7,651	1,848	0,127	0,000	0,000	0,000	0,521	0,213	0,554	0,537	1,399
37 2000	4,965	4,346	4,505	0,221	0,746	0,534	2,363	4,144	0,433	1,011	0,834	1,227	2,111
Media	3,536	3,959	4,294	1,722	0,791	0,524	0,378	0,311	0,428	0,791	0,826	1,157	1,560
Desv Std	2,209	2,172	2,303	1,273	0,931	1,075	0,790	0,784	0,903	1,887	1,397	1,229	0,448
Mínimo	0,380	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,787
Máximo	8,428	10,398	10,564	5,083	3,906	5,507	2,996	4,144	5,029	10,704	8,370	5,770	2,547

Caudales medios mensuales naturalizados y completados en el Cuadro N° 4,22



CUADRO N° 4,31 - B

RIO BLANQUILLO
CAUDALES NATURALIZADOS MEDIOS MENSUALES GENERADOS
A PARTIR DE LOS REGISTROS DEL RIO BAMPUTAÑE
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media (m ³ /s)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	0,737	1,189	1,698	0,358	0,059	0,002	0,027	0,031	0,021	1,950	0,012	0,431	0,543
2 1965	1,388	1,384	1,256	0,991	0,815	0,877	1,039	0,944	0,377	0,354	0,247	0,926	0,883
3 1966	0,534	2,237	1,689	0,293	0,229	0,131	0,087	0,063	0,066	0,066	0,234	0,493	0,510
4 1967	0,238	0,865	3,074	0,385	0,071	0,043	0,000	0,098	0,085	0,038	0,052	0,157	0,426
5 1968	1,163	2,202	1,281	0,235	0,027	0,004	0,000	0,000	0,000	4,412	0,505	0,714	0,879
6 1969	1,420	1,250	0,572	0,188	0,058	0,000	0,000	0,003	0,037	0,039	0,181	0,143	0,324
7 1970	2,020	3,184	1,796	0,449	0,072	0,003	0,026	0,000	0,670	0,041	0,070	0,138	0,706
8 1971	0,985	4,286	1,474	0,257	0,280	0,208	0,436	0,369	0,106	0,155	0,011	0,635	0,767
9 1972	3,389	1,127	2,315	0,861	0,082	0,010	0,009	0,000	0,000	0,023	0,119	0,178	0,676
10 1973	1,399	2,487	2,249	1,190	0,265	0,006	0,004	0,000	0,002	0,101	0,155	0,737	0,716
11 1974	1,792	2,162	1,505	0,824	1,610	1,198	0,000	0,000	0,005	0,302	0,050	0,250	0,808
12 1975	0,764	1,776	0,128	0,703	0,676	0,153	0,011	0,000	0,000	0,000	0,307	0,638	0,430
13 1976	0,747	0,383	2,379	0,572	0,143	0,015	0,000	0,131	2,073	0,958	0,233	0,006	0,637
14 1977	0,731	1,501	2,354	0,216	0,452	0,112	0,792	0,068	0,139	0,200	0,451	0,409	0,619
15 1978	3,083	0,000	0,000	1,132	0,154	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,304	0,436	0,426
16 1979	0,409	1,211	2,290	1,709	0,000	0,000	0,000	0,072	0,086	0,022	0,404	0,489	0,558
17 1980	0,184	0,256	2,727	0,912	0,000	0,000	0,000	0,025	0,849	0,010	0,991	0,373	0,527
18 1981	2,283	2,627	1,618	1,131	0,360	0,710	0,024	0,002	0,046	0,039	0,185	0,253	0,773
19 1982	3,474	1,091	2,866	1,761	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,004	0,851	0,519	0,881
20 1983	1,031	0,116	2,146	0,473	0,218	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,332
21 1984	2,990	2,849	1,910	0,755	0,242	0,061	0,006	0,093	0,188	0,256	0,000	0,000	0,779
22 1985	0,622	2,517	2,262	2,095	0,680	0,001	0,003	0,001	0,063	0,153	3,450	0,753	1,050
23 1986	2,278	0,837	4,354	0,348	0,300	0,712	0,005	0,000	0,003	0,400	0,183	0,196	0,801
24 1987	0,732	0,612	1,245	0,550	0,561	0,307	0,008	0,017	0,000	0,000	0,000	0,112	0,345
25 1988	1,343	1,618	2,016	0,561	0,645	0,010	0,006	0,534	0,481	0,210	0,216	2,378	0,835
26 1989	0,157	1,360	1,870	1,228	0,562	0,184	0,005	0,000	0,034	0,026	0,361	0,850	0,553
27 1990	1,074	1,860	0,769	0,956	0,294	0,036	0,011	0,018	0,034	0,000	0,000	0,522	0,465
28 1991	1,821	1,354	1,321	0,000	1,230	2,270	1,235	0,009	0,059	0,048	0,228	0,072	0,804
29 1992	1,667	1,099	0,027	0,163	1,190	0,044	0,001	0,005	0,036	0,000	0,000	0,000	0,353
30 1993	1,941	1,027	1,988	0,315	0,000	0,123	0,485	0,014	0,036	0,216	0,733	2,153	0,753
31 1994	2,081	1,816	2,497	0,871	0,046	0,004	0,130	0,030	0,010	0,102	0,464	0,343	0,700
32 1995	1,002	1,606	2,688	0,404	0,293	0,037	0,043	0,002	0,023	0,009	0,024	0,038	0,514
33 1996	1,439	2,607	0,995	1,802	0,016	0,231	0,180	0,153	0,187	0,437	0,360	0,757	0,764
34 1997	2,695	1,737	0,000	0,009	0,000	0,279	0,217	0,184	0,226	0,527	0,264	0,264	0,534
35 1998	2,006	2,427	1,127	0,721	0,068	0,000	0,000	0,161	0,198	0,461	0,380	0,559	0,676
36 1999	0,266	1,936	3,154	0,762	0,052	0,000	0,000	0,000	0,215	0,088	0,228	0,221	0,577
37 2000	2,046	1,791	1,857	0,091	0,308	0,220	0,974	1,708	0,179	0,417	0,344	0,506	0,870
Media	1,458	1,632	1,770	0,710	0,326	0,216	0,156	0,128	0,177	0,326	0,340	0,477	0,643
Desv Std	0,911	0,895	0,949	0,525	0,384	0,443	0,326	0,323	0,372	0,778	0,576	0,507	0,185
Mínimo	0,157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,324
Máximo	3,474	4,286	4,354	2,095	1,610	2,270	1,235	1,708	2,073	4,412	3,450	2,378	1,050

Caudales generados por relación de áreas con Bampton (factor : 0,4122).



CUADRO N° 4,31 - C

RIO JANCOLACAYA
CAUDALES NATURALIZADOS MEDIOS MENSUALES GENERADOS
A PARTIR DE LOS REGISTROS DEL RIO BAMPUTAÑE
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media (m ³ /s)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	1,347	2,173	3,104	0,655	0,107	0,005	0,049	0,057	0,038	3,565	0,023	0,788	0,992
2 1965	2,538	2,530	2,296	1,812	1,490	1,603	1,899	1,726	0,688	0,648	0,452	1,693	1,615
3 1966	0,977	4,090	3,087	0,535	0,418	0,240	0,158	0,115	0,121	0,121	0,427	0,900	0,933
4 1967	0,435	1,581	5,620	0,704	0,130	0,078	0,000	0,179	0,156	0,069	0,096	0,288	0,778
5 1968	2,126	4,024	2,342	0,429	0,050	0,008	0,000	0,000	0,001	8,065	0,924	1,306	1,606
6 1969	2,597	2,285	1,045	0,344	0,106	0,000	0,000	0,006	0,068	0,071	0,331	0,261	0,593
7 1970	3,693	5,821	3,282	0,821	0,132	0,006	0,047	0,000	1,224	0,075	0,129	0,253	1,290
8 1971	1,801	7,835	2,695	0,469	0,512	0,380	0,797	0,675	0,194	0,284	0,020	1,160	1,402
9 1972	6,195	2,060	4,231	1,575	0,150	0,019	0,016	0,000	0,000	0,043	0,217	0,326	1,236
10 1973	2,557	4,547	4,110	2,175	0,485	0,011	0,007	0,000	0,005	0,185	0,283	1,347	1,309
11 1974	3,276	3,952	2,751	1,507	2,943	2,189	0,000	0,000	0,009	0,552	0,091	0,458	1,477
12 1975	1,397	3,247	0,233	1,286	1,235	0,280	0,021	0,000	0,000	0,000	0,562	1,166	0,786
13 1976	1,365	0,700	4,348	1,045	0,261	0,027	0,000	0,239	3,789	1,751	0,426	0,010	1,164
14 1977	1,337	2,743	4,303	0,395	0,826	0,204	1,448	0,125	0,253	0,365	0,825	0,747	1,131
15 1978	5,636	0,000	0,000	2,070	0,281	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,555	0,798	0,778
16 1979	0,747	2,213	4,187	3,124	0,000	0,000	0,000	0,133	0,156	0,041	0,739	0,894	1,019
17 1980	0,337	0,468	4,984	1,667	0,000	0,000	0,000	0,045	1,552	0,019	1,811	0,682	0,964
18 1981	4,173	4,802	2,958	2,067	0,658	1,299	0,044	0,004	0,084	0,072	0,339	0,463	1,414
19 1982	6,351	1,995	5,239	3,219	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,007	1,555	0,949	1,610
20 1983	1,884	0,211	3,923	0,865	0,398	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,607
21 1984	5,466	5,208	3,491	1,380	0,443	0,111	0,011	0,171	0,344	0,468	0,000	0,000	1,424
22 1985	1,136	4,602	4,135	3,830	1,244	0,002	0,005	0,002	0,115	0,279	6,307	1,377	1,919
23 1986	4,165	1,529	7,960	0,635	0,549	1,301	0,009	0,000	0,005	0,731	0,335	0,358	1,465
24 1987	1,339	1,118	2,276	1,005	1,026	0,562	0,014	0,030	0,000	0,000	0,000	0,204	0,631
25 1988	2,455	2,957	3,685	1,026	1,180	0,019	0,010	0,976	0,878	0,384	0,396	4,348	1,526
26 1989	0,286	2,486	3,419	2,244	1,028	0,336	0,009	0,000	0,062	0,047	0,659	1,554	1,011
27 1990	1,963	3,400	1,406	1,748	0,537	0,066	0,021	0,032	0,063	0,000	0,000	0,954	0,849
28 1991	3,328	2,476	2,414	0,000	2,249	4,149	2,257	0,017	0,109	0,087	0,416	0,131	1,469
29 1992	3,047	2,010	0,049	0,298	2,175	0,081	0,002	0,009	0,065	0,000	0,000	0,000	0,645
30 1993	3,549	1,878	3,635	0,576	0,000	0,225	0,886	0,025	0,065	0,394	1,339	3,935	1,376
31 1994	3,804	3,319	4,565	1,593	0,084	0,007	0,238	0,055	0,019	0,187	0,848	0,628	1,279
32 1995	1,832	2,936	4,914	0,738	0,535	0,067	0,079	0,003	0,042	0,016	0,045	0,070	0,940
33 1996	2,631	4,766	1,819	3,295	0,030	0,422	0,329	0,279	0,342	0,799	0,659	1,383	1,396
34 1997	4,927	3,176	0,000	0,016	0,000	0,509	0,398	0,337	0,413	0,964	0,483	0,482	0,975
35 1998	3,667	4,436	2,060	1,318	0,125	0,000	0,000	0,294	0,361	0,843	0,695	1,022	1,235
36 1999	0,485	3,538	5,765	1,393	0,096	0,000	0,000	0,000	0,393	0,160	0,417	0,405	1,054
37 2000	3,741	3,274	3,394	0,167	0,562	0,402	1,781	3,123	0,326	0,762	0,628	0,925	1,590
Media	2,665	2,983	3,236	1,298	0,596	0,395	0,285	0,234	0,323	0,596	0,622	0,872	1,175
Desv Std	1,665	1,637	1,735	0,959	0,701	0,810	0,595	0,591	0,681	1,422	1,053	0,926	0,337
Mínimo	0,286	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,593
Máximo	6,351	7,835	7,960	3,830	2,943	4,149	2,257	3,123	3,789	8,065	6,307	4,348	1,919

Caudales generados por relación de áreas con Bampton (factor : 0,7535).



CUADRO N° 4,31 - D

RIO COLCA
CAUDALES NATURALIZADOS Y COMPLETADOS CORREGIDOS
DIQUE DE LOS ESPAÑOLES
(m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media (m ³ /s)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1 1964	2,811	3,166	3,919	2,324	1,580	1,383	1,457	1,273	1,194	1,866	1,633	0,963	1,964
2 1965	2,400	4,985	6,489	5,176	3,530	2,767	2,544	2,415	1,504	1,410	1,358	1,667	3,020
3 1966	2,321	4,364	1,672	1,778	0,994	0,732	0,822	0,786	0,809	0,937	1,505	1,532	1,521
4 1967	0,505	1,064	2,293	1,257	0,803	0,751	0,777	0,851	0,965	0,770	0,845	0,949	0,986
5 1968	3,167	4,120	3,207	1,700	1,368	1,342	1,409	1,327	1,216	1,106	2,166	1,329	1,955
6 1969	1,219	2,697	1,352	1,439	1,036	0,743	0,672	2,485	0,684	0,921	1,013	1,294	1,296
7 1970	1,466	2,101	1,692	1,238	0,871	0,798	0,798	0,874	0,868	0,657	0,841	0,955	1,097
8 1971	1,269	2,301	1,387	0,883	0,873	1,061	1,062	0,850	0,690	0,715	0,673	0,850	1,051
9 1972	1,818	2,218	3,571	1,467	1,093	0,255	1,267	1,169	0,926	0,653	0,593	0,903	1,328
10 1973	2,793	4,504	3,927	2,015	1,714	1,614	1,129	1,158	1,074	1,107	1,414	1,464	1,993
11 1974	9,947	12,029	5,053	2,140	1,531	0,607	1,091	1,302	0,736	1,482	2,653	1,220	3,316
12 1975	1,732	4,684	3,394	1,690	0,774	1,638	1,315	1,094	1,060	1,428	1,691	1,713	1,851
13 1976	6,828	8,431	7,235	1,584	1,371	1,304	1,424	1,356	1,195	0,897	1,131	0,982	2,812
14 1977	3,648	4,841	7,117	2,465	1,498	1,562	1,469	1,424	0,868	1,191	2,356	1,194	2,469
15 1978	2,464	1,923	1,239	1,846	1,270	0,941	1,078	0,975	0,410	1,263	1,528	2,337	1,440
16 1979	2,468	3,761	2,047	1,488	0,994	1,014	0,993	1,152	0,577	1,002	1,069	1,220	1,482
17 1980	1,009	0,995	1,729	1,680	0,974	0,973	1,003	0,855	0,827	0,847	0,943	0,638	1,039
18 1981	1,613	3,738	2,235	2,236	1,255	0,850	0,970	0,975	0,958	0,807	0,716	1,188	1,462
19 1982	2,096	1,206	1,553	1,878	1,281	1,156	1,172	0,801	0,964	0,799	1,676	1,492	1,339
20 1983	1,539	1,688	0,646	0,949	0,691	0,850	0,883	0,890	0,884	0,861	0,829	0,832	0,962
21 1984	2,217	4,446	5,257	2,182	1,802	1,760	1,713	1,686	1,633	1,318	1,003	1,155	2,181
22 1985	1,032	4,798	4,523	1,701	1,091	0,983	0,897	0,868	0,864	0,769	0,884	1,010	1,618
23 1986	3,362	6,281	6,987	1,711	1,044	0,902	0,925	0,881	0,787	0,814	0,781	1,010	2,124
24 1987	1,938	3,197	1,827	0,899	0,759	0,613	0,802	0,808	0,809	1,099	0,687	0,651	1,174
25 1988	1,479	4,954	1,167	1,403	0,868	1,177	1,345	0,711	0,741	0,778	0,797	0,750	1,347
26 1989	0,841	1,008	4,036	1,133	0,787	0,715	0,718	0,732	0,745	0,739	0,716	0,717	1,074
27 1990	0,823	0,757	0,820	0,791	0,701	0,764	0,730	0,695	0,676	0,625	0,795	0,873	0,754
28 1991	1,372	1,078	1,393	0,784	0,709	0,902	0,845	0,761	0,717	0,749	1,613	0,639	0,963
29 1992	0,755	1,757	1,006	0,986	0,861	0,788	1,477	1,284	1,051	0,796	1,510	1,115	1,116
30 1993	0,491	0,381	0,701	0,711	0,488	0,316	1,040	0,970	0,860	1,350	2,130	1,891	0,944
31 1994	6,179	2,678	1,303	2,593	2,455	0,432	1,128	1,011	1,110	0,433	1,052	1,429	1,817
32 1995	1,406	1,096	2,685	1,999	0,276	0,673	1,224	1,350	1,421	0,563	1,198	1,546	1,286
33 1996	3,511	5,239	4,576	2,600	1,719	1,450	1,483	1,507	1,273	1,136	1,557	1,585	2,303
34 1997	0,784	2,396	1,278	1,367	0,500	0,426	0,444	0,465	0,405	0,104	0,368	0,483	0,752
35 1998	0,673	1,907	1,416	3,618	1,164	0,363	0,260	0,148	0,753	0,447	1,490	2,253	1,208
36 1999	0,961	1,195	4,612	0,673	1,878	1,338	0,963	0,529	0,353	0,308	0,243	0,185	1,103
37 2000	3,511	5,239	4,576	2,600	1,719	1,450	1,483	1,507	1,273	1,136	1,557	1,585	2,303
Media	2,282	3,330	2,971	1,756	1,198	1,011	1,103	1,079	0,916	0,916	1,217	1,178	1,580
Desv Std	1,911	2,352	1,960	0,869	0,601	0,492	0,399	0,460	0,291	0,355	0,551	0,465	0,641
Mínimo	0,491	0,381	0,646	0,673	0,276	0,255	0,260	0,148	0,353	0,104	0,243	0,185	0,752
Máximo	9,947	12,029	7,235	5,176	3,530	2,767	2,544	2,485	1,633	1,866	2,653	2,337	3,316

Caudales medios mensuales naturalizados y completados en el Cuadro N° 4,21



CUADRO N° 4,31 - E

RÍO CHILI
EMBALSE AGUADA BLANCA
CAUDALES NATURALIZADOS MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS CORREGIDOS
(m³/s)

Año	Ene 31	Feb 28	Mar 31	Abr 30	May 31	Jun 30	Jul 31	Ago 31	Set 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31	Media (m ³ /s)
1 1964	7,222	18,412	30,527	5,502	3,259	4,573	4,866	4,547	4,180	3,247	3,262	3,128	7,727
2 1965	0,600	7,873	8,168	4,159	3,638	3,719	3,800	3,317	2,834	6,130	2,957	3,956	4,263
3 1966	2,892	7,315	12,976	2,563	4,932	5,060	4,392	3,453	1,080	1,422	2,791	1,683	4,213
4 1967	4,064	35,907	53,273	9,419	4,746	4,054	3,505	3,650	3,091	3,435	2,495	4,934	11,048
5 1968	15,658	22,521	34,978	9,189	4,717	5,611	5,261	4,423	5,725	4,137	7,057	7,313	10,549
6 1969	8,329	19,700	14,596	6,438	6,069	5,625	4,629	2,080	2,966	2,892	3,094	4,087	6,709
7 1970	16,989	22,087	21,298	8,845	4,649	4,556	2,931	5,162	4,496	4,352	4,049	3,859	8,606
8 1971	23,893	17,818	12,423	5,052	8,926	13,625	8,899	10,351	4,827	4,034	2,317	6,281	9,870
9 1972	16,429	10,379	8,958	9,201	2,043	2,525	7,025	14,231	7,640	7,374	4,338	12,709	8,571
10 1973	15,583	41,605	42,319	11,664	1,762	4,472	13,293	10,248	2,506	7,711	9,620	9,249	14,169
11 1974	23,474	29,870	24,063	8,943	5,846	7,200	13,598	13,967	12,889	11,942	12,831	9,889	14,543
12 1975	15,583	43,611	13,665	21,776	9,616	13,265	15,438	22,055	12,497	6,995	10,073	12,709	16,440
13 1976	26,347	15,510	17,835	7,113	3,082	8,675	12,918	11,889	13,862	6,465	4,159	6,517	11,198
14 1977	8,989	20,092	34,921	5,774	5,536	8,223	8,193	10,422	9,809	9,107	6,982	10,087	11,511
15 1978	18,963	15,217	5,778	7,865	5,360	9,685	11,714	6,582	8,246	7,261	6,245	10,282	9,433
16 1979	11,283	8,153	16,528	4,676	3,394	6,775	7,788	7,856	8,226	8,977	8,710	8,941	8,442
17 1980	8,534	8,650	11,000	5,641	4,567	6,209	5,253	5,033	4,834	5,662	4,257	5,872	6,293
18 1981	9,118	40,647	21,146	11,810	3,712	6,339	10,446	11,943	8,685	9,896	9,576	13,800	13,093
19 1982	16,422	7,272	11,207	8,548	4,925	7,081	8,183	8,422	8,492	8,804	12,272	9,940	9,297
20 1983	9,169	8,466	7,237	7,395	5,031	4,147	3,968	3,768	3,743	3,807	8,445	0,007	5,432
21 1984	14,141	54,126	37,134	14,513	8,407	8,232	8,032	8,256	13,137	12,589	17,172	8,479	17,018
22 1985	8,242	35,846	26,432	25,460	7,661	7,027	7,897	9,134	10,234	9,525	10,040	12,215	14,143
23 1986	23,672	35,483	45,909	17,027	5,963	5,805	11,262	10,805	10,029	8,936	4,787	12,596	16,023
24 1987	29,883	10,995	5,101	8,643	9,612	8,637	7,300	5,440	3,303	6,686	14,435	2,835	9,406
25 1988	18,455	15,951	10,277	12,736	6,589	5,284	10,149	5,873	9,962	8,713	1,187	3,727	9,075
26 1989	9,199	12,962	10,043	11,363	3,516	4,733	5,528	6,581	8,410	8,952	8,559	7,211	8,088
27 1990	9,407	6,847	5,987	4,854	3,771	6,980	4,319	3,476	3,376	3,154	1,698	8,222	5,174
28 1991	12,967	7,712	26,704	3,641	3,672	5,795	6,895	6,289	8,754	9,060	5,387	8,277	8,763
29 1992	8,097	7,000	5,326	3,333	3,930	4,580	3,855	3,501	4,103	3,527	6,370	2,458	4,673
30 1993	15,777	6,245	15,482	4,671	3,404	3,310	10,231	6,235	5,110	6,938	9,025	5,197	7,635
31 1994	22,698	66,360	9,374	7,003	5,439	7,979	10,666	7,058	12,701	5,136	7,219	9,911	14,295
32 1995	11,643	6,074	16,973	4,888	4,990	5,913	10,103	9,568	6,963	6,256	3,787	6,260	7,785
33 1996	7,362	17,737	8,358	8,993	5,233	5,333	1,954	9,636	6,570	5,530	4,032	8,615	7,446
34 1997	11,903	17,009	9,161	7,671	7,081	7,297	6,204	6,189	6,432	7,120	6,720	8,155	8,412
35 1998	12,355	13,276	6,858	10,457	12,086	7,159	6,355	8,416	6,238	5,405	6,788	9,241	8,719
36 1999	8,012	39,817	65,528	19,297	10,809	6,874	7,652	6,506	6,814	8,261	8,782	10,117	16,539
37 2000	14,213	35,205	26,255	9,669	8,375	6,351	8,822	8,518	7,839	9,143	9,324	7,771	12,624
Media	13,448	21,345	19,832	9,075	5,577	6,452	7,657	7,699	7,043	6,718	6,779	7,474	9,925
Desv Std	6,711	15,158	14,642	5,107	2,425	2,347	3,328	3,927	3,385	2,626	3,718	3,414	3,607
Mínimo	0,600	6,074	5,101	2,563	1,762	2,525	1,954	2,080	1,080	1,422	1,187	0,007	4,213
Máximo	29,883	66,360	65,528	25,460	12,086	13,625	15,438	22,055	13,862	12,589	17,172	13,800	17,018

Caudales medios mensuales naturalizados y completados en el Cuadro N° 4,23



CUADRO N° 4,32
SUB CUENCA ALTO COLCA Y CUENCA DEL RIO CHILI
CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS, COMPLETADOS Y CORREGIDOS
(m³/s)
DISPONIBILIDAD HIDRICA POR EL METODO DE WEIBULL
PERIODO : 1964 - 2000

Año	m $f = \frac{m}{n+1}$	Río Negrillo Est. El Pañe Caudal Medio Anual Naturalizado Completado (m ³ /s)	Río Bamputañe Est. Bamputañe Caudal Medio Anual Naturalizado Completado Corregido (m ³ /s)	Río Sumbay Est. Imata Sumbay Caudal Medio Anual Naturalizado Completado (m ³ /s)	Río Colca Est. D. Españoles Caudal Medio Anual Naturalizado Completado Corregido (m ³ /s)	Río Antasalla Est. Antasalla Caudal Medio Anual Naturalizado Completado (m ³ /s)	Río Chili Est. Aguada Blanca Caudal Medio Anual Naturalizado Completado Corregido (m ³ /s)	Río Blanco Est. El Fraile Caudal Medio Anual Naturalizado Completado (m ³ /s)	
1	1964	0,026	4,81	2,55	4,06	3,32	0,58	17,02	6,31
2	1965	0,053	3,90	2,14	3,40	3,02	0,56	16,54	6,02
3	1966	0,079	3,81	2,14	3,33	2,81	0,51	16,44	5,52
4	1967	0,105	3,75	2,13	3,33	2,47	0,51	16,02	5,49
5	1968	0,132	3,70	2,11	3,26	2,30	0,46	14,54	5,28
6	1969	0,158	3,21	2,03	3,15	2,30	0,46	14,30	5,24
7	1970	0,184	3,21	1,96	3,00	2,18	0,46	14,17	4,96
8	1971	0,211	3,11	1,95	2,82	2,12	0,44	14,14	4,32
9	1972	0,237	3,06	1,94	2,64	1,99	0,42	13,09	4,31
10	1973	0,263	3,04	1,89	2,48	1,96	0,41	12,62	4,22
11	1974	0,289	2,94	1,88	2,29	1,95	0,41	11,51	3,87
12	1975	0,316	2,87	1,86	2,28	1,85	0,40	11,20	3,85
13	1976	0,342	2,82	1,85	2,16	1,82	0,40	11,06	3,45
14	1977	0,368	2,79	1,83	2,14	1,62	0,38	10,55	3,44
15	1978	0,395	2,77	1,74	2,08	1,52	0,35	9,87	3,41
16	1979	0,421	2,62	1,71	2,04	1,48	0,34	9,43	3,02
17	1980	0,447	2,55	1,70	2,03	1,46	0,34	9,41	2,95
18	1981	0,474	2,52	1,64	2,01	1,44	0,33	9,30	2,93
19	1982	0,500	2,50	1,64	1,99	1,35	0,32	9,08	2,81
20	1983	0,526	2,48	1,54	1,99	1,34	0,30	8,76	2,69
21	1984	0,553	2,46	1,50	1,96	1,33	0,30	8,72	2,59
22	1985	0,579	2,31	1,40	1,89	1,30	0,30	8,61	2,58
23	1986	0,605	2,29	1,35	1,88	1,29	0,29	8,57	2,54
24	1987	0,632	2,12	1,34	1,88	1,21	0,29	8,44	2,53
25	1988	0,658	2,12	1,32	1,85	1,17	0,29	8,41	2,47
26	1989	0,684	2,04	1,29	1,71	1,12	0,27	8,09	2,35
27	1990	0,711	2,02	1,28	1,63	1,10	0,26	7,78	2,26
28	1991	0,737	1,97	1,25	1,62	1,10	0,26	7,73	1,96
29	1992	0,763	1,89	1,24	1,61	1,07	0,26	7,64	1,86
30	1993	0,789	1,78	1,13	1,54	1,05	0,26	7,45	1,73
31	1994	0,816	1,78	1,04	1,51	1,04	0,24	6,71	1,42
32	1995	0,842	1,73	1,03	1,49	0,99	0,24	6,29	1,41
33	1996	0,868	1,63	1,03	1,35	0,96	0,24	5,43	1,39
34	1997	0,895	1,61	0,86	1,35	0,96	0,21	5,17	1,22
35	1998	0,921	1,26	0,84	1,32	0,94	0,18	4,67	1,19
36	1999	0,947	0,93	0,81	1,18	0,75	0,16	4,26	0,92
37	2000	0,974	0,59	0,79	1,15	0,75	0,16	4,21	0,76
Media			2,51	1,56	2,15	1,58	0,34	9,93	3,12
Q 50%			2,50	1,64	1,99	1,35	0,32	9,08	2,81
Q 75%			1,93	1,24	1,61	1,09	0,26	7,68	1,91
Q 95%			0,93	0,81	1,18	0,75	0,16	4,26	0,92



CUADRO N° 4,33 - A

SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
SUB CUENCA ALTO COLCA Y CUENCA RIO CHILI

RECURSOS HIDRICOS EVALUADOS
RESUMEN DE LA DISPONIBILIDAD HIDRICA A NIVEL MENSUAL
PERIODO 1964 - 2000
(m³/s)

Sección	Parámetro (m ³ /s)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media (m ³ /s)
SUBCUENCA ALTO COLCA														
1.- Río Negrillo (El Pañe)	Media	6,173	8,119	6,310	2,284	0,727	0,604	0,439	0,487	0,745	0,782	1,147	2,342	2,513
	Q 50%	6,366	6,403	6,636	1,825	0,515	0,380	0,200	0,450	0,817	0,845	0,760	1,996	2,497
	Q 75%	3,017	4,302	3,367	1,299	0,242	0,152	0,108	0,080	0,163	0,335	0,293	1,003	1,933
	Q 95%	1,032	2,061	1,237	0,356	0,072	0,046	0,012	0,005	0,003	0,013	0,096	0,143	0,933
2.- Río Bamputañe (Est. Bamputañe)	Media	3,536	3,959	4,294	1,722	0,791	0,524	0,378	0,311	0,428	0,791	0,826	1,157	1,560
	Q 50%	3,368	3,897	4,505	1,387	0,555	0,089	0,014	0,034	0,111	0,213	0,554	0,991	1,639
	Q 75%	1,782	2,657	3,034	0,737	0,134	0,006	0,000	0,000	0,009	0,040	0,124	0,365	1,242
	Q 95%	0,447	0,280	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,806
3.- Río Blanquillo	Media	1,458	1,632	1,770	0,710	0,326	0,216	0,156	0,128	0,177	0,326	0,340	0,477	0,643
	Q 50%	1,388	1,606	1,857	0,572	0,229	0,037	0,006	0,014	0,046	0,088	0,228	0,409	0,676
	Q 75%	0,734	1,095	1,251	0,304	0,055	0,003	0,000	0,000	0,004	0,016	0,051	0,150	0,512
	Q 95%	0,184	0,116	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,332
4.- Río Colca (Est. Janolacaya)	Media	2,665	2,983	3,236	1,298	0,596	0,395	0,285	0,234	0,323	0,596	0,622	0,872	1,175
	Q 50%	2,538	2,936	3,394	1,045	0,418	0,067	0,011	0,025	0,084	0,160	0,417	0,747	1,235
	Q 75%	1,343	2,002	2,286	0,555	0,101	0,005	0,000	0,000	0,007	0,030	0,093	0,275	0,936
	Q 95%	0,337	0,211	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,607
5.- Río Colca (Dique L. Españoles)	Media	2,282	3,330	2,971	1,756	1,198	1,011	1,103	1,079	0,916	0,916	1,217	1,178	1,580
	Q 50%	1,732	2,697	2,235	1,690	1,044	0,902	1,062	0,975	0,868	0,847	1,069	1,155	1,347
	Q 75%	1,021	1,447	1,370	1,185	0,795	0,724	0,834	0,804	0,738	0,727	0,796	0,861	1,085
	Q 95%	0,505	0,757	0,701	0,711	0,488	0,316	0,444	0,465	0,405	0,308	0,368	0,483	0,754
6.- Río Anchaparra (Antasaya)	Media	0,761	1,007	1,122	0,348	0,139	0,141	0,127	0,069	0,069	0,045	0,077	0,181	0,341
	Q 50%	0,742	0,878	1,004	0,300	0,094	0,095	0,079	0,053	0,058	0,029	0,041	0,136	0,322
	Q 75%	0,380	0,570	0,877	0,201	0,049	0,072	0,058	0,036	0,045	0,022	0,025	0,083	0,263
	Q 95%	0,172	0,198	0,311	0,092	0,031	0,059	0,044	0,019	0,024	0,017	0,008	0,033	0,165
CUENCA RIO CHILI														
7.- Río Blanco (El Fraile)	Media	5,301	9,180	8,274	2,733	1,471	1,512	1,577	1,718	1,243	1,338	1,276	1,764	3,115
	Q 50%	4,016	8,114	6,867	2,152	1,021	1,059	1,229	0,979	1,015	1,263	0,995	1,486	2,808
	Q 75%	1,486	3,181	3,244	1,322	0,713	0,742	0,892	0,750	0,609	0,768	0,703	0,892	1,912
	Q 95%	0,637	0,797	0,838	0,336	0,000	0,453	0,000	0,380	0,000	0,650	0,000	0,504	0,921
8.- Río Sumbay (Imata - Sumbay)	Media	3,186	5,304	5,013	2,360	1,483	1,291	1,294	1,187	1,138	1,044	1,161	1,290	2,146
	Q 50%	2,803	4,098	4,119	2,028	1,405	1,292	1,309	1,205	1,137	1,135	1,218	1,252	1,993
	Q 75%	1,464	2,344	2,606	1,398	1,296	1,116	1,136	1,049	0,962	0,781	1,083	1,131	1,614
	Q 95%	0,833	1,260	1,250	1,142	0,806	0,585	0,424	0,352	0,415	0,382	0,150	0,732	1,176
9.- Río Chili (Aguada Blanca)	Media	13,448	21,345	19,832	9,075	5,577	6,452	7,657	7,699	7,043	6,718	6,779	7,474	9,925
	Q 50%	12,355	17,009	14,596	8,548	4,990	6,209	7,652	6,582	6,814	6,938	6,720	8,155	9,075
	Q 75%	8,432	8,309	9,060	5,277	3,692	4,657	4,748	4,790	4,141	4,244	3,909	4,510	7,681
	Q 95%	2,892	6,245	5,326	3,333	2,043	3,310	2,931	3,317	2,506	2,892	1,698	1,683	4,263



CUADRO N° 4,33 - B

**SISTEMA HIDRÁULICO CHILI REGULADO
SUBCUENCA ALTO COLCA Y CUENCA RIO CHILI**

1.- RECURSOS HÍDRICOS EVALUADOS

**RESUMEN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA ANUAL (m³/s)
PERIODO : 1964 – 2000**

SECCION DE CONTROL	AREA DE DRENAJE (km ²)	CAUDAL MEDIO ANUAL PROMEDIO COMPLETADO CORREGIDO				
		Qmedio	Q 50%	Q 75%	Q 95%	
		(m ³ /s)				
SUBCUENCA ALTO COLCA						
1.-	El Pañe	185	2,513	2,497	1,933	0,933
2.-	Bamputañe	123	1,560	1,639	1,242	0,806
3.-	Blanquillo	51	0,643	0,976	0,512	0,332
4.-	Jancolacaya	93	1,175	1,235	0,936	0,607
5.-	Dique Los Españoles	276	1,580	1,347	1,085	0,754
6.-	Antasalla	55	0,341	0,322	0,263	0,165
CUENCA RIO CHILI						
7.-	El Fraile	1 049	3,115	2,808	1,912	0,921
8.-	Imata – Sumbay	554	2,146	1,993	1,614	1,176
9.-	Aguada Blanca	3 895	9,925	9,075	7,681	4,263

2.- VALORES CARACTERISTICOS REFERENCIALES

**RECURSOS HÍDRICOS EVALUADOS POR EL INADE
PERIODO : 1951 – 1995**

SECCION	Media Anual	Duración (%)		
		95	75	95
		(m ³ /s)		
Chili				
Aguada Blanca	10,688	2,667	3,631	4,758
El Fraile	3,207	0,489	0,861	1,439
Imata	2,515	0,688	1,228	1,459
Alto Colca				
Dique Los Españoles	2,154	0,732	1,129	1,397
Jancolacaya	1,219	0,414	0,639	0,791
Antasalla	0,388	0,020	0,051	0,101
Blanquillo	0,673	0,034	0,087	0,171
Toma Bamputañe	1,776	0,000	0,033	0,427
El Pañe	2,638	0,000	0,194	0,915

FUENTE : Item 4,2,1, INADE (Referencia Bibliográfica N° 4)



CUADRO N° 4,33 - C

SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
SUB CUENCA ALTO COLCA Y CUENCA RIO CHILI

RECURSOS HIDRICOS EVALUADOS
RESUMEN DE LA OFERTA HIDRICA MENSUAL TEORICAMENTE DISPONIBLE
PERIODO 1964 - 2000
(m³/s)

Sección	Parámetro (m ³ /s)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media (m ³ /s)
SUBCUENCA ALTO COLCA														
1.- Río Negrillo (El Pañe)	Media	6,173	8,119	6,310	2,284	0,727	0,604	0,439	0,487	0,745	0,782	1,147	2,342	2,513
2.- Río Bamputañe (Est. Bamputañe)	Q75%	1,782	2,657	3,034	0,737	0,134	0,006	0,000	0,000	0,009	0,040	0,124	0,365	1,242
3.- Río Blanquillo	Q75%	0,734	1,095	1,251	0,304	0,055	0,003	0,000	0,000	0,004	0,016	0,051	0,150	0,512
4.- Río Colca (Dique L. Españoles)	Media	2,282	3,330	2,971	1,756	1,198	1,011	1,103	1,079	0,916	0,916	1,217	1,178	1,580
5.- Río Anchaparra (Est. Antasalla)	Q75%	0,380	0,570	0,877	0,201	0,049	0,072	0,058	0,036	0,045	0,022	0,025	0,083	0,263
Sub Total Alto Colca	(m³/s)	11,351	15,772	14,442	5,283	2,163	1,695	1,601	1,602	1,719	1,775	2,563	4,118	6,110
CUENCA RIO CHILI														
6.- Río Blanco (El Frayle)	Media	5,301	9,180	8,274	2,733	1,471	1,512	1,577	1,718	1,243	1,338	1,276	1,764	3,115
7.- Río Sumbay (Imata-Sumbay)	Media	3,186	5,304	5,013	2,360	1,483	1,291	1,294	1,187	1,138	1,044	1,161	1,290	2,146
8.- Río Chili (Aguada Blanca)	Media	4,961	6,861	6,545	3,983	2,623	3,648	4,786	4,794	4,662	4,337	4,343	4,419	4,664
Sub Total Chili	(m³/s)	13,448	21,345	19,832	9,075	5,577	6,452	7,657	7,699	7,043	6,718	6,779	7,474	9,925
TOTAL CHILI REGULADO	(m³/s)	24,799	37,117	34,274	14,358	7,740	8,147	9,258	9,301	8,762	8,493	9,342	11,591	16,035



CUADRO N° 4,33 - D

**SISTEMA HIDRÁULICO CHILI REGULADO
SUBCUENCA ALTO COLCA Y CUENCA RIO CHILI**

1.- RECURSOS HÍDRICOS EVALUADOS

**RESUMEN DE LA OFERTA HÍDRICA ANUAL TEÓRICAMENTE DISPONIBLE
PERIODO : 1964 – 2000
(m³/s)**

SECCION DE CONTROL	AREA DE DRENAJE (km ²)	CAUDAL MEDIO ANUAL PROMEDIO		
		COMPLETADO CORREGIDO	DISPONIBLE	TOTAL
		(m ³ /s)		
SUBCUENCA ALTO COLCA				6,110
1.-	El Pañe	185	2,513	2,513
2.-	Bamputañe	123	1,560	1,242
3.-	Blanquillo	51	0,643	0,512
4.-	Dique Los Españoles	276	1,580	1,580
5.-	Antasalla	55	0,341	0,263
CUENCA RIO CHILI				9,925
6.-	El Fraile	1 049	3,115	3,115
7.-	Imata	554	2,146	2,146
8.-	Aguada Blanca	3 895	9,925	4,664
TOTAL (m³/s)				16,035

2.- CAUDALES TEORICAMENTE DISPONIBLES REFERENCIALES

**EVALUADOS POR EL INADE, PERIODO : 1951 – 1995
(m³/s)**

SECCION	MEDIA ANUAL	MEDIA ANUAL
CHILI		10,688
Aguada Blanca	10,688	
ALTO COLCA		4,489
Dique de Los Españoles	2,154	
Antasalla	0,051	
Blanquillo	0,087	
Toma Bamputañe	0,033	
El Pañe	2,164	
TOTAL (m³/s)		15,177

FUENTE : Item 4,2,1 INADE (Referencia Bibliográfica N° 4)



CUADRO N° 4,33 - E

SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
VOLUMENES ANUALES TEORICAMENTE DISPONIBLES
DEFINICION DE AÑO NORMAL, HUMEDO Y SECO
(MMC)

Año	Río Negrillo (El Pañe)	Río Bamputañe	Río Blanco	Río Colca (Dique L. Españoles)	Río Anchaparra (Antasalla)	Río Sumbay (Imata - Sumbay)	Río Blanco (El Fraile)	Río Chili Aguada Blanca	Total Anual (MMC)
1 1964	39,008	33,088	13,618	61,743	5,730	50,647	73,955	117,467	395,206
2 1965	72,210	53,714	22,141	94,851	7,347	41,960	37,384	64,436	394,042
3 1966	55,335	30,424	12,541	47,337	6,430	42,376	43,561	48,098	286,102
4 1967	63,894	25,888	10,671	31,085	6,329	48,187	78,621	217,321	481,997
5 1968	75,223	53,311	21,975	61,202	5,915	59,161	88,020	183,655	548,461
6 1969	66,727	19,433	8,010	40,629	9,844	57,512	83,808	77,311	363,275
7 1970	99,551	42,014	17,318	34,377	10,922	61,972	92,514	117,794	476,462
8 1971	115,600	45,357	18,696	32,901	7,658	64,445	94,090	151,861	530,608
9 1972	93,038	41,235	16,997	41,817	13,390	82,716	164,901	102,266	556,361
10 1973	96,335	42,982	17,717	62,351	10,811	87,083	154,048	205,675	677,003
11 1974	122,085	48,731	20,087	102,928	10,876	103,747	172,508	194,823	775,785
12 1975	84,758	25,592	10,549	57,756	6,918	63,021	186,886	276,161	711,642
13 1976	77,736	38,834	16,008	87,728	9,600	70,742	107,787	177,000	585,465
14 1977	59,101	37,496	15,456	77,488	6,880	62,463	130,853	170,786	560,524
15 1978	54,026	26,187	10,794	45,360	8,283	72,018	70,905	153,554	441,128
16 1979	66,454	33,643	13,868	46,302	7,139	62,046	58,932	145,796	434,180
17 1980	55,782	32,136	13,246	32,766	6,335	47,667	44,732	105,803	338,468
18 1981	94,925	46,334	19,099	45,604	7,824	97,121	105,862	204,159	620,929
19 1982	88,090	53,674	22,124	42,248	7,116	67,597	54,420	171,781	507,051
20 1983	18,611	20,481	8,442	30,176	4,516	36,403	29,125	110,523	258,279
21 1984	148,681	46,766	19,277	68,380	13,842	102,128	162,097	264,135	825,306
22 1985	60,428	62,977	25,959	50,389	8,302	103,585	118,963	218,163	648,766
23 1986	87,122	49,110	20,243	66,270	9,673	106,218	171,821	224,496	734,953
24 1987	51,176	20,980	8,648	36,651	10,698	63,283	81,936	158,787	432,219
25 1988	89,418	50,797	20,939	41,668	9,935	64,068	80,861	141,915	499,601
26 1989	79,120	33,339	13,742	33,972	9,258	50,788	76,874	126,081	423,175
27 1990	51,167	27,729	11,430	23,784	3,987	41,658	38,685	83,489	281,928
28 1991	79,926	48,790	20,111	30,339	6,286	59,198	91,800	132,665	469,116
29 1992	28,981	21,298	8,779	35,023	5,113	37,100	24,219	87,940	248,453
30 1993	96,949	45,993	18,958	29,899	8,333	53,860	80,813	107,201	442,007
31 1994	118,374	42,289	17,431	57,256	10,100	91,963	130,306	216,978	684,698
32 1995	63,307	31,022	12,787	40,606	7,246	46,951	44,938	154,885	401,742
33 1996	77,404	45,668	18,824	72,068	12,190	59,000	60,517	114,328	459,999
34 1997	99,466	32,120	13,240	23,318	3,944	76,775	105,311	106,929	461,103
35 1998	70,829	40,504	16,696	37,785	6,391	51,261	134,751	91,073	449,290
36 1999	114,653	34,632	14,275	34,923	5,907	127,874	197,777	193,781	723,823
37 2000	80,136	52,967	21,833	72,068	12,190	67,518	120,646	205,587	632,945
Media	78,260	38,851	16,014	49,488	8,196	67,084	97,170	152,020	507,084
Desv Std	26,736	11,161	4,601	19,953	2,545	22,148	46,959	55,897	147,978
Húmedo	104,997	50,012	20,615	69,440	10,741	89,233	144,129	207,916	655,061
Seco	51,524	27,690	11,414	29,535	5,651	44,936	50,211	96,123	359,106

Año Normal : Total Anual Promedio; Año Húmedo : Total Anual Promedio + Desv. Std.; Año Seco : Total Anual Promedio - Dsv. Std.



CUADRO N° 4,34

CUENCA DEL RIO CHILI - AGUADA BLANCA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PROMEDIO
METODO : POLIGONOS DE THIESSEN
PERIODO : 1964 - 2000

Estación	Area	Cuadro N°	Precipitación Total Mensual																								Total	
			Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set		Oct		Nov		Dic		Anual	Areal
			Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal	Anual	Areal				
(mm)																												
1 Pampa de Arrieros	0,71	3,9	45,46	0,32	45,95	0,33	38,41	0,27	4,00	0,03	1,62	0,01	1,51	0,01	0,73	0,01	4,62	0,03	2,68	0,02	3,73	0,03	5,41	0,04	20,03	0,14	174	1,24
2 Aguada Blanca	5,59	3,3 - B	79,43	4,44	95,47	5,34	68,46	0,27	13,36	0,75	1,52	0,08	4,36	0,24	1,73	0,10	2,33	0,13	5,45	0,30	6,31	0,35	17,05	0,95	26,22	1,47	322	17,98
3 Sumbay	27,44	3,2	125,86	34,54	121,03	33,21	111,08	30,48	34,08	9,35	1,43	0,39	2,00	0,55	0,57	0,16	7,05	1,94	4,65	1,28	11,78	3,23	18,97	5,21	46,11	12,65	485	132,98
4 Pillones	11,18	3,6	83,00	9,28	82,43	9,22	78,30	8,75	19,38	2,17	4,86	0,54	3,76	0,42	2,68	0,30	2,84	0,32	7,27	0,81	13,73	1,53	23,49	2,63	44,49	4,97	366	40,94
5 El Fraile	19,92	3,4	72,68	14,48	73,70	14,68	58,84	11,72	16,81	3,35	2,14	0,43	4,03	0,80	4,24	0,85	2,62	0,52	4,57	0,91	6,46	1,29	15,73	3,13	41,43	8,25	303	60,40
6 Imata	25,81	3,5	123,43	31,86	111,95	28,90	99,19	25,60	28,76	7,42	6,08	1,57	2,68	0,69	1,62	0,42	5,30	1,37	9,08	2,34	16,11	4,16	30,92	7,98	66,24	17,10	501	129,41
7 Salinas	9,35	3,8	99,92	9,34	83,30	7,79	82,76	7,74	23,73	2,22	2,73	0,26	2,62	0,25	0,35	0,03	5,38	0,50	5,89	0,55	10,32	0,97	23,49	2,20	49,41	4,62	390	36,45
Precipitación Total Cuenca río Chili - Aguada Blanca	100,00			104,26		99,45		88,39		25,28		3,28		2,96		1,85		4,81		6,22		11,56		22,13		49,20		419,40



CUADRO N° 4,35
RIO CHILI - AGUADA BLANCA
PARAMETROS CARACTERISTICOS DE LA CUENCA
Y COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PROMEDIO

AREA DE CUENCA = 3 894,9 km²

Mes	Precipitación Total P (mm)	Descarga Q		Precipitación Efectiva PE (mm)	Retención		
		(m ³ /s)	(mm)		G (mm)	A (mm)	
Ene	31	104,26	13,45	9,25	27,10	17,85	
Feb	28	99,45	21,34	13,26	23,84	10,59	
Mar	31	88,39	19,83	13,64	17,50	3,86	
Abr	30	25,28	9,08	6,04	2,21	3,83	
May	31	3,28	5,58	3,84	0,33	3,51	
Jun	30	2,96	6,45	4,29	0,29	4,00	
Jul	31	1,85	7,66	5,27	0,18	5,09	
Ago	31	4,81	7,70	5,29	0,48	4,82	
Set	30	6,22	7,04	4,69	0,61	4,08	
Oct	31	11,56	6,72	4,62	1,08	3,54	
Nov	30	22,13	6,78	4,51	1,94	2,57	
Dic	31	49,20	7,47	5,14	5,06	0,08	
Anual		419,40	9,93	79,83	80,62	31,51	32,30

G = Gasto de Retención (aporte del acuífero al escurrimiento, salida)

A = Gasto de Almacenamiento (recarga del acuífero, entrada)

Coeficiente de Escorrentía : $C = Q/P =$ **0,190 - 0,276**



CUADRON° 4,36

RIO CHILI - AGUADA BLANCA
CORRELACION ENTRE CAUDALES HISTORICOS Y TEORICOS
VALORES DADOS EN mm
AREA DE CUENCA = 3 894,9 Km2

Mes	Precipitación Total P (mm)	Descarga Q		Precipitación Efectiva PE (mm)	Retención		Caudal Teórico Qt (mm)	
		(m3/s)	(mm)		G	A		
					(mm)	(mm)		
Ene	31	104,26	13,45	9,25	27,10		17,85	9,25
Feb	28	99,45	21,34	13,26	23,84		10,59	13,26
Mar	31	88,39	19,83	13,64	17,50		3,86	13,64
Abr	30	25,28	9,08	6,04	2,21	3,83		6,04
May	31	3,28	5,58	3,84	0,33	3,51		3,84
Jun	30	2,96	6,45	4,29	0,29	4,00		4,29
Jul	31	1,85	7,66	5,27	0,18	5,09		5,27
Ago	31	4,81	7,70	5,29	0,48	4,82		5,29
Set	30	6,22	7,04	4,69	0,61	4,08		4,69
Oct	31	11,56	6,72	4,62	1,08	3,54		4,62
Nov	30	22,13	6,78	4,51	1,94	2,57		4,51
Dic	31	49,20	7,47	5,14	5,06	0,08		5,14
Annual		419,40	9,93	79,83	79,83	31,51	32,30	79,83

G = Gasto de Retención (aporte del acuífero al escurrimiento, salida)

A = Gasto de Almacenamiento (recarga del acuífero, entrada)

Coefficiente de Escorrentía : $C = Q/P =$ **0,190 - 0,276**



CUADRO N° 4,37

**RIO CHILI - AGUADA BLANCA
CALCULO DE LOS COEFICIENTES DEL MODELO
EN BASE A UN ANALISIS DE REGRESION LINEAL MULTIPLE
CON LOS VALORES DEL AÑO PROMEDIO
AREA DE CUENCA = 3 894,9 Km²**

Mes		Caudal del mes Q (mm)	Caudal del mes anterior Q-1 (mm)	Precipitación Total P (mm)	Precipitación Efectiva PE (mm)
Ene	31	9,25	5,14	104,26	27,10
Feb	28	13,26	9,25	99,45	23,84
Mar	31	13,64	13,26	88,39	17,50
Abr	30	6,04	13,64	25,28	2,21
May	31	3,84	6,04	3,28	0,33
Jun	30	4,29	3,84	2,96	0,29
Jul	31	5,27	4,29	1,85	0,18
Ago	31	5,29	5,27	4,81	0,48
Set	30	4,69	5,29	6,22	0,61
Oct	31	4,62	4,69	11,56	1,08
Nov	30	4,51	4,62	22,13	1,94
Dic	31	5,14	4,51	49,20	5,06
Anual		79,83	79,83	419,40	80,62

$$Q_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * P_{et} + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$$

B1 = 2,454429
B2 = 0,373314
B3 = 0,255289
R2 = 0,876540
S = 1,344252



CUADRO N° 4,38

CUENCA DEL RIO YURA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PROMEDIO
METODO : POLIGONOS DE THIESSEN
PERIODO : 1964 - 2000

Estación	Area (%)	Cuadro N°	Precipitación Total Mensual																								Total	
			Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set		Oct		Nov		Dic		Anual	Areal
			Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal	Annual	Areal		
(mm)																												
1 Huanca	1,35	3,10	34,54	0,47	36,95	0,50	23,65	0,32	2,59	0,04	1,46	0,02	1,11	0,01	0,78	0,01	3,51	0,05	2,03	0,03	5,43	0,07	4,35	0,06	5,73	0,08	122	1,65
2 La Calera	10,14	3,17	133,97	13,58	118,16	11,98	101,00	10,24	35,35	3,58	6,76	0,69	1,08	0,11	1,51	0,15	13,35	1,35	16,00	1,62	25,59	2,60	34,03	3,45	68,43	6,94	555	56,30
3 Pampa de Arrieros	85,81	3,9	45,46	39,01	45,95	39,43	38,41	32,96	4,00	3,43	1,62	1,39	1,51	1,30	0,73	0,63	4,62	3,97	2,68	2,30	3,73	3,20	5,41	4,64	20,03	17,19	174	149,43
4 Sumbay	2,70	3,2	125,86	3,40	121,03	3,27	111,08	3,00	34,08	0,92	1,43	0,04	2,00	0,05	0,57	0,02	7,05	0,19	4,65	0,13	11,78	0,32	18,97	0,51	46,11	1,24	485	13,08
Precipitación Total Cuenca río Yura	100,00		56,46		55,17		46,52		7,97		2,14		1,48		0,81		5,56		4,07		6,19		8,66		25,45		220,46	



CUADRO N° 4,39

CUENCA RIO YURA
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL Y ANUAL
METODO : POLIGONOS DE THIESSEN
(mm)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1 1964	20,31	35,73	32,10	7,53	1,70	0,91	0,91	0,41	4,22	5,86	24,56	51,90	186,15
2 1965	33,52	40,72	2,23	3,88	1,42	0,91	1,42	7,93	16,28	2,50	1,49	9,17	121,47
3 1966	13,60	38,02	16,42	1,57	18,16	0,91	0,91	0,91	1,13	17,50	15,50	9,57	134,20
4 1967	48,02	110,75	80,09	14,17	1,72	0,91	1,01	1,01	6,74	6,03	4,58	11,87	286,92
5 1968	99,75	43,46	73,31	0,91	3,45	1,72	1,42	1,72	1,74	6,10	13,47	11,63	258,68
6 1969	25,30	48,09	29,05	9,83	0,91	1,01	1,42	1,32	4,17	5,18	12,54	33,75	172,57
7 1970	52,22	38,85	43,67	2,43	2,84	0,91	1,11	1,52	2,04	6,97	1,74	15,44	169,75
8 1971	64,32	45,52	18,18	4,31	1,16	0,86	0,86	1,06	0,86	1,67	2,21	36,94	177,94
9 1972	96,64	119,44	91,42	6,04	1,06	0,86	0,96	0,86	3,90	14,19	3,80	26,12	365,29
10 1973	69,32	69,08	54,43	10,43	1,47	0,86	1,06	4,56	14,64	2,18	4,85	7,65	240,52
11 1974	101,94	69,35	24,50	20,03	1,16	1,57	0,96	57,08	1,16	1,26	1,11	17,78	297,91
12 1975	39,98	89,48	85,54	22,82	3,00	1,16	0,86	1,87	1,37	2,16	1,37	48,33	297,93
13 1976	83,02	71,87	61,23	1,97	2,48	1,06	3,41	1,82	30,85	1,47	1,37	10,59	271,15
14 1977	40,37	67,65	59,82	0,61	0,41	0,00	0,30	0,00	1,26	4,52	15,78	16,07	206,79
15 1978	52,60	4,26	31,22	7,25	0,00	0,51	3,74	0,00	0,51	1,74	26,34	10,11	138,28
16 1979	16,69	28,43	73,97	4,36	0,20	0,00	0,00	1,42	1,22	6,82	9,52	22,44	165,06
17 1980	20,00	31,70	51,66	2,83	0,53	0,00	0,03	0,00	0,39	15,15	8,31	25,44	156,05
18 1981	57,95	99,28	32,25	43,26	1,22	0,00	0,20	1,11	2,12	1,72	1,65	34,73	275,49
19 1982	45,61	58,00	18,37	12,83	0,33	0,00	0,00	0,40	14,17	8,41	14,39	17,37	189,87
20 1983	20,61	37,82	23,72	10,98	0,32	1,30	2,24	9,45	10,30	10,49	1,42	12,56	141,22
21 1984	67,72	98,66	74,69	5,98	0,30	20,99	0,00	52,01	0,20	7,58	74,57	69,68	472,38
22 1985	26,55	98,10	34,05	23,62	3,39	2,96	0,00	0,59	2,33	1,52	8,10	90,14	291,33
23 1986	99,53	55,18	27,33	1,40	4,59	0,86	0,89	0,61	2,84	3,28	1,23	93,42	291,15
24 1987	66,07	20,07	24,07	2,28	1,01	0,98	0,86	1,09	1,62	3,47	1,72	5,76	129,01
25 1988	91,80	11,82	15,88	13,00	1,32	0,87	0,89	0,86	1,22	3,95	1,32	12,79	155,70
26 1989	39,25	89,36	68,63	9,35	1,05	0,03	0,00	0,03	2,23	2,33	5,39	8,09	225,74
27 1990	64,76	27,62	13,08	2,64	7,15	1,99	0,00	1,67	1,01	4,08	6,24	51,22	181,47
28 1991	56,08	33,38	96,45	9,98	0,10	2,04	0,86	1,72	1,53	4,12	7,41	7,66	221,32
29 1992	13,49	13,47	8,08	5,10	0,71	2,45	0,00	0,85	0,51	15,69	2,87	19,29	82,50
30 1993	113,29	11,71	13,01	0,45	1,82	0,86	0,86	14,57	0,55	8,89	4,11	19,61	189,73
31 1994	120,72	67,72	85,47	12,31	0,51	0,00	0,00	0,91	0,20	5,89	11,41	28,97	334,12
32 1995	50,58	8,47	92,89	2,01	2,09	0,86	0,00	21,45	1,98	7,73	6,95	29,73	224,76
33 1996	25,12	80,39	42,81	1,28	8,58	0,86	0,86	0,24	2,64	9,67	18,60	8,95	200,00
34 1997	74,32	69,06	41,62	1,10	1,14	0,00	0,00	2,60	7,18	19,00	0,81	26,61	243,44
35 1998	78,09	34,84	17,27	3,61	0,30	0,86	0,00	0,96	3,04	1,32	1,07	13,17	154,53
36 1999	29,69	94,56	109,52	10,62	0,30	0,01	0,86	8,13	1,28	5,86	2,16	14,47	277,46
37 2000	70,12	79,57	53,06	2,20	1,07	2,57	0,91	2,89	1,22	2,62	0,47	12,48	229,17
Media	56,46	55,17	46,52	7,97	2,14	1,48	0,81	5,56	4,07	6,19	8,66	25,45	220,46
DesvStd	30,08	31,34	29,38	8,55	3,27	3,38	0,87	12,67	6,11	4,81	13,03	21,78	78,25
Minima	13,49	4,26	2,23	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,26	0,47	5,76	82,50
Máxima	120,72	119,44	109,52	43,26	18,16	20,99	3,74	57,08	30,85	19,00	74,57	93,42	472,38



CUADRO N° 4,40

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
MODELO DE BALANCE HIDRICO DE LUTZ - SCHULTZ
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Caudales (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Medio
1 1964	2,30	2,91	2,95	2,44	2,24	2,06	1,96	1,79	1,92	2,11	2,65	3,27	2,38
2 1965	2,80	3,42	2,31	2,12	2,06	1,96	1,78	2,25	2,33	1,92	1,85	2,03	2,24
3 1966	2,17	2,95	2,74	2,16	2,26	1,96	1,81	1,77	1,91	2,36	2,44	2,32	2,24
4 1967	2,98	8,42	6,70	4,09	2,71	2,29	2,08	1,85	2,09	1,97	2,18	2,17	3,29
5 1968	6,15	4,87	5,10	3,36	2,66	2,28	1,91	1,94	1,99	2,17	2,30	2,16	3,07
6 1969	2,43	3,32	3,01	2,59	2,09	2,05	1,80	1,91	2,13	2,05	2,25	2,66	2,36
7 1970	3,02	3,53	3,35	2,64	2,11	1,97	1,85	1,86	2,14	2,07	1,97	2,28	2,40
8 1971	3,70	4,01	2,99	2,38	2,06	1,98	1,78	1,78	2,02	2,07	1,91	2,60	2,44
9 1972	5,91	10,60	8,19	4,71	3,04	2,38	2,12	2,00	1,97	2,21	2,31	2,67	4,01
10 1973	4,08	4,99	4,23	2,94	2,16	2,06	1,94	1,90	2,27	2,14	2,07	1,98	2,73
11 1974	6,49	6,27	3,70	3,27	2,47	2,41	2,26	3,29	2,53	2,01	2,11	2,24	3,25
12 1975	2,80	5,99	6,25	4,04	2,63	2,25	2,05	1,85	1,81	1,76	1,85	2,79	3,01
13 1976	4,57	5,35	4,36	2,84	2,13	2,24	2,02	1,98	2,49	2,14	2,02	2,35	2,87
14 1977	2,95	4,42	4,04	2,64	2,24	2,22	2,01	1,86	1,89	1,89	2,35	2,58	2,59
15 1978	3,24	2,63	2,75	2,42	2,00	1,91	1,91	1,98	2,15	1,86	2,66	2,29	2,32
16 1979	2,48	2,89	4,35	3,23	2,28	2,00	1,75	1,82	2,09	1,96	2,30	2,43	2,47
17 1980	2,63	3,01	3,35	2,45	2,12	2,04	1,93	1,84	2,04	2,32	2,23	2,62	2,38
18 1981	3,46	7,19	4,20	3,73	2,51	2,33	1,96	1,85	2,02	1,79	2,00	2,67	2,98
19 1982	3,04	4,30	2,93	2,66	2,10	1,93	1,73	1,94	2,14	2,15	2,28	2,49	2,47
20 1983	2,44	3,11	2,76	2,70	2,34	2,02	1,95	2,06	2,41	2,37	2,19	2,38	2,39
21 1984	3,80	7,23	5,94	3,50	2,58	2,74	2,16	3,04	2,49	2,11	4,40	4,61	3,72
22 1985	3,35	7,28	4,41	3,33	2,60	2,46	2,03	2,11	2,07	1,97	2,17	5,39	3,27
23 1986	6,07	5,14	3,51	2,83	2,17	2,00	2,00	1,85	1,93	1,96	1,96	5,63	3,09
24 1987	3,70	3,41	3,02	2,37	2,19	1,94	1,80	1,97	1,98	1,87	1,98	2,03	2,35
25 1988	5,44	3,93	2,81	2,63	2,03	1,90	2,06	1,95	2,05	2,03	2,15	2,16	2,60
26 1989	2,20	4,51	3,67	2,78	2,11	1,92	1,94	1,83	1,87	1,79	1,94	1,93	2,38
27 1990	3,67	3,47	2,77	2,25	2,17	2,28	2,14	1,90	1,93	1,84	1,92	2,92	2,44
28 1991	3,32	3,52	6,16	3,71	2,65	2,21	1,98	1,97	2,20	2,06	2,35	2,24	2,87
29 1992	2,25	2,41	2,06	2,20	1,83	1,85	1,84	1,97	2,13	2,33	2,29	2,51	2,14
30 1993	7,65	4,79	3,27	2,65	2,06	2,17	1,99	2,33	2,26	2,18	2,14	2,38	2,99
31 1994	8,41	6,88	6,40	4,00	2,50	2,06	2,10	1,97	2,02	2,08	2,42	2,57	3,62
32 1995	3,28	2,95	5,67	3,46	2,35	2,03	2,09	2,42	2,25	2,20	2,36	2,57	2,80
33 1996	2,66	5,34	3,84	2,74	2,25	1,99	2,09	1,94	2,09	2,19	2,61	2,25	2,67
34 1997	4,42	5,30	3,80	2,72	2,06	1,89	2,04	1,99	2,22	2,42	2,28	2,48	2,80
35 1998	4,53	4,05	2,88	2,43	1,93	1,87	2,03	1,94	2,09	1,98	2,12	2,16	2,50
36 1999	2,66	6,56	8,48	4,76	2,77	2,17	2,16	2,17	2,13	2,11	2,20	2,22	3,37
37 2000	4,03	5,84	4,31	2,95	2,14	1,99	2,10	2,02	2,07	2,01	2,11	2,14	2,81
Media	3,81	4,78	4,14	2,99	2,29	2,10	1,98	2,02	2,11	2,07	2,25	2,63	2,76



CUADRO N° 4,41
RÍO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1964

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1964	Ene	31	20,31	4,36	0,21	4,91	5,60	2,30
	Feb	28	35,73	7,22	0,02	5,60	6,41	2,91
	Mar	31	32,10	6,50	0,72	6,41	7,19	2,95
	Abr	30	7,53	1,84	0,14	7,19	5,74	2,44
	May	31	1,70	0,43	0,79	5,74	5,45	2,24
	Jun	30	0,91	0,22	0,33	5,45	4,86	2,06
	Jul	31	0,91	0,22	0,48	4,86	4,78	1,96
	Ago	31	0,41	0,08	0,11	4,78	4,36	1,79
	Set	30	4,22	1,07	0,18	4,36	4,53	1,92
	Oct	31	5,86	1,46	0,67	4,53	5,15	2,11
	Nov	30	24,56	5,12	0,60	5,15	6,25	2,65
	Dic	31	51,90	11,33	0,29	6,25	7,95	3,27
Total			186,15	39,85			68,26	
Promedio			15,51	3,32			5,69	2,38

ECUACIONES DE CALCULO					
PE = a0 + a1 * P * a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5					
ao =	-2,80E-02	a1 =	2,76E-01	a2 =	-4,10E-03
a3 =	5,53E-05	a4 =	1,24E-07	a5 =	-1,42E-09
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5					
r^2	=	0,877	r	=	0,936
B1	=	2,454	B2	=	0,373
B3	=	0,255	S	=	1,344



CUADRO N° 4,42

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1965

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1965	Ene	31	33,52	6,78	0,32	6,25	6,82	2,80
	Feb	28	40,72	8,31	0,43	6,82	7,53	3,42
	Mar	31	2,23	0,57	0,23	7,53	5,63	2,31
	Abr	30	3,88	0,98	0,21	5,63	5,00	2,12
	May	31	1,42	0,35	0,63	5,00	5,01	2,06
	Jun	30	0,91	0,22	0,25	5,01	4,62	1,96
	Jul	31	1,42	0,35	0,06	4,62	4,33	1,78
	Ago	31	7,93	1,93	0,98	4,33	5,49	2,25
	Set	30	16,28	3,62	0,06	5,49	5,48	2,33
	Oct	31	2,50	0,64	0,00	5,48	4,66	1,92
	Nov	30	1,49	0,37	0,07	4,66	4,36	1,85
	Dic	31	9,17	2,20	0,31	4,36	4,93	2,03
Total			121,47	26,32			63,86	
Promedio			10,12	2,19			5,32	2,24
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵								
ao = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²) ^ 0,5								
r ² = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,43

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1966

Año	Mes	Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado		
		Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)		
		(mm)				(mm/mes)	(m3/s)	
1966	Ene	31	13,60	3,10	0,44	4,36	5,29	2,17
	Feb	28	38,02	7,71	0,09	5,29	6,48	2,95
	Mar	31	16,42	3,64	0,91	6,48	6,66	2,74
	Abr	30	1,57	0,40	0,04	6,66	5,08	2,16
	May	31	18,16	3,97	0,15	5,08	5,51	2,26
	Jun	30	0,91	0,22	0,05	5,51	4,61	1,96
	Jul	31	0,91	0,22	0,18	4,61	4,40	1,81
	Ago	31	0,91	0,22	0,16	4,40	4,31	1,77
	Set	30	1,13	0,28	0,39	4,31	4,50	1,91
	Oct	31	17,50	3,84	0,68	4,50	5,76	2,36
	Nov	30	15,50	3,47	0,28	5,76	5,75	2,44
	Dic	31	9,57	2,28	0,48	5,75	5,64	2,32
Total			134,20	29,35			63,99	
Promedio			11,18	2,45			5,33	2,24

ECUACIONES DE CALCULO					
PE = a0 + a1 * P + a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5					
ao =	-2,80E-02	a1 =	2,76E-01	a2 =	-4,10E-03
a3 =	5,53E-05	a4 =	1,24E-07	a5 =	-1,42E-09
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5					
r^2	=	0,877	r	=	0,936
B1	=	2,454	B2	=	0,373
B3	=	0,255	S	=	1,344



CUADRO N° 4,44

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1967

Año	Mes	Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado		
		Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)		
		(mm)				(mm/mes)	(m3/s)	
1967	Ene	31	48,02	10,17	0,05	5,75	7,25	2,98
	Feb	28	110,75	50,34	0,53	7,25	18,51	8,42
	Mar	31	80,09	24,58	0,71	18,51	16,31	6,70
	Abr	30	14,17	3,21	0,28	16,31	9,63	4,09
	May	31	1,72	0,44	0,47	9,63	6,60	2,71
	Jun	30	0,91	0,22	0,45	6,60	5,40	2,29
	Jul	31	1,01	0,25	0,55	5,40	5,05	2,08
	Ago	31	1,01	0,25	0,10	5,05	4,50	1,85
	Set	30	6,74	1,66	0,39	4,50	4,93	2,09
	Oct	31	6,03	1,50	0,14	4,93	4,81	1,97
	Nov	30	4,58	1,15	0,64	4,81	5,15	2,18
	Dic	31	11,87	2,76	0,21	5,15	5,28	2,17
Total			286,92	96,52			93,41	
Promedio			23,91	8,04			7,78	3,29
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,45

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1968

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1968	Ene	31	99,75	39,82	0,46	5,15	14,98	6,15
	Feb	28	43,46	8,96	0,39	14,98	10,70	4,87
	Mar	31	73,31	20,51	0,78	10,70	12,42	5,10
	Abr	30	0,91	0,22	0,81	12,42	7,91	3,36
	May	31	3,45	0,88	0,90	7,91	6,48	2,66
	Jun	30	1,72	0,44	0,41	6,48	5,37	2,28
	Jul	31	1,42	0,35	0,10	5,37	4,65	1,91
	Ago	31	1,72	0,44	0,45	4,65	4,72	1,94
	Set	30	1,74	0,44	0,39	4,72	4,70	1,99
	Oct	31	6,10	1,51	0,73	4,70	5,28	2,17
	Nov	30	13,47	3,08	0,23	5,28	5,43	2,30
	Dic	31	11,63	2,71	0,10	5,43	5,27	2,16
Total			258,68	79,35			87,92	
Promedio			21,56	6,61			7,33	3,07
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P * a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5								
a0 = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5								
r^2 = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,46

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1969

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1969	Ene	31	25,30	5,25	0,10	5,43	5,92	2,43
	Feb	28	48,09	10,19	0,03	5,92	7,29	3,32
	Mar	31	29,05	5,93	0,68	7,29	7,33	3,01
	Abr	30	9,83	2,34	0,34	7,33	6,11	2,59
	May	31	0,91	0,22	0,31	6,11	5,08	2,09
	Jun	30	1,01	0,25	0,44	5,08	4,83	2,05
	Jul	31	1,42	0,35	0,04	4,83	4,39	1,80
	Ago	31	1,32	0,33	0,51	4,39	4,66	1,91
	Set	30	4,17	1,05	0,58	4,66	5,01	2,13
	Oct	31	5,18	1,30	0,36	5,01	5,00	2,05
	Nov	30	12,54	2,89	0,27	5,00	5,31	2,25
	Dic	31	33,75	6,83	0,31	5,31	6,47	2,66
Total			172,57	36,93			67,41	
Promedio			14,38	3,08			5,62	2,36
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,47

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1970

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1970	Ene	31	52,22	11,43	0,01	5,31	7,36	3,02
	Feb	28	38,85	7,89	0,57	7,36	7,76	3,53
	Mar	31	43,67	9,02	0,53	7,76	8,15	3,35
	Abr	30	2,43	0,62	0,61	8,15	6,23	2,64
	May	31	2,84	0,72	0,17	6,23	5,13	2,11
	Jun	30	0,91	0,22	0,22	5,13	4,63	1,97
	Jul	31	1,11	0,27	0,26	4,63	4,50	1,85
	Ago	31	1,52	0,38	0,31	4,50	4,52	1,86
	Set	30	2,04	0,52	0,80	4,52	5,03	2,14
	Oct	31	6,97	1,71	0,28	5,03	5,03	2,07
	Nov	30	1,74	0,44	0,22	5,03	4,65	1,97
	Dic	31	15,44	3,46	0,51	4,65	5,56	2,28
Total			169,75	36,68			68,56	
Promedio			14,15	3,06			5,71	2,40

ECUACIONES DE CALCULO					
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵					
ao =	-2,80E-02	a1 =	2,76E-01	a2 =	-4,10E-03
a3 =	5,53E-05	a4 =	1,24E-07	a5 =	-1,42E-09
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²)^{0,5}					
r ²	=	0,877	r	=	0,936
B1	=	2,454	B2	=	0,373
B3	=	0,255	S	=	1,344



CUADRO N° 4,48

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1971

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1971	Ene	31	64,32	16,01	0,78	4,65	9,02	3,70
	Feb	28	45,52	9,49	0,61	9,02	8,82	4,01
	Mar	31	18,18	3,97	0,55	8,82	7,28	2,99
	Abr	30	4,31	1,09	0,18	7,28	5,62	2,38
	May	31	1,16	0,29	0,41	5,62	5,01	2,06
	Jun	30	0,86	0,21	0,31	5,01	4,67	1,98
	Jul	31	0,86	0,21	0,09	4,67	4,34	1,78
	Ago	31	1,06	0,26	0,21	4,34	4,34	1,78
	Set	30	0,86	0,21	0,67	4,34	4,76	2,02
	Oct	31	1,67	0,42	0,75	4,76	5,05	2,07
	Nov	30	2,21	0,56	0,02	5,05	4,50	1,91
	Dic	31	36,94	7,48	0,31	4,50	6,34	2,60
Total			177,94	40,18			69,73	
Promedio			14,83	3,35			5,81	2,44
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,49

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1972

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1972	Ene	31	96,64	37,08	0,83	4,50	14,38	5,91
	Feb	28	119,44	59,37	0,34	14,38	23,30	10,60
	Mar	31	91,42	32,76	0,46	23,30	19,95	8,19
	Abr	30	6,04	1,50	0,86	19,95	11,10	4,71
	May	31	1,06	0,26	0,77	11,10	7,39	3,04
	Jun	30	0,86	0,21	0,37	7,39	5,62	2,38
	Jul	31	0,96	0,23	0,59	5,62	5,17	2,12
	Ago	31	0,86	0,21	0,45	5,17	4,86	2,00
	Set	30	3,90	0,99	0,12	4,86	4,63	1,97
	Oct	31	14,19	3,22	0,40	4,63	5,38	2,21
	Nov	30	3,80	0,96	0,78	5,38	5,45	2,31
	Dic	31	26,12	5,40	0,68	5,45	6,51	2,67
Total			365,29	142,18			113,74	
Promedio			30,44	11,85			9,48	4,01
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P * a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5								
a0 = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5								
r^2 = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,50

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1973

Año	Mes	Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado		
		Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)		
		(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)	
1973	Ene	31	69,32	18,39	0,79	5,45	9,93	4,08
	Feb	28	69,08	18,26	0,17	9,93	10,98	4,99
	Mar	31	54,43	12,15	0,68	10,98	10,30	4,23
	Abr	30	10,43	2,47	0,01	10,30	6,94	2,94
	May	31	1,47	0,37	0,13	6,94	5,26	2,16
	Jun	30	0,86	0,21	0,41	5,26	4,86	2,06
	Jul	31	1,06	0,26	0,42	4,86	4,73	1,94
	Ago	31	4,56	1,15	0,13	4,73	4,64	1,90
	Set	30	14,64	3,31	0,33	4,64	5,34	2,27
	Oct	31	2,18	0,55	0,67	5,34	5,22	2,14
	Nov	30	4,85	1,22	0,18	5,22	4,88	2,07
	Dic	31	7,65	1,87	0,07	4,88	4,82	1,98
Total			240,52	60,19			77,90	
Promedio			20,04	5,02			6,49	2,73
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,51

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1974

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1974	Ene	31	101,94	41,81	0,91	4,88	15,81	6,49
	Feb	28	69,35	18,40	0,77	15,81	13,78	6,27
	Mar	31	24,50	5,11	0,11	13,78	9,01	3,70
	Abr	30	20,03	4,31	0,83	9,01	7,70	3,27
	May	31	1,16	0,29	0,66	7,70	6,03	2,47
	Jun	30	1,57	0,40	0,93	6,03	5,68	2,41
	Jul	31	0,96	0,23	0,92	5,68	5,50	2,26
	Ago	31	57,08	13,08	0,18	5,50	8,02	3,29
	Set	30	1,16	0,29	0,47	8,02	5,97	2,53
	Oct	31	1,26	0,31	0,13	5,97	4,88	2,01
	Nov	30	1,11	0,27	0,65	4,88	4,96	2,11
	Dic	31	17,78	3,90	0,16	4,96	5,45	2,24
Total			297,91	88,39			92,80	
Promedio			24,83	7,37			7,73	3,25
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,52

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1975

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1975	Ene	31	39,98	8,14	0,46	4,96	6,82	2,80
	Feb	28	89,48	31,23	0,21	6,82	13,17	5,99
	Mar	31	85,54	28,30	0,67	13,17	15,23	6,25
	Abr	30	22,82	4,81	0,17	15,23	9,53	4,04
	May	31	3,00	0,76	0,20	9,53	6,39	2,63
	Jun	30	1,16	0,29	0,40	6,39	5,29	2,25
	Jul	31	0,86	0,21	0,54	5,29	4,99	2,05
	Ago	31	1,87	0,47	0,07	4,99	4,51	1,85
	Set	30	1,37	0,34	0,05	4,51	4,27	1,81
	Oct	31	2,16	0,55	0,09	4,27	4,27	1,76
	Nov	30	1,37	0,34	0,23	4,27	4,35	1,85
	Dic	31	48,33	10,26	0,11	4,35	6,80	2,79
Total			297,93	85,69			85,63	
Promedio			24,83	7,14			7,14	3,01
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,53

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1976

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1976	Ene	31	83,02	26,53	0,28	4,35	11,12	4,57
	Feb	28	71,87	19,72	0,14	11,12	11,77	5,35
	Mar	31	61,23	14,69	0,01	11,77	10,61	4,36
	Abr	30	1,97	0,50	0,17	10,61	6,70	2,84
	May	31	2,48	0,63	0,06	6,70	5,17	2,13
	Jun	30	1,06	0,26	0,87	5,17	5,27	2,24
	Jul	31	3,41	0,87	0,29	5,27	4,92	2,02
	Ago	31	1,82	0,46	0,44	4,92	4,82	1,98
	Set	30	30,85	6,27	0,01	4,82	5,86	2,49
	Oct	31	1,47	0,37	0,51	5,86	5,22	2,14
	Nov	30	1,37	0,34	0,28	5,22	4,75	2,02
	Dic	31	10,59	2,50	0,90	4,75	5,72	2,35
Total			271,15	73,13			81,95	
Promedio			22,60	6,09			6,83	2,87
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,54

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1977

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1977	Ene	31	40,37	8,23	0,90	4,75	7,18	2,95
	Feb	28	67,65	17,56	0,11	7,18	9,72	4,42
	Mar	31	59,82	14,12	0,16	9,72	9,84	4,04
	Abr	30	0,61	0,14	0,07	9,84	6,23	2,64
	May	31	0,41	0,08	0,68	6,23	5,44	2,24
	Jun	30	0,00	0,00	0,78	5,44	5,22	2,22
	Jul	31	0,30	0,06	0,51	5,22	4,90	2,01
	Ago	31	0,00	0,00	0,27	4,90	4,54	1,86
	Set	30	1,26	0,31	0,23	4,54	4,45	1,89
	Oct	31	4,52	1,14	0,21	4,45	4,60	1,89
	Nov	30	15,78	3,52	0,48	4,60	5,53	2,35
	Dic	31	16,07	3,58	0,91	5,53	6,29	2,58
Total			206,79	48,74			73,94	
Promedio			17,23	4,06			6,16	2,59
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P * a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5								
ao = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5								
r^2 =			0,877			r = 0,936		
B1 =			2,454			B2 = 0,373		
B3 =			0,255			S = 1,344		



CUADRO N° 4,55

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1978

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1978	Ene	31	52,60	11,55	0,44	5,53	7,88	3,24
	Feb	28	4,26	1,08	0,13	7,88	5,79	2,63
	Mar	31	31,22	6,34	0,48	5,79	6,69	2,75
	Abr	30	7,25	1,77	0,32	6,69	5,71	2,42
	May	31	0,00	0,00	0,31	5,71	4,88	2,00
	Jun	30	0,51	0,11	0,21	4,88	4,50	1,91
	Jul	31	3,74	0,95	0,29	4,50	4,65	1,91
	Ago	31	0,00	0,00	0,68	4,65	4,83	1,98
	Set	30	0,51	0,11	0,83	4,83	5,07	2,15
	Oct	31	1,74	0,44	0,07	5,07	4,53	1,86
	Nov	30	26,34	5,44	0,79	4,53	6,28	2,66
	Dic	31	10,11	2,40	0,18	6,28	5,58	2,29
Total			138,28	30,18			66,39	
Promedio			11,52	2,52			5,53	2,32

ECUACIONES DE CALCULO					
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$					
$a_0 =$	-2,80E-02	$a_1 =$	2,76E-01	$a_2 =$	-4,10E-03
$a_3 =$	5,53E-05	$a_4 =$	1,24E-07	$a_5 =$	-1,42E-09
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pe + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$					
$r^2 =$	0,877	$r =$	0,936	$B_2 =$	0,373
$B_1 =$	2,454	$B_3 =$	1,344	$S =$	
$B_3 =$	0,255	$S =$			



CUADRO N° 4,56

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1979

Año	Mes	Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado		
		Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)		
		(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)	
1979	Ene	31	16,69	3,69	0,31	6,28	6,03	2,48
	Feb	28	28,43	5,82	0,17	6,03	6,35	2,89
	Mar	31	73,97	20,87	0,46	6,35	10,59	4,35
	Abr	30	4,36	1,10	0,98	10,59	7,61	3,23
	May	31	0,20	0,03	0,25	7,61	5,54	2,28
	Jun	30	0,00	0,00	0,21	5,54	4,72	2,00
	Jul	31	0,00	0,00	0,04	4,72	4,25	1,75
	Ago	31	1,42	0,36	0,32	4,25	4,44	1,82
	Set	30	1,22	0,30	0,79	4,44	4,93	2,09
	Oct	31	6,82	1,68	0,06	4,93	4,78	1,96
	Nov	30	9,52	2,27	0,63	4,78	5,41	2,30
	Dic	31	22,44	4,74	0,25	5,41	5,92	2,43
Total			165,06	40,86			70,59	
Promedio			13,76	3,40			5,88	2,47
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵								
a0 = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²)^{0,5}								
r ² =		0,877		r =		0,936		
B1 =		2,454		B2 =		0,373		
B3 =		0,255		S =		1,344		



CUADRO N° 4,57

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1980

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1980	Ene	31	20,00	4,30	0,89	5,41	6,41	2,63
	Feb	28	31,70	6,43	0,14	6,41	6,62	3,01
	Mar	31	51,66	11,25	0,39	6,62	8,17	3,35
	Abr	30	2,83	0,72	0,10	8,17	5,78	2,45
	May	31	0,53	0,12	0,55	5,78	5,16	2,12
	Jun	30	0,00	0,00	0,45	5,16	4,81	2,04
	Jul	31	0,03	0,00	0,47	4,81	4,69	1,93
	Ago	31	0,00	0,00	0,28	4,69	4,47	1,84
	Set	30	0,39	0,08	0,71	4,47	4,81	2,04
	Oct	31	15,15	3,40	0,57	4,81	5,66	2,32
	Nov	30	8,31	2,01	0,18	5,66	5,25	2,23
	Dic	31	25,44	5,28	0,66	5,25	6,38	2,62
Total			156,05	33,59			68,23	
Promedio			13,00	2,80			5,69	2,38
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
a0 = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
$Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
r^2 = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,58

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1981

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1981	Ene	31	57,95	13,40	0,61	5,25	8,41	3,46
	Feb	28	99,28	39,40	0,17	8,41	15,81	7,19
	Mar	31	32,25	6,53	0,22	15,81	10,23	4,20
	Abr	30	43,26	8,92	0,26	10,23	8,80	3,73
	May	31	1,22	0,30	0,31	8,80	6,11	2,51
	Jun	30	0,00	0,00	0,80	6,11	5,49	2,33
	Jul	31	0,20	0,03	0,28	5,49	4,78	1,96
	Ago	31	1,11	0,27	0,22	4,78	4,51	1,85
	Set	30	2,12	0,54	0,51	4,51	4,76	2,02
	Oct	31	1,72	0,44	0,01	4,76	4,35	1,79
	Nov	30	1,65	0,42	0,57	4,35	4,72	2,00
	Dic	31	34,73	7,02	0,53	4,72	6,51	2,67
Total			275,49	77,26			84,49	
Promedio			22,96	6,44			7,04	2,98
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵								
ao = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²)^{0,5}								
r ² = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,59

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1982

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1982	Ene	31	45,61	9,51	0,79	4,72	7,39	3,04
	Feb	28	58,00	13,42	0,86	7,39	9,45	4,30
	Mar	31	18,37	4,01	0,13	9,45	7,13	2,93
	Abr	30	12,83	2,95	0,42	7,13	6,27	2,66
	May	31	0,33	0,06	0,33	6,27	5,12	2,10
	Jun	30	0,00	0,00	0,18	5,12	4,54	1,93
	Jul	31	0,00	0,00	0,07	4,54	4,21	1,73
	Ago	31	0,40	0,08	0,71	4,21	4,72	1,94
	Set	30	14,17	3,22	0,01	4,72	5,05	2,14
	Oct	31	8,41	2,03	0,41	5,05	5,24	2,15
	Nov	30	14,39	3,26	0,13	5,24	5,37	2,28
	Dic	31	17,37	3,82	0,67	5,37	6,07	2,49
Total			189,87	42,36			70,56	
Promedio			15,82	3,53			5,88	2,47
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,60

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1983

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1983	Ene	31	20,61	4,41	0,39	5,37	5,95	2,44
	Feb	28	37,82	7,66	0,23	5,95	6,85	3,11
	Mar	31	23,72	4,97	0,46	6,85	6,71	2,76
	Abr	30	10,98	2,58	0,78	6,71	6,36	2,70
	May	31	0,32	0,06	0,90	6,36	5,69	2,34
	Jun	30	1,30	0,32	0,10	5,69	4,76	2,02
	Jul	31	2,24	0,57	0,39	4,76	4,74	1,95
	Ago	31	9,45	2,26	0,23	4,74	5,02	2,06
	Set	30	10,30	2,44	0,78	5,02	5,69	2,41
	Oct	31	10,49	2,48	0,59	5,69	5,77	2,37
	Nov	30	1,42	0,36	0,49	5,77	5,16	2,19
	Dic	31	12,56	2,90	0,72	5,16	5,80	2,38
Total			141,22	31,00			68,50	
Promedio			11,77	2,58			5,71	2,39
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵								
ao = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²)^{0,5}								
r ² = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,61

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1984

Año	Mes	Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado		
		Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)		
		(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)	
1984	Ene	31	67,72	17,59	0,41	5,16	9,26	3,80
	Feb	28	98,66	38,84	0,09	9,26	15,91	7,23
	Mar	31	74,69	21,28	0,67	15,91	14,46	5,94
	Abr	30	5,98	1,49	0,02	14,46	8,25	3,50
	May	31	0,30	0,06	0,78	8,25	6,29	2,58
	Jun	30	20,99	4,48	0,55	6,29	6,46	2,74
	Jul	31	0,00	0,00	0,41	6,46	5,25	2,16
	Ago	31	52,01	11,36	0,09	5,25	7,40	3,04
	Set	30	0,20	0,03	0,67	7,40	5,86	2,49
	Oct	31	7,58	1,85	0,02	5,86	5,13	2,11
	Nov	30	74,57	21,22	0,61	5,13	10,36	4,40
	Dic	31	69,68	18,57	0,18	10,36	11,23	4,61
Total			472,38	136,76			105,87	
Promedio			39,37	11,40			8,82	3,72
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,62

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1985

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1985	Ene	31	26,55	5,48	0,46	10,36	8,16	3,35
	Feb	28	98,10	38,35	0,77	8,16	16,02	7,28
	Mar	31	34,05	6,88	0,59	16,02	10,75	4,41
	Abr	30	23,62	4,95	0,12	10,75	7,84	3,33
	May	31	3,39	0,86	0,78	7,84	6,34	2,60
	Jun	30	2,96	0,75	0,83	6,34	5,80	2,46
	Jul	31	0,00	0,00	0,34	5,80	4,94	2,03
	Ago	31	0,59	0,13	0,86	4,94	5,14	2,11
	Set	30	2,33	0,59	0,37	5,14	4,88	2,07
	Oct	31	1,52	0,38	0,45	4,88	4,80	1,97
	Nov	30	8,10	1,96	0,40	4,80	5,12	2,17
	Dic	31	90,14	31,75	0,68	5,12	13,11	5,39
Total			291,33	92,09			92,90	
Promedio			24,28	7,67			7,74	3,27

ECUACIONES DE CALCULO					
PE = a0 + a1 * P + a2 * P^2 + a3 * P^3 + a4 * P^4 + a5 * P^5					
ao =	-2,80E-02	a1 =	2,76E-01	a2 =	-4,10E-03
a3 =	5,53E-05	a4 =	1,24E-07	a5 =	-1,42E-09
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5					
r^2	=	0,877	r	=	0,936
B1	=	2,454	B2	=	0,373
B3	=	0,255	S	=	1,344



CUADRO N° 4,63

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1986

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1986	Ene	31	99,53	39,62	0,31	5,12	14,77	6,07
	Feb	28	55,18	12,41	0,17	14,77	11,30	5,14
	Mar	31	27,33	5,62	0,46	11,30	8,54	3,51
	Abr	30	1,40	0,35	0,98	8,54	6,66	2,83
	May	31	4,59	1,16	0,06	6,66	5,29	2,17
	Jun	30	0,86	0,21	0,25	5,29	4,72	2,00
	Jul	31	0,89	0,21	0,63	4,72	4,87	2,00
	Ago	31	0,61	0,14	0,21	4,87	4,50	1,85
	Set	30	2,84	0,72	0,23	4,50	4,54	1,93
	Oct	31	3,28	0,83	0,43	4,54	4,77	1,96
	Nov	30	1,23	0,30	0,32	4,77	4,61	1,96
	Dic	31	93,42	34,37	0,79	4,61	13,70	5,63
Total			291,15	95,94			88,27	
Promedio			24,26	7,99			7,36	3,09
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,64

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1987

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1987	Ene	31	66,07	16,81	0,57	4,61	9,01	3,70
	Feb	28	20,07	4,31	0,62	9,01	7,50	3,41
	Mar	31	24,07	5,03	0,86	7,50	7,35	3,02
	Abr	30	2,28	0,58	0,24	7,35	5,57	2,37
	May	31	1,01	0,25	0,79	5,57	5,34	2,19
	Jun	30	0,98	0,24	0,07	5,34	4,58	1,94
	Jul	31	0,86	0,21	0,18	4,58	4,39	1,80
	Ago	31	1,09	0,27	0,67	4,39	4,79	1,97
	Set	30	1,62	0,41	0,33	4,79	4,66	1,98
	Oct	31	3,47	0,88	0,13	4,66	4,54	1,87
	Nov	30	1,72	0,44	0,42	4,54	4,66	1,98
	Dic	31	5,76	1,43	0,41	4,66	4,95	2,03
Total			129,01	30,85			67,34	
Promedio			10,75	2,57			5,61	2,35
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,65

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1988

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1988	Ene	31	91,80	33,06	0,66	4,66	13,26	5,44
	Feb	28	11,82	2,75	0,57	13,26	8,64	3,93
	Mar	31	15,88	3,54	0,28	8,64	6,85	2,81
	Abr	30	13,00	2,99	0,45	6,85	6,20	2,63
	May	31	1,32	0,33	0,10	6,20	4,95	2,03
	Jun	30	0,87	0,21	0,14	4,95	4,49	1,90
	Jul	31	0,89	0,21	0,89	4,49	5,02	2,06
	Ago	31	0,86	0,21	0,39	5,02	4,75	1,95
	Set	30	1,22	0,30	0,55	4,75	4,82	2,05
	Oct	31	3,95	1,00	0,47	4,82	4,95	2,03
	Nov	30	1,32	0,33	0,71	4,95	5,06	2,15
	Dic	31	12,79	2,94	0,18	5,06	5,27	2,16
Total			155,70	47,86			74,26	
Promedio			12,98	3,99			6,19	2,60
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,66

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1989

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1989	Ene	31	39,25	1,97	0,53	5,06	5,35	2,20
	Feb	28	89,36	21,40	0,01	5,35	9,92	4,51
	Mar	31	68,63	10,04	0,22	9,92	8,93	3,67
	Abr	30	9,35	0,03	0,80	8,93	6,55	2,78
	May	31	1,05	0,00	0,26	6,55	5,15	2,11
	Jun	30	0,03	0,00	0,17	5,15	4,54	1,92
	Jul	31	0,00	0,00	0,61	4,54	4,72	1,94
	Ago	31	0,03	0,00	0,26	4,72	4,46	1,83
	Set	30	2,23	0,00	0,31	4,46	4,41	1,87
	Oct	31	2,33	0,00	0,28	4,41	4,37	1,79
	Nov	30	5,39	0,01	0,51	4,37	4,57	1,94
	Dic	31	8,09	0,02	0,57	4,57	4,70	1,93
Total			225,74	33,46			67,67	
Promedio			18,81	2,79			5,64	2,38
ECUACIONES DE CALCULO								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$ $a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$ $a_4 = 3,46E-05 \quad a_5 = -5,17E-08$								
$Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$ $B1 = 2,454 \quad B2 = 0,373$ $B3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,67

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1990

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1990	Ene	31	64,76	16,21	0,67	4,57	8,93	3,67
	Feb	28	27,62	5,67	0,41	8,93	7,62	3,47
	Mar	31	13,08	3,00	0,71	7,62	6,74	2,77
	Abr	30	2,64	0,67	0,18	6,74	5,31	2,25
	May	31	7,15	1,75	0,42	5,31	5,28	2,17
	Jun	30	1,99	0,51	0,86	5,28	5,37	2,28
	Jul	31	0,00	0,00	0,79	5,37	5,20	2,14
	Ago	31	1,67	0,42	0,13	5,20	4,63	1,90
	Set	30	1,01	0,25	0,33	4,63	4,56	1,93
	Oct	31	4,08	1,03	0,07	4,56	4,49	1,84
	Nov	30	6,24	1,54	0,01	4,49	4,53	1,92
	Dic	31	51,22	11,11	0,13	4,53	7,11	2,92
Total			181,47	42,17			69,76	
Promedio			15,12	3,51			5,81	2,44
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵								
a0 = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²) ^ 0,5								
r ² = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,68

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1991

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1991	Ene	31	56,08	12,72	0,72	4,53	8,07	3,32
	Feb	28	33,38	6,75	0,59	8,07	7,75	3,52
	Mar	31	96,45	36,91	0,23	7,75	14,99	6,16
	Abr	30	9,98	2,37	0,10	14,99	8,75	3,71
	May	31	0,10	0,00	0,78	8,75	6,46	2,65
	Jun	30	2,04	0,52	0,23	6,46	5,21	2,21
	Jul	31	0,86	0,21	0,39	5,21	4,82	1,98
	Ago	31	1,72	0,43	0,46	4,82	4,80	1,97
	Set	30	1,53	0,39	0,90	4,80	5,19	2,20
	Oct	31	4,12	1,04	0,39	5,19	5,03	2,06
	Nov	30	7,41	1,81	0,78	5,03	5,53	2,35
	Dic	31	7,66	1,87	0,49	5,53	5,46	2,24
Total			221,32	65,02			82,07	
Promedio			18,44	5,42			6,84	2,87
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,69

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1992

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1992	Ene	31	13,49	3,08	0,18	5,53	5,48	2,25
	Feb	28	13,47	3,08	0,02	5,48	5,30	2,41
	Mar	31	8,08	1,96	0,09	5,30	5,02	2,06
	Abr	30	5,10	1,28	0,55	5,02	5,17	2,20
	May	31	0,71	0,17	0,02	5,17	4,45	1,83
	Jun	30	2,45	0,62	0,09	4,45	4,36	1,85
	Jul	31	0,00	0,00	0,41	4,36	4,47	1,84
	Ago	31	0,85	0,20	0,67	4,47	4,81	1,97
	Set	30	0,51	0,11	0,78	4,81	5,01	2,13
	Oct	31	15,69	3,51	0,48	5,01	5,67	2,33
	Nov	30	2,87	0,73	0,67	5,67	5,39	2,29
	Dic	31	19,29	4,17	0,61	5,39	6,11	2,51
Total			82,50	18,91			61,25	
Promedio			6,87	1,58			5,10	2,14
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,70

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1993

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1993	Ene	31	113,29	52,93	0,68	5,39	18,62	7,65
	Feb	28	11,71	2,73	0,45	18,62	10,53	4,79
	Mar	31	13,01	2,99	0,86	10,53	7,96	3,27
	Abr	30	0,45	0,10	0,83	7,96	6,23	2,65
	May	31	1,82	0,46	0,12	6,23	5,01	2,06
	Jun	30	0,86	0,21	0,77	5,01	5,11	2,17
	Jul	31	0,86	0,21	0,46	5,11	4,85	1,99
	Ago	31	14,57	3,29	0,59	4,85	5,66	2,33
	Set	30	0,55	0,12	0,78	5,66	5,34	2,26
	Oct	31	8,89	2,14	0,34	5,34	5,31	2,18
	Nov	30	4,11	1,04	0,37	5,31	5,05	2,14
	Dic	31	19,61	4,23	0,40	5,05	5,80	2,38
Total			189,73	70,43			85,47	
Promedio			15,81	5,87			7,12	2,99
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,71

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1994

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1994	Ene	31	120,72	60,74	0,66	5,05	20,47	8,41
	Feb	28	67,72	17,59	0,57	20,47	15,13	6,88
	Mar	31	85,47	28,25	0,28	15,13	15,58	6,40
	Abr	30	12,31	2,85	0,45	15,58	9,42	4,00
	May	31	0,51	0,11	0,10	9,42	6,09	2,50
	Jun	30	0,00	0,00	0,14	6,09	4,86	2,06
	Jul	31	0,00	0,00	0,89	4,86	5,11	2,10
	Ago	31	0,91	0,22	0,39	5,11	4,79	1,97
	Set	30	0,20	0,03	0,55	4,79	4,77	2,02
	Oct	31	5,89	1,47	0,47	4,77	5,05	2,08
	Nov	30	11,41	2,67	0,71	5,05	5,69	2,42
	Dic	31	28,97	5,92	0,18	5,69	6,26	2,57
Total			334,12	119,83			103,22	
Promedio			27,84	9,99			8,60	3,62
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,72

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1995

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1995	Ene	31	50,58	10,92	0,66	5,69	7,99	3,28
	Feb	28	8,47	2,05	0,57	7,99	6,50	2,95
	Mar	31	92,89	33,94	0,28	6,50	13,81	5,67
	Abr	30	2,01	0,51	0,45	13,81	8,16	3,46
	May	31	2,09	0,53	0,10	8,16	5,73	2,35
	Jun	30	0,86	0,21	0,14	5,73	4,78	2,03
	Jul	31	0,00	0,00	0,89	4,78	5,08	2,09
	Ago	31	21,45	4,56	0,39	5,08	5,88	2,42
	Set	30	1,98	0,50	0,55	5,88	5,30	2,25
	Oct	31	7,73	1,88	0,47	5,30	5,36	2,20
	Nov	30	6,95	1,71	0,71	5,36	5,56	2,36
	Dic	31	29,73	6,06	0,18	5,56	6,25	2,57
Total			224,76	62,86			80,40	
Promedio			18,73	5,24			6,70	2,80
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,73

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1996

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1996	Ene	31	25,12	5,22	0,66	5,56	6,49	2,66
	Feb	28	80,39	24,77	0,57	6,49	11,74	5,34
	Mar	31	42,81	8,81	0,28	11,74	9,35	3,84
	Abr	30	1,28	0,32	0,45	9,35	6,45	2,74
	May	31	8,58	2,07	0,10	6,45	5,49	2,25
	Jun	30	0,86	0,21	0,14	5,49	4,69	1,99
	Jul	31	0,86	0,21	0,89	4,69	5,10	2,09
	Ago	31	0,24	0,04	0,39	5,10	4,74	1,94
	Set	30	2,64	0,67	0,55	4,74	4,91	2,09
	Oct	31	9,67	2,30	0,47	4,91	5,32	2,19
	Nov	30	18,60	4,05	0,71	5,32	6,14	2,61
	Dic	31	8,95	2,15	0,18	6,14	5,47	2,25
Total			200,00	50,81			75,88	
Promedio			16,67	4,23			6,32	2,67
ECUACIONES DE CALCULO								
PE = a0 + a1 * P + a2 * P² + a3 * P³ + a4 * P⁴ + a5 * P⁵								
ao = -2,80E-02			a1 = 2,76E-01			a2 = -4,10E-03		
a3 = 5,53E-05			a4 = 1,24E-07			a5 = -1,42E-09		
Qt = B1 + B2 * Qt - 1 + B3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r²) ^ 0,5								
r ² = 0,877			r = 0,936					
B1 = 2,454			B2 = 0,373					
B3 = 0,255			S = 1,344					



CUADRO N° 4,74

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km²)
AÑO : 1997

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m ³ /s)
1997	Ene	31	74,32	21,07	0,66	6,14	10,75	4,42
	Feb	28	69,06	18,26	0,57	10,75	11,67	5,30
	Mar	31	41,62	8,52	0,28	11,67	9,25	3,80
	Abr	30	1,10	0,27	0,45	9,25	6,40	2,72
	May	31	1,14	0,28	0,10	6,40	5,01	2,06
	Jun	30	0,00	0,00	0,14	5,01	4,46	1,89
	Jul	31	0,00	0,00	0,89	4,46	4,96	2,04
	Ago	31	2,60	0,66	0,39	4,96	4,84	1,99
	Set	30	7,18	1,76	0,55	4,84	5,23	2,22
	Oct	31	19,00	4,12	0,47	5,23	5,90	2,42
	Nov	30	0,81	0,19	0,71	5,90	5,38	2,28
	Dic	31	26,61	5,49	0,18	5,38	6,03	2,48
Total			243,44	60,62			79,88	
Promedio			20,29	5,05			6,66	2,80
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,75

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1998

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1998	Ene	31	78,09	23,31	0,66	5,38	11,04	4,53
	Feb	28	34,84	7,04	0,57	11,04	8,91	4,05
	Mar	31	17,27	3,80	0,28	8,91	7,02	2,88
	Abr	30	3,61	0,92	0,45	7,02	5,73	2,43
	May	31	0,30	0,06	0,10	5,73	4,70	1,93
	Jun	30	0,86	0,21	0,14	4,70	4,39	1,87
	Jul	31	0,00	0,00	0,89	4,39	4,94	2,03
	Ago	31	0,96	0,23	0,39	4,94	4,72	1,94
	Set	30	3,04	0,77	0,55	4,72	4,94	2,09
	Oct	31	1,32	0,33	0,47	4,94	4,82	1,98
	Nov	30	1,07	0,26	0,71	4,82	4,99	2,12
	Dic	31	13,17	3,02	0,18	4,99	5,26	2,16
Total			154,53	39,95			71,47	
Promedio			12,88	3,33			5,96	2,50
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,76

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 1999

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
1999	Ene	31	29,69	6,05	0,66	4,99	6,49	2,66
	Feb	28	94,56	35,31	0,57	6,49	14,43	6,56
	Mar	31	109,52	49,11	0,28	14,43	20,64	8,48
	Abr	30	10,62	2,50	0,45	20,64	11,22	4,76
	May	31	0,30	0,06	0,10	11,22	6,75	2,77
	Jun	30	0,01	0,00	0,14	6,75	5,11	2,17
	Jul	31	0,86	0,21	0,89	5,11	5,25	2,16
	Ago	31	8,13	1,97	0,39	5,25	5,29	2,17
	Set	30	1,28	0,32	0,55	5,29	5,03	2,13
	Oct	31	5,86	1,46	0,47	5,03	5,15	2,11
	Nov	30	2,16	0,55	0,71	5,15	5,19	2,20
	Dic	31	14,47	3,27	0,18	5,19	5,40	2,22
Total			277,46	100,80			95,95	
Promedio			23,12	8,40			8,00	3,37
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2) ^ 0,5$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,77

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
ESTACION LA CALERA (AREA : 1 100 km2)
AÑO : 2000

Año	Mes		Precipitación Mensual		Número Aleatorio	Caudal mes anterior (Qt-1)	Caudal Generado	
			Total (P)	Efectiva (Pe)			(Qt)	
			(mm)				(mm/mes)	(m3/s)
2000	Ene	31	70,12	18,79	0,66	5,19	9,81	4,03
	Feb	28	79,57	24,24	0,57	9,81	12,84	5,84
	Mar	31	53,06	11,70	0,28	12,84	10,50	4,31
	Abr	30	2,20	0,56	0,45	10,50	6,94	2,95
	May	31	1,07	0,26	0,10	6,94	5,21	2,14
	Jun	30	2,57	0,66	0,14	5,21	4,70	1,99
	Jul	31	0,91	0,22	0,89	4,70	5,11	2,10
	Ago	31	2,89	0,73	0,39	5,11	4,92	2,02
	Set	30	1,22	0,30	0,55	4,92	4,89	2,07
	Oct	31	2,62	0,67	0,47	4,89	4,89	2,01
	Nov	30	0,47	0,10	0,71	4,89	4,98	2,11
	Dic	31	12,48	2,88	0,18	4,98	5,22	2,14
Total			229,17	61,11			80,00	
Promedio			19,10	5,09			6,67	2,81
ECUACIONES DE CALCULO								
$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$								
$a_0 = -2,80E-02 \quad a_1 = 2,76E-01 \quad a_2 = -4,10E-03$								
$a_3 = 5,53E-05 \quad a_4 = 1,24E-07 \quad a_5 = -1,42E-09$								
$Qt = B_1 + B_2 * Qt - 1 + B_3 * Pet + 2 * a * S * (1 - r^2)^{0,5}$								
$r^2 = 0,877 \quad r = 0,936$								
$B_1 = 2,454 \quad B_2 = 0,373$								
$B_3 = 0,255 \quad S = 1,344$								



CUADRO N° 4,78

RIO YURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS
DISPONIBILIDAD HIDRICA POR EL METODO DE WEIBULL
PERIODO : 1964 - 2000

Persistencia (%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Persistencia (%)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
2,63	8,41	10,60	8,48	4,76	3,04	2,74	2,26	3,29	2,53	2,42	4,40	5,63	2,63
5,26	7,65	8,42	8,19	4,71	2,77	2,46	2,16	3,04	2,49	2,37	2,66	5,39	5,26
7,89	6,49	7,28	6,70	4,09	2,71	2,41	2,16	2,42	2,49	2,36	2,65	4,61	7,89
10,53	6,15	7,23	6,40	4,04	2,66	2,38	2,14	2,33	2,41	2,33	2,61	3,27	10,53
13,16	6,07	7,19	6,25	4,00	2,65	2,33	2,12	2,25	2,33	2,32	2,44	2,92	13,16
15,79	5,91	6,88	6,16	3,73	2,63	2,29	2,10	2,17	2,27	2,21	2,42	2,79	15,79
18,42	5,44	6,56	5,94	3,71	2,60	2,28	2,10	2,11	2,26	2,20	2,36	2,67	18,42
21,05	4,57	6,27	5,67	3,50	2,58	2,28	2,09	2,06	2,25	2,19	2,35	2,67	21,05
23,68	4,53	5,99	5,10	3,46	2,51	2,25	2,09	2,02	2,22	2,18	2,35	2,66	23,68
26,32	4,42	5,84	4,41	3,36	2,50	2,24	2,08	2,00	2,20	2,17	2,31	2,62	26,32
28,95	4,08	5,35	4,36	3,33	2,47	2,22	2,06	1,99	2,15	2,15	2,30	2,60	28,95
31,58	4,03	5,34	4,35	3,27	2,35	2,21	2,05	1,98	2,14	2,14	2,30	2,58	31,58
34,21	3,80	5,30	4,31	3,23	2,34	2,17	2,04	1,98	2,14	2,14	2,29	2,57	34,21
36,84	3,70	5,14	4,23	2,95	2,28	2,17	2,03	1,97	2,13	2,11	2,28	2,57	36,84
39,47	3,70	4,99	4,20	2,94	2,26	2,06	2,03	1,97	2,13	2,11	2,28	2,51	39,47
42,11	3,67	4,87	4,04	2,84	2,25	2,06	2,02	1,97	2,13	2,11	2,25	2,49	42,11
44,74	3,46	4,79	3,84	2,83	2,24	2,06	2,01	1,97	2,09	2,08	2,23	2,48	44,74
47,37	3,35	4,51	3,80	2,78	2,24	2,05	2,00	1,95	2,09	2,07	2,20	2,43	47,37
50,00	3,32	4,42	3,70	2,74	2,19	2,04	1,99	1,94	2,09	2,07	2,19	2,38	50,00
52,63	3,28	4,30	3,67	2,72	2,17	2,03	1,98	1,94	2,09	2,06	2,18	2,38	52,63
55,26	3,24	4,05	3,51	2,70	2,17	2,02	1,96	1,94	2,07	2,05	2,17	2,35	55,26
57,89	3,04	4,01	3,35	2,66	2,16	2,00	1,96	1,94	2,07	2,03	2,15	2,32	57,89
60,53	3,02	3,93	3,35	2,65	2,14	2,00	1,95	1,91	2,05	2,01	2,14	2,29	60,53
63,16	2,98	3,53	3,27	2,64	2,13	1,99	1,94	1,90	2,04	2,01	2,12	2,28	63,16
65,79	2,95	3,52	3,02	2,64	2,12	1,99	1,94	1,90	2,02	1,98	2,11	2,25	65,79
68,42	2,80	3,47	3,01	2,63	2,11	1,98	1,93	1,86	2,02	1,97	2,11	2,24	68,42
71,05	2,80	3,42	2,99	2,59	2,11	1,97	1,91	1,86	2,02	1,97	2,07	2,24	71,05
73,68	2,66	3,41	2,95	2,45	2,10	1,96	1,91	1,85	1,99	1,96	2,02	2,22	73,68
76,32	2,66	3,32	2,93	2,44	2,09	1,96	1,85	1,85	1,98	1,96	2,00	2,17	76,32
78,95	2,63	3,11	2,88	2,43	2,06	1,94	1,84	1,85	1,97	1,92	1,98	2,16	78,95
81,58	2,48	3,01	2,81	2,42	2,06	1,93	1,81	1,85	1,93	1,89	1,97	2,16	81,58
84,21	2,44	2,95	2,77	2,38	2,06	1,92	1,80	1,84	1,93	1,87	1,96	2,16	84,21
86,84	2,43	2,95	2,76	2,37	2,06	1,91	1,80	1,83	1,92	1,86	1,94	2,14	86,84
89,47	2,30	2,91	2,75	2,25	2,03	1,90	1,78	1,82	1,91	1,84	1,92	2,03	89,47
92,11	2,25	2,89	2,74	2,20	2,00	1,89	1,78	1,79	1,89	1,79	1,91	2,03	92,11
94,74	2,20	2,63	2,31	2,16	1,93	1,87	1,75	1,78	1,87	1,79	1,85	1,98	94,74
97,37	2,17	2,41	2,06	2,12	1,83	1,85	1,73	1,77	1,81	1,76	1,85	1,93	97,37
Q medio	3,81	4,78	4,14	2,99	2,29	2,10	1,98	2,02	2,11	2,07	2,25	2,63	Q medio
Q 75%	2,66	3,36	2,94	2,44	2,10	1,96	1,88	1,85	1,99	1,96	2,01	2,19	Q 75%
V medio	10,21	12,80	11,09	8,02	6,12	5,63	5,29	5,42	5,66	5,54	6,03	7,03	V medio
V 75%	7,13	9,01	7,87	6,55	5,61	5,25	5,03	4,96	5,32	5,25	5,39	5,87	V 75%



CUADRO N° 4,79

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA YARABAMBA

1 / 2

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇ ₁	Alto Hospicio	P	10.25	A,P	Yarabamba	16°34'54"	71°15'56"	Talamolle	Puquina	Gral. Sánchez C.	22/07/02
2	∇ ₂	Bajo Hospicio	P	160.57	A,P	Yarabamba	16°34'52"	71°16'09"	Polobaya	Polobaya	Arequipa	22/07/02
3	∇ ₃	Totorani	P	239.55	A,P,p	Yarabamba	16°34'12"	71°16'15"	Totorani	Polobaya	Arequipa	22/07/02
4	∇ ₄	Yuluyoc	P	30.90	A	Yarabamba	16°33'05"	71°16'37"	Totorani	Polobaya	Arequipa	22/07/02
5	∇ ₅	Huichaje	P	3.40	A	Yarabamba	16°34'48"	71°16'55"	Polobaya	Polobaya	Arequipa	22/07/02
6	∇ ₆	Timpure Lado Derecho	P	8.00	A	Yarabamba	16°33'14"	71°17'13"	Chujamolle	Polobaya	Arequipa	22/07/02
7	∇ ₇	Pichu Lado Izquierdo	P	1.40	A	Yarabamba	16°33'18"	71°16'58"	Illihuaya	Polobaya	Arequipa	22/07/02
8	∇ ₈	Champa Moco	P	0.20	A	Yarabamba	16°33'27"	71°17'19"	Illihuaya	Polobaya	Arequipa	22/07/02
9	∇ ₉	Pampa Estanque	P	0.10	A	Yarabamba	16°33'41"	71°17'07"	Illihuaya	Polobaya	Arequipa	22/07/02
10	∇ ₁₀	Chujamolle	P	0.10	A	Yarabamba	16°33'13"	71°17'33"	Chujamolle	Polobaya	Arequipa	23/07/02
11	∇ ₁₁	Santa Rosa Alto	T	0.10	A	Yarabamba	16°33'09"	71°18'58"	Agua Buena	Polobaya	Arequipa	23/07/02
12	∇ ₁₂	Santa Rosa Bajo	T	0.10	A	Yarabamba	16°33'25"	71°18'52"	Agua Buena	Polobaya	Arequipa	23/07/02
13	∇ ₁₃	Chilane	T	0.10	A	Yarabamba	16°33'42"	71°18'08"	Illihuaya	Polobaya	Arequipa	24/07/02
14	∇ ₁₄	Mojas Corral	T	0.25	A	Yarabamba	16°33'39"	71°19'09"	Agua Buena	Polobaya	Arequipa	24/07/02
15	∇ ₁₅	Tunkuna	P	1.00	A	Yarabamba	16°34'12"	71°19'54"	San José Uzuña	Polobaya	Arequipa	24/07/02
16	∇ ₁₆	Lloquehuaya	P	7.83	A	Yarabamba	16°36'07"	71°19'24"	San José Uzuña	Polobaya	Arequipa	24/07/02
17	∇ ₁₇	Oscoscola	P	21.82	A	Yarabamba	16°31'04"	71°17'32"	Peña Blanca	Polobaya	Arequipa	23/07/02
18	∇ ₁₈	Quinsapuquio	P	48.51	A	Yarabamba	16°30'51"	71°17'57"	Peña Blanca	Polobaya	Arequipa	23/07/02
19	∇ ₁₉	Rumiyoc	P	1.00	A	Yarabamba	16°36'54"	71°21'32"	Las Haciendas	Polobaya	Arequipa	25/07/02
20	∇ ₂₀	Murmuntani 2	P	0.25	A	Yarabamba	16°35'16"	71°22'03"	Las Haciendas	Polobaya	Arequipa	25/07/02
21	∇ ₂₁	Murmuntani 1	P	0.25	A	Yarabamba	16°35'38"	71°21'53"	Las Haciendas	Polobaya	Arequipa	25/07/02
22	∇ ₂₂	Las Haciendas	P	1.00	A	Yarabamba	16°34'39"	71°22'08"	Las Haciendas	Polobaya	Arequipa	25/07/02
23	∇ ₂₃	Aguada Grande	P	0.50	p,M	Yarabamba	16°35'58"	71°24'08"	Las Haciendas	Polobaya	Arequipa	26/07/02



CUADRO N° 4,79

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA YARABAMBA

2 / 2

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
24	∇24	Conguillo	P	0.20	A,p	Yarabamba	16°36'57"	71°23'05"	Las Haciendas	Polobaya	Arequipa	26/07/02
25	∇25	La Alameda	T	0.10	A,P	Yarabamba	16°33'28"	71°26'56"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	26/07/02
26	∇26	Quebrada del Panteón	T	0.20	A	Yarabamba	16°33'22"	71°26'30"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	26/07/02
27	∇27	Quebrada Gayalopo	T	1.00	A	Yarabamba	16°32'42"	71°26'46"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	26/07/02
28	∇28	Buena Vista	T	1.00	A	Yarabamba	16°33'13"	71°27'22"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	26/07/02
29	∇29	Quebrada Huanaquero	T	0.50	A	Yarabamba	16°32'31"	71°27'14"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	26/07/02
30	∇30	Huayrayoc	T	2.00	A	Yarabamba	16°34'44"	71°24'40"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	27/07/02
31	∇31	Cambraca	T	0.50	A,M	Yarabamba	16°33'15"	71°25'22"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	27/07/02
32	∇32	Quebrada La Calera	P	1.00	A	Yarabamba	16°33'12"	71°24'24"	Quequeña	Quequeña	Arequipa	27/07/02
33	∇33	El Pasto	P	0.20	A	Yarabamba	16°34'32"	71°26'03"	Sogay	Quequeña	Arequipa	27/07/02
34	∇34	La Cuesta	P	0.10	A	Yarabamba	16°34'19"	71°26'02"	Sogay	Quequeña	Arequipa	27/07/02
35	∇35	El Pujio	P	0.10	A	Yarabamba	16°34'08"	71°25'37"	Sogay	Quequeña	Arequipa	27/07/02
36	∇36	Medalla Milagrosa	P	0.50	A	Yarabamba	16°35'01"	71°25'35"	Sogay	Quequeña	Arequipa	27/07/02
37	∇37	El Arquillo	P	2.00	A	Yarabamba	16°32'53"	71°28'49"	Yarabamba	Yarabamba	Arequipa	27/07/02
38	∇38	Mina Kiowa	P	0.10	S.U.	Yarabamba	16°32'01"	71°28'20"	Yarabamba	Yarabamba	Arequipa	27/07/02
39	∇39	Aguada de Pareja	T	0.05	S.U.	Yarabamba	16°34'28"	71°30'29"	Yarabamba	Yarabamba	Arequipa	27/07/02
40	∇40	Chevarría	T	0.60	A	Yarabamba	16°32'20"	71°29'24"	Yarabamba	Yarabamba	Arequipa	27/07/02
41	∇41	Manantial y Calera	T	1.00	A	Yarabamba	16°30'33"	71°30'36"	Yarabamba	Yarabamba	Arequipa	16/08/02
42	∇42	La Trampa	P	11.00	A,P	Yarabamba	16°32'29"	71°19'09"	La Trampa	Pocsi	Arequipa	01/08/02
43	∇43	Río Negro	P	0.20	A	Yarabamba	16°32'00"	71°20'27"	Río Negro	Pocsi	Arequipa	01/08/02
44	∇44	Chiluyo	P	7.00	A,P	Yarabamba	16°31'42"	71°19'52"	Carcatani	Pocsi	Arequipa	01/08/02
45	∇45	Ojo Orihuela	P	32.00	A,P	Yarabamba	16°31'43"	71°19'03"	Conticancha	Pocsi	Arequipa	29/08/02
Q mínimo				0.05								
Q máximo				239.55								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,80

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA MOLLEBAYA

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇47	Macho Toma	P	0.25	A,p	Mollebaya	16°27'11"	71°17'35"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
2	∇48	Frente Moco	P	0.50	A,p	Mollebaya	16°27'54"	71°17'26"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
3	∇49	Quebrada Honda	P	0.25	A,p	Mollebaya	16°27'53"	71°17'06"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
4	∇50	Chiñapujio	P	0.75	A,p	Mollebaya	16°30'16"	71°18'38"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
5	∇51	Illihuacas	P	7.53	A,P	Mollebaya	16°28'57"	71°19'37"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
6	∇52	Los Mellizos	T	5.47	A	Mollebaya	16°29'12"	71°18'58"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
7	∇53	Ojo Grande	P	56.30	A,P	Mollebaya	16°29'43"	71°18'58"	Tuctumpaya	Pocsi	Arequipa	31/07/02
8	∇54	Pampa Orihuela	P	12.00	A,P	Mollebaya	16°30'43"	71°19'20"	Hacienda Muto	Pocsi	Arequipa	02/08/02
9	∇55	Jesús	P	5.50	A	Mollebaya	16°30'19"	71°20'15"	Hacienda Muto	Pocsi	Arequipa	02/08/02
10	∇56	Trojas 1	P	1.20	A,p	Mollebaya	16°30'28"	71°20'29"	Hacienda Muto	Pocsi	Arequipa	02/08/02
11	∇57	Trojas 2	P	0.20	A,p	Mollebaya	16°30'35"	71°20'27"	Hacienda Muto	Pocsi	Arequipa	02/08/02
12	∇58	Cancacho	P	0.50	A	Mollebaya	16°30'45"	71°20'08"	Hacienda Muto	Pocsi	Arequipa	02/08/02
13	∇59	Las Rosas	P	3.00	A	Mollebaya	16°30'34"	71°20'04"	Hacienda Muto	Pocsi	Arequipa	02/08/02
14	∇60	Santa Ana	P	5.00	A	Mollebaya	16°28'47"	71°27'54"	Mollebaya	Mollebaya	Arequipa	02/08/02
Q mínimo				0.20								
Q máximo				56.30								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,81

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA ANDAMAYO

1 / 2

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇61	Huayllapuquio	P	2.00	A,P	Andamayo	16°25'03"	71°19'40"	Cacayaco	Chiguata	Arequipa	05/08/02
2	∇62	Cañuma	P	18.00	A	Andamayo	16°24'33"	71°16'13"	Cacayaco	Chiguata	Arequipa	05/08/02
3	∇63	Chorco	P	0.40	A	Andamayo	16°25'28"	71°20'25"	Cacayaco	Chiguata	Arequipa	05/08/02
4	∇64	El Milagro	P	3.80	A,P	Andamayo	16°27'00"	71°21'14"	Mosopuquio	Chiguata	Arequipa	05/08/02
5	∇65	Pitis Alto	P	0.50	A	Andamayo	16°26'03"	71°20'28"	Pitis	Chiguata	Arequipa	06/08/02
6	∇66	Pitis Medio	P	0.50	A	Andamayo	16°25'56"	71°21'15"	Pitis	Chiguata	Arequipa	06/08/02
7	∇67	Pitis Bajo	P	0.60	A	Andamayo	16°25'57"	71°22'07"	Pitis	Chiguata	Arequipa	06/08/02
8	∇68	Killocona	T	1.10	A	Andamayo	16°26'18"	71°22'24"	Killocona	Chiguata	Arequipa	06/08/02
9	∇69	Siete Topos	P	5.09	A	Andamayo	16°24'35"	71°25'01"	Chiguata	Chiguata	Arequipa	06/08/02
10	∇70	La Bedoya	P	220.00	P	Andamayo	16°24'05"	71°24'49"	L a Bedoya	Chiguata	Arequipa	06/08/02
11	∇71	Agua Salada	P	25.06	A	Andamayo	16°22'50"	71°24'28"	Chiguata	Chiguata	Arequipa	06/08/02
12	∇72	Infiernillo	P	11.46	A	Andamayo	16°22'32"	71°25'18"	Chiguata	Chiguata	Arequipa	06/08/02
13	∇73	La Trampilla	P	9.67	A,P	Andamayo	16°22'45"	71°20'24"	Miraflores	Chiguata	Arequipa	07/08/02
14	∇74	Pasto Verde	P	0.10	A,P	Andamayo	16°23'20"	71°19'11"	Miraflores	Chiguata	Arequipa	07/08/02
15	∇75	Pasto Grande	P	103.94	A,p	Andamayo	16°20'21"	71°14'59"	Pasto Grande	Chiguata	Arequipa	07/08/02
16	∇76	Rinconada	P	0.20	A	Andamayo	16°24'27"	71°22'12"	Rinconada	Chiguata	Arequipa	07/08/02
17	∇77	Quebrada Carabaya	T	6.00	A	Andamayo	16°20'02"	71°19'05"	Caricari	Chiguata	Arequipa	07/08/02
18	∇78	Los Bautistas	P	45.96	A	Andamayo	16°26'213"	71°28'42"	Yumina	Sabandía	Arequipa	09/08/02
19	∇79	Baños de Jesús	P	10.64	A,P,I	Andamayo	16°25'22"	71°28'30"	Jesús	Paucarpata	Arequipa	09/08/02
20	∇80	La Bedoya Chica	P	15.00	A	Andamayo	16°24'08"	71°25'06"	Chiguata	Chiguata	Arequipa	09/08/02
21	∇81	La Rinconada	P	60.00	A,P	Andamayo	16°27'02"	71°28'24"	La Rinconada	Chiguata	Arequipa	09/08/02
22	∇82	Los Linares	P	1.00	A	Andamayo	16°25'10"	71°28'47"	Jesús	Paucarpata	Arequipa	09/08/02
23	∇83	Pozo Negro	P	0.50	A	Andamayo	16°25'42"	71°29'28"	Jesús	Paucarpata	Arequipa	09/08/02
24	∇84	Las Zanjas	P	0.50	A	Andamayo	16°27'32"	71°29'40"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	13/08/02
25	∇85	Piscina Baja	P	59.77	A,I	Andamayo	16°27'21"	71°29'27"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	10/08/02

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,81

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA ANDAMAYO

2 / 2

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
26	∇86	Piscina Alta	P	92.83	A,I	Andamayo	16°27'16"	71°29'14"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	10/08/02
27	∇87	La Rinconada # 1	P	253.11	A,P	Andamayo	16°26'56"	71°28'15"	Yumina	Sabandía	Arequipa	10/08/02
28	∇88	El Camal	P	1.00	A,I	Andamayo	16°26'55"	71°29'36"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	13/08/02
29	∇89	Buena Vista	P	4.00	P	Andamayo	16°26'49"	71°29'21"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	13/08/02
30	∇90	La Rinconada # 2	P	1.50	A	Andamayo	16°26'46"	71°28'11"	Yumina	Sabandía	Arequipa	10/08/02
31	∇91	Albertazzo # 1	P	3.00	A	Andamayo	16°26'48"	71°27'35"	Yumina	Sabandía	Arequipa	13/08/02
32	∇92	Albertazzo # 2	P	2.00	A	Andamayo	16°26'31"	71°27'45"	Yumina	Sabandía	Arequipa	13/08/02
33	∇93	Los Pintos	P	1.00	A	Andamayo	16°26'53"	71°28'56"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	13/08/02
34	∇94	Pastos Los Cornejos	P	2.00	A	Andamayo	16°26'31"	71°29'40"	Sabandía	Sabandía	Arequipa	13/08/02
35	∇95	Estanquillo	P	4.00	A	Andamayo	16°28'12"	71°27'21"	Yanayaco	Characato	Arequipa	14/08/02
36	∇96	Yanayaco	P	104.51	A,P,I	Andamayo	16°28'01"	71°27'29"	Yanayaco	Characato	Arequipa	14/08/02
37	∇97	Cancahuani	P	139.54	A,P,I	Andamayo	16°28'03"	71°27'40"	Cancahuani	Characato	Arequipa	14/08/02
38	∇98	El Túnel	P	21.49	A	Andamayo	16°28'02"	71°28'12"	Cancahuani	Characato	Arequipa	14/08/02
39	∇99	El Carrizal	P	2.00	A	Andamayo	16°27'21"	71°28'18"	Cancahuani	Characato	Arequipa	14/08/02
40	∇100	Estanque Los Alarcones	P	2.00	A	Andamayo	16°28'16"	71°27'35"	Yanayaco	Characato	Arequipa	14/08/02
41	∇101	Río Canchimayo	P	1.00	A	Andamayo	16°27'40"	71°29'11"	Characato	Characato	Arequipa	14/08/02
42	∇102	La Acequiecita	P	0.50	A	Andamayo	16°28'47"	71°31'39"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
43	∇103	Chuca	P	4.00	A,I	Andamayo	16°27'53"	71°31'13"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
44	∇104	El Pasto	P	8.00	A	Andamayo	16°27'53"	71°32'37"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
45	∇105	Huaylla Alta	P	6.00	A	Andamayo	16°28'13"	71°32'07"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
46	∇106	Huaylla Baja	P	8.00	A	Andamayo	16°28'00"	71°32'19"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
47	∇107	Chilpinilla	P	2.00	A	Andamayo	16°27'31"	71°31'52"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
Q mínimo				0.10								
Q máximo				253.11								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,82

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA SALINAS

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇108	Patalla	P	5.00	A,p	Salinas	16°25'00"	71°05'16"	Moche	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
2	∇109	Illpa	P	5.00	A,p	Salinas	16°25'36"	71°04'12"	Moche	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
3	∇110	Pedregal	P	64.93	A,P,p	Salinas	16°25'35"	71°03'47"	Santa Rosa	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
4	∇111	Mosopuquio	P	23.59	A,P,p	Salinas	16°24'56"	71°02'13"	Mosopuquio	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
5	∇112	Surinto	T	48.87	A,p	Salinas	16°28'30"	71°01'57"	Logen	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
6	∇113	Cayco	T	8.14	A,p	Salinas	16°28'34"	71°00'06"	Logen	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
7	∇114	Huertas	T	81.44	A,p	Salinas	16°27'32"	70°58'10"	Logen	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
8	∇115	Queque La Guachana	T	20.00	A,p	Salinas	16°24'32"	70°59'09"	Logen	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
9	∇116	Quebrada Ceneguilla	T	65.00	A,P,p	Salinas	16°18'17"	71°10'59"	Ceneguilla	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
10	∇117	Río Turcamayo	T	98.95	A,P,p	Salinas	16°15'22"	71°09'29"	Turca	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
11	∇118	Río Chacalaque	T	60.00	A,P,p	Salinas	16°17'37"	70°56'56"	Santa Lucía	San Juan de Tarucani	Arequipa	19/08/02
Q mínimo				5.00								
Q máximo				98.95								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,83

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA CHILI BAJA

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇119	La Piñuela Baja	P	5.00	A	Chili Baja	16°28'02"	71°33'07"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
2	∇120	La Piñuela Alta	P	15.80	A	Chili Baja	16°28'03"	71°32'52"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
3	∇121	Las Peñas	P	6.00	A	Chili Baja	16°28'28"	71°32'34"	Socabaya	Socabaya	Arequipa	16/08/02
4	∇122	Tío Chico	P	2.00	A	Chili Baja	16°25'56"	71°35'13"	Tío Chico	Sachaca	Arequipa	16/09/02
5	∇123	Tío Grande	P	1.00	A	Chili Baja	16°25'59"	71°36'18"	Tío Grande	Sachaca	Arequipa	16/09/02
6	∇124	Los Ortegas	P	3.00	A	Chili Baja	16°25'40"	71°36'53"	Patasagua Alta	Tiabaya	Arequipa	17/09/02
7	∇125	Cerro Cocharparina 1	P	4.00	A,P	Chili Baja	16°25'06"	71°36'31"	Pampas Nuevas	Tiabaya	Arequipa	17/09/02
8	∇126	Cerro Cocharparina 2	P	2.00	A	Chili Baja	16°25'06"	71°36'18"	Pampas Nuevas	Tiabaya	Arequipa	17/09/02
9	∇127	La Valdivia	P	1.00	A	Chili Baja	16°26'38"	71°36'36"	Tiabaya	Tiabaya	Arequipa	17/09/02
10	∇128	Catari	P	193.76	A,I	Chili Baja	16°26'12"	71°37'04"	Los Tunales	Tiabaya	Arequipa	17/09/02
11	∇129	Media Luna	P	40.00	P	Chili Baja	16°26'08"	71°37'15"	Los Tunales	Tiabaya	Arequipa	17/09/02
12	∇130	Añashuaico 1	P	100.00	A,I	Chili Baja	16°24'09"	71°39'00"	El Cural	Uchumayo	Arequipa	18/09/02
13	∇131	Añashuaico 2	P	160.00	A,P	Chili Baja	16°24'46"	71°39'31"	Tambillo	Uchumayo	Arequipa	18/09/02
14	∇132	La Viuda	P	50.00	A,P	Chili Baja	16°24'03"	71°43'06"	La Viuda	Uchumayo	Arequipa	18/09/02
15	∇133	Socosani	P	0.50	A,P	Chili Baja	16°23'55"	71°43'50"	Socosani	Uchumayo	Arequipa	19/09/02
16	∇134	Quishuarani	P	26.58	A,P	Chili Baja	16°23'47"	71°44'53"	Quishuarani	Uchumayo	Arequipa	20/09/02
17	∇135	Chilpina	P	70.00	A,P,p	Chili Baja	16°22'58"	71°45'28"	Chilpina	Uchumayo	Arequipa	20/09/02
18	∇136	Anaura	P	200.00	A,P	Chili Baja	16°22'28"	71°46'10"	El Paraíso	Uchumayo	Arequipa	19/09/02
Q mínimo				0.50								
Q máximo				200.00								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,84

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA CHILI MEDIA

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇ ₁₃₇	Tingo	P	295.33	A,I	Chili Media	16°26'09"	71°33'57"	Tingo	Jacobo Hunter	Arequipa	16/09/02
2	∇ ₁₃₈	La Parada 1	P	5.00	A	Chili Media	16°25'51"	71°33'59"	Tingo	Jacobo Hunter	Arequipa	16/09/02
3	∇ ₁₃₉	La Parada 2	P	5.00	A,P	Chili Media	16°25'32"	71°33'51"	Tingo	Jacobo Hunter	Arequipa	16/09/02
4	∇ ₁₄₀	Sachaca	P	4.00	A	Chili Media	16°25'39"	71°35'02"	Sachaca	Sachaca	Arequipa	16/09/02
Q mínimo				4.00								
Q máximo				295.33								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



CUADRO N° 4,85

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO CHILI
MANANTIALES EN LA SUBCUENCA YURA

N° Orden	Simbología	Nombre de Manantial	Permanente / Temporal	Caudal Salida (l/s)	Tipo de Uso	Sub Cuenca	Ubicación Geográfica y Política					Fecha
							Latitud S	Longitud W	Comunidad	Distrito	Provincia	
1	∇141	Socosani	P	3.00	I	Yura	16°15'21"	71°43'03"	Socosani	Yura	Arequipa	21/08/02
2	∇142	Callacas	P	0.30	A,I	Yura	16°14'41"	71°41'54"	Baños Yura	Yura	Arequipa	21/08/02
3	∇143	Fundo del Fierro	P	1.50	A,I	Yura	16°14'40"	71°41'41"	Baños Yura	Yura	Arequipa	21/08/02
4	∇144	San Román	P	2.00	A,I	Yura	16°14'42"	71°41'26"	Baños Yura	Yura	Arequipa	21/08/02
5	∇145	Zamácola	P	5.00	A,I	Yura	16°14'44"	71°41'11"	Baños Yura	Yura	Arequipa	21/08/02
6	∇146	El Tigre	P	8.00	A,I	Yura	16°14'49"	71°40'57"	Baños Yura	Yura	Arequipa	21/08/02
7	∇147	El Filtro	P	2.00	A,P,p	Yura	16°14'29"	71°40'39"	El Filtro	Yura	Arequipa	22/08/02
8	∇148	La Rinconada	P	1.00	A,P,p	Yura	16°14'03"	71°40'12"	La Rinconada	Yura	Arequipa	22/08/02
9	∇149	Capúa Bajo	P	33.70	A	Yura	16°13'08"	71°41'52"	Corontorio	Yura	Arequipa	01/09/02
10	∇150	Capúa Alto	P	16.30	A	Yura	16°12'57"	71°41'41"	Corontorio	Yura	Arequipa	01/09/02
11	∇151	Corontorio	P	26.11	A	Yura	16°12'21"	71°40'57"	Corontorio	Yura	Arequipa	21/08/02
12	∇152	Aguas Calientes	P	60.00	A	Yura	16°09'14"	71°38'57"	Quiscos	Yura	Arequipa	21/08/02
Q mínimo				0.30								
Q máximo				60.00								

TIPO DE USO (*): Agrícola = A, Poblacional = P, Pecuario = p, Minero = M, Industrial = I, Sin Uso = S.U.



GRAFICO N° 4,1
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION TOTAL ANUAL EL PAÑE
Y CAUDALES MEDIOS ANUALES EL PAÑE Y BAMPUTAÑE
PERIODO : 1964 - 2000

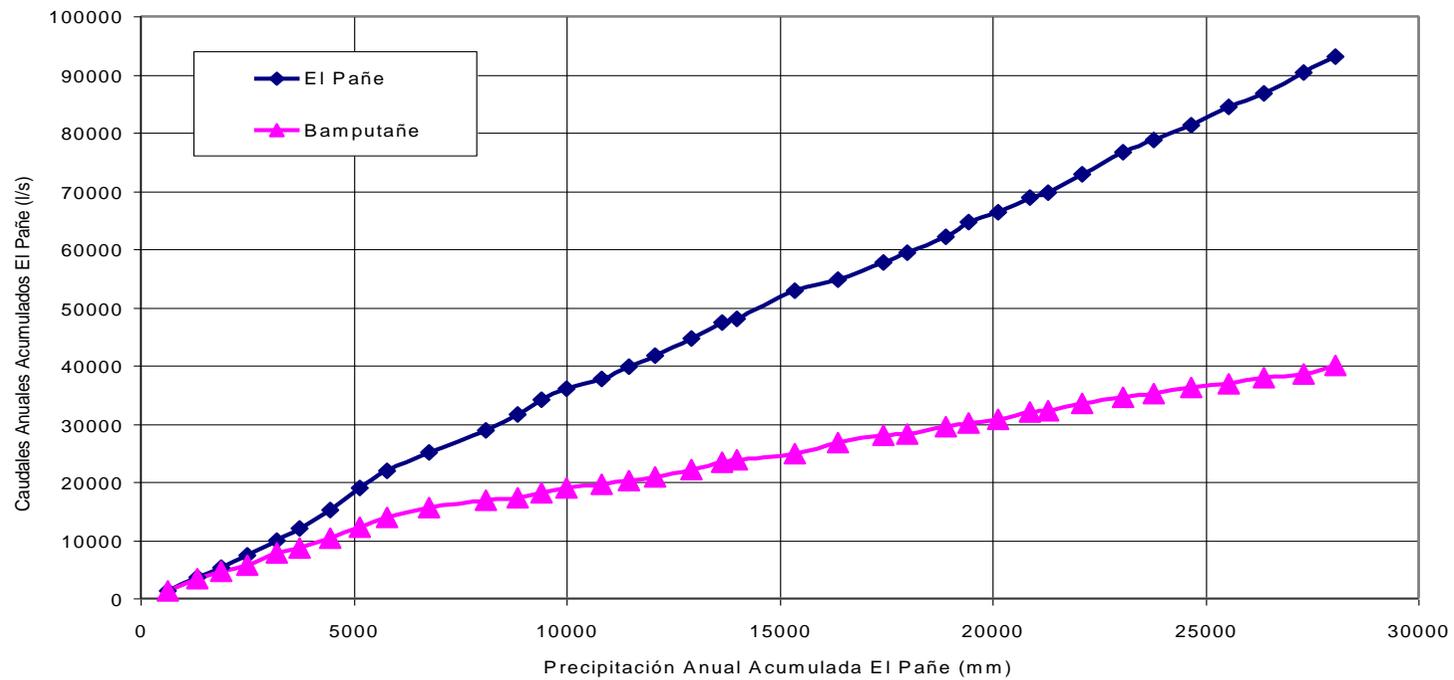




GRAFICO N° 4,2
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION TOTAL ANUAL IMATA Y CAUDALES MEDIOS ANUALES IMATA - SUMBAY
PERIODO : 1964 - 2000

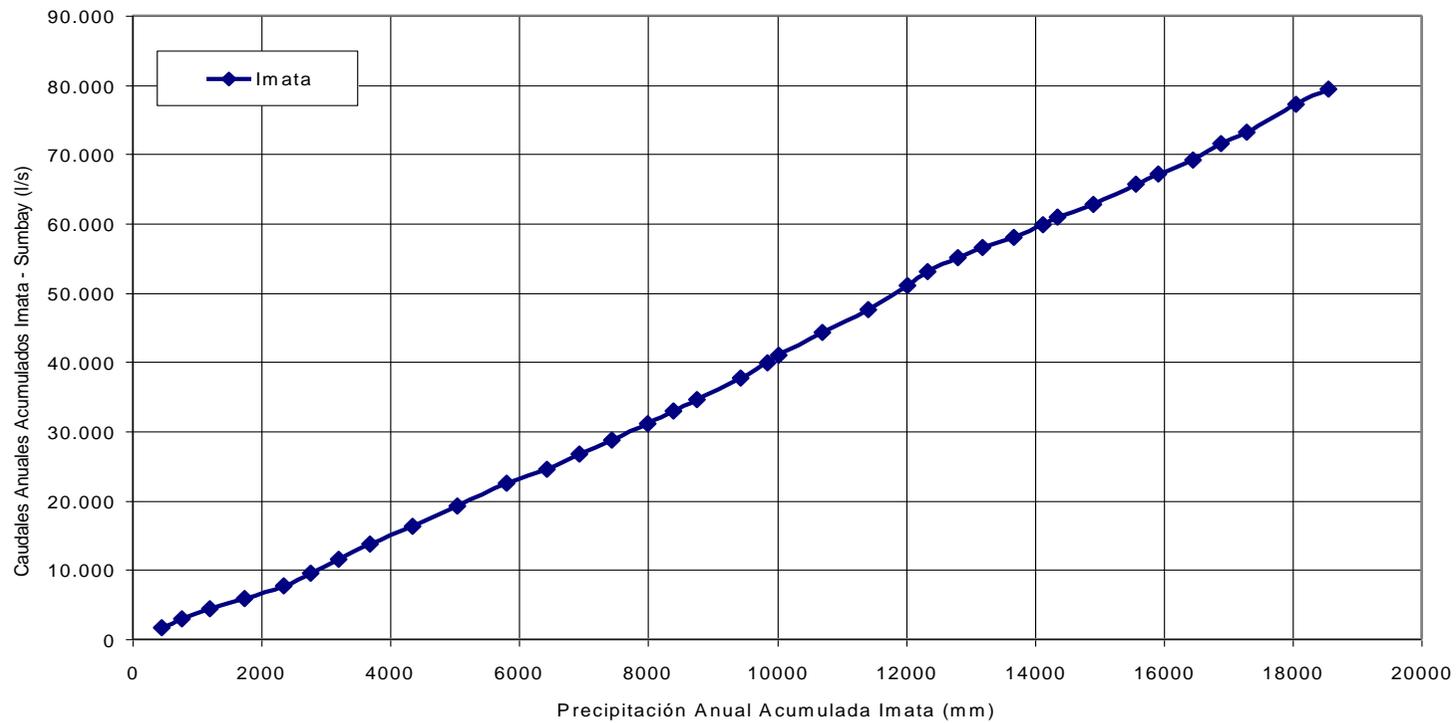




GRAFICO N° 4,3
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION TOTAL ANUAL IMATA
Y CAUDALES MEDIOS ANUALES DIQUE DE LOS ESPAÑOLES Y ANTASALLA
PERIODO : 1964 - 2000

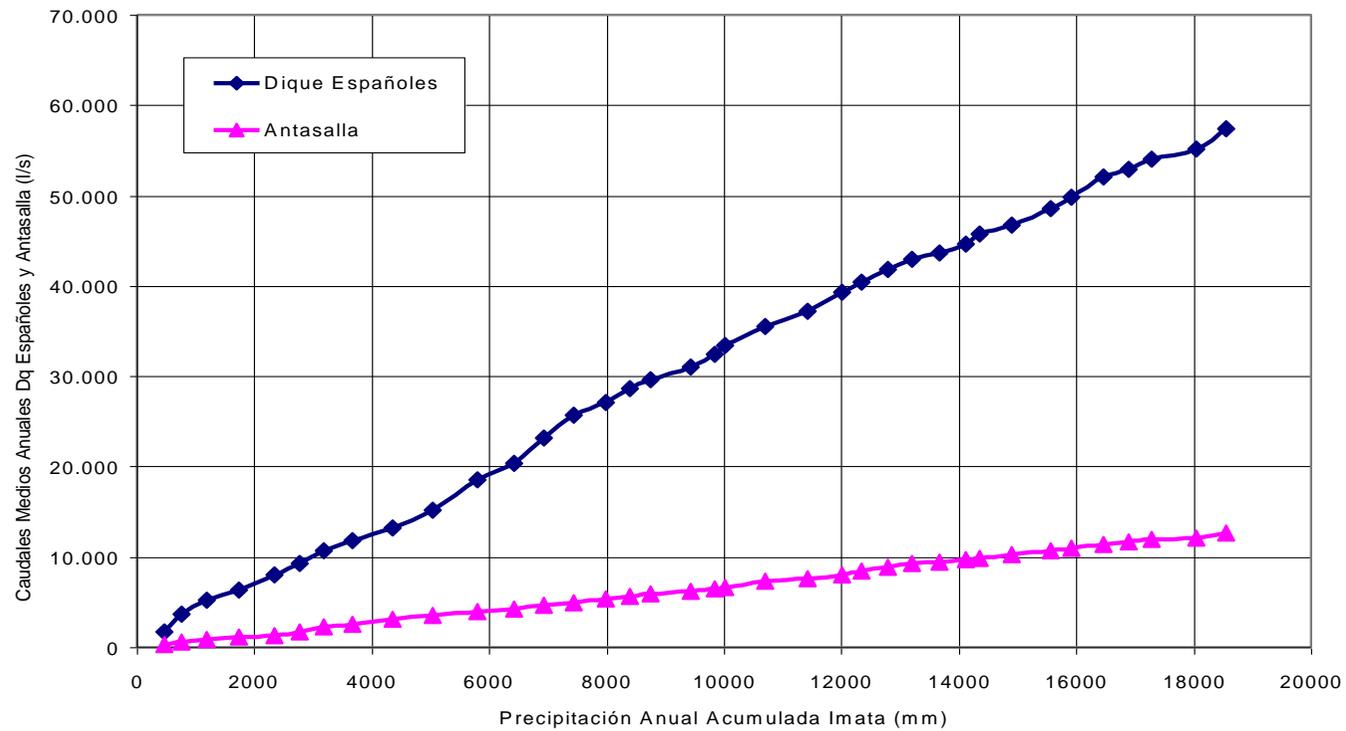




GRAFICO N° 4,4
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION TOTAL ANUAL IMATA
Y CAUDALES MEDIOS ANUALES AGUADA BLANCA Y EL FRAILE
PERIODO : 1964 - 2000

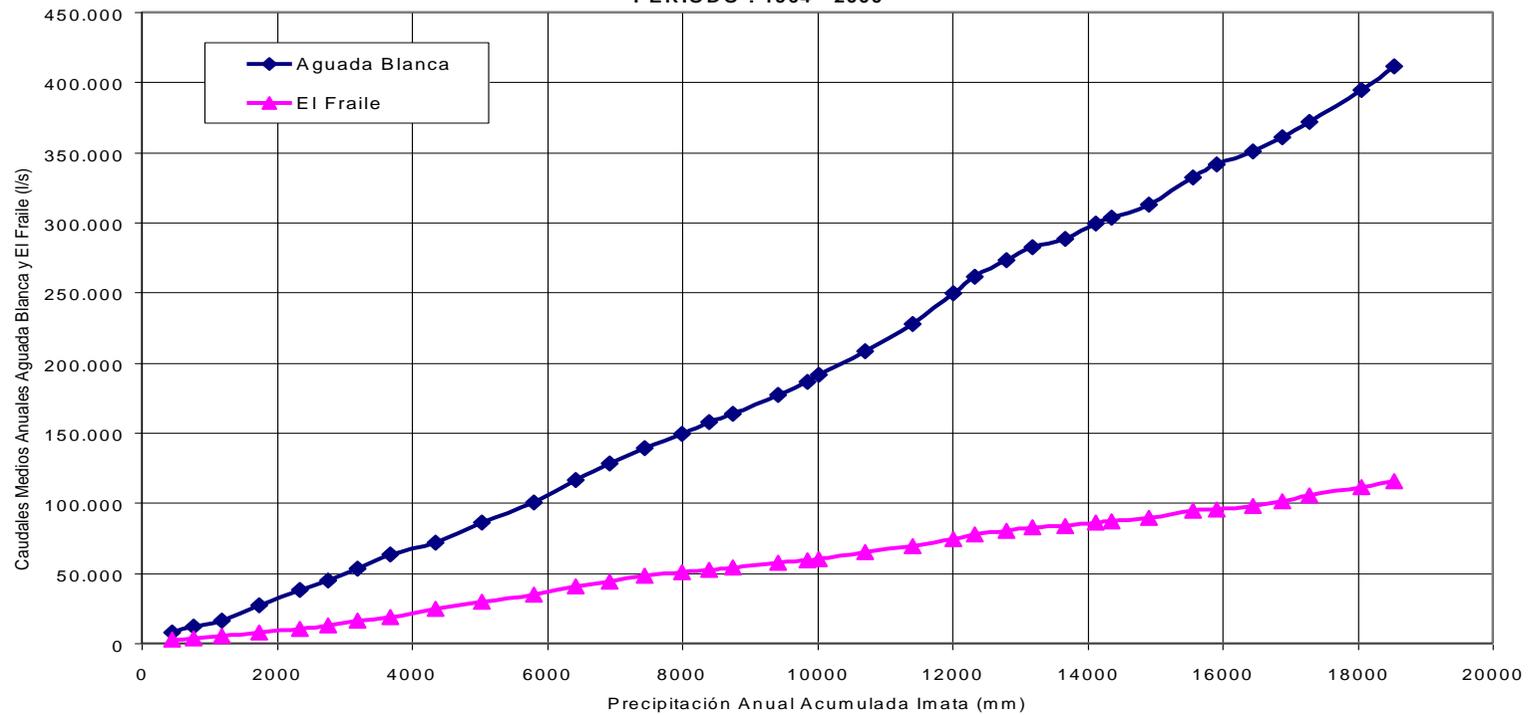




GRAFICO N° 4,5
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION TOTAL ANUAL EL PAÑE
Y CAUDALES MEDIOS ANUALES EL PAÑE Y BAMPUTAÑE

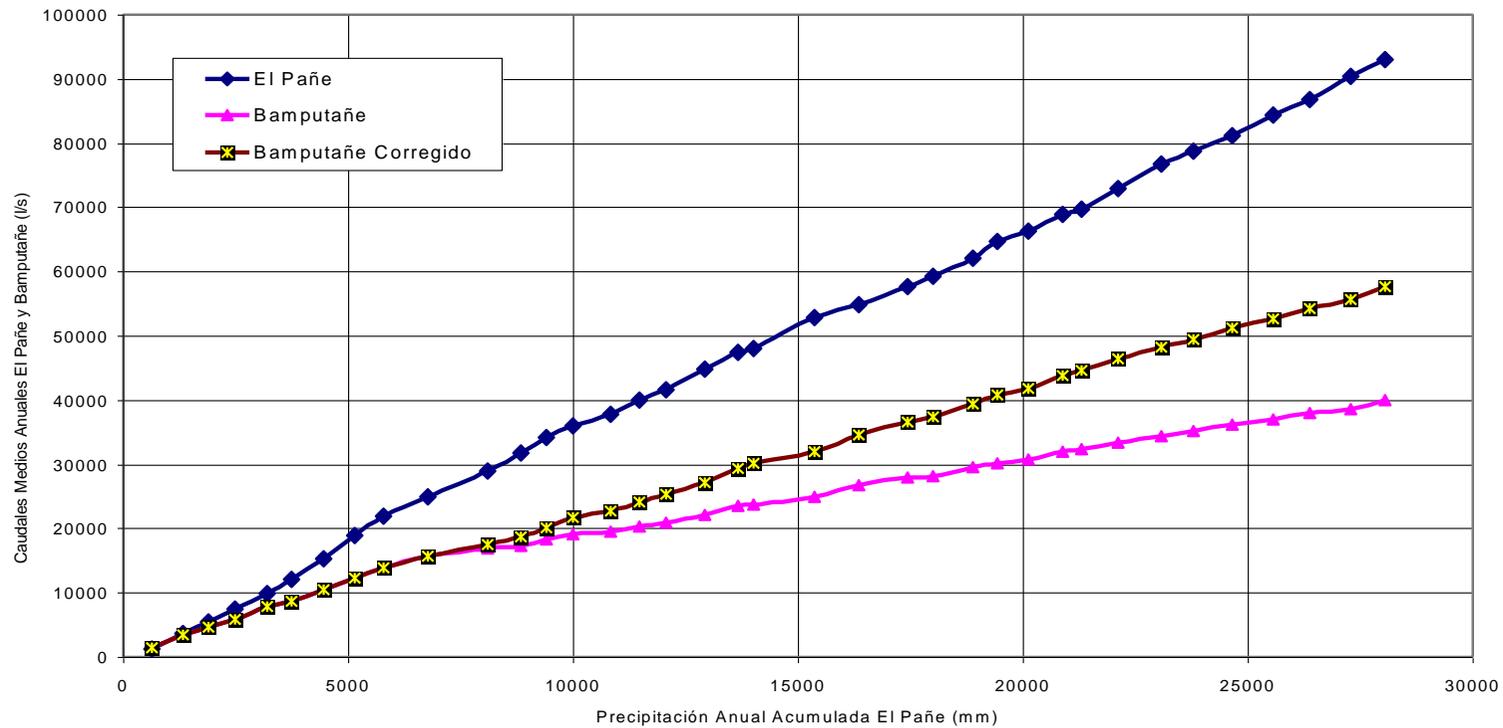




GRAFICO N° 4,6
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION TOTAL ANUAL IMATA
CAUDALES MEDIOS ANUALES DIQUE LOS ESPAÑOLES Y ANTASALLA
PERIODO : 1964 - 2000

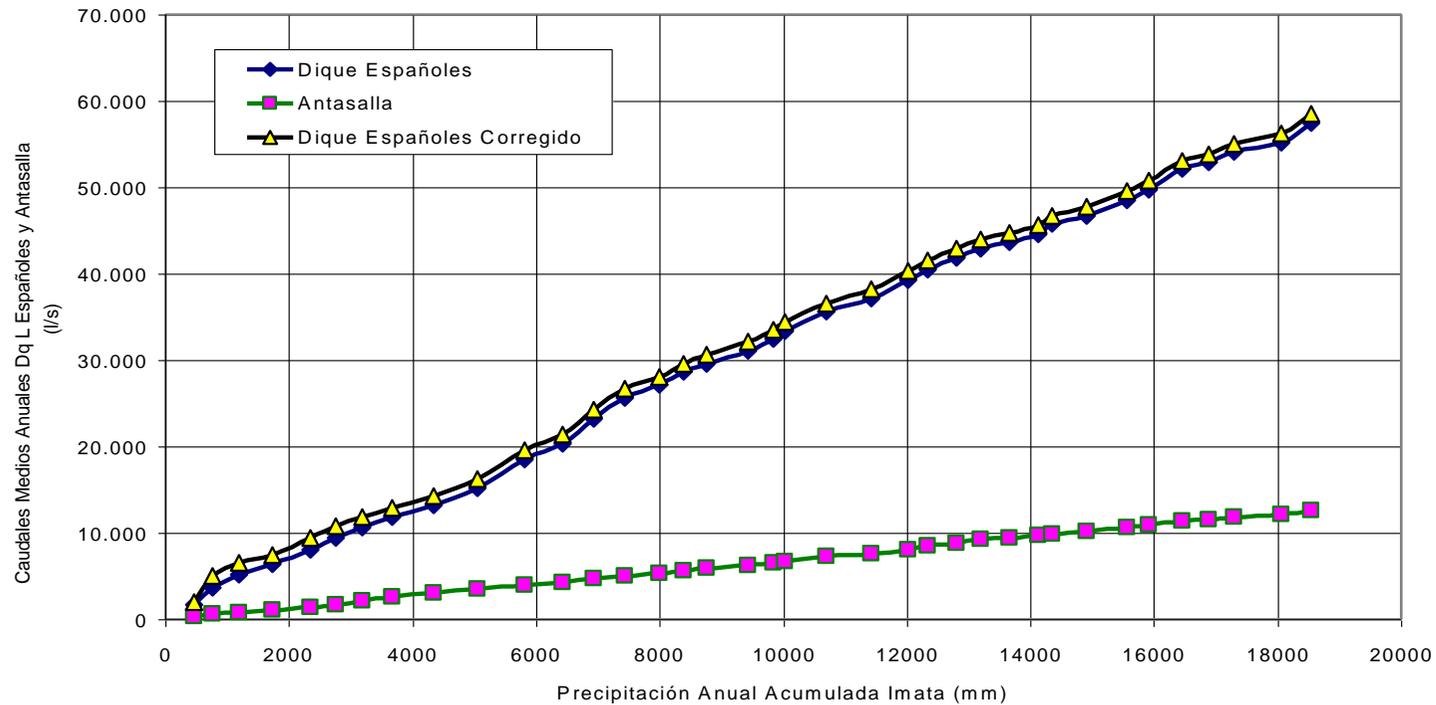




GRAFICO N° 4,7
ANALISIS DE DOBLE MASA
PRECIPITACION ANUAL IMATA CAUDALES MEDIOS ANUALES AGUADA BLANCA Y EL FRAILE
PERIODO : 1964 - 2000

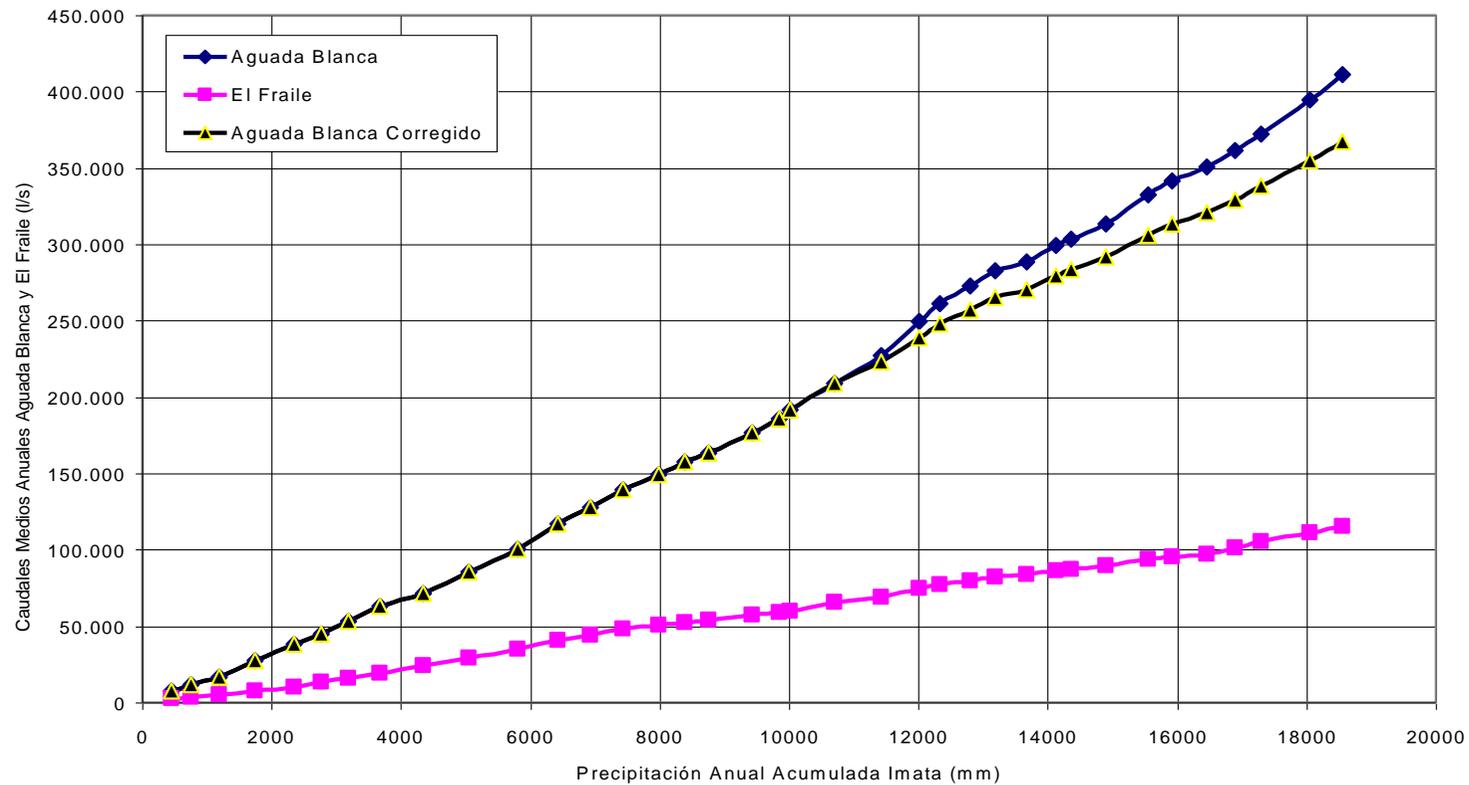




GRAFICO N° 4,8
RIO NEGRILLO
ESTACION EL PAÑE
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

Caudal Medio : $Q_x = 2.51 \text{ m}^3/\text{s}$

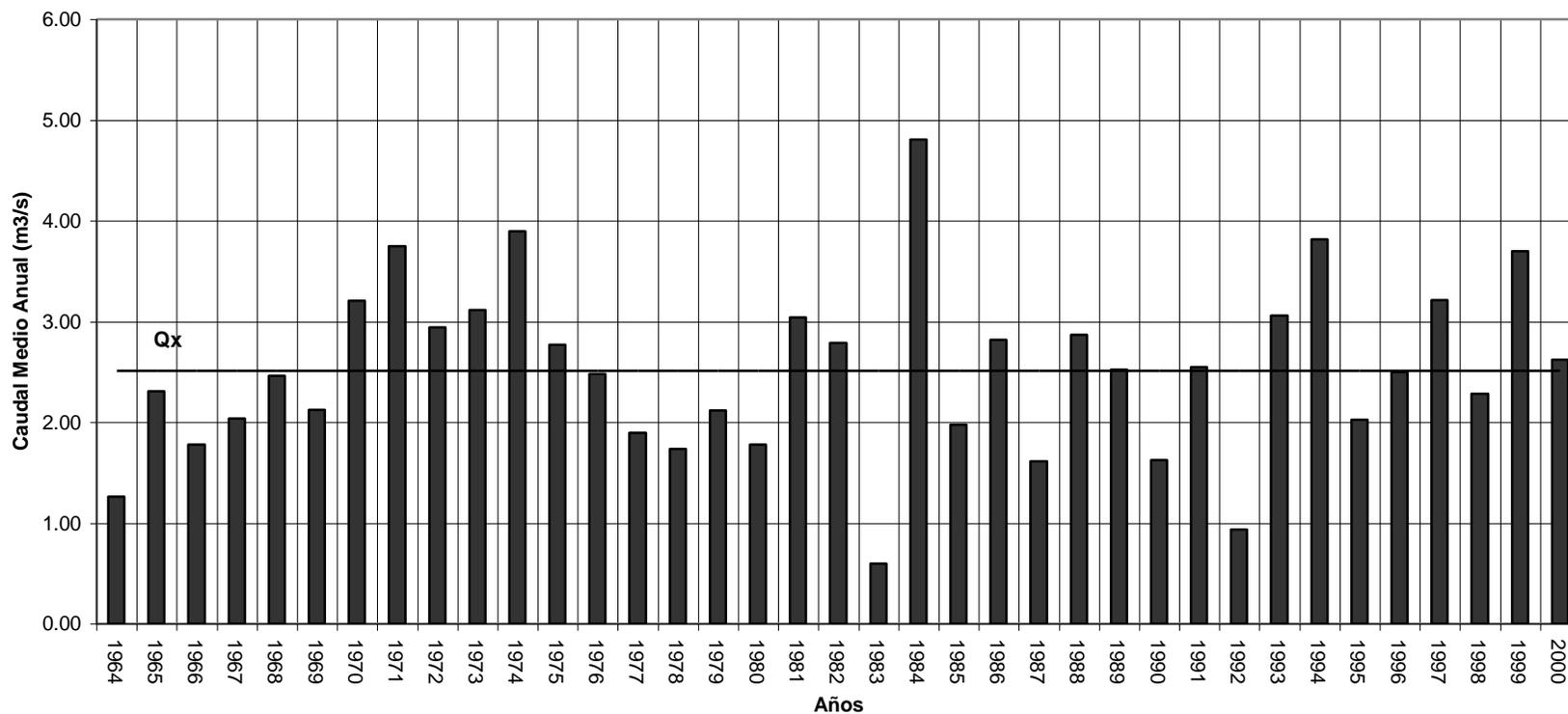




GRAFICO N° 4,9
RIO BAMPUTAÑE
ESTACION BAMPUTAÑE
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)
Caudal Medio : Qx = 1.56 m3/s

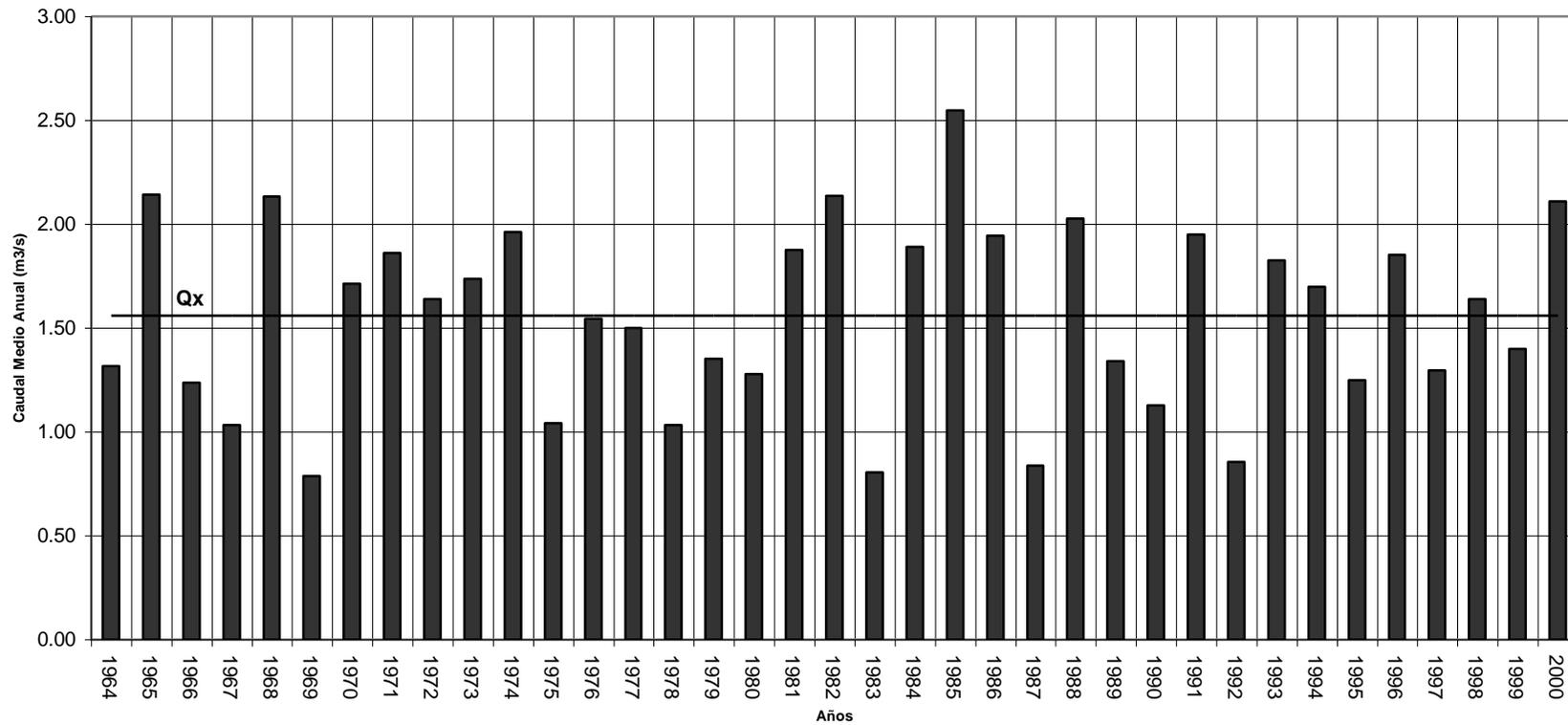




GRAFICO N° 4,10
RIO SUMBAY
ESTACION IMATA - SUMBAY
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)

Caudal Medio Anual : $Q_x = 2.15 \text{ m}^3/\text{s}$

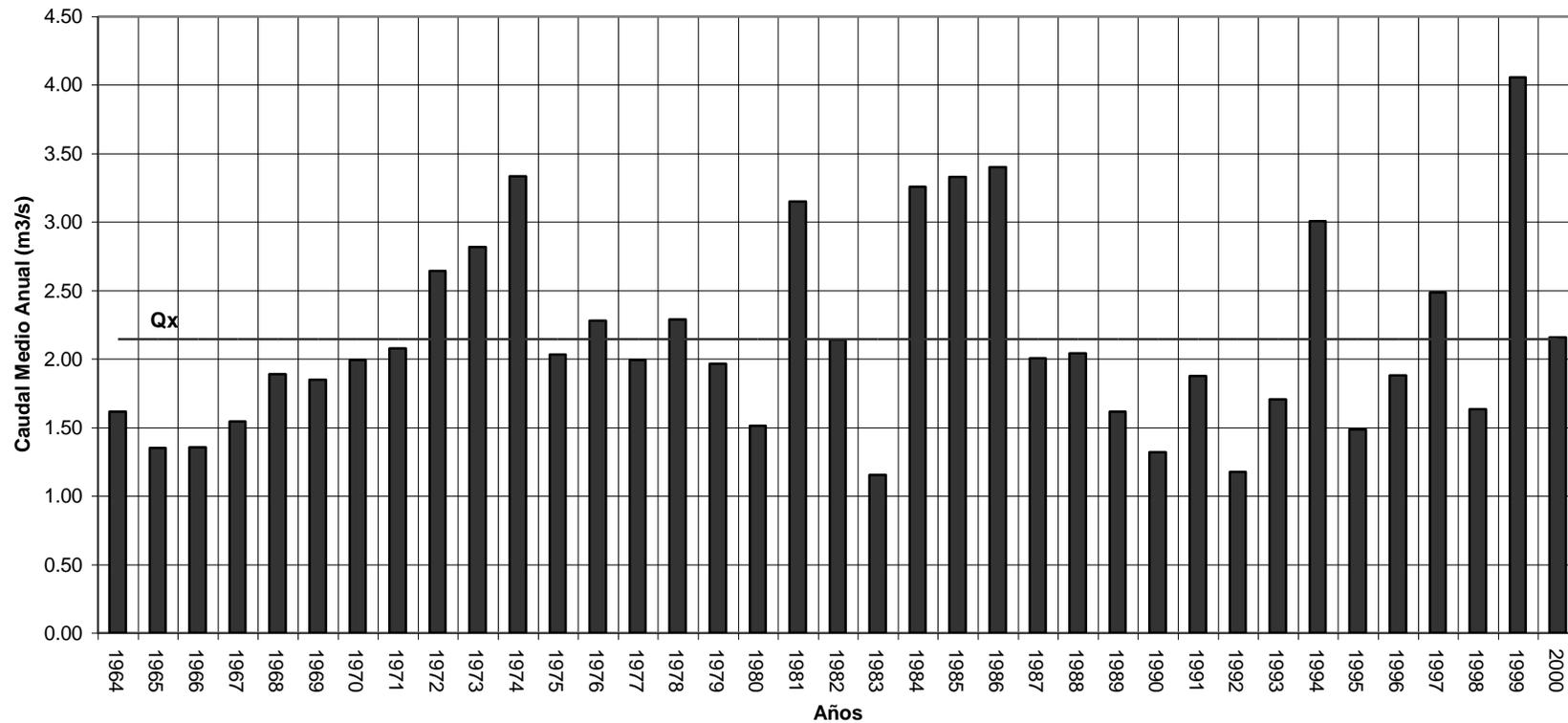




GRAFICO N° 4,11
RIO COLCA
ESTACION DIQUE DE LOS ESPAÑOLES
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

Caudal Medio Anual : $Q_x = 1.58 \text{ m}^3/\text{s}$

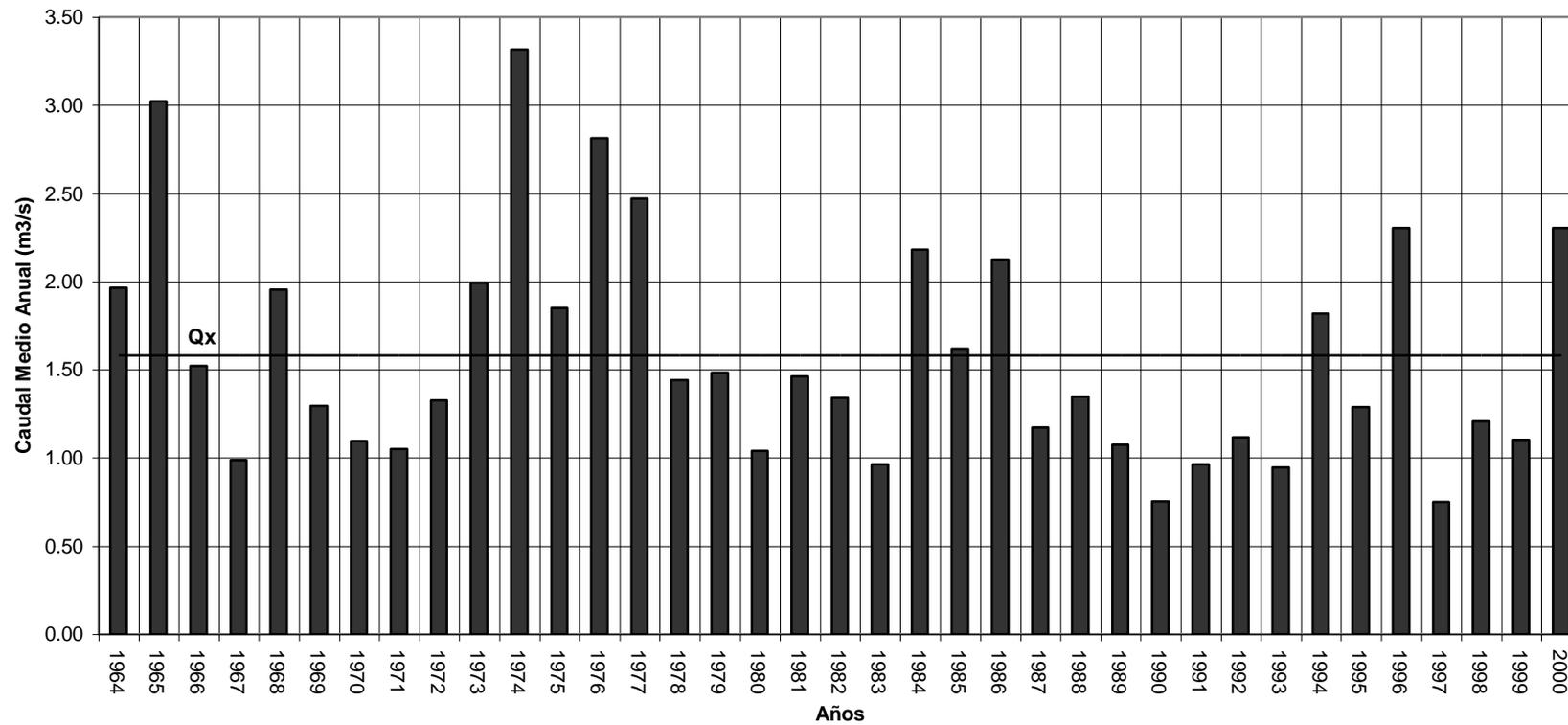




GRAFICO N° 4,12
RIO ANCHAPARRA
ESTACION ANTASALLA
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)
Caudal Medio Anual : $Q_x = 0.34$ m³/s

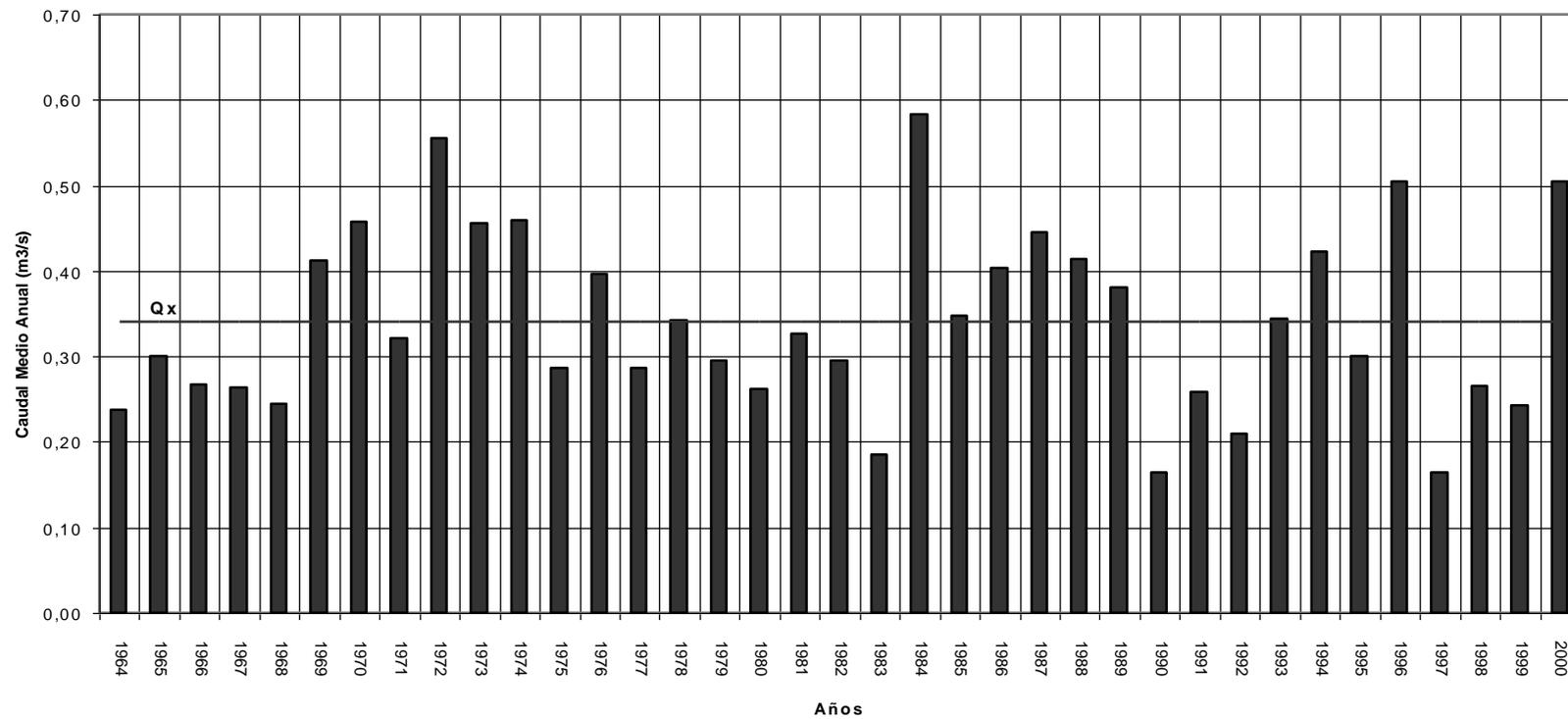




GRAFICO N° 4,13
RIO CHILI
ESTACION AGUADA BLANCA
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)

Caudal Medio Anual : $Q_x = 9.93 \text{ m}^3/\text{s}$

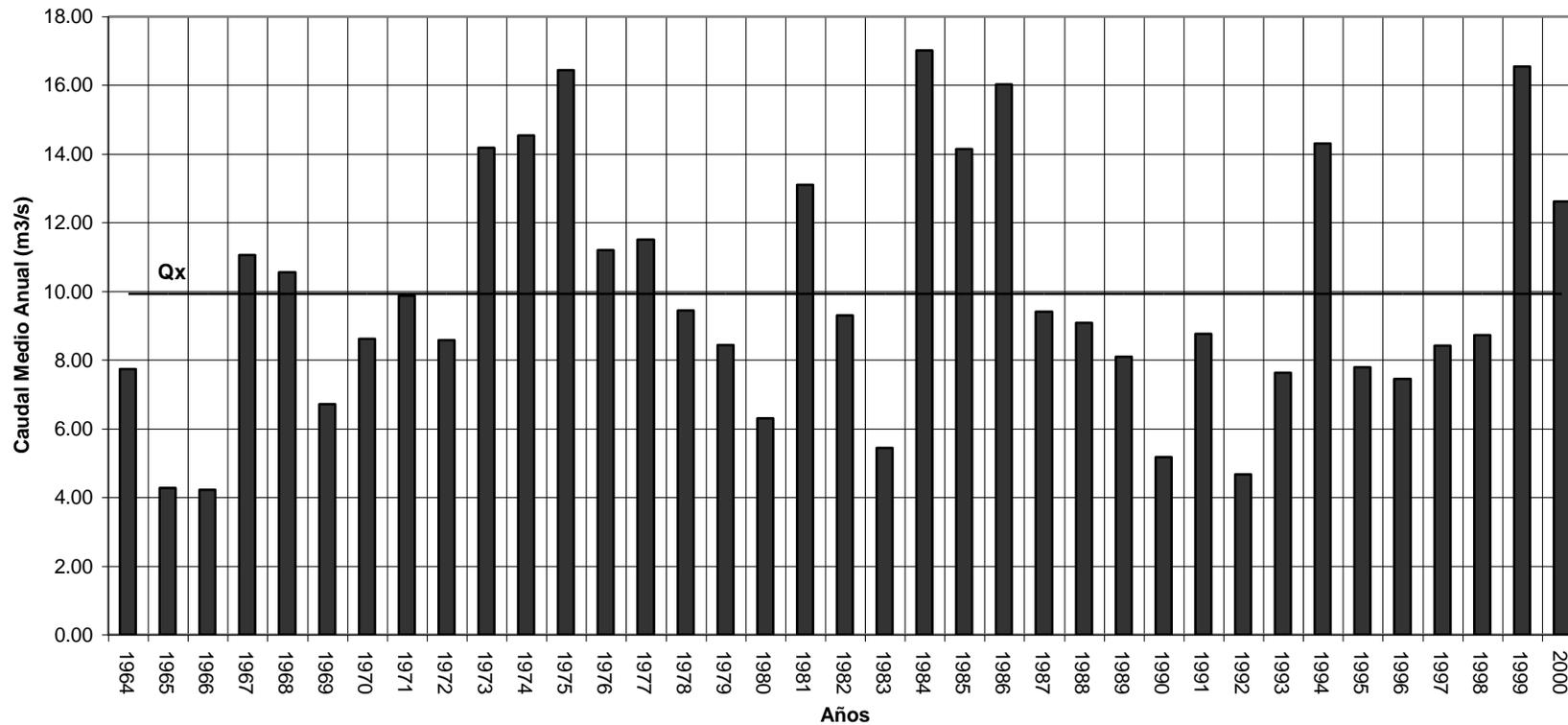




GRAFICO N° 4,14
RIO BLANCO
ESTACION EL FRAYLE
CAUDALES MEDIOS ANUALES
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

Caudal Medio Anual : $Q_x = 3.12 \text{ m}^3/\text{s}$

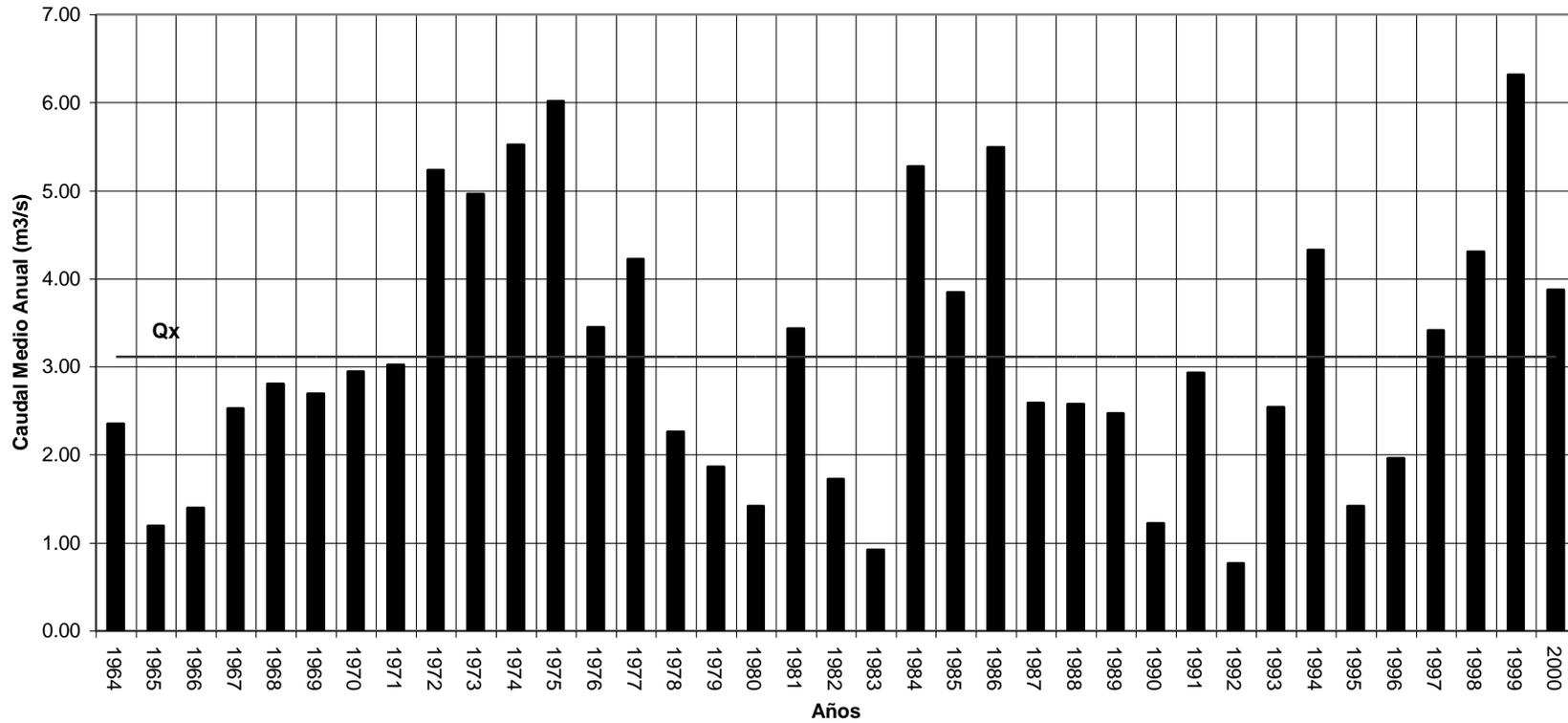




GRAFICO N° 4,15
RIO NEGRILLO - ESTACION EL PAÑE
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

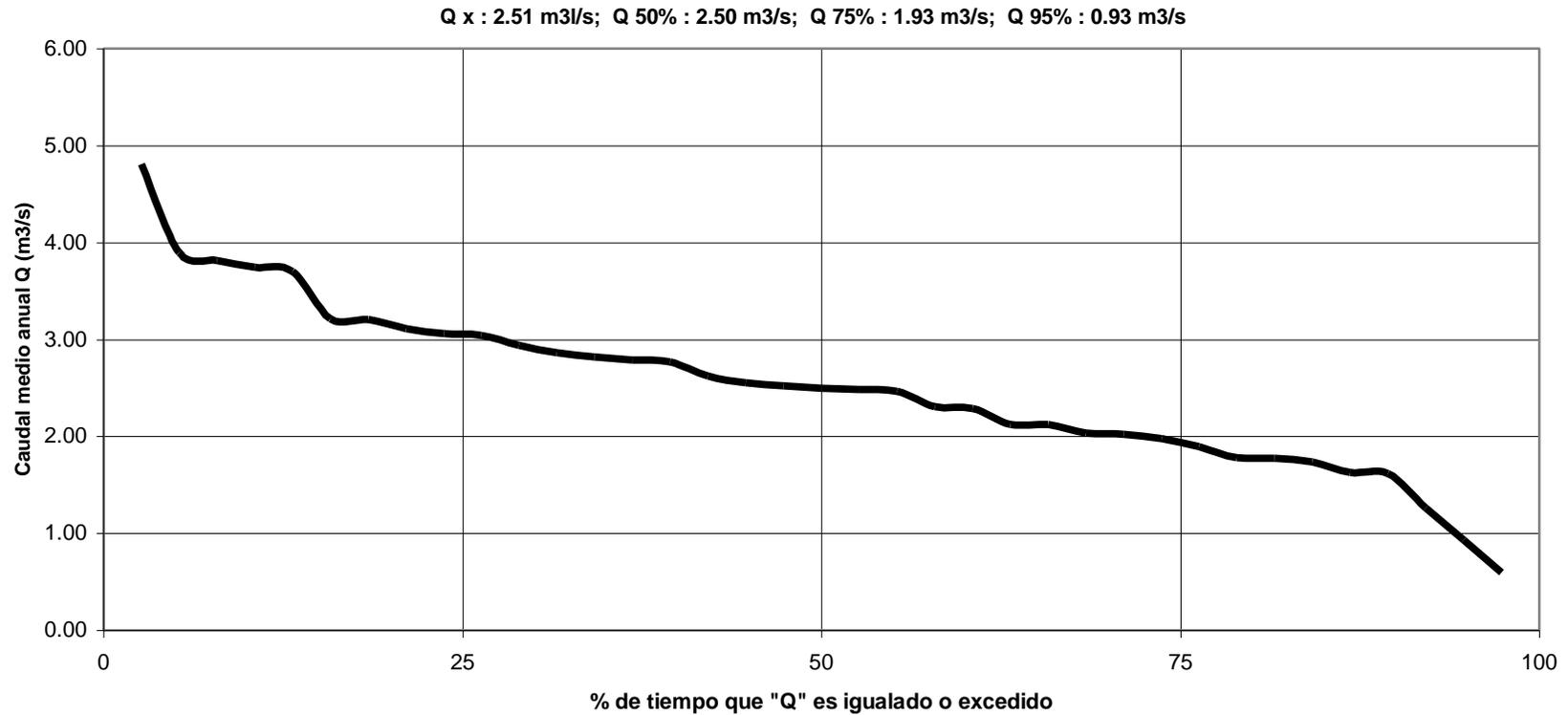




GRAFICO N° 4,16
RIO BAMPUTAÑE - ESTACION BAMPUTAÑE
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS Y CORREGIDOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)

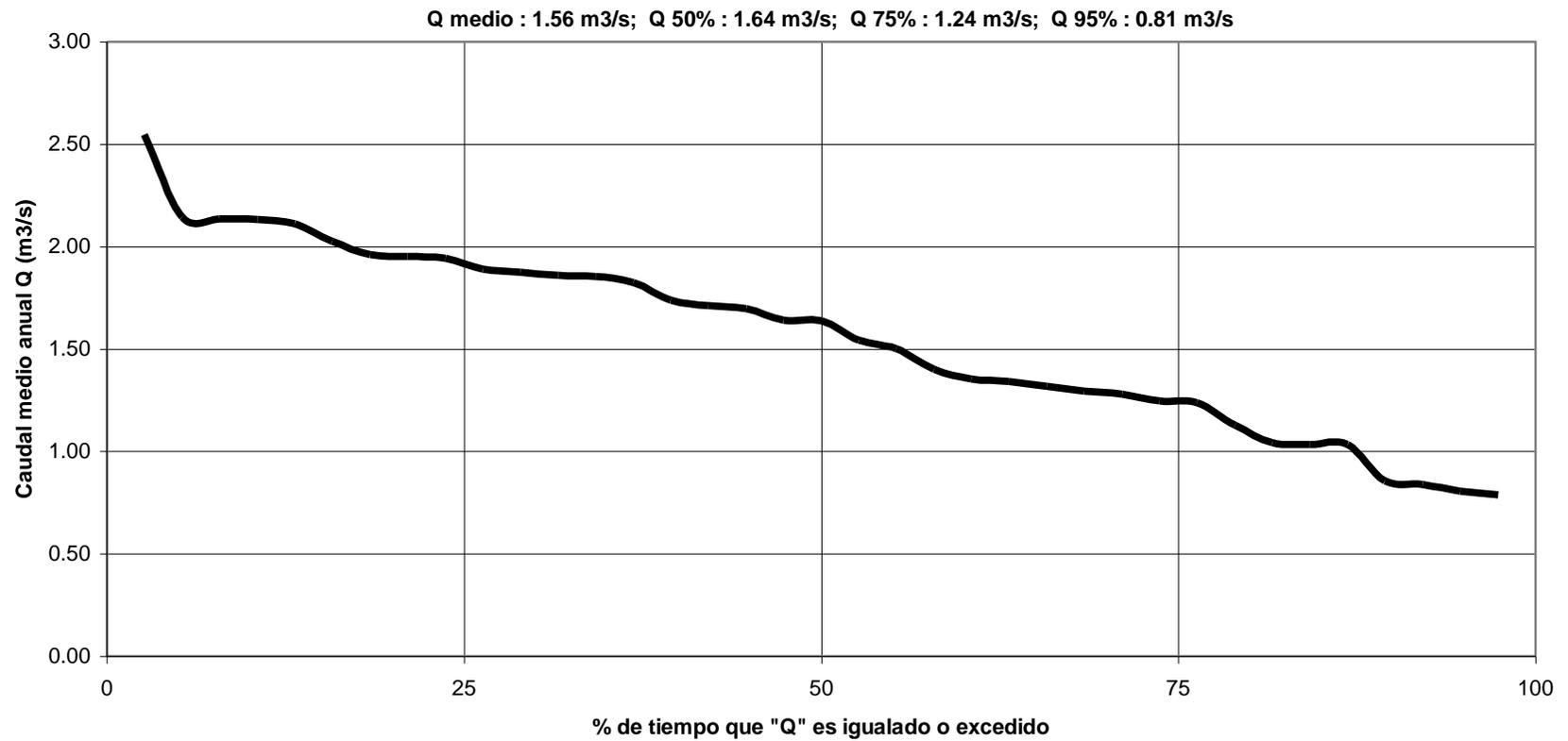




GRAFICO N° 4,17
RIO SUMBAY - ESTACION IMATA SUMBAY
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

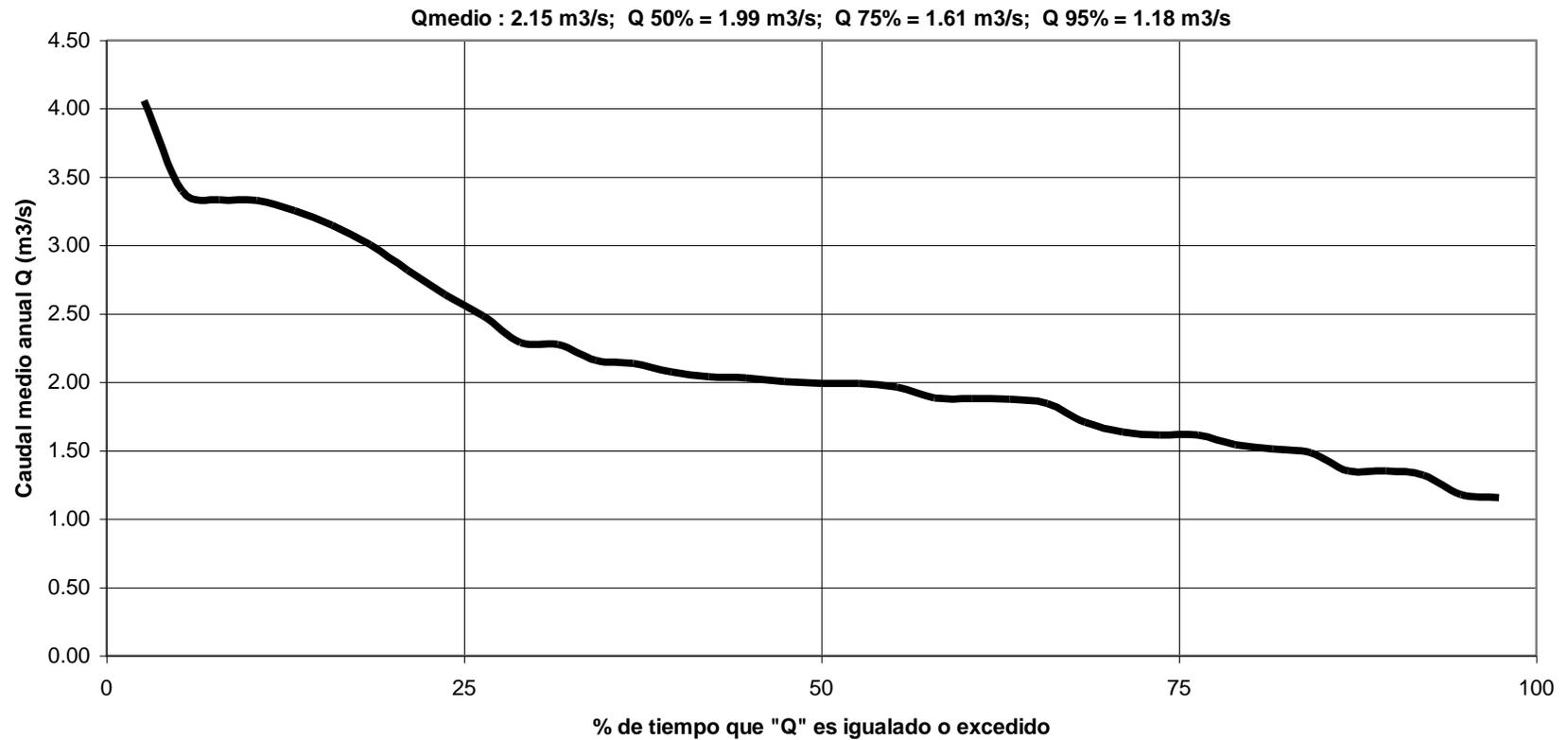




GRAFICO N° 4,18
RIO COLCA - ESTACION DIQUE DE LOS ESPAÑOLES
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS Y CORREGIDOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

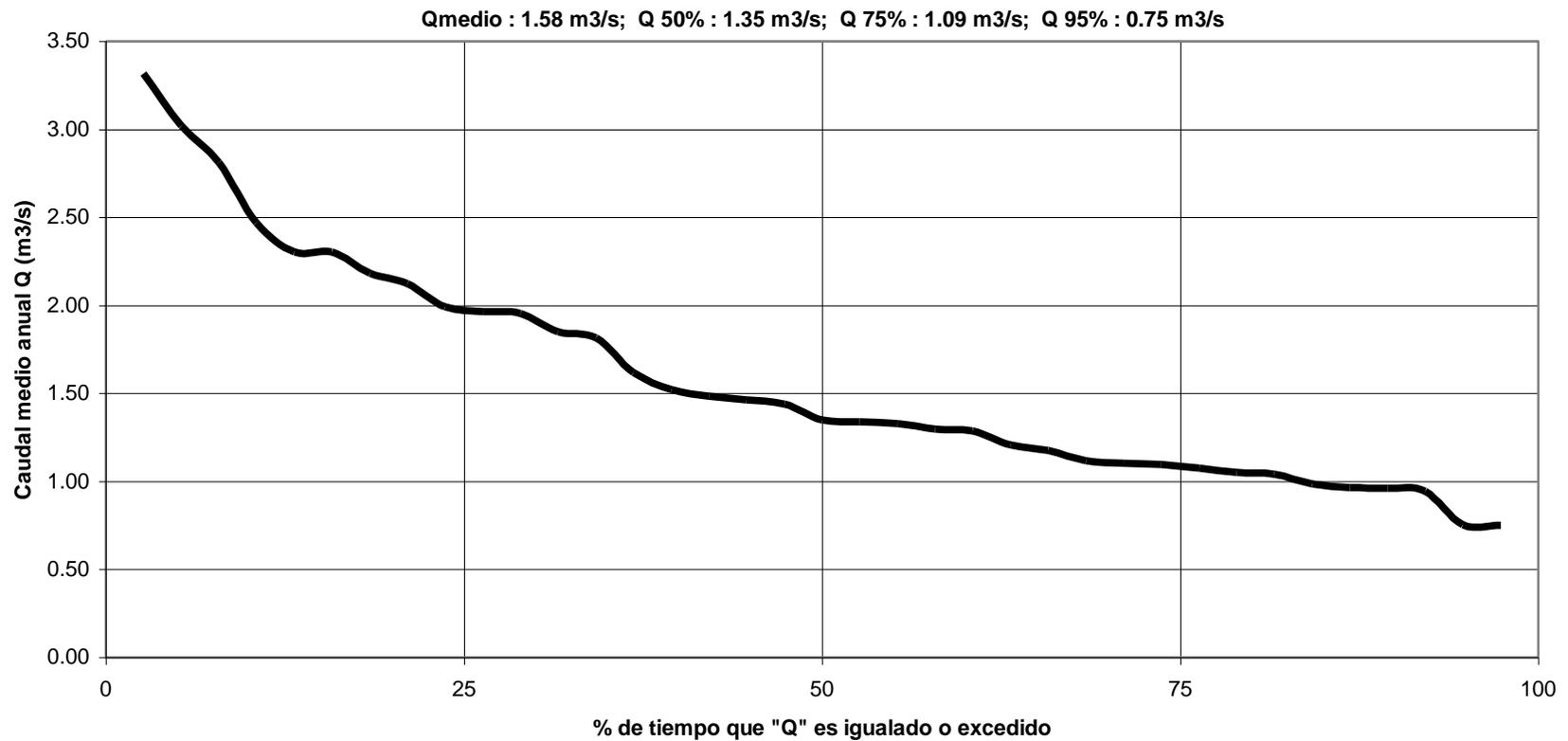




GRAFICO N° 4,19
RIO ANCHAPARRA - ESTACION ANTASALLA
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)

Q medio : 0.34 m³/s; Q 50% : 0.32 m³/s; Q 75% : 0.26 m³/s; Q 95% : 0.16 m³/s

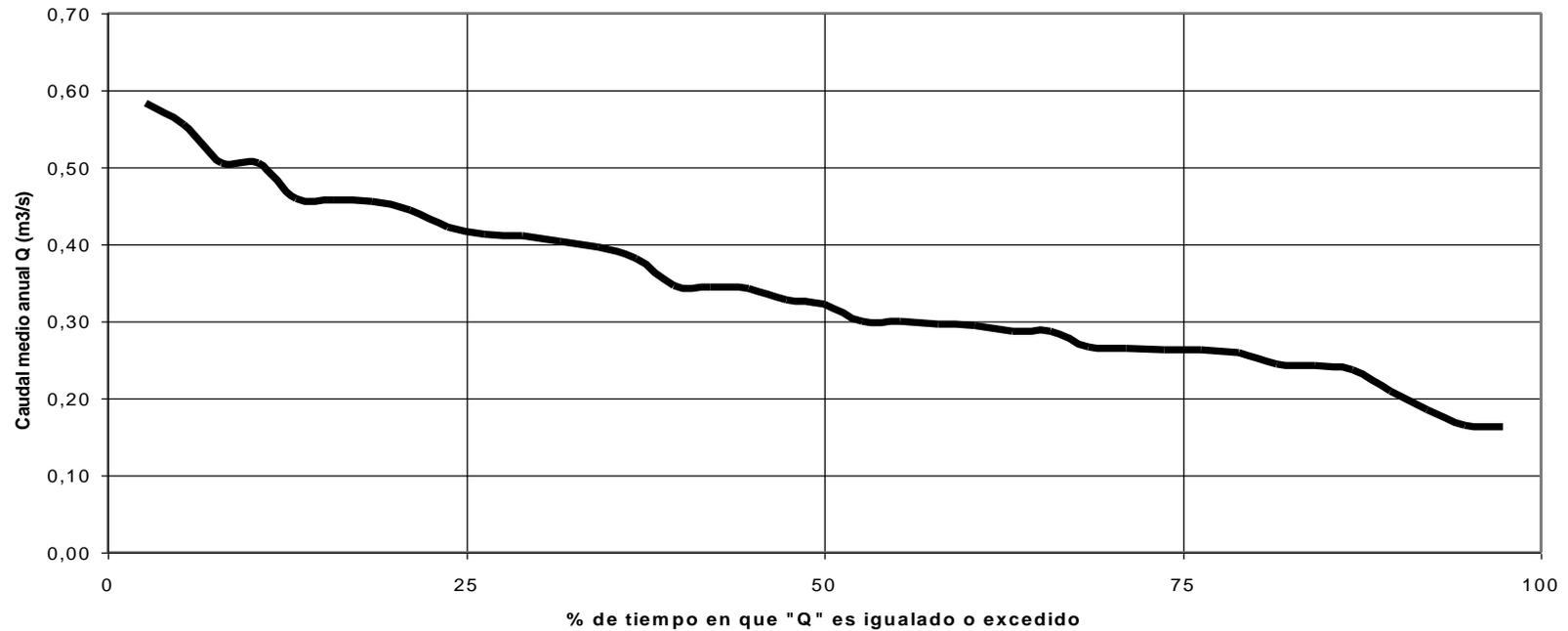




GRAFICO N° 4,20
RIO CHILI - ESTACION AGUADA BLANCA
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS Y CORREGIDOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)

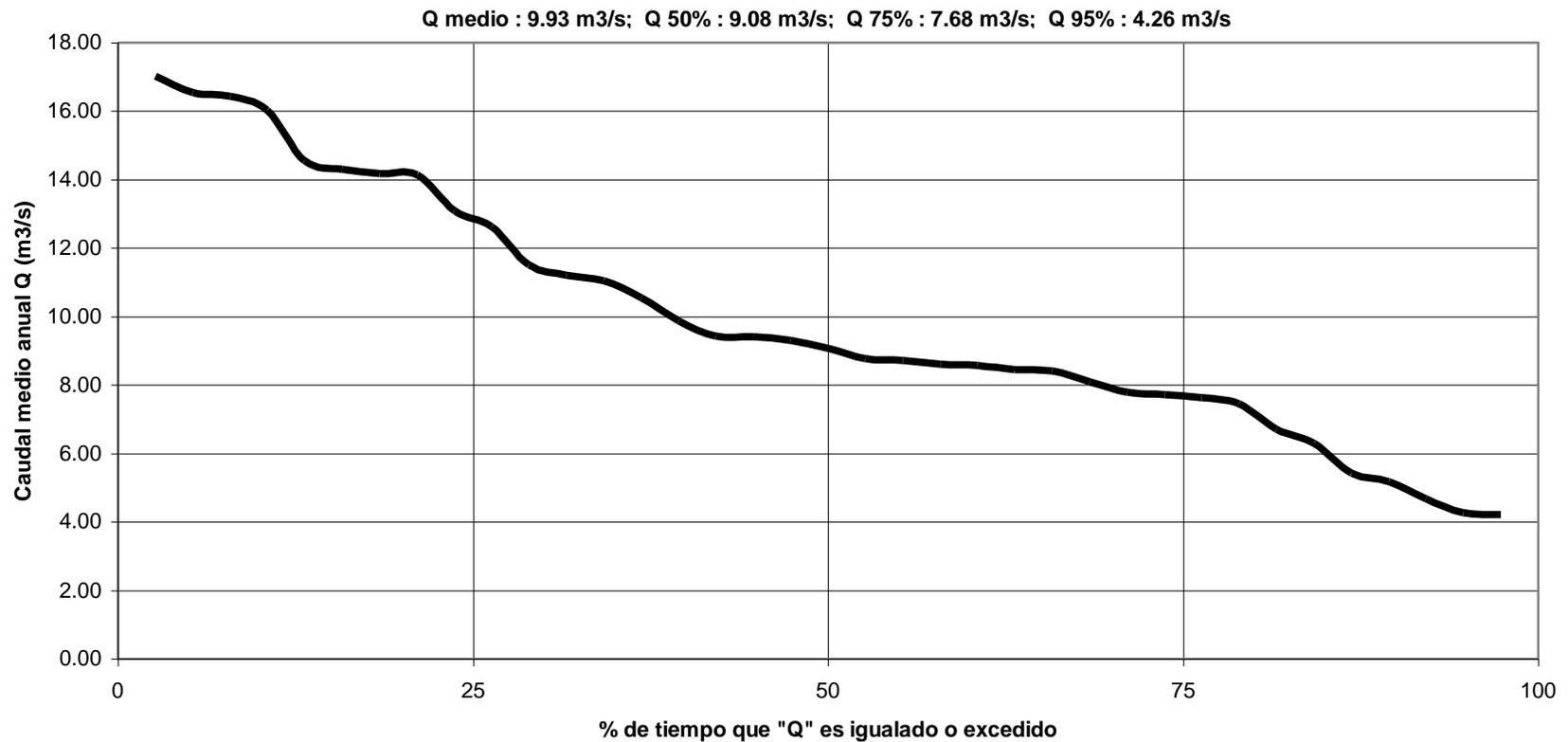




GRAFICO N° 4,21
RIO BLANCO - ESTACION EL FRAYLE
CAUDALES MEDIOS ANUALES COMPLETADOS
CURVA DE DURACION ANUAL
PERIODO : 1964 - 2000
(m³/s)

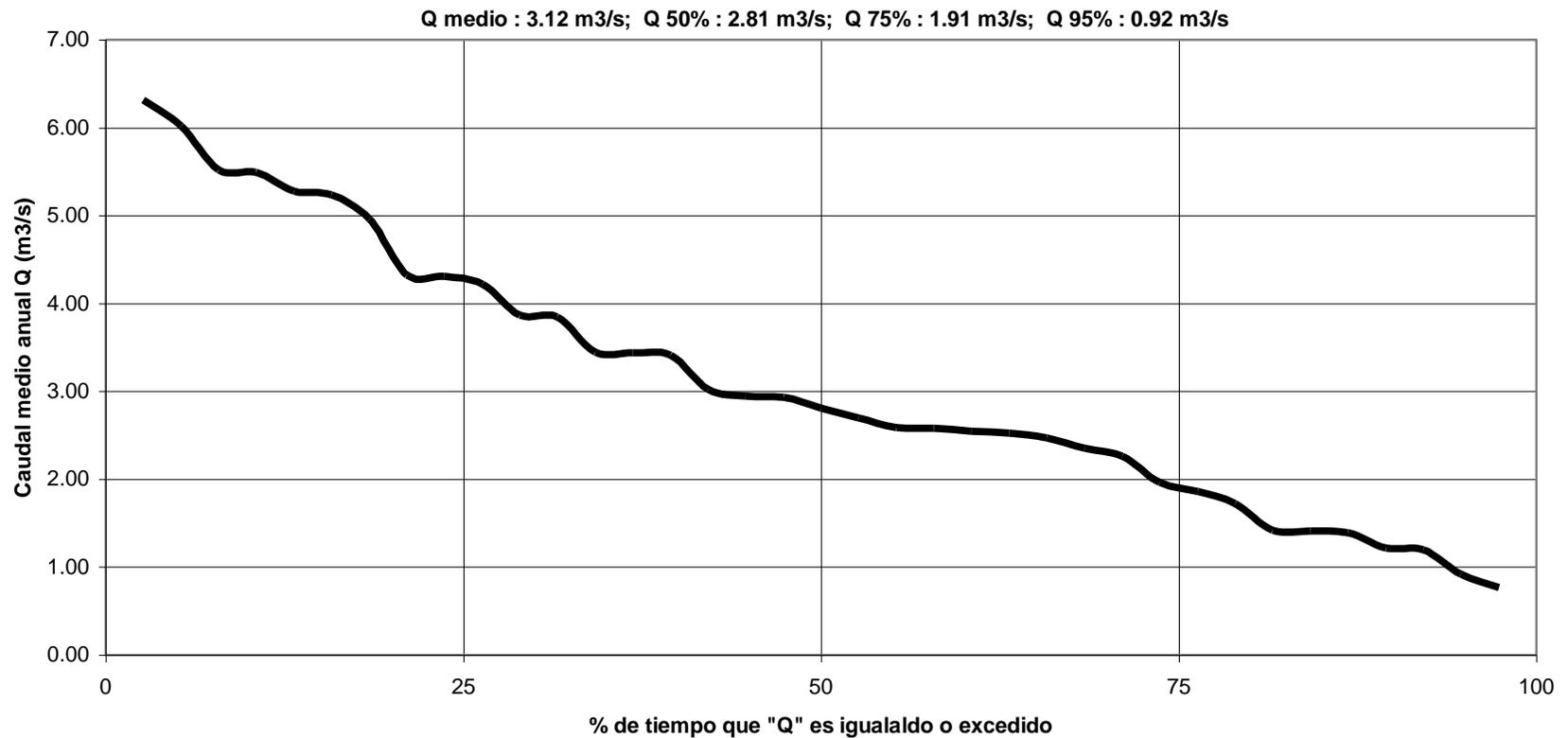
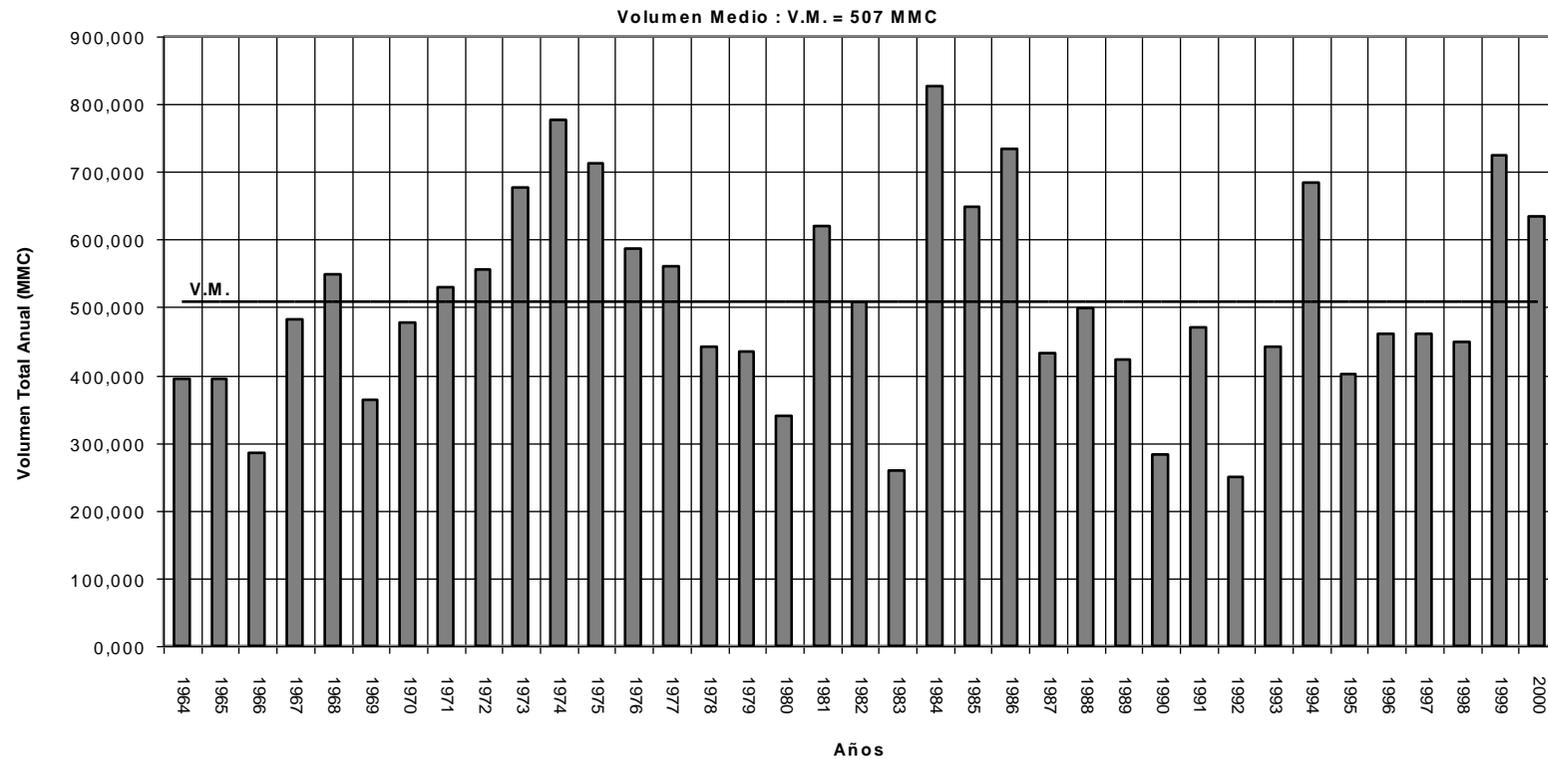




GRAFICO N° 4,22
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
VOLUMEN TOTAL ANUAL DE AGUA TEORICAMENTE DISPONIBLE
PERIODO : 1964 - 2000
(MMC)







5.- BALANCE HIDRICO

5.1.- Generalidades

Establecida la disponibilidad hídrica superficial, se realizó el balance hídrico mensual en la cuenca del río Chili (Sistema Chili Regulado y Cuenca del Río Yura), período 1964 – 2000; se formuló previamente la demanda hídrica consuntiva multisectorial, considerando, información de la ATDR – Chili (áreas y módulos), las demandas determinadas en estudios anteriores y en el componente Evaluación del Sistema de Riego del Proyecto de Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en el Chili, 2002, contrastadas con la información de Volúmenes Consumidos de Agua Superficial y Subterránea en Base a la Demanda Hídrica del Sistema Chili Regulado 1997 – 2002 (ATDR – Chili).

El balance hídrico se efectuó mediante simulación para la Situación Actual (Año 2000), y para la Situación Futura (Año 2020), con el incremento de la demanda poblacional; para ello, se combinaron hasta 13 hojas de cálculo en Excel, compuestas básicamente de operadores lógicos.

5.2.- La demanda hídrica en el Sistema Chili Regulado

5.2.1.- Distribución de Agua en el Sistema Chili Regulado

La Administración Técnica del Distrito de Riego Chili, ATDR – Chili, oficialmente registra las siguientes áreas totales físicas bajo riego :

JUNTA DE USUARIOS	AREA FISICA TOTAL BAJO RIEGO (ha)
Chili Regulado (Arequipa)	7 580,00
La Joya (Antigua y Nueva)	8 372,00
TOTAL (ha)	15 952,00

Fuente : ATDR- Chili, 2002.

Los módulos de riego referenciales serían, según los caudales de descarga (dependiente en el estiaje del volumen almacenado en los reservorios) y de las demandas :

MODULO DE RIEGO (l / s / ha)		
MINIMO	MEDIO	MAXIMO
0,700	0,800	1,00

Ilustrativamente la Distribución de agua en el Sistema Regulado Chili y la obtención de módulos :

DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO EN EL SISTEMA CHILI REGULADO									
FECHA	CAUDAL							AREA TOTAL (ha)	MODULO RIEGO (l/s/ha)
	DE DESCARGA	APORTE CHARCANI	RECUPE-RACIÓN 45%	DISPONI-BLE	PERDIDAS CONDUCCIÓN 1%	OTROS USOS	A DISTRI-BUIR		
	(m ³ /s)								
21/01/1999	9,500	0,500	4,500	14,500	1,450	1,900	11,150	15 952,00	0,699
18/07/2000	13,000	0,500	6,075	19,575	1,958	1,900	15,718	15 952,00	0,985
02/10/2001	11,000	0,500	5,180	16,680	1,668	1,900	13,112	15 952,00	0,822

Fuente : ATDR- Chili, 2002.



5.2.2.- Demanda hídrica en Estudios Anteriores

En los estudios de INADE, 2001 (AUTODEMA) e INADE - ATA, 2002 (Referencias Bibliográficas N° 4 y 6), se determinó la demanda hídrica multisectorial del Sistema Hidráulico Chili Regulado.

A.- Demanda hídrica agrícola de INADE – AUTODEMA, 2001

Se resume el cálculo de la demanda hídrica agrícola efectuado por INADE, 2001, Proyecto AUTODEMA, equivalente a un volumen total de 389,5 MMC :

DEMANDA HÍDRICA AGRÍCOLA EN EL SISTEMA CHILI REGULADO									
SUBSECTOR	AREA				INTEN- SIDAD DE USO	DEMANDA			MODULO DE RIEGO PROMEDIO (l / s / ha)
	ATDR - Chili	FÍSICA AGRICOLA		DE COSECHA		PARCIAL	TOTAL	UNITARIA	
		PARCIAL	TOTAL						
(ha)									
La Campiña *	7 580,00		7 585,00	9 102,30	1,20		175,331	22 966	0,805
La Joya	8 372,00		9 144,63						
Joya Antigua		3 986,56		4 921,00	1,23	96,964	214,175	23 264	0,816
Joya Nueva		5 158,07				117,211			
S. Isidro La Cano		3 179,77		3 304,00	1,04	72,820		24 676	0,865
San Camilo		1 978,30		2 317,18	1,17	44,391		21 607	0,758
TOTAL	15 952,00		16 729,63				389,506		

* La Campiña de Arequipa o Chili Regulado

Fuente : Cuadros N° 4,3,24 – 4,3,27, INADE, 2001 (Referencia Bibliográfica N° 4)

B.- Demanda hídrica de INADE – ATA, 2002

B.1.- Demanda Poblacional

Para el cálculo de la **demanda de agua para uso poblacional**, se consideró, a los habitantes del área urbana de la ciudad de Arequipa; en la proyección de la demanda se consideró una cobertura de atención al 95% e la población, y una demanda unitaria poblacional según el Reglamento Nacional de Construcciones :

Dotación Diaria por habitante (l/hab/día)		
Poblaciones (hab)	Clima	
	Frío	Templado y Cálido
De 2 000 – 10 000	120	150
De 10 000 – 50 000	150	200
Más de 50 000	200	250

Normas y Requisitos para los Proyectos de Agua Potable y Alcantarillados destinados a localidades urbanas

Fuente : INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)

Considerando a Arequipa (250 l/hab/día) de clima templado, y proyectando el servicio de agua al área urbana, INADE obtuvo la siguiente demanda poblacional:

Provincia	Ambito Hidrográfico Subcuenca - Cuenca	Año 2000		Año 2005		Año 2010		Año 2020	
		Población	Volumen Medio (MMC/mes)	Población	Volumen Medio (MMC/mes)	Población	Volumen Medio (MMC/mes)	Población	Volumen Medio (MMC/mes)
Arequipa	Chili Quilca - Chili	806 107	5,744	862 747	6,147	953 908	6,797	1 111 308	7,918

Fuente : INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)



Finalmente, refiere INADE – ATA (al 2000), que la demanda de Arequipa, atendida por SEDAPAR S.A., era cubierta tanto con recursos hídricos superficiales con licencia del río Chilico (1 500 l/s), y – aunque con problemas operativos - de los manantiales de La Bedoya (200 l/s) de Chiguata, y de pozos o galerías filtrantes (60 l/s); la masa total permitía atender casi el 79% de la demanda estimada, es decir cercana a 200 – 250 l/hab/día proyectados; de ser considerada Arequipa como de clima frío, se cubriría prácticamente el total de la demanda poblacional.

B.2.- Demanda Agrícola

En el Cuadro N° 5,1 se presenta para el Sistema Chili Regulado - que involucra a las Juntas de Usuarios Chili Regulado, La Joya Antigua y La Joya Nueva – la Cédula de Cultivos, el cálculo de la Evapotranspiración Potencial (CROPWAT) y la eficiencia de riego según sistemas de riego; tal Información Básica, fue utilizada por INADE, 2002, para la determinación de la demanda hídrica.

La demanda hídrica agrícola anual se resume entonces del siguiente modo :

SUBSECTOR	AREA ATDR-Chili	AREA CULTIVADA		DEMANDA TOTAL ANUAL (MMC)
		PROMEDIO	MAXIMA	
		(ha)		
Chili Regulado	7 580,00	6 879,08	7 372,00	175,329
La Joya	8 372,00	8 269,00	8 659,00	214,179
<i>La Joya Antigua</i>		3 752	3 937	96,964
<i>La Joya Nueva</i>		4 517	4 722	117,214
<i>S. Isidro, La Cano</i>		2 665	2 775	72,816
<i>San Camilo</i>		1 852	1 947	44,398
Total Chili Regulado	15 952,00	15 148,08	16 031,00	389,508

Fuente : INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)

Ver detalle a nivel mensual en el Cuadro N° 5,2

B.3.- Demanda Industrial y Minero

INADE - ATA, 2002, determinó - con diversos abastecimientos - la siguiente demanda anual para uso industrial y minero :

SUBSECTOR	TIPO DE USO	DEMANDA TOTAL ANUAL (MMC)	
Chili Regulado			
	Industrial		5,630
	<i>Superficial</i>	1,992	
	<i>Subsuelo</i>	3,595	
	<i>Filtraciones + Manantiales</i>	0,043	
	Minero	3,154	3,154

Fuente : INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)

La demanda industrial y mensualizada en el Chili se presenta en el Cuadro N° 5,2.



5.2.3.- Demanda hídrica del Diagnóstico de la Distribución del Agua de Riego, 2002

Como una actividad del Componente Diagnóstico de la Distribución del Agua de Riego, del Proyecto Ordenamiento de los Recursos Hídricos en el Chili, 2002, y en base a la medición de los módulos de riego se determinó la demanda en el ámbito de la Junta de Usuarios de La Joya Antigua y Nueva.

En el Cuadro N° 5,3 se presenta la demanda mensualizada en La Joya Antigua y Nueva, resumiéndose a nivel anual de la siguiente manera :

SUBSECTOR	AREA ATDR-Chili	AREA BAJO RIEGO		DEMANDA TOTAL ANUAL (MMC)
		PROMEDIO	MAXIMA	
	(ha)			
La Joya	8 372,00	7 851,15	8 429,80	259,100
<i>La Joya Antigua</i>		<i>3 355,45</i>	<i>4 032,29</i>	<i>110, 780</i>
<i>La Joya Nueva</i>		<i>4 495,69</i>	<i>4 942,33</i>	<i>148,320</i>

Fuente : Diagnóstico de la Distribución del Agua de Riego, 2002.

5.2.4.- Volúmenes Consumidos de Agua Superficial y Subterránea en el Sistema Chili Regulado 1997 – 2002, ATDR - Chili

La ATDR – Chili, reporta – ver Cuadro N° 5,4 - los Volúmenes Consumidos de Agua Superficial y Subterránea, en Base a la Demanda Hídrica del Sistema Chili Regulado (y también de la disponibilidad en el caso del uso agrícola), para el período 1997 – 2002.

Dichos volúmenes, para los usos poblacional, agrícola, industrial y minero, permitieron contrastar las demandas del INADE (estudios anteriores) y del Componente Diagnóstico de la Distribución del Agua de Riego, y de este modo formular la demanda hídrica del presente Estudio Hidrológico al 2000.

La demanda hídrica múltiple total anual promedio para el período 1997 – 2002, de acuerdo a los volúmenes de agua superficial y subterránea consumidos en el Sistema Chili Regulado (según Recibo), sería entonces 433 MMC :

DEMANDA	USO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA				
	Poblacional	Industrial	Minero	Agrario	Total (MMC)
Agua Superficial	47,304	0,461	6,307	365,9	419,97
Agua Subterránea	11,050	1,822	0,085		12,96
TOTAL (MMC)	58,354	2,283	6,392	365,9	432,93

Fuente : ATDR- Chili, 2002.



5.2.5.- Formulación de la demanda hídrica en el Sistema Chili Regulado

Contrastadas las demandas hídricas de los Estudios Anteriores para el Sistema Chili Regulado, y las del Diagnóstico de la Distribución del Agua de Riego para La Joya, con las áreas, módulos y volúmenes Consumidos de Agua Superficial y Subterránea, reportados por la ATDR – Chili, se optó por formular la demanda hídrica del presente Estudio Hidrológico de la siguiente manera : demandas poblacional, industrial y minera de los Volúmenes ATDR – Chili, y la demanda agrícola de INADE - ATA, 2002 (con módulos promedio cercanos a los módulos referenciales de la ATDR – Chili, con respecto a los correspondientes al Diagnóstico indicado).

La demanda hídrica múltiple anual superficial en el Sistema Chili Regulado, formulada para efectos del balance hídrico sería de 444 MMC en la Situación Actual (Año 2000), distribuyéndose por usuarios – en volumen y porcentaje - del siguiente modo :

BALANCE SITUACION ACTUAL : AÑO 2000				
USUARIO	DEMANDA ANUAL			
	PARCIAL		TOTAL	
	(MMC)	(%)	(MMC)	(%)
Poblacional *	47,765	10,77	443,665	100
Agrícola	389,508	87,79		
Minero	6,392	1,44		

* Incluye uso industrial

Ver detalle mensual en el Cuadro N° 5,5.

En la Situación Futura (Año 2020), el balance hídrico se efectuó con un incremento (al doble) de la demanda poblacional, y manteniendo constante la demanda agrícola y minera.

La demanda hídrica total al 2020, se incrementó en un 11,2% con respecto al año 2000, resumiéndose así :

BALANCE SITUACION FUTURA : AÑO 2020				
USUARIO	DEMANDA ANUAL			
	PARCIAL		TOTAL	
	(MMC)	(%)	(MMC)	(%)
Poblacional *	97,404	19,74	493,404	100
Agrícola	389,508	78,96		
Minero	6,392	1,30		

* Incluye uso industrial



5.3.- Balance hídrico en el Sistema Chili Regulado

Por la complejidad de la infraestructura hidráulica que hace posible disponer de recursos hídricos en el sistema Chili Regulado, no es posible realizar el balance hídrico de la manera convencional (en las mismas unidades, la disponibilidad en términos de una persistencia, versus la demanda, y establecer superávits o déficits anuales o mensuales), sino que hay que recurrir a un proceso de simulación para un período de registros.

La simulación del balance hídrico, como se ha indicado para el caso del Sistema Chili Regulado, se efectuó mediante la combinación de hasta 13 hojas de cálculo en Excel, que combinan operadores lógicos.

La simulación - a nivel mensual - comprendió el período 1964 a 2000 (37 años continuos), correspondiente a la disponibilidad hídrica establecida como caudales medios mensuales naturalizados, presentándose para el Sistema Chili Regulado, una oferta total anual promedio (teóricamente disponible) de 507 MMC, con una variación extrema de 249 y 825 MMC (ver el Cuadro N° 4,33 – E). Como parte de la oferta de agua, se consideró el agua de retorno de La Campiña de Arequipa, del orden del 45% de la demanda atendida, (estimaciones de INADE – AUTODEMA, Referencia Bibliográfica N° 4, y reporte de la ATDR – Chili).

Se asume que 37 años de registros continuos, cubrirían la ocurrencia hidrológica en la cuenca del Chili, caracterizada por la alternancia de “paquetes o períodos de años secos y húmedos” (ver Gráfico N° 4,22), lo que se comprobaría con los resultados del balance.

La demanda hídrica multisectorial, considera una demanda agrícola al 100% del área total bajo riego (16 730 ha).

En el balance no se considera la generación de energía (uso no consuntivo).

5.3.1.- Consideraciones para la simulación del balance hídrico

A.- Consideraciones generales

- .- La demanda se concentra aguas abajo del embalse Aguada Blanca.
- .- Se disponen de recursos hídricos regulados y no regulados; las regulaciones se presentan en El Pañe, El Fraile y Aguada Blanca, los recursos no regulados provienen del Alto Colca (ríos Bamputañe, Blanquillo, Colca y Anchaparra), río Sumbay (Imata – Sumbay) y río Chili (Aguada Blanca).
- .- La simulación confronta la demanda hídrica con la oferta, según su ocurrencia hidrológica; se ha considerado que los embalses El Pañe, El Fraile y Aguada Blanca, inician el balance al 50% de su volumen útil.
- .- La simulación permite evaluar - en tiempo y volumen – si la demanda es satisfecha o no, en términos del déficit, tanto a nivel anual como en el período de análisis.
- .- La simulación permite evaluar las reglas de operación del Sistema.



B.- Consideraciones de oferta de agua

En el Sistema Chili Regulado, existen 8 fuentes aportantes, que hacen un total anual promedio de 507,1 MMC para el período 1964 – 2000 (volumen anual teóricamente disponible, Cuadro N° 4,33 - E).

APORTE		APORTE (MMC)
1.-	Río Negrillo (El Pañe)	78,26
2.-	Río Bamputañe	38,85
3.-	Río Blanquillo	16,01
4.-	Río Colca (Dique Los Españoles)	49,49
5.-	Río Anchaparra (Antasaya)	8,20
6.-	Río Sumbay (Imata – Sumbay)	67,08
7.-	Río Blanco (El Fraile)	97,17
8.-	Río Chili (Aguada Blanca)	152,02
TOTAL (MMC)		507,08

Al haberse construido en 1991 el Dique de Los Españoles, y al 2000 no se disponía de la obra de entrega al Canal Zamácola que garantice un manejo adecuado compatibilizado, dichos aportes del río Colca (49,5 MMC) no fueron considerados en el balance hídrico, optándose por los aportes del río Colca en Jancolacaya (29,3 MMC), entonces, la oferta disponible neta fue de **486,87 MMC** para el período de simulación 1964 – 2000.

C.- Consideraciones de regulación

En el Sistema Chili Regulado, los embalses de regulación existentes son 4 : El Pañe, Dique Los Españoles, El Fraile y Aguada Blanca, que hacen un total de 342,14 y 246,70 MMC de capacidad de regulación o volumen útil de diseño y actual :

RESERVORIO	PUNTO DE CONTROL DE REGULACION	VOLUMEN UTIL (MMC)	
		DISEÑO *	ACTUAL **
1.-	El Pañe	93,00	92,30
2.-	Dique de Los Españoles	10,94	10,94
3.-	El Fraile	200,00	120,72
4.-	Aguada Blanca	38,20	22,74
TOTAL (MMC)		342,14	246,70

Fuente : * : INADE – AUTODEMA, 2001; ** : ATDR- Chili, 2002.

En el proceso de simulación, los embalses que operan en el orden establecido en la práctica habitual son : Aguada Blanca, El Pañe y El Fraile, respectivamente, haciendo un volumen útil total de 235,76 MMC, sin considerar Dique de Los Españoles.



D.- Restricciones por capacidad de conducción en el Canal Pañe – Sumbay

El Canal Pañe – Sumbay, presenta las siguientes restricciones en su capacidad máxima de conducción por tramos :

CANAL PAÑE - SUMBAY		
RESTRICCIONES POR CAPACIDAD DE CONDUCCION		
TRAMO		(m ³ /s)
1.-	El Pañe – río Bamputañe	5,50
2.-	Bocatoma Bamputañe – Entrega Canal Blanquillo	6,00
3.-	Entrega Canal Blanquillo – Bocatoma Jancolacaya	8,00
4.-	Bocatoma Jancolacaya – río Sumbay	12,00
5.-	Canal Antasalla	4,00

FUENTE : Item 4,3,10,3, INADE (Referencia Bibliográfica N° 4)

Se asumen pérdidas finales del orden del 30%.

E.- Premisas de evaluación de la satisfacción de la demanda

En abastecimientos poblacionales e industriales, es usual no permitir deficiencias; en cambio las premisas de evaluación del nivel de satisfacción o insatisfacción de la demanda agrícola son las siguientes :

.- Déficit en tiempo a nivel anual

Para los usuarios agrícolas, se acepta un déficit hasta de un 25% en 4 años (3 años de satisfacción, 1 año deficitario).

Número de años consecutivos con deficiencia : 3, para la sequía más severa del registro.

.- Déficit en tiempo a nivel mensual

Se contabiliza – por año – los meses deficitarios, independientemente de su magnitud.

Se acepta para los usuarios agrícolas : **Un máximo de 3 meses deficitarios por año**, es decir, un período de tiempo sin déficits del orden del 75 a 80% anual.

.- Déficit en volumen a nivel anual

Se acepta un déficit anual máximo del 10%; usualmente, un déficit de esta magnitud, no produce grandes daños en las cosechas.

.- Déficit en volumen a nivel mensual

A nivel mensual, se acepta como máximo un déficit de 30% con respecto a la demanda anual; valores mayores significarían la pérdida de la cosecha



.- Índice de Déficit

Esta relacionado con el déficit anual para el período simulado y tiene la siguiente expresión:

$$ID = 100 * \frac{\sum (Da)^2}{n}$$

Donde :

ID = Índice de Déficit

Da = es el déficit anual expresado como fracción de la demanda anual

n = número de años del período en análisis.

Si todos los años se tuviera un déficit del 10%, ID sería igual a 1.

Un valor adecuado esperado sería entonces ID = 1 para el período de simulación.

F.- Premisas bajo las cuales se realiza el balance hídrico

El balance hídrico – a nivel mensual - se realiza por pasos, que se identifican como balances parciales :

- .* **Balance parcial 1;** con una demanda inicial compuesta por la demanda poblacional, minera y agrícola de La Campiña de Arequipa, confrontada con la oferta no regulada proveniente del Alto Colca (ríos Bamputañe, Blanquillo, Colca - Jancolacaya y Anchaparra - Antasalla, considerando las restricciones de la capacidad máxima de conducción del Canal Pañe – Sumbay y pérdidas finales), río Sumbay (Imata – Sumbay) y río Chili (Aguada Blanca); los excedentes son almacenados en el reservorio Aguada Blanca.
- .* **Balance parcial 2;** con una demanda final integrada por el déficit del “balance parcial 1” más la demanda agrícola de La Joya, versus el volumen almacenado en Aguada Blanca, más el agua de recuperación (45% de la demanda servida del “balance parcial 1”).
- .* **Balance parcial 3;** el déficit del “balance parcial 2”, contra los volúmenes regulados en Aguada Blanca y El Pañe (teniendo como restricción la capacidad de regulación del tramo de Canal Pañe – Colca en 5,5 m³/s, o su equivalente en volumen, pérdidas finales del 30%).
- .* **Balance parcial 4;** o balance final entre el déficit del “balance parcial 3”, y los volúmenes de El Fraile.

El no considerar una reserva técnica, mostraría la necesidad de ella en los resultados del balance.



5.3.2.- Presentación e interpretación de los resultados del balance hídrico

A.- Generalidades

La presentación e interpretación de los resultados del balance hídrico, efectuado mediante simulación para el período 1964 – 2000, se hace de manera general para el Chili Regulado (con la demanda multisectorial del Sistema, poblacional, agrícola y minera).

La base de la interpretación es el escenario al 2000 de la demanda hídrica consuntiva multisectorial al 100%, equivalente a un volumen anual de 444 MMC en la Situación Actual Año 2000 (Cuadro N° 5,5 : poblacional : 48 MMC, 11%, agrícola : 390 MMC, 88%, y minero : 6 MMC, 1%), y la Situación Futura (Año 2020) con 493 MMC.

Los resultados y su interpretación, serían - como una primera aproximación - los elementos de juicio hidrológicos necesarios, en la toma de decisiones para el uso eficiente de los recursos hídricos superficiales en el Sistema Chili Regulado.

B.- Resultados e interpretación general del balance a nivel del Sistema Chili Regulado, Situación Actual

Para el Chili Regulado, período 1964 - 2000, se dispone de una oferta total anual promedio disponible de 507 MMC (con extremos de 249 y 825 MMC). Al no considerar el aporte de Dique de Los Españoles, entonces la oferta neta para el balance es de 487 MMC (adicionalmente se consideran 83 MMC promedio anual de agua de recuperación).

La capacidad total de regulación actual es de 246,70 MMC, y sin Dique de Los Españoles es de 236 MMC (al inicio de la simulación del balance en $\pm 50\%$ = 115 MMC).

En el Cuadro N° 5,6 se presenta el Resumen a Nivel Anual del Balance Hídrico en el Sistema Chili Regulado efectuado mensualmente : la oferta y demanda Hídrica y los resultados en términos del déficit en tiempo y volumen, y del Índice de déficit; el déficit está concentrado en la demanda agrícola, no aceptándose déficits en los usuarios poblacional – industrial y minero.

En el Gráfico N° 5,2 se aprecia en un sistema de barras la oferta, demanda y déficit hídrico.

Del Cuadro N° 5,6 se resumen el balance para el período de simulación, en términos del déficit en tiempo y volumen :

SISTEMA CHILI REGULADO											
RESUMEN DEL BALANCE HÍDRICO SITUACION ACTUAL, AÑO 2000; PERIODO : 1964 - 2000											
DEMANDA	OFERTA TOTAL PROMEDIO NETA* (MMC)	DEMANDA TOTAL (MMC)	DEFICIT EN TIEMPO		DEFICIT EN VOLUMEN				SATIS - FACCIÓN DE LA DEMANDA		INDICE DE DEFICIT ID
			MESES PROMEDIO C/DEFICIT	PERIODO PROMEDIO S/DEFICIT (%)	PROMEDIO TOTAL ANUAL		MAXIMO MENSUAL PROMEDIO		SI	NO	
					(MMC)	(%)	(MMC)	(%)			
E (100%)	487	444	1	93	19	4	7	16	29	8	1,07

* : Adicionalmente, 84 MMC promedio anual de agua de recuperación.



- * **Resultados Generales;** en el Sistema Chili Regulado - para el período simulado 1964 - 2000, y con una oferta hídrica superficial total disponible promedio de 487 MMC (más 84 MMC de agua de recuperación), los resultados del balance hídrico, reportan la siguiente aceptabilidad (Cuadro N° 5,6) :

En promedio se tiene un período de tiempo sin déficit de 93% a nivel mensual, es decir, 1 mes deficitario por año (aceptable).

En volumen se presenta un déficit promedio anual de 19 MMC, el 4% con respecto a la demanda (aceptable).

A nivel mensual, el déficit máximo promedio es de 7 MMC el 16% de la demanda mensual (aceptable).

De 37 años del período analizado, 29 presentan niveles de satisfacción de la demanda, según las premisas establecidas, y 8 años de no satisfacción (aceptable, considerando un máximo de 9 años).

Finalmente, el Índice de Déficit ID = 1,07, refleja un déficit promedio anual menor al 10% establecido.

- * **Alternancia hidrológica de “paquetes de años normales a secos y húmedos”**, en la cuenca del Chili, con un volumen medio de 507 MMC para el período 1964 - 2000, si se acepta que el rango de un año normal es “la Media \pm la Desv. Std.”, los volúmenes normales variarían entonces entre 359 Y 655 MMC; los años secos presentarían volúmenes menores a 359 MMC, y años húmedos con volúmenes mayores a 655 MMC, respectivamente.

De acuerdo a la anterior premisa, se presentaría la siguiente ocurrencia hidrológica :

SISTEMA CHILI REGULADO		
ALTERNANCIA AÑOS NORMALES SECOS Y HUMEDOS		
PERIODO	AÑOS SECOS A NORMALES	AÑOS HUMEDOS
(años)		
1.-	1964 – 1972	9
2.-	1973 – 1975	3
3.-	1976 – 1983	8
4.-	1984 – 1986	3
5.-	1987 – 1993	7
6.-	1994	1
7.-	1995 – 1998	4
8.-	1999 – 2000	2

Este alternancia serviría para el análisis de los déficits para los años normal, seco y húmedo, en el contexto del período simulado.



- * **Resultados para Año Normal (Media : 507 MMC, Rango : 359 – 655 MMC);** para el año normal 1964 (oferta : 395 MMC) de inicio de la simulación, con una demanda al 100% de 444 MMC, y con un volumen útil total inicial de 115 MMC, es decir una oferta total de 510 MMC, el déficit resultante fue de 6,5 MMC, el 1,5% de la demanda anual, equivalente a “satisfacción de la demanda”.

Esto podría significar que para satisfacer el 100% de la demanda hídrica en el Sistema Chili Regulado, se exigiría una oferta total (del año hidrológico y volumen almacenado) del orden de los 500 MMC anuales (más el agua de recuperación).

- * **Resultados para Año Húmedo (> 655 MMC);** con valores mayores a 600 MMC anuales, se presenta la satisfacción plena de la demanda (cero déficit en tiempo y volumen), sin embargo, es de destacar que, quedando un volumen útil total en el Sistema para el año siguiente al 100%, se presentaría una oferta de agua no aprovechable, como se explica más adelante.

- * **Resultados para Año Seco (< 359 MMC);** el año seco habría que analizarlo en el contexto de la ocurrencia hidrológica de varios años; así para el año normal 1964 (395 MMC), y con un volumen útil total en el Sistema de 115 MMC, los déficits son inferiores a los máximos permisibles.

Sin embargo, para el año 1965 (435 MMC), hídricamente normal, pero con el volumen útil total igual a cero, se presentan déficits no permisibles (20% de la demanda anual), es decir insatisfacción de la demanda.

El caso extremo se presenta a continuación para el año seco 1966 (286 MMC) y cero de volumen útil total, donde el déficit alcanzaría a nivel anual su máximo valor : 40% con respecto a la demanda.

Estos resultados serían indicativos de la limitada capacidad de regulación del Sistema, que no alcanzaría a almacenar los excedentes hídricos plurianuales para cubrir los déficits de 2 años normales o secos seguidos.

- * **Resultados para un “paquete de Años Normales - Húmedos (> 655 MMC);** el año 1970 siendo un año normal (477 MMC), presenta sin embargo un déficit no aceptable, como consecuencia de que le antecede un “paquete de años secos” : 1964 – 1967; luego un año normal 1968 con demanda satisfecha, pero luego el año seco 1969 (363 MMC) con resultados del balance deficitarios y el volumen útil total restante cero.

En el período 1965 – 1967, “paquete de años normales – secos”, se presentan 3 años consecutivos deficitarios, que es el límite máximo permisible

En este contexto seco, llega el año 1971, hídricamente normal (531 MMC) y con una reserva técnica del año anterior en el orden de los 60 MMC almacenados en El Pañe, Aguada Blanca, y El Fraile, que permiten superar los déficits estacionales, y guardar los excedentes para el año siguiente 1972 (556 MMC), también con una demanda anual satisfecha, así sucesivamente para el período 1971 – 1982.



El año 1983, hídricamente seco (258 MMC), a pesar de la reserva técnica en los reservorios de 183 MMC, se presenta como año deficitario, por el déficit máximo mensual estacional de 45% de la demanda mensual (con un máximo de 30% permisible).

Esta secuencia de años secos y húmedos o normales, permite destacar una vez más la relativa capacidad de regulación total del Sistema para almacenar los excedentes hídricos plurianuales, para más de 2 años continuos.

- .* **Resultados por la Oferta Hídrica No Aprovechable;** independientemente si el año es normal, seco o húmedo, anualmente, siempre se presentaría en el Sistema Chili, una oferta hídrica o excedente no aprovechable.

Para el período simulado con una demanda al 100% de 444 MMC, en promedio se tiene en los embalses El Pañe, El Fraile y Aguada Blanca, un excedente no aprovechable de 80 MMC, con un máximo de 327 MMC en el año 1986.

Ver el Cuadro N° 5,7.

No se incluye como excedente no aprovechable, la oferta del Sub sistema Dique Los Españoles, de 49,5 MMC (descontando el aporte de Colca – Jancolacaya), por limitaciones de las obras de entrega respectivas, tampoco se considera los excedentes no regulados no aprovechados del Alto Colca.

Este excedente hídrico no aprovechable promedio de 80 MMC en el sistema de embalses, permite indicar que el Sistema Hidráulico Chili, requeriría incrementar la capacidad de regulación total (recuperación de la capacidad de diseño o nuevos embalses en la cuenca del Chili), para no sólo cubrir los déficits estacionales o de los paquetes de años secos, en la Situación Actual para más de 2 años, sino sobre todo, para poder cubrir en una Situación Futura, los requerimientos de la demanda poblacional creciente, como a continuación se expone.



B.- Resultados e interpretación general del balance a nivel del Sistema Chili Regulado, Situación Futura

La Situación Futura, considera igual oferta hídrica total disponible de 507 MMC (neta de 487, más 93 MMC promedio anual de recuperación), y una demanda total de 493 MMC (poblacional : 97 MMC, 20%, agrícola : 390 MMC, 79%, y minero : 6 MMC, 1%),

El incremento se presenta en la duplicación de la demanda poblacional, manteniendo constante la demanda agrícola y minera con respecto a la situación Actual.

Con las premisas o consideraciones de simulación del balance hídrico, los resultados son los siguientes, del Cuadro N° 5,8 :

SISTEMA CHILI REGULADO											
RESUMEN DEL BALANCE HÍDRICO SITUACION FUTURA, AÑO 2020; PERIODO : 1964 - 2000											
DEMANDA	OFERTA TOTAL NETA* (MMC)	DEMANDA TOTAL (MMC)	DEFICIT EN TIEMPO		DEFICIT EN VOLUMEN				SATIS - FACCION DE LA DEMANDA		INDICE DE DEFICIT ID
			MESES PROMEDIO C/DEFICIT	PERIODO PROMEDIO S/DEFICIT (%)	PROMEDIO TOTAL ANUAL		MAXIMO MENSUAL PROMEDIO		SI	NO	
					(MMC)	(%)	(MMC)	(%)			
E (100%)	487	493	2	85	38	8	12	24	25	12	2,31

* : Adicionalmente, 93 MMC promedio anual de agua de recuperación.

* **Resultados Generales;** en el Sistema Chili Regulado - para el período simulado 1964 - 2000, y con una oferta hídrica total disponible promedio de 487 MMC - los resultados del balance hídrico en la Situación Futura, son los siguientes :

En promedio el balance a nivel mensual, reporta un período sin déficit de 85%, es decir, 2 mes deficitario por año, aceptable en el tiempo.

En volumen se presenta un déficit promedio anual de 38 MMC (8% de la demanda anual, aceptable), pero cercano al límite permisible (10%).

Mensualmente, el déficit máximo promedio es de 12 MMC : el 24% de la demanda mensual, también es un resultado aceptable, pero tendiente hacia el límite máximo (30%).

Sin embargo, de 37 años del período analizado, 25 presentan niveles de satisfacción de la demanda, y 12 años de no satisfacción, lo que se consideraría según la premisa establecida como no aceptable.

Finalmente, el Índice de Déficit ID = 2,31, refleja un déficit promedio anual mayor al 10% establecido como aceptable.

En la Situación Futura, el Balance no cumpliría en su conjunto las condiciones de satisfacción, lo que reflejaría, cuan sensible es el Sistema a un incremento de la demanda (en este caso 11% más con respecto a la Situación Actual), y que los recursos hídricos disponibles y la demanda, en la Situación Actual se encuentran en una situación de “equilibrio límite”, lo que requeriría de mejorar la capacidad de regulación existente.



5.4.- Balance Hídrico en la cuenca del río Yura

La demanda hídrica en la cuenca del río Yura, se determinó como una de las actividades programadas en el componente Evaluación del Sistema de Riego del Proyecto de Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en el Chili, 2002.

En el Cuadro N° 5,9 se presenta – a nivel mensual - la demanda hídrica en el río Yura, haciendo un total de 81,63 MMC, correspondiente a las Juntas de Usuarios : Quiscos – Uyupampa (15,82 MMC), Valle de Yura (12,60 MMC) y Yuramayo (53,22 MMC), respectivamente.

En cuanto a la disponibilidad hídrica, el sector Quiscos – Uyupampa, se ubica aguas arriba de La Calera ($A = 1\ 100\ \text{km}^2$; $P_p = 220,46\ \text{mm}$; $V_{\text{medio}} = 88,85\ \text{MMC}$; $V_{75\%} = 73,24\ \text{MMC}$), en el lugar identificado como Puntillos ($A = 693,1\ \text{km}^2$; $P_p = 263\ \text{mm}$); se trasladaron entonces los caudales a Puntillos por una relación de áreas y precipitación, con un factor de ajuste de $f = 0,7215$, obteniéndose para Puntillos un volumen total anual promedio disponible de $V_{75\%} = 55,05\ \text{MMC}$.

La disponibilidad neta en La Calera sería los caudales medios mensuales generados al 75%, menos la demanda de Quiscos – Uyupampa (83,43 MMC), más el agua de retorno, estimada en 45% del agua de riego de Quiscos – Uyupampa.

En el Cuadro N° 5,10 se muestra el balance hídrico correspondiente, explicándose de la manera siguiente :

.* En el sector Quiscos – Uyupampa, la demanda (15,82 MMC) es satisfecha plenamente, con una oferta de 55,05 MMC.

.* En La Calera, la demanda del Valle de Yura y Yuramayo de 65,82 MMC es cubierta en los meses de enero a agosto; sin embargo en el mes de setiembre se presenta un déficit no significativo de 5,60% con respecto a la demanda (aceptable : máximo de 10%); pero en los meses de octubre, noviembre y diciembre, ocurren déficits significativos : 26,02, 26,28 y 18,77%, respectivamente.

Si bien, la generación de caudales ha sido conservadora (de menor rendimiento hídrico, 30% menos de lo obtenido por AUTODEMA), un manejo racional, indicaría una ligera reducción de las áreas sembradas, o modificación de la cédula formulada.



CUADRO N° 5,1
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
INFORMACION BASICA
PARA LA DETERMINACION DE LA DEMANDA HIDRICA AGRICOLA
AÑO 2000

CEDULA DE CULTIVOS

Cultivos	Cédula de Cultivos por Subsectores de Riego (%)			
	Chili Regulado	La Joya Antigua	La Joya Nueva	
			S. Isidro La Cano	San Camilo
1.- Frutales	1			1
2.- Alfalfa	55	58	69	67
3.- Espárrago		3		
4.- Cebolla Ambarina	1			
5.- Cebolla Seca	6	5	2	3
6.- Cebolla Verde	9	2	2	2
7.- Ajo	3	2		1
8.- Zapallo	1			
9.- Maíz Amiláceo	3	4		
10.- Maíz Chala	6	23	19	21
11.- Papa	3	3	8	5
12.- Calabaza	1			
13.- Poro	1			
14.- Zanahoria	2			
15.- Apio	2			
16.- Repollo	1			
17.- Coliflor	1			
18.- Beterraga	1			
19.- Haba Verde	1			
20.- Arveja Verde	1			
21.- Cebada	1			
Total %	100	100	100	100

FUENTE : INADE, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)

**EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP),
PRECIPITACION TOTAL (PP) Y PRECIPITACION EFECTIVA (Ppe)**

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total (mm/año)
1.- ETP (mm/día)	4.2	4.0	3.8	3.7	3.3	3.0	3.1	3.7	4.1	4.5	4.7	4.6	1,414.8
2.- PP (mm/mes)	15.0	29.1	13.8	0.8	0.2	0.0	0.0	1.3	0.3	0.3	1.8	3.9	66.5
3.- Ppe (mm/mes)	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5

FUENTE : INADE, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)

EFICIENCIA DE RIEGO

Eficiencia	Sistema de Riego	
	Por Gravedad	Por Aspersión
De Conducción (Ec)	80%	80%
De Distribución (Ed)	82%	85%
De Aplicación (Ea)	56%	62%
De Riego (Er)	37%	42%
Er = Ec * Ed * Ea		

FUENTE : INADE, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 5.2
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO

DEMANDA HIDRICA AGRICOLA
AÑO 2000

SECTOR	PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AREA		DEMANDA	
														PROMEDIO	MAXIMA	PARCIAL	TOTAL
1.- CHILI REGULADO	Demanda (MMC)	14,275	11,566	13,363	12,932	12,581	10,921	12,169	15,441	16,323	19,277	18,992	17,489				175,329
	Area Cultivada (ha)	6,553,00	6,644,00	6,644,00	6,644,00	6,826,00	6,735,00	6,917,00	7,372,00	7,190,00	7,190,00	7,099,00	6,735,00	6,879,08	7,372,00		
2.- LA JOYA	Demanda (MMC)	19,236	17,415	17,968	16,311	14,797	13,011	12,297	14,203	18,673	22,576	23,405	24,287				214,179
	Area Cultivada (ha)	8,075,00	8,233,00	8,134,00	8,424,00	8,424,00	8,293,00	7,753,00	7,950,00	8,490,00	8,424,00	8,369,00	8,659,00	8,269,00	8,659,00		
2.1.- Joya Antigua	Demanda (MMC)	9,208	8,029	8,571	7,468	6,754	5,611	5,118	6,320	8,399	10,287	10,312	10,887				96,964
	Area Cultivada (ha)	3,789,00	3,789,00	3,789,00	3,838,00	3,838,00	3,641,00	3,395,00	3,592,00	3,838,00	3,838,00	3,740,00	3,937,00	3,752,00	3,937,00		
2.2.- Joya Nueva	Demanda (MMC)	10,028	9,386	9,397	8,843	8,043	7,400	7,179	7,883	10,274	12,289	13,093	13,400				117,215
	Area Cultivada (ha)	4,286,00	4,444,00	4,345,00	4,586,00	4,586,00	4,652,00	4,358,00	4,358,00	4,652,00	4,586,00	4,629,00	4,722,00	4,517,00	4,722,00		
2.2.1.- San Isidro, La Cano	Demanda (MMC)	6,023	5,584	5,328	5,492	4,995	4,722	4,647	5,096	6,522	7,717	8,322	8,368				72,816
	Area Cultivada (ha)	2,478,00	2,544,00	2,445,00	2,709,00	2,709,00	2,775,00	2,643,00	2,643,00	2,775,00	2,709,00	2,775,00	2,775,00	2,665,00	2,775,00		
2.2.2.- San Camilo	Demanda (MMC)	4,005	3,802	4,069	3,351	3,048	2,678	2,532	2,787	3,752	4,572	4,771	5,032				44,399
	Area Cultivada (ha)	1,808,00	1,900,00	1,900,00	1,877,00	1,877,00	1,877,00	1,715,00	1,715,00	1,877,00	1,877,00	1,854,00	1,947,00	1,852,00	1,947,00		
TOTAL	Demanda (MMC)	33,511	28,981	31,331	29,243	27,378	23,932	24,466	29,644	34,996	41,853	42,397	41,776				389,508
	Area Cultivada (ha)	14,628,00	14,877,00	14,778,00	15,068,00	15,250,00	15,028,00	14,670,00	15,322,00	15,680,00	15,614,00	15,468,00	15,394,00	15,148,08	16,031,00		

FUENTE : INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)

DEMANDA HIDRICA MINERA E INDUSTRIAL
AÑO 2000

SECTOR	DEMANDA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	DEMANDA		
														PARCIAL	TOTAL	
1.- CHILI REGULADO	Industrial	MMC	0,478	0,432	0,478	0,463	0,478	0,463	0,478	0,478	0,463	0,478	0,463	0,478		5,630
			Superficial	0,169	0,153	0,169	0,164	0,169	0,164	0,169	0,169	0,164	0,169	0,164	0,169	1,992
			Subsuelo	0,305	0,276	0,305	0,296	0,305	0,296	0,305	0,305	0,296	0,305	0,296	0,305	3,595
			Filtr + Manan	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,043
	Minero	MMC	0,268	0,242	0,268	0,259	0,268	0,259	0,268	0,268	0,259	0,268	0,259	0,268		3,154
			Superficial	0,268	0,242	0,268	0,259	0,268	0,259	0,268	0,268	0,259	0,268	0,259	0,268	3,154

FUENTE : INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 5.3
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO

DEMANDA HIDRICA AGRICOLA EN EL AMBITO DE LA JUNTA DE USUARIOS DE LA JOYA ANTIGUA Y NUEVA
AÑO 2000

SECTOR	PARAMETRO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MODULO PROMEDIO (l/s/ha)	AREA		DEMANDA		
																PROMEDIO	MAXIMA	PARCIAL	TOTAL	
																(ha)	(ha)	(MMC)	(MMC)	
1.-	LA JOYA	Demanda (MMC)	24,920	22,220	24,070	20,910	19,170	15,360	15,990	16,010	20,990	26,450	27,930	25,080						259,100
		Area Cultivada (ha)	8.425,04	8.221,67	8.104,19	8.089,88	8.429,80	7.926,10	7.501,76	7.291,33	7.924,04	7.563,87	7.626,74	7.109,32		7.851,15	8.429,80			
1.1.-	Joya Antigua	Demanda (MMC)	10,300	9,250	10,440	9,290	9,390	7,490	7,850	6,050	8,050	11,090	11,700	9,880						110,780
		Area Cultivada (ha)	3.482,71	3.429,73	3.499,06	3.504,19	4.032,29	3.822,63	3.667,85	2.852,40	3.040,15	3.079,63	3.117,85	2.736,94		3.355,45	4.032,29			
		Módulo (l/s/ha)	1,10	1,11	1,11	1,02	0,87	0,76	0,80	0,79	1,02	1,34	1,45	1,35	1,06					
1.2.-	Joya Nueva	Demanda (MMC)	14,620	12,970	13,630	11,620	9,780	7,870	8,140	9,960	12,940	15,360	16,230	15,200						148,320
		Area Cultivada (ha)	4.942,33	4.791,94	4.605,13	4.585,69	4.397,51	4.103,47	3.833,91	4.438,93	4.883,89	4.484,24	4.508,89	4.372,38		4.495,69	4.942,33			
		Módulo (l/s/ha)	1,10	1,12	1,10	0,98	0,83	0,74	0,79	0,84	1,02	1,28	1,39	1,30	1,04					

Eficiencia Global Asumida (%): 37% : Gravedad : 35%, Aspersión : 40%.

FUENTE : Diagnóstico de la Distribución del Agua de Riego, 2002



CUADRO N° 54
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO

VOLUMENES DE AGUA SUPERFICIALES Y SUBTERRANEOS, CONSUMIDOS EN BASE A LA DEMANDA HIDRICA
AÑO 2002

1.- AGUAS SUPERFICIALES

AÑO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	CAUDAL PROMEDIO (m ³ /s)	VOLUMEN TOTAL (MMC)
1.- 1997	Caudal, Q2 (m ³ /s)	11,31	16,49	21,08	14,32	13,09	10,83	7,68	8,62	9,68	10,20	10,62	11,07	12,08	144,99
	Volumen, V2 (MMC)	30,28	39,89	56,46	37,12	35,07	28,06	20,57	23,08	25,08	27,31	27,51	29,66	31,67	380,09
2.- 1998	Caudal, Q2 (m ³ /s)	12,34	18,78	16,17	14,36	12,62	9,62	9,85	9,85	11,82	12,48	13,11	13,12	12,84	154,12
	Volumen, V2 (MMC)	33,05	45,44	43,32	37,22	33,80	24,94	26,38	25,53	30,64	33,43	33,98	35,14	33,57	402,87
3.- 1999	Caudal, Q2 (m ³ /s)	12,42	54,89	116,05	36,69	15,93	11,80	11,79	13,56	14,41	14,66	15,72	15,76	27,81	333,68
	Volumen, V2 (MMC)	33,27	132,79	310,83	95,10	42,67	30,59	31,58	36,32	37,35	39,27	40,75	42,21	72,73	872,73
4.- 2000	Caudal, Q2 (m ³ /s)	20,13	55,23	44,79	19,71	13,83	12,44	12,46	12,46	13,76	14,65	15,72	15,72	20,91	250,90
	Volumen, V2 (MMC)	53,92	133,61	119,67	51,09	37,04	32,24	33,37	33,37	35,67	39,24	40,75	42,10	54,34	652,07
5.- 2001	Caudal, Q2 (m ³ /s)	19,14	78,94	116,36	44,18	24,70	18,37	20,83	18,54	18,90	13,12	13,04	13,15	33,27	399,27
	Volumen, V2 (MMC)	51,27	190,97	311,66	114,52	66,16	47,62	55,79	49,66	48,99	35,14	33,80	35,22	86,73	1.040,78
6.- 2002	Caudal, Q2 (m ³ /s)	19,14	24,71	88,63	34,56	11,89	11,89	11,65	10,90	12,15	12,49	14,20	14,61	22,24	266,82
	Volumen, V2 (MMC)	51,27	59,78	237,39	89,58	31,85	30,82	31,20	29,20	31,49	33,45	36,81	39,13	58,50	701,96
Promedio	Caudal, Q2 (m ³ /s)	13,32	13,32	13,32	13,32	15,34	12,49	12,38	12,32	13,45	12,93	13,74	13,91	13,32	159,84
	Volumen, V2 (MMC)	35,68	32,22	35,68	34,53	41,10	32,38	33,15	32,86	34,87	34,64	35,60	37,24	34,99	419,94
Poblacional	(MMC)	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942		47,30
Industrial	(MMC)	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038		0,46
Minero	(MMC)	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526		6,31
Agrario	(MMC)	31,170	27,718	31,170	30,019	36,591	27,871	28,643	28,354	30,363	30,133	31,093	32,738		365,86
TOTAL	(MMC)	35,676	32,224	35,676	34,525	41,097	32,377	33,149	32,860	34,869	34,639	35,599	37,244		419,94

USO SEGÚN RECIBO DE TARIFA - AGUA SUPERFICIAL					
DEMANDA ANUAL	POBLACIONAL	INDUSTRIAL	MINERO	AGRARIO	TOTAL
Volumen Consumido (MMC)	47,304	0,461	6,307	365,900	419,97

2.- AGUAS SUBTERRANEAS

USO SEGÚN RECIBO DE TARIFA - AGUA SUBTERRANEA					
DEMANDA ANUAL	POBLACIONAL	INDUSTRIAL	MINERO	AGRARIO	TOTAL
Volumen Consumido (MMC)	11,050	1,822	0,085		12,95

FUENTE: ATDR - Chili, 2002



Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili



CUADRO N° 5,5

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO CHILI
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
DEMANDA HIDRICA TOTAL DE AGUA SUPERFICIAL (MMC)
AÑO 2000

DEMANDA	USUARIO		DEMANDAS (MMC)												Subtotal	Total
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
1.- POBLACIONAL	AREQUIPA	"Pobl ar"	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980	3,980		47,765
	Poblacional		3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	3,942	47,304	
	Industrial		0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,461	
	Coeficiente		0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	1,000	
2.- AGRICOLA	S. CHILI REGULADO		33,511	28,981	31,331	29,243	27,378	23,932	24,466	29,644	34,996	41,853	42,397	41,776		389,508
	Chili Regulado	"Irri 1"	14,275	11,566	13,363	12,932	12,581	10,921	12,169	15,441	16,323	19,277	18,992	17,489	175,329	
	Coeficiente		0,081	0,066	0,076	0,074	0,072	0,062	0,069	0,088	0,093	0,110	0,108	0,100	1,000	
	La Joya A y N	"Irri 2"	19,236	17,415	17,968	16,311	14,797	13,011	12,297	14,203	18,673	22,576	23,405	24,287	214,179	
	Coeficiente		0,090	0,081	0,084	0,076	0,069	0,061	0,057	0,066	0,087	0,105	0,109	0,113	1,000	
3.- MINERA	CERRO VERDE	"Mina cv"	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533		6,392
	Coeficiente		0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	1,000	
DEMANDA HIDRICA TOTAL (MMC)															443,665	

La demanda poblacional (poblacional e industrial) corresponde a los volúmenes demandados de la ATDR-Chili;
la demanda poblacional de INADE - ATA, 2002 (Referencia Bibliográfica N° 6)



CUADRO N° 5,6

SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
RESUMENES DEL BALANCE HIDRICO A NIVEL MENSUAL
SITUACION ACTUAL : AÑO 2000
PERIODO : 1964 - 2000
(MMC)

AÑO	OFERTA HIDRICA (MMC)	DEMANDA HIDRICA TOTAL (MMC)	DEFICIT EN TIEMPO		DEFICIT EN VOLUMEN				INDICE DE DEFICIT	SATISFACCION DE LA DEMANDA	
			MESES C/DEFICIT	PERIODO S/DEFICIT (%)	TOTAL ANUAL		MAXIMO MENSUAL			SI	NO
					(MMC)	(%)	(MMC)	(%)			
1 1964	395,21	443,67	1	92	6,486	1,462	6,486	14,013	0,00	X	
2 1965	394,04	443,67	5	58	89,246	20,116	33,199	70,771	0,04		X
3 1966	286,10	443,67	6	50	176,381	39,756	40,507	87,364	0,16		X
4 1967	482,00	443,67	4	67	95,287	21,477	36,820	78,491	0,05		X
5 1968	548,46	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
6 1969	363,28	443,67	3	75	75,558	17,030	33,247	70,873	0,03		X
7 1970	476,46	443,67	2	83	43,144	9,724	24,376	52,660	0,01		X
8 1971	530,61	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
9 1972	556,36	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
10 1973	677,00	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
11 1974	775,78	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
12 1975	711,64	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
13 1976	585,47	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
14 1977	560,52	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
15 1978	441,13	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
16 1979	434,18	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
17 1980	338,47	443,67	1	92	6,366	1,435	6,366	13,752	0,00	X	
18 1981	620,93	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
19 1982	507,05	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
20 1983	258,28	443,67	1	92	21,034	4,741	21,034	45,442	0,00		X
21 1984	825,31	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
22 1985	648,77	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
23 1986	734,95	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
24 1987	432,22	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
25 1988	499,60	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
26 1989	423,17	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
27 1990	281,93	443,67	3	75	55,305	12,466	35,117	74,860	0,02		X
28 1991	469,12	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
29 1992	248,45	443,67	5	58	136,900	30,857	34,145	73,764	0,10		X
30 1993	442,01	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
31 1994	684,70	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
32 1995	401,74	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
33 1996	460,00	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
34 1997	461,10	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
35 1998	449,29	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
36 1999	723,82	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
37 2000	632,95	443,67	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
Media	507,08	443,67	1	93	19	4	7	16	1,07	29	8



CUADRO N° 5,7

SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
BALANCE HIDRICO A NIVEL MENSUAL
RESUMENES DE LOS EXCEDENTES HIDRICOS NO APROVECHABLES
SITUACION ACTUAL : AÑO 2000
PERIODO : 1964 - 2000
(MMC)

AÑO	OFERTA HIDRICA (MMC)	DEMANDA HIDRICA TOTAL (MMC)	EXCEDENTES NO APROVECHABLES				
			EMBALSE EL PAÑE	EMBALSE AGUADA BL.	EMBALSE EL FRAILE	TOTAL	
1	1964	395,21	443,67	0	36	0	36
2	1965	394,04	443,67	0	0	0	0
3	1966	286,10	443,67	0	0	0	0
4	1967	482,00	443,67	0	129	0	129
5	1968	548,46	443,67	0	62	0	62
6	1969	363,28	443,67	0	0	0	0
7	1970	476,46	443,67	0	56	0	56
8	1971	530,61	443,67	11	23	0	34
9	1972	556,36	443,67	23	10	19	52
10	1973	677,00	443,67	0	107	100	208
11	1974	775,78	443,67	31	50	122	203
12	1975	711,64	443,67	59	61	169	289
13	1976	585,47	443,67	36	23	92	151
14	1977	560,52	443,67	0	14	83	96
15	1978	441,13	443,67	0	0	37	37
16	1979	434,18	443,67	0	0	4	4
17	1980	338,47	443,67	0	0	0	0
18	1981	620,93	443,67	0	59	0	59
19	1982	507,05	443,67	23	16	9	49
20	1983	258,28	443,67	0	0	2	2
21	1984	825,31	443,67	55	110	30	196
22	1985	648,77	443,67	20	104	95	219
23	1986	734,95	443,67	70	104	152	327
24	1987	432,22	443,67	4	0	38	42
25	1988	499,60	443,67	19	6	13	38
26	1989	423,17	443,67	0	0	26	26
27	1990	281,93	443,67	0	0	0	0
28	1991	469,12	443,67	0	0	0	0
29	1992	248,45	443,67	0	0	0	0
30	1993	442,01	443,67	0	0	0	0
31	1994	684,70	443,67	17	84	13	114
32	1995	401,74	443,67	8	3	6	17
33	1996	460,00	443,67	0	0	0	0
34	1997	461,10	443,67	0	8	16	24
35	1998	449,29	443,67	0	0	46	46
36	1999	723,82	443,67	11	138	81	230
37	2000	632,95	443,67	0	85	64	149
Media		507,08	443,67	11	35	33	78



CUADRO N° 5,8

SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
RESUMEN DEL BALANCE HIDRICO A NIVEL MENSUAL
SITUACION FUTURA : AÑO 2020
PERIODO : 1964 - 2000
(MMC)

AÑO	OFERTA HIDRICA (MMC)	DEMANDA HIDRICA TOTAL (MMC)	DEFICIT EN TIEMPO		DEFICIT EN VOLUMEN				INDICE DE DEFICIT	SATISFACCION DE LA DEMANDA	
			MESES C/DEFICIT	PERIODO S/DEFICIT (%)	TOTAL ANUAL		MAXIMO MENSUAL			SI	NO
					(MMC)	(%)	(MMC)	(%)			
1 1964	395,21	493,30	2	83	42,218	8,558	33,913	67,253	0,01		X
2 1965	394,04	493,30	7	42	133,289	27,020	37,335	73,140	0,07		X
3 1966	286,10	493,30	8	33	221,854	44,973	44,644	88,399	0,20		X
4 1967	482,00	493,30	5	58	134,034	27,171	40,957	80,234	0,07		X
5 1968	548,46	493,30	1	92	9,270	1,879	9,270	18,384	0,00	X	
6 1969	363,28	493,30	5	58	139,936	28,367	39,344	77,906	0,08		X
7 1970	476,46	493,30	3	75	77,587	15,728	36,082	70,684	0,02		X
8 1971	530,61	493,30	1	92	10,410	2,110	10,410	20,645	0,00	X	
9 1972	556,36	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
10 1973	677,00	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
11 1974	775,78	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
12 1975	711,64	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
13 1976	585,47	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
14 1977	560,52	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
15 1978	441,13	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
16 1979	434,18	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
17 1980	338,47	493,30	6	50	116,531	23,622	27,900	55,244	0,06		X
18 1981	620,93	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
19 1982	507,05	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
20 1983	258,28	493,30	3	75	84,550	17,140	42,997	85,269	0,03		X
21 1984	825,31	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
22 1985	648,77	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
23 1986	734,95	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
24 1987	432,22	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
25 1988	493,60	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
26 1989	423,17	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
27 1990	281,93	493,30	7	42	157,994	32,028	39,253	76,897	0,10		X
28 1991	469,12	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
29 1992	248,45	493,30	9	25	219,438	44,483	38,281	75,916	0,20		X
30 1993	442,01	493,30	3	75	26,568	5,386	19,410	38,434	0,00		X
31 1994	684,70	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
32 1995	401,74	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
33 1996	460,00	493,30	2	83	12,938	2,623	9,102	17,830	0,00	X	
34 1997	461,10	493,30	1	92	10,888	2,207	10,888	21,592	0,00	X	
35 1998	449,29	493,30	2	83	23,116	4,686	17,830	34,928	0,00		X
36 1999	723,82	493,30	0	100	3,537	0,717	0,000	0,000	0,00	X	
37 2000	632,95	493,30	0	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	X	
Media	507,08	493,30	2	85	38	8	12	24	2,31	25	12



CUADRO N° 5,9

**CUENCA RIO YURA
DEMANDA HIDRICA (MMC)
AÑO 2002**

JUNTA DE USUARIOS		DEMANDA (MMC)												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1,-	Valle de Yura	0,99	0,93	1,03	1,03	1,05	0,94	1,00	0,80	1,08	1,29	1,28	1,18	12,60
2,-	Yuramayo	5,00	4,99	5,23	4,11	3,79	3,19	3,48	3,37	4,13	5,13	5,34	5,46	53,22
3,-	Quiscos - Uyupampa	0,96	1,00	1,21	1,24	1,22	1,18	1,10	1,38	1,51	1,75	1,72	1,56	15,83
TOTAL YURA		6,95	6,92	7,47	6,38	6,06	5,31	5,58	5,55	6,72	8,17	8,34	8,20	81,65

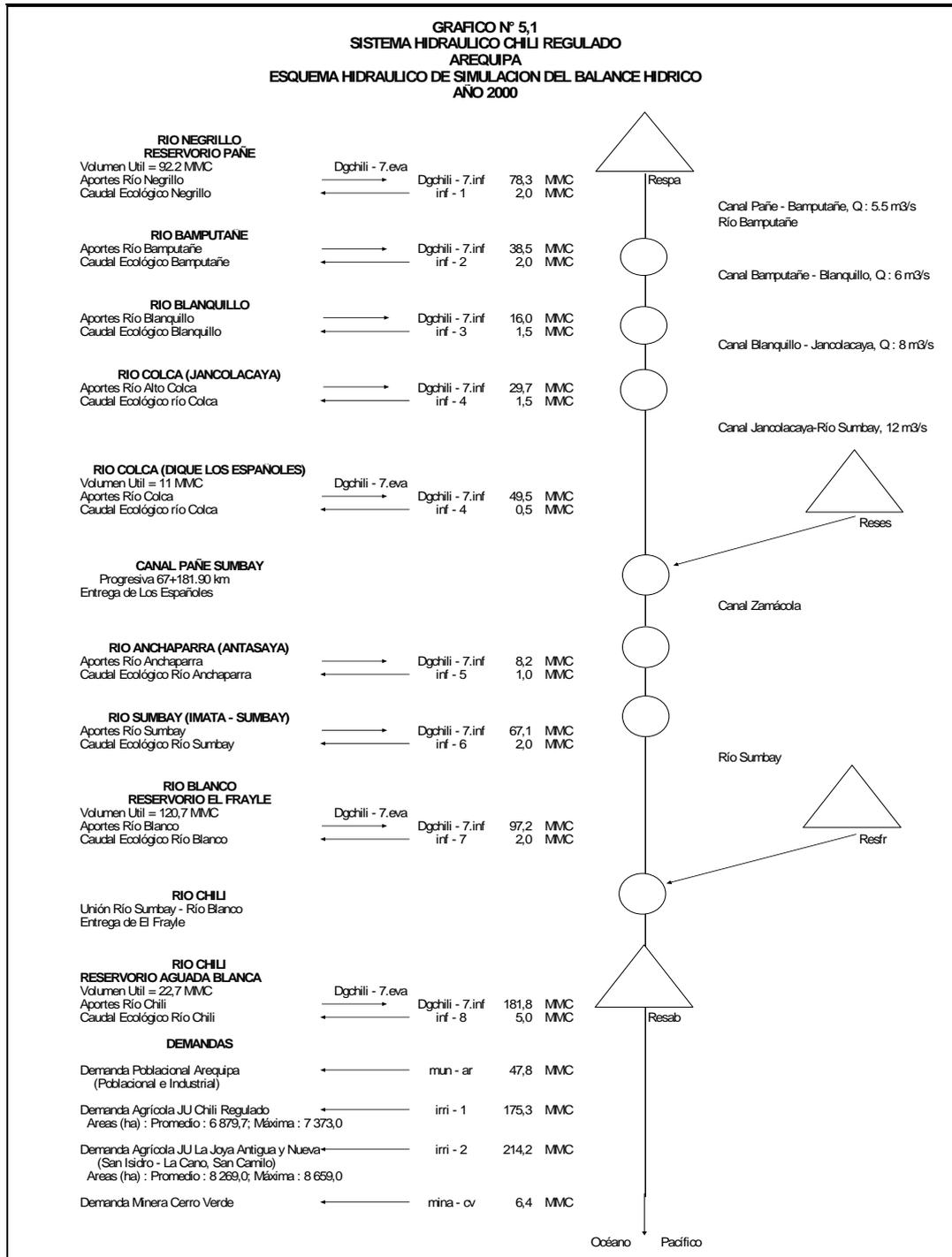
FUENTE : Componente Evaluación Sistema de Riego, 2002



CUADRO N° 5,10

RIO YURA
BALANCE HIDRICO
(Junta de Usuarios : Quiscos - Uyupampa, Valle de Yura y Yuramayo)

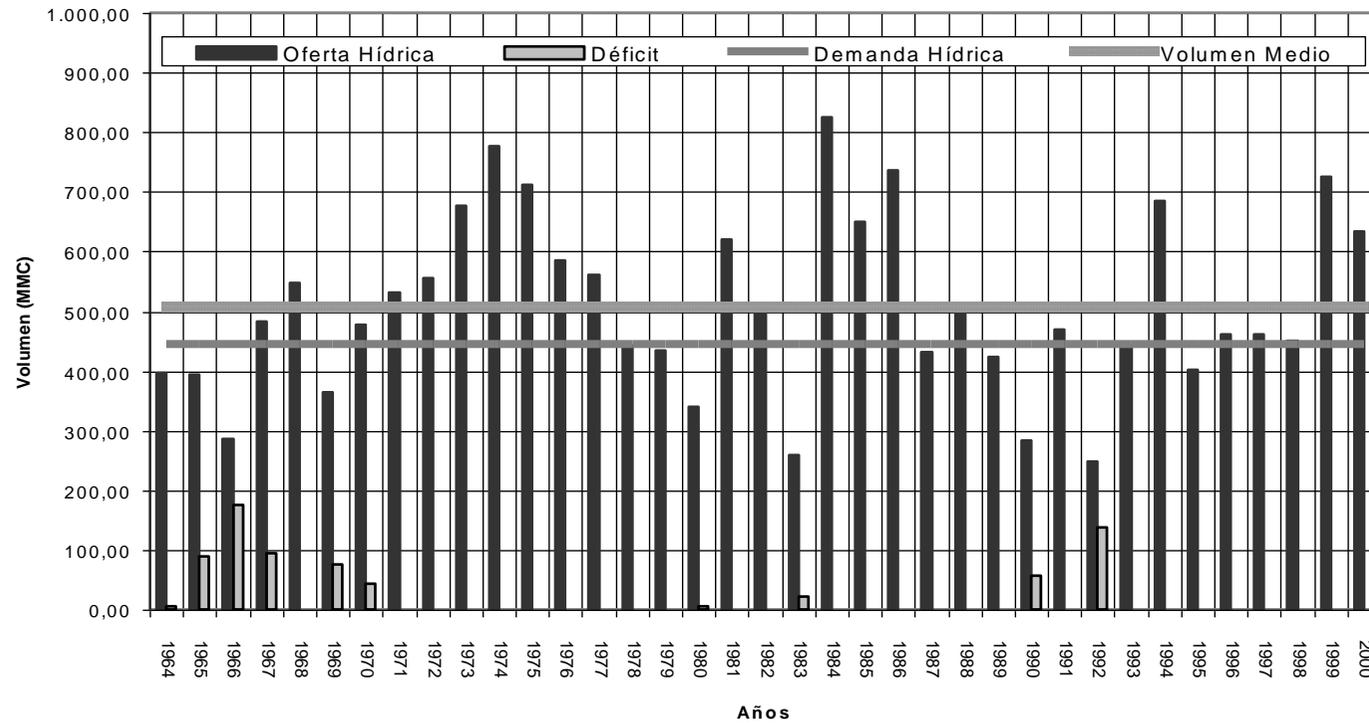
Descripción	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Medio	Total
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
DISPONIBILIDAD LA CALERA															
		A = 1100 km ²					Pp = 220,5 mm								
Q medio	m ³ /s	3,81	4,78	4,14	2,99	2,29	2,10	1,98	2,02	2,11	2,07	2,25	2,63	2,76	
Q 75%		2,66	3,36	2,94	2,44	2,10	1,96	1,88	1,85	1,99	1,96	2,01	2,19	2,28	
V medio	MMC	10,21	12,80	11,09	8,02	6,12	5,63	5,29	5,42	5,66	5,54	6,03	7,03	7,40	88,85
V 75%		7,13	9,01	7,87	6,55	5,61	5,25	5,03	4,96	5,32	5,25	5,39	5,87	6,10	73,24
BALANCE HIDRICO															
SECTOR PUNTILLO															
Disponibilidad Hídrica Puntillo															
		A = 693,1 km ²					Pp = 263 mm								
Factor de Ajuste Q (Puntillo - La Calera) =		0,752													
V 75%	MMC	5,36	6,77	5,92	4,92	4,22	3,94	3,78	3,73	4,00	3,95	4,05	4,41	4,59	55,05
Demanda Hídrica Quiscos - Uyupampa															
Dqu	MMC	0,96	1,00	1,21	1,24	1,22	1,18	1,10	1,38	1,51	1,75	1,72	1,56	1,32	15,83
Balance Hídrico															
Superávit	MMC	4,40	5,77	4,71	3,68	3,00	2,76	2,68	2,35	2,49	2,20	2,33	2,85	3,27	39,22
Déficit		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SECTOR LA CALERA															
Disponibilidad Hídrica Neta La Calera															
V 75%	MMC	6,14	8,08	6,84	5,52	4,56	4,31	4,03	4,16	4,24	3,96	4,11	4,69	5,05	60,64
Retorno(45%)		0,43	0,45	0,54	0,56	0,55	0,53	0,50	0,62	0,68	0,79	0,77	0,70	0,59	7,12
Total		6,58	8,53	7,39	6,08	5,11	4,84	4,52	4,78	4,92	4,75	4,88	5,39	5,65	67,77
Demanda Hídrica en La Calera (Valle Yura y Yuramayo)															
Valle Yura	MMC	0,99	0,93	1,03	1,03	1,05	0,94	1,00	0,80	1,08	1,29	1,28	1,18	1,05	12,60
Yuramayo		5,00	4,99	5,23	4,11	3,79	3,19	3,48	3,37	4,13	5,13	5,34	5,46	4,44	53,22
Total		5,99	5,92	6,26	5,14	4,84	4,13	4,48	4,17	5,21	6,42	6,62	6,64	5,49	65,82
Balance Hídrico Final															
Superávit	MMC	0,59	2,61	1,13	0,94	0,27	0,71	0,04	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00		6,90
Déficit		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,67	1,74	1,25		4,95
% Dda	%									5,60	26,02	26,28	18,77		



ADAPTACION : GRAFICO Nº iii - 5, INADE - AUTODEMA, 2001 (Referencia Bibliográfica Nº 4).



GRAFICO N° 5,2
SISTEMA HIDRAULICO CHILI REGULADO
RESULTADOS DEL BALANCE HIDRICO
PERIODO : 1964 - 2000





6.- ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS

6.1.- Generalidades

Los eventos extremos – máximos y mínimos – están referidos al análisis de máximas avenidas y de sequías en el río Chili.

En el Chili Regulado, el análisis de máximas avenidas, se efectúa en el embalse Aguada Blanca, que constituye la regulación final del Sistema; por limitaciones de información (específicamente a nivel horario, pues sólo se dispone de registros promedio diarios), se presenta el análisis efectuado por AUTODEMA al 2000.

El análisis de sequías, al disponerse en este caso de la información de caudales medios mensuales naturalizados y regulados, y siguiendo la metodología de AUTODEMA, se actualizó al año 2000,

6.2.- Análisis de máximas avenidas

El cálculo de avenidas, refiere AUTODEMA, es requerido generalmente para el diseño de las obras de derivación, regulación y evacuación de crecidas.

En el caso de obras de regulación interesa además conocer el hidrograma de la avenida de diseño para el análisis del efecto regulador o de laminación del embalse, En el caso del Chili Regulado, el análisis se desarrolló en el embalse Aguada Blanca, por su importancia en el Sistema, y por su cercanía a Arequipa.

6.2.1.- Metodología

La metodología utilizada por AUTODEMA, para el análisis de las avenidas, tuvo los siguientes pasos :

- . * Acopio de los datos básicos de avenidas, tales como niveles del embalse horarios, caudales por compuertas y cálculo de caudales que transitaron por el aliviadero Morning Glory del embalse.
- . * En base al examen de los datos recopilados, se determinó las avenidas anuales para el período 1967 – 1991, que produjeron los mayores caudales descargados.
- . * Con los datos básicos y los caudales descargados, se calcularon en base a técnicas de tránsito de avenidas los caudales ingresantes.
- . * Para cada año se determinó el máximo caudal descargado y el máximo caudal ingresante (no laminado).
- . * Para el periodo seleccionado se efectuó un análisis de frecuencia de los caudales máximos descargados y de los máximos caudales ingresantes.
- . * Finalmente se estudió el comportamiento del aliviadero de Aguada Blanca frente a las máximas avenidas ocurridas.



La única estación hidrométrica involucrada en el estudio de AUTODEMA, fue el vertedero Morning Glory de Aguada Blanca; para el periodo 1977 - 1991, se analizaron las descargas reguladas por la compuerta de regulación y las de Charcani V, y las descargas por el rebose de la presa.

Para el análisis del tránsito de avenidas en la presa Aguada Blanca, se empleó la ecuación de almacenamiento al tener estas compuertas controladas y un vertedero libre graduado; los datos disponibles para el análisis fueron los de almacenamiento - elevación y los registros de descarga.

El tratamiento matemático por procedimientos hidrológicos simples para el tránsito de las ondas de avenida en embalses, está condicionado a la validez de la ecuación de continuidad o almacenamiento para un tramo no muy extenso y limitado por dos estaciones hidrométricas.

Uno de los inconvenientes para el cálculo de tránsito de avenidas en un embalse por la ecuación de almacenamiento, es el influjo local que entra al tramo delimitado entre las dos estaciones; pero el mismo si es relativamente pequeño en comparación con el caudal principal no es relevante. En este caso no se considera el influjo local.

La ecuación utilizada corresponde a:

$$S_2 - S_1 = \frac{(I_1 + I_2)t}{2} - \frac{(O_1 + O_2)t}{2} - O_r t$$

Donde :

- S = Volumen de Almacenamiento en los instantes 1 y 2
- O = Caudal de salida en los instantes 1 y 2
- I = Caudal afluente o entrante en los instantes 1 y 2
- O_r = Caudal de salida regulado por compuertas
- T = Tiempo entre los instantes 1 y 2

Los cálculos se efectuaron con la siguiente expresión :

$$I_1 = \left(\frac{2S_2}{t} + O_2 \right) - \left(\frac{2S_1}{t} - O_1 \right) - I_2 + 2O_r$$

Donde :

- I₁ = Caudal afluente en el momento 1



O_r	=	Descarga regulada por compuertas
t	=	Tiempo entre registros. En este caso 1 hora
O_1	=	Caudal de salida en el instante 1
O_2	=	Caudal de salida en el instante 2
S_1	=	Volumen de almacenamiento en el instante 1
S_2	=	Diferencia de volumen entre los instantes
I_2	=	Caudal afluente en el instante 2
Q	=	Caudal afluente promedio entre los instantes 1 y 2

En los años en los que no se produjeron descargas por el aliviadero de demasías del Embalse Aguada Blanca, se consideró como caudales de entrada y salida, las descargas promedio reguladas efectuadas.

6.2.2.- Resultados

En el Cuadro N° 6,1 y Gráfico N° 6,1, se presentan los registros de caudales máximos descargados (dato) y los caudales máximos afluentes (resultados del cálculo descrito); las máximas descargas producidas son la suma de la descarga por el aliviadero, más la descarga regulada por compuertas.

El efecto regulador del embalse presenta atenuaciones que varían entre 30 - 40 % para caudales entrantes superiores a los 150 m³/s, y en el rango de 55 - 60 % para caudales entrantes inferiores a 100 m³/s.

Una conclusión fundamental que sugieren estos resultados, manifiesta AUTODEMA, es que el análisis de las avenidas y los tránsitos por el Morning Glory, muestran que para el periodo de análisis (15 años) los caudales máximos instantáneos apenas han alcanzado – en 1986 con 205,2 m³/s – el 40 % de la capacidad máxima de evacuación (500 m³/s); y que las previsiones hidrológicas del estudio han sido adecuadas.

Los caudales máximos anuales obtenidos, se “ajustan” mejor a la distribución teórica de Log - Pearson Tipo III; en el Cuadro N° 6,2 y Gráfico N° 6,2, se presenta - para diferentes periodos de retorno - los caudales esperados que serían descargados por las estructuras de control de la presa Aguada Blanca, así como los máximos caudales ingresantes o afluentes.

Concluye AUTODEMA, que el análisis de máximas avenidas efectuado - consistente con los resultados de estudios anteriores - prueba que la capacidad asignada al Morning Glory de Aguada Blanca es apropiada, y que significaría apropiada seguridad para que no se produzcan derrames por encima del cuerpo de presa, y que los eventos hidrológicos extraordinarios serían de relativo peligro para la infraestructura aguas abajo del mismo.



6.2.3.- Efectos en la sub cuenca Chili

Los principales efectos que se producen aguas abajo del embalse Aguada Blanca, refiere AUTODEMA, son en forma de flujos incontrolados que producen el arrasamiento de las bocatomas rústicas como permanentes; ello significa - que a veces hasta por dos semanas - que ocurriendo fuertes caudales en el río Chili, algunos sistemas de riego se encuentren sin agua, de modo particular ello es más evidente en la zona de Tiabaya y Uchumayo.

En algunos años como 1989 y 1997, en que las lluvias no se presentaron en las partes altas (sino que ocurrieron por debajo de la cota 3 700 m.s.n.m, ocurriendo flujos totalmente incontrolados, en tal caso, algunas torrenteras que atraviesan la ciudad (con cauces sin tránsito hidráulico por varios años e invadidos por viviendas), han servido como medio de descarga de esos flujos torrentosos, ocasionando desbordes en algunas urbanizaciones, produciendo severos daños al sistema de alcantarillado de la ciudad y a la propiedad urbana privada. Es recurrente este fenómeno por las denominadas torrenteras I, II y III de la ciudad.

En 1989, avenidas extraordinarias por la torrentera I, ocasionaron los desbordes por el Malecón de La Marina. Las otras dos torrenteras afectan a los distritos de Mariano Melgar, Paucarpata y Bustamante y Rivero.

Un fenómeno semejante, pero más acentuado, debido a una mayor área de drenaje y a la ausencia de obras de regulación, enfrentan los cauces de la sub cuenca Oriental. Son recurrentes también los daños que producen los flujos torrentosos de los ríos Andamayo (afectando Chihuata, Sabandía, Socabaya, Uchumayo), Mollebaya y Yarabamba (afectando Yarabamba y Quequeña); combinaciones de estos flujos afectan, además, los valles de Vitor y Quilca.

6.3.- Análisis de Sequías

Este ítem se ha desarrollado, siguiendo los lineamientos del estudio de sequías de AUTODEMA, pero actualizando la data al período 1964 – 2000, y complementando con valores numéricos.

El análisis se hizo para el embalse Aguada Blanca.

El principio general de toda regulación es el de guardar los excedentes estacionales para ser aprovechados en el estiaje.

En este contexto, el análisis de sequías, tiene como punto de partida los datos mostrados en el Cuadro y Gráfico N° 6,3, y que corresponden a los caudales medios anuales naturalizados completados corregidos y los regulados en Aguada Blanca, los mismos que presentan para el período 1964 – 2000, una media de 9,93 y 11,48 m³/s, respectivamente, la diferencia se explicaría por el aporte del resto del Sistema Chili Regulado.

Se destaca en los 37 años de registro, que en los años secos y normales (alrededor de la media), los caudales regulados sean mayores que los naturalizados, lo que demuestra las bondades de la regulación. No se destacan los caudales naturalizados por ser mayores que los regulados en años húmedos.



Son ejemplo de caudales naturalizados y regulados (mayores), algunos de los años secos siguientes :

**EMBALSE AGUADA BLANCA
CAUDALES MEDIOS ANUALES
NATURALIZADOS Y REGULADOS**

AÑO SECO	CAUDAL MEDIO ANUAL NATURALIZADO (m³/s)	CAUDAL MEDIO ANUAL REGULADO (m³/s)
1965	4,26	5,82
1966	4,21	6,23
1989	8,09	9,72
1990	5,17	5,35
1991	8,76	11,06
1993	7,64	9,30

El balance hídrico efectuado para el Sistema Chili Regulado (1964 – 2000), muestra una oferta promedio superior a la demanda de los años normal, húmedo y seco, esto sería indicativo de que la capacidad de regulación en el Sistema sería inferior a los recursos potencialmente regulables.



CUADRO N° 6,1
EMBALSE AGUADA BLANCA
MÁXIMAS AVENIDAS HISTORICAS

AÑO		CAUDALES	
		AFLUENTES	DESCARGADOS
		(m ³ /s)	
1	1977	131,90	97,00
2	1978	55,20	25,00
3	1979	8,90	8,90
4	1980	8,50	8,50
5	1981	131,00	64,00
6	1982	11,10	11,10
7	1983	8,40	8,40
8	1984	29,80	29,80
9	1985	169,00	100,00
10	1986	283,90	205,20
11	1987	154,20	101,10
12	1988	119,40	54,20
13	1989	50,50	23,30
14	1990	8,00	8,00
15	1991	203,60	121,40

FUENTE : Cuadro 5,1,1, AUTODEMA, 2000

CUADRO N° 6,2
EMBALSE AGUADA BLANCA
ANÁLISIS DE MAXIMAS AVENIDAS

PERIODO RETORNO	CAUDALES	
	AFLUENTES	DESCARGADOS
	(m ³ /s)	
1	16,40	13,30
2	51,90	33,70
5	145,20	85,20
10	237,10	138,40
25	386,50	232,00
50	520,40	323,80
100	671,00	437,00

FUENTE : Cuadro 5,1,2, AUTODEMA, 2000



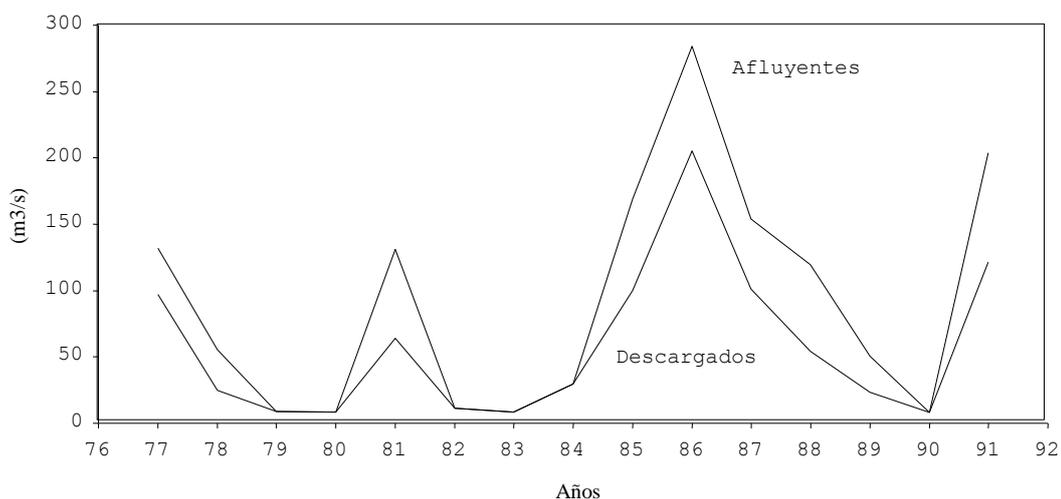
CUADRO N° 6,3
SISTEMA CHILI REGULADO
EMBALSE AGUADA BLANCA
CAUDALES MEDIOS ANUALES
NATURALIZADOS Y REGULADOS
(m³/s)
PERIODO : 1964 - 2000

Año	Río Chili Estación Aguada Blanca Caudal Medio Anual		
	Naturalizado Completado Corregido Final	Regulado	
(m ³ /s)			
1	1964	7.73	6.44
2	1965	4.26	5.82
3	1966	4.21	6.23
4	1967	11.05	12.82
5	1968	10.55	13.21
6	1969	6.71	10.06
7	1970	8.61	11.96
8	1971	9.87	12.58
9	1972	8.57	8.19
10	1973	14.17	14.29
11	1974	14.54	14.63
12	1975	16.44	16.19
13	1976	11.20	11.34
14	1977	11.51	11.24
15	1978	9.43	9.46
16	1979	8.44	8.48
17	1980	6.29	6.29
18	1981	13.09	12.92
19	1982	9.30	9.35
20	1983	5.43	5.42
21	1984	17.02	16.72
22	1985	14.14	18.37
23	1986	16.02	22.27
24	1987	9.41	12.16
25	1988	9.08	10.89
26	1989	8.09	9.72
27	1990	5.17	5.35
28	1991	8.76	11.06
29	1992	4.67	4.59
30	1993	7.64	9.30
31	1994	14.30	19.13
32	1995	7.78	9.51
33	1996	7.45	8.64
34	1997	8.41	10.22
35	1998	8.72	10.80
36	1999	16.54	22.26
37	2000	12.62	16.98
Media		9.93	11.48
DesvStd		3.61	4.51
Mínima		4.21	4.59
Máxima		17.02	22.27



GRAFICO N° 6,1

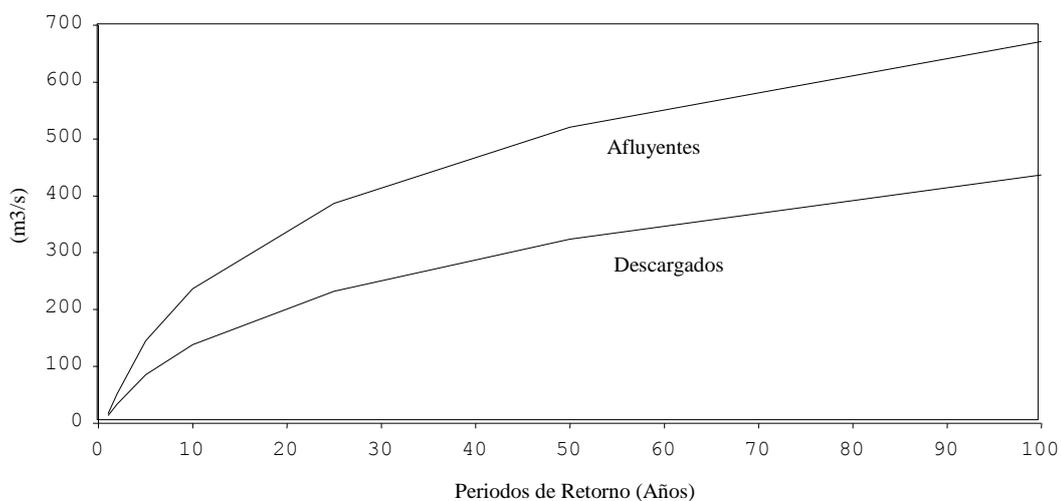
Avenidas Máximas Afluyentes y Descargadas en Aguada Blanca



FUENTE : Figura 5.1.1, AUTODEMA, 2000

GRAFICO N° 6,2

Periodos de Retorno de Máximas Avenidas Afluyentes y Descargadas en Aguada Blanca

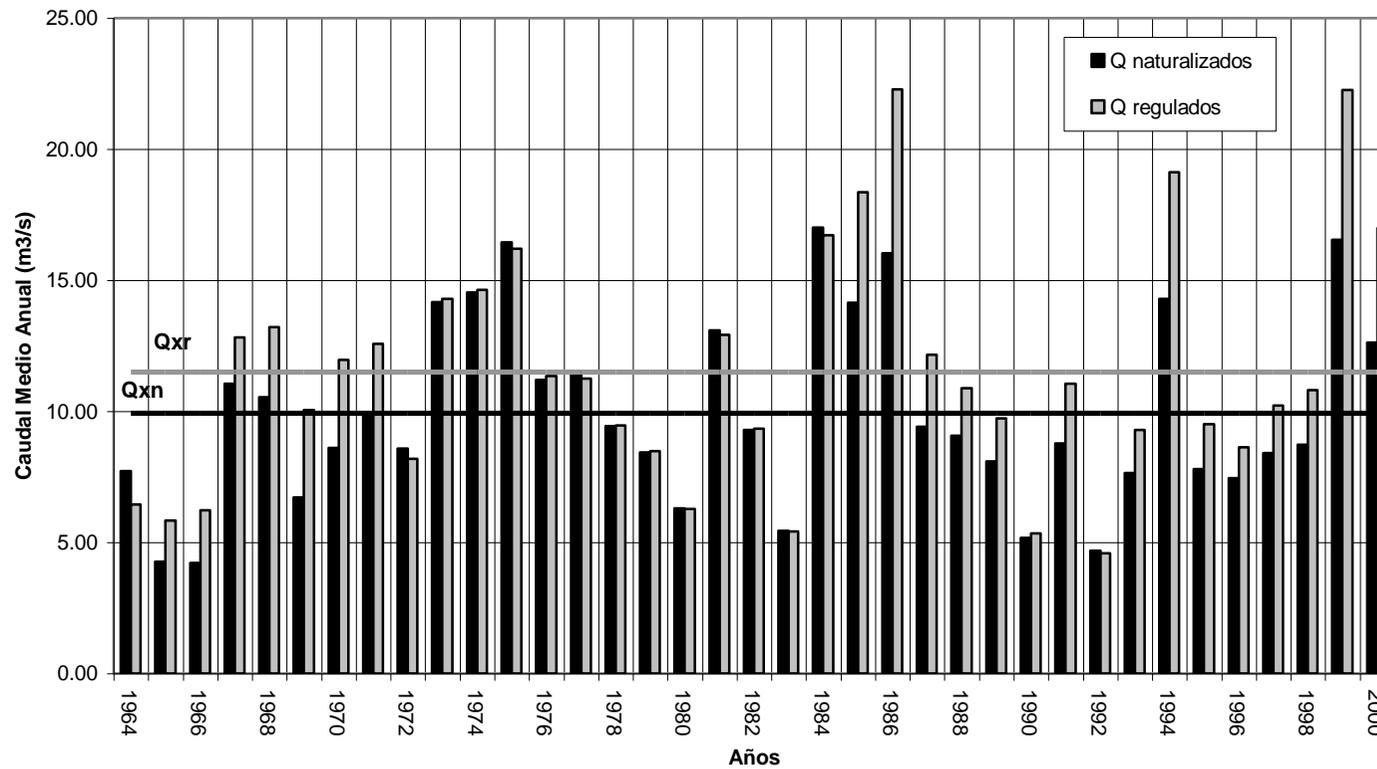


FUENTE : Figura 5.1.2, AUTODEMA, 2000



GRAFICO N° 6,3
EMBALSE AGUADA BLANCA
CAUDALES MEDIOS ANUALES NATURALIZADOS Y REGULADOS
PERIODO : 1964 - 2000
(m3/s)

Caudal medio anual : Naturalizado : $Q_{xn} = 9,93 \text{ m}^3/\text{s}$; Regulado : $Q_{xr} = 11,48 \text{ m}^3/\text{s}$





Evaluación y Ordenamiento del Uso de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili
Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili





7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Chili, 2002, se formulan las siguientes Conclusiones y Recomendaciones :

7.1.- Conclusiones

- * La cuenca del río Chili (área aproximada de 12 542 km², desde sus nacientes hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, sin considerar la subcuenca del río Siguan, presenta una precipitación total anual promedio de 245 mm, para el período de análisis 1964 -2000.

La subcuenca del Alto Colca, permite el afianzamiento del Sistema Hidráulico Chili Regulado, aportando recursos hídricos de una cuenca colectora de 783 km².

- * La oferta hídrica superficial es la siguiente : Alto Colca : 6,110 m³/s, Cuenca del Río Chili : 9,925 m³/s; total Sistema Hidráulico Chili Regulado : 16,035 m³/s (volumen total anual promedio de 507 MMC), para el período 1964 – 2000.

- * El año hidrológicamente húmedo es en volumen mayor a los 655 MMC, y el año seco, menor que 359 MMC.

- * La capacidad de regulación de diseño total del Sistema Chili, es de 342 MMC, distribuida los embalses : El Pañe : 93 MMC, Dique de Los Españoles : 11 MMC, El Fraile : 200 MMC, y Aguada Blanca : 38 MMC.

La capacidad de regulación actual es de 247 MMC : El Pañe : 92 MMC, Dique de Los Españoles : 11 MMC, El Fraile : 121 MMC, y Aguada Blanca : 23 MMC.

- * La demanda hídrica superficial multisectorial para efectos del balance hídrico en la Situación Actual (Año 2000), corresponde a un volumen de 444 MMC, distribuida del siguiente modo : Poblacional – Industrial, ciudad de Arequipa : 47,77 MMC (10,77%), Agrícola, La Campiña de Arequipa y La Joya : 389,51 MMC (87,79%), y minera, Cerro Verde : 6,39 MMC (1,44%).

La demanda hídrica superficial en la Situación Futura (Año 2020), duplicando la demanda poblacional, y manteniendo constante la demanda agrícola y minera es de un volumen total anual promedio de 493,4 MMC, con la siguiente distribución : Poblacional – Minera : 97,40 MMC (19,74%), Agrícola : 389,51 MMC (78,96%), y minera : 6,39 MMC (1,30%).

- * El balance hídrico en la Situación Actual (Año 2000), con una oferta no regulada del Alto Colca y río Sumbay (Imata), y las regulaciones en Aguada Blanca, El Pañe y El Fraile, con una oferta neta de 487 MMC, más 84 MMC anuales promedio de agua de recuperación, y una demanda total anual promedio de 444 MMC, reporta los siguientes resultados :

Para los usuarios poblacional – industrial y minero, no se aceptan déficits, es decir satisfacción al 100%, concentrándose en consecuencia los déficits en los usuarios agrícolas.



Se presenta un período anual promedio sin déficit del orden del 93% en tiempo, equivalente a un mes por año deficitario, aceptable según la premisa de satisfacción de hasta un período de 75 – 80% del tiempo, o hasta 3 meses deficitarios.

El déficit en volumen total anual promedio sería de 19 MMC, el 4% de la demanda total anual constante; aceptable, de acuerdo a la premisa de satisfacción de 10% anual, nivel en el que no se producirían pérdidas significativas en la cosecha.

El déficit en volumen total máximo mensual sería de 7 MMC, equivalente al 16% de la demanda mensual; aceptable, si se acepta un déficit máximo mensual de 30%; mayores déficits, significarían la pérdida total de la cosecha.

Se presentan, de acuerdo a las premisas de déficits en tiempo y volumen anual y mensual, en un total de 37 años de simulación, 29 años de satisfacción de la demanda y 8 años deficitarios; aceptable (un año deficitario por cada 4 años).

Finalmente, el Índice de Déficit, $ID = 1,07$, es indicativo de un déficit anual promedio inferior al 10% para el período 1964 – 2000.

Existiría una oferta hídrica no aprovechable del orden de los 80 MMC anuales promedio en el sistema de embalses (El Pañe, Fraile y Aguada Blanca), factibles de regularse para cubrir déficits hidrológicamente anuales o estacionales, si se incrementara la capacidad actual de regulación, que no permite embalsar recursos excedentes para más de 2 años seguidos.

* El balance hídrico para la Situación Futura (Año 2020), con una oferta hídrica superficial de 487 MMC, más 93 MMC de agua de recuperación, y una demanda hídrica total anual promedio constante de 493 MMC, reporta los siguientes resultados :

Se presenta un período anual promedio sin déficit del orden del 85% en tiempo, equivalente a 2 meses por año deficitario, aceptable según la premisa de satisfacción asumida.

El déficit en volumen total anual promedio sería de 38 MMC, el 8% de la demanda total anual constante; aceptable, de acuerdo a la premisa de satisfacción de 10% anual, pero cercano a este límite máximo.

El déficit en volumen total máximo mensual sería de 12 MMC, 24% de la demanda mensual; aceptable pero próximo al déficit máximo mensual de 30%.

Para un total de 37 años de simulación, se presentan 25 años de satisfacción de la demanda y 12 años deficitarios; no aceptable, según la premisa de hasta 9 – 10 años deficitarios para la extensión del período indicado.

El Índice de Déficit, $ID = 2,31$, refleja un déficit mayor al 10% anual promedio, lo que indica no satisfacción para el período 1964 – 2000.



7.2.- Recomendaciones

- . * Estando el Sistema Hidráulico Chili Regulado en una situación “límite de equilibrio” entre la oferta y la demanda en la Situación Actual, se recomienda – por el lado de la oferta - incrementar la capacidad de regulación actual (247 MMC), en el corto plazo, recuperando la capacidad de diseño (342 MMC), y/o en el mediano plazo con nuevos embalses en la cuenca del Chili (Sumbay y Pillones), para aprovechar, como mínimo, la oferta hídrica no aprovechable promedio de 80 MMC, anuales, con un máximo de 327 MMC.

Refuerza esta recomendación, el hecho de cuán sensible es el equilibrio oferta – demanda de la Situación Actual (Año 2000), pues al incrementar en sólo 11% la demanda actual en la Situación Futura (2020), al duplicar la demanda poblacional, los resultados del balance hídrico para el período simulado, se reportan como no satisfactorios, según las premisas de satisfacción adoptadas.

- . * Por el lado de la demanda hídrica, se recomienda mayor atención en los módulos de riego actuales, que reflejen en el tiempo, mejores eficiencias
- . * Se recomienda mejorar la red hidrometeorológica del Sistema Hidráulico Chili Regulado, en especial su automatización.
- . * Finalmente, se recomienda el Modelamiento de la Cuenca, que incorpore los procesos y resultados del presente Estudio Hidrológico, 2202, de tal modo que la toma de decisiones, fuera en tiempo real, es decir como un proceso continuo, interactuando la oferta y la demanda, según los requerimientos de la ATDR – Chili y el Comité Multisectorial.