

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
REGIÓN DE TARAPACÁ**

**CONSTRUCCIÓN BARRERAS DE GOMA
RÍO SAN JOSÉ. COMUNA DE ARICA**

ETAPA I

(REV. A)

Noviembre 2000

CONIC - BF
Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

CONTENIDO GENERAL DEL INFORME

1.	INTRODUCCION	1.1
2.	RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES	2.1
2.1	Antecedentes Cartográficos y Fotográficos	2.1
2.2	Antecedentes de Registros Hidrológicos y Meteorológicos	2.1
2.3	Informes de Estudios anteriores pertinentes	2.2
2.3.1	"Estudio sobre el desarrollo de los Recursos de Agua en la Parte Norte de Chile". DGA – MOP. Agencia de Cooperación Internacional de Japón - JICA 1995.	2.2
2.3.2	"Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos en la Provincia de Arica". CONIC – BF para la CORFO. Agosto 1995	2.2
2.3.3	"Modelo de Simulación de las Aguas Subterráneas del valle de Azapa". Ayala, Cabrera y Asoc., para la DGA. Enero 1989.....	2.3
2.3.4	"Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del río San José". Luis Arrau para la DGA. Diciembre 1997.	2.3
2.3.5	"Estudio de Factibilidad. Programa Manejo de Cuencas Hidrográficas. Informe de Diagnóstico. Cuenca río San José". Consorcio INFOR, ICSA y Bf para la DGA y la CONAF, Diciembre 1995.....	2.4
2.3.6	"Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río San José". AC Ingenieros Consultores para la DGA. Junio de 1998.....	2.4
2.3.7	"Diagnóstico de Pérdidas en Canales de Riego Lauca – Azapa", Bf Ingenieros Civiles para la Dirección de Riego del MOP. Diciembre 1991.	2.5
3.	ESTUDIOS HIDROLOGICOS DESARROLLADOS.....	3.1
3.1	Antecedentes Disponibles	3.1
3.1.1	Registros pluviométricos	3.1
3.1.2	Registros Fluviométricos.....	3.2
3.1.3	Antecedentes Evaporimétricos.....	3.3
3.1.4	Antecedentes Sedimentométricos.....	3.4
3.1.5	Antecedentes de Crecidas Históricas	3.4

3.2	Evaluación de Crecidas	3.7
3.2.1	Caudales Máximos de Crecidas	3.7
3.2.2	Volumen de Crecidas	3.12
3.2.3	Disponibilidad de Recursos de las Crecidas	3.19
3.3	Volumen adicional a los aportados por las Crecidas	3.21
4.	ESTUDIO AGRONÓMICO	4.1
4.1	Recopilación de Antecedentes	4.1
4.1.1	Consultorías de Interés para el presente Estudio	4.1
4.1.2	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)	4.3
4.1.3	COMCA	4.3
4.1.4	Asociación Gremial de Agricultores	4.3
4.1.5	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)	4.4
4.1.6	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	4.4
4.1.7	Comisión Nacional de Riego – CIREN CORFO	4.4
4.1.8	Ministerio de Agricultura	4.4
4.1.9	Universidad de Tarapacá	4.4
4.1.10	Otros Antecedentes	4.5
4.2	Situación Actual	4.5
4.2.1	Determinación del área de proyecto	4.5
4.2.2	Estructura Productiva	4.9
4.2.3	Estudio de Rendimientos y Precios	4.18
4.2.4	Necesidades de agua de riego	4.27
4.3	Situación Futura	4.31
4.3.1	Planteamiento de situación futura	4.31
4.3.2	Resultados Económicos	4.35
4.3.3	Desarrollo del riego	4.36
5.	PROPOSICION DE SITIOS DE EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS	5.1
5.1	Antecedentes considerados y Procedimientos utilizados	5.1
5.2	Criterios utilizados para la Identificación de Sitios de Emplazamientos	5.2
5.3	Identificación y Proposición de los Sitios de Emplazamiento	5.3
5.4	Trabajos de Terreno en Ejecución	5.7
5.4.1	Trabajos topográficos	5.7
5.4.2	Mediciones de infiltración en el cauce	5.7
6.	CARACTERIZACIONES GEOLOGICAS, HIDROGEOLOGICAS Y FLUVIALES	6.1
6.1	Introducción	6.1
6.2	Geología General	6.2
6.2.1	Generalidades	6.2

6.2.2	Geomorfología	6.2
6.2.3	Geología del sector	6.3
6.2.4	Estructuras	6.6
6.3	Geotecnia General	6.6
6.3.1	Geotécnia	6.6
6.3.2	Prospecciones requeridas	6.7
6.4	Hidrogeología del Cauce	6.7
6.5	Características de Cada Sector y Recomendaciones de Emplazamiento	6.9
7.	CRITERIOS O CONCEPTOS GENERALES DE DISEÑO	7.1

INDICE ANEXOS

ANEXO 1	CAPÍTULO 3	ESTUDIOS HIDROLOGICOS DESARROLLADOS
ANEXO 2	CAPÍTULO 4	ESTUDIO AGRONOMICO
ANEXO 3	CAPÍTULO 5	PROPOSICION DE LOS SITIOS DE EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS
ANEXO 4	CAPÍTULO 7	DISEÑOS CONCEPTUALES PRELIMINARES
ANEXO 5	METODOLOGÍA PROPUESTA	

1. INTRODUCCION

El presente informe corresponde a las actividades desarrolladas durante la Etapa 1 de esta Consultoría y de acuerdo a los Términos de Referencia del estudio, comprende los siguientes aspectos:

- Revisión y análisis de los antecedentes
- Presentación de la metodología y procedimientos de todas las actividades a realizar por el Consultor
- Entrega de todos los estudios (hidrológicos, agronómicos, etc..) que se estén realizando a la fecha de entrega.
- Entrega de todos los trabajos de terreno que se estén realizando a la fecha de entrega.

En el Capítulo 2 de este informe, se da cuenta de los antecedentes disponibles que se han recopilado a la fecha y del grado de utilización que se ha hecho de ellos en los análisis y trabajos en ejecución.

Los Estudios Hidrológicos realizados a la fecha, se incluyen en el Capítulo 3 del Informe.

El Capítulo 4, contiene el Estudio Agronómico que recopila y analiza la información relativa a la situación agronómica del valle.

La proposición de los sitios de emplazamiento de las obras de recarga, se desarrolla en el Capítulo 5 del Informe, incluyendo los criterios básicos y procedimientos de selección y los trabajos topográficos en ejecución.

El Capítulo 6 se refiere a una caracterización geológica, hidrogeológica y fluvial del tramo de interés del río San José, relacionados con la ubicación y caracterización de los sitios de emplazamiento de las obras.

Finalmente, en el Capítulo 7 del Informe, se incluyen algunos criterios o conceptos generales de diseño que se proponen para tener en cuenta al iniciar el proceso de diseño preliminar de las obras en la próxima etapa.

Los aspectos relacionados con la metodología y procedimientos, no se incluye en el texto principal del Informe, por cuanto ello fue desarrollado en la Propuesta Técnica presentada por este Consultor durante el proceso de licitación

de la Consultoría. Entendemos que al ser adjudicada ésta y no habiendo recibido comentarios u observaciones al respecto, éstos antecedentes han sido aprobados y sólo deberán tener modificaciones no significativas para adecuarse a las situaciones específicas que pudieren surgir en el desarrollo del trabajo. En todo caso, esta Metodología se incluyen en el Anexo 5 del Informe.

2. RECOPILACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES

Los tipos de antecedentes recopilados y analizados a la fecha, y que son pertinentes a los objetivos y alcances de esta consultoría, corresponden a: antecedentes cartográficos y fotográficos, antecedentes de registros hidrológicos y meteorológicos, y a informes de estudios anteriores. Cada uno de estos antecedentes se consigna en los párrafos siguientes, indicando cómo se utilizarán en este estudio y reseñándolos brevemente cuando corresponde y en relación a los objetivos y alcances de este estudio.

2.1 Antecedentes Cartográficos y Fotográficos

Corresponden a los siguientes:

- Fotocopia de 4 Planchetas(Valle Azapa; Sobraya; Pampa Algodonal y Santuario las Peñas) a Escala 1:25.000 del área de interés del estudio.
- Una plancheta del IGM a Escala 1: 250.000, del área del estudio.
- Aerofotografías a Esc: 1 : 30.000 vuelo SAF 1978.

Estos antecedentes han sido utilizados para programar y efectuar las diversas visitas al terreno, y en el proceso de identificación y selección de sitios de emplazamiento de las obras.

2.2 Antecedentes de Registros Hidrológicos y Meteorológicos

Fueron obtenidos en el CIRH de la DGA, y corresponden al siguiente tipo de información:

- Registros de caudales medios diarios y de caudales máximos anuales instantáneos en las estaciones fluviométricas de: San José en Ausipar y San José antes de Bocatoma del Canal Azapa.
- Registros de Precipitaciones Diarias y de Precipitaciones Máximas Anuales en 24, 48 y 72 horas , en las estaciones pluviométricas de: Belen; Portezuelo Chapiquiña; Central Chapiquiña; Azapa; Tignamar y Murmuntane.
- Registros de Caudales medios diarios captados en el Canal Azapa.
- Registros diarios de evaporación en la estación meteorológica de Azapa.

Estos antecedentes están siendo utilizados en la evaluación de las crecidas, en la estimación de los recursos hídricos disponibles a utilizar en las pozas de recarga y en los balances hídricos de cada poza.

2.3 Informes de Estudios anteriores pertinentes

Se han recopilado, y se están analizando, los informes de los siguientes estudios que se reseñan resumidamente a continuación:

2.3.1 "Estudio sobre el desarrollo de los Recursos de Agua en la Parte Norte de Chile". DGA – MOP. Agencia de Cooperación Internacional de Japón - JICA 1995.

Este estudio se refiere a diversas zonas y cuencas del Norte del país, entre ellas a la cuenca del río San José. El estudio contiene una estimación de los recursos de agua superficiales disponibles en el valle de Azapa y sobre la base de un balance hídrico del valle y estimaciones del consumo de agua en el mismo, se estiman déficits medio anuales.

Adicionalmente, se presentan los antecedentes hidrogeológicos básicos y se hace evaluación de los recursos subterráneos disponibles, incluyendo un catastro de pozos y norias. La caracterización hidrogeológica del sistema acuífero alcanza sólo desde la ciudad de Arica hasta Cabuza, y en consecuencia, no cubre el área de emplazamiento de las pozas de recarga, por lo que los perfiles hidrogeológicos que se incluyen, sólo es posible extrapolarlos hasta dichos lugares de interés.

2.3.2 "Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos en la Provincia de Arica". CONIC – BF para la CORFO. Agosto 1995

El objetivo de este estudio fue elaborar un plan de aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos de la provincia de Arica, con un horizonte de 30 años, para solucionar principalmente los déficits de agua potable de la ciudad. Se estimaron las demandas actuales y futuras en función del precio y proyección del crecimiento del riego en el valle. Se identifican y se caracterizaron diversas medidas para optimizar el uso del recurso y generar nuevas disponibilidades. La mayor utilización de este informe en el estudio, se refiere a los antecedentes relacionados con las proyecciones de agua potable en Arica, con la evolución de su sistema de abastecimiento, y con la cuantificación de las consecuencias del ritmo de explotación a ese año, lo que señala claramente la necesidad de nuevas fuentes que aporten recursos hídricos significativos.

2.3.3 "Modelo de Simulación de las Aguas Subterráneas del valle de Azapa". Ayala, Cabrera y Asoc., para la DGA. Enero 1989.

Uno de los objetivos de este estudio fue cuantificar los recursos hídricos del valle. En relación a la aguas superficiales, se sintetizó una estadística de caudales en el río San José antes de la bocatoma del canal Azapa, determinándose las curvas de duración para los caudales medios mensuales y anuales.

Adicionalmente, se efectuó una caracterización del marco hidrogeológico del valle, con una síntesis de las diferentes formaciones rocosas y especialmente del relleno cuaternario, como base de una posterior modelación numérica de los sistema acuíferos. Se estableció una sectorización del valle (canal Azapa - Cabuza; Cabuza - Albarracines y Albarracines - Costa.

La información de mayor utilidad para esta Consultoría, correspondió a la verificación empírica histórica de cómo las crecidas en el río influyen en el incremento de los niveles piezométricos de los pozos aguas abajo, en la cuantificación del efecto de la recarga a las napas por las crecidas ocurridas en el río San José, estableciendo así una relación entre los caudales en el río San José antes de Bocatoma del canal Azapa y San José en Saucache y estimando cómo esta recarga se distribuye entre los tres sectores señalados del valle. Además, es muy útil el análisis cuantitativo de cómo influye un aumento del 20% de la recarga natural del río en los niveles piezométricos en diferentes sectores aguas abajo.

2.3.4 " Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del río San José". Luis Arrau para la DGA. Diciembre 1997.

El objetivo de este estudio es presentar el marco hidrogeológico del valle de Azapa para su posterior modelación numérica (modelos de operación superficial, de pronóstico, hidrogeológico y de calidad de aguas). Incluye una síntesis de los antecedentes contenidos en estudios anteriores, los cuales a su vez se han consignado en los puntos precedentes de este capítulo. Se complementa a la fecha del informe, el catastro de pozos y norias. Sobre la base de campañas de terreno, se complementan los estudios anteriores en relación a las pérdidas de agua en la red de canales del sistema de riego del valle, y el análisis de los consumos y proyecciones de demanda de agua en regadío y agua potable. Finalmente, los resultados de las simulaciones efectuadas, permitieron plantear diversas recomendaciones y conclusiones relacionadas con : la prohibición de nuevas explotaciones hasta no estudiar las solicitudes pendientes; la salinización progresiva de los acuíferos en el valle de Azapa; y estimaciones de la recarga actual del acuífero en diferentes escenarios hidrológicos históricos.

2.3.5 "Estudio de Factibilidad. Programa Manejo de Cuencas Hidrográficas. Informe de Diagnóstico. Cuenca río San José". Consorcio INFOR, ICSA y Bf para la DGA y la CONAF, Diciembre 1995.

En lo que es pertinente a los alcances de la presente Consultoría, en este estudio se realizó una recopilación de antecedentes consignados en estudios anteriores incluyendo la información pluviométrica y fluviométrica, y se evaluaron los recursos de agua superficiales en tres sectores de la cuenca, siendo uno de ellos el comprendido entre la bocatoma del canal Azapa y Arica. En estos sectores se efectuaron balances hidrológicos a nivel medio anual considerando también el sistema subterráneo. Se incluye también una evaluación de las demandas de agua en la cuenca y una descripción de la infraestructura existente para el aprovechamiento de los recursos hídricos en regadío, agua potable y hidroelectricidad.

Se efectúa un análisis de identificación y jerarquización de los problemas de gestión y conservación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, referencia a la escasez de agua de calidad adecuada y a la sobre explotación y salinización del acuífero del valle de Azapa.

Finalmente, se identifican y analizan en forma cualitativa los problemas más relevantes derivados de las crecidas a lo largo de 70 km de cauce y sus principales tributarios, proponiendo soluciones de obras fluviales para aminorar los daños provocados por ellas.

2.3.6 "Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río San José". AC Ingenieros Consultores para la DGA. Junio de 1998.

El objetivo de este estudio, es formular un Plan Director para la cuenca del río San José, destinado a establecer una planificación de corto, mediano y largo plazo, en el que se definan diversas medidas debidamente jerarquizadas, que permitan abordar y dar solución a los problemas y conflictos asociados al uso y demanda de los recursos hídricos en la cuenca.

El informe contiene una completa recopilación y análisis de todos los informes y antecedentes relacionados con estudios anteriores en la cuenca, en las materias relacionadas con el objetivo del estudio.

Se desarrolla un diagnóstico de los recursos hídricos en la cuenca considerando los aspectos de disponibilidad, calidad de las aguas, usos y demandas, balance hídrico y situación legal de las organizaciones de usuarios y de los derechos de agua. Se incluye una identificación y caracterización de los problemas, conflictos y alternativas estructurales y no estructurales de solución a los mismos, efectuando un análisis de

dichas soluciones. Finalmente, se incluye el Plan Director propiamente tal que se propone para la cuenca.

Bajo el punto de vista de los objetivos y alcances de esta Consultoría, los aspectos de mayor interés y utilidad contenidos en este informe, se refiere a las referencias bibliográficas, los antecedentes hidrológicos de las crecidas y el análisis de prediseño de barreras en el río San José para la recarga de aguas subterráneas.

2.3.7 "Diagnóstico de Pérdidas en Canales de Riego Lauca - Azapa". Bf Ingenieros Civiles para la Dirección de Riego del MOP. Diciembre 1991.

El estudio tuvo como objetivo la detección y cuantificación de pérdidas a lo largo del sistema Lauca - Azapa, el que estaría provocado básicamente por el deterioro de la infraestructura existente, así como también por la existencia de zonas muy permeables en el cauce del río San José.

En la presente consultoría, la información contenida en el informe respectivo, se utilizó para evaluar las pérdidas que se producen entre los caudales registrado en Ausipar y los registrados en la antigua estación fluviométrica de San José antes de la bocatoma del Canal Azapa.

3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS DESARROLLADOS

3.1 Antecedentes Disponibles

3.1.1 Registros pluviométricos

Para el desarrollo y caracterización de la pluviometría de la cuenca del río San José, enfocada hacia un análisis de los caudales de Crecidas del río, se encuentran disponibles las estadísticas de precipitaciones (lluvia) diarias en las siguientes estaciones pluviométricas correspondientes a la DGA, en los períodos globales que se indican.

- Belén (mayo 1963 - febrero 2000)
- Portezuelo Chapiquiña (abril 1976 - septiembre 1978)
- Central Chapiquiña (enero 1963 - febrero 2000)
- Azapa (agosto 1966 - enero 2000)
- Tignamar (enero 1968 - febrero 2000)
- Murmuntane (junio 1970 - diciembre 1987)

Las estaciones pluviométricas: Belén, Portezuelo Chapiquiña, Central Chapiquiña, Tignamar y Murmuntane se ubican en la parte alta de la cuenca del río San José, mientras que la estación Azapa se ubica en la medianía del valle de Azapa cercana a la Quebrada del Diablo.

Con objeto de caracterizar dichas estaciones a continuación en la Tabla 3.1, se indican para cada una de ellas, el código del Banco Nacional de Aguas, su altitud y las coordenadas geográficas que señalan sus ubicaciones.

TABLA 3.1
CARACTERIZACION DE LAS ESTACIONES
PLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS

Nombre	Código BNA	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Belén	01300053-0	18° 29'	69° 31'	3.240
Portezuelo Chapiquiña	01300051-4	18° 23'	69° 29'	4.400
Central Chapiquiña	01300052-2	18° 23'	69° 33'	3.280
Azapa	01310051-9	18° 31'	70° 01'	250
Tignamar	01300054-9	18° 35'	69° 30'	3.200
Murmuntane	01300050-6	18° 21'	69° 32'	3.280

Adicionalmente, para cada una de las estaciones antes mencionadas se cuenta con las estadísticas de precipitaciones máximas anuales en 24, 48 y 72 hr en los períodos que se señalan a continuación.

- Belén (1963 - 2000)
- Portezuelo Chapiquiña (1976 - 1979)
- Central Chapiquiña (1963 - 2000)
- Azapa (1966 - 2000)
- Tignamar (1968 - 2000)
- Murmuntane (1970 - 1987)

Con el propósito de apreciar la calidad y longitud de la estadística de precipitaciones diarias y precipitaciones máximas anuales en 24, 48 y 72 hr, correspondientes a las estaciones pluviométricas listadas en la Tabla 3.1, en el Anexo 1 se presentan los diagramas de barras, a nivel diario, con la información pluviométrica respectiva.

Cabe mencionar, que a nivel diario, la estación Central Chapiquiña presenta la mayor longitud de estadística con cerca de 26 años de información completa, mientras que la estación Portezuelo Chapiquiña no presenta años completos con información a nivel diario.

3.1.2 Registros Fluviométricos

Para los posteriores análisis del régimen de caudales y de los caudales de Crecidas en la cuenca del río San José, se dispone de los registros de caudales medios diarios en los períodos globales que se indican a continuación, en las siguientes estaciones fluviométricas pertenecientes a la DGA:

- Río San José en Livilcar (1937 - 1945)
- Río San José en Ausipar (1967 - 1972 y 1990 - 1999)
- Río San José antes BT Canal Azapa (1974 - 1984)
- Río San José en el Molino (1947 - 1948)
- Acueducto Azapa en BT Canal Azapa (1963 - 1998)

Las estaciones fluviométricas río San José en Livilcar, río San José antes BT Canal Azapa y río San José en el Molino se encuentran suspendidas, mientras que las restantes se encuentran vigentes.

En la Tabla 3.2 se presenta el listado con la nómina de las estaciones fluviométricas consideradas, incluyendo el código BNA, su año de instalación, las coordenadas geográficas que definen su ubicación y la altitud.

TABLA 3.2
CARACTERIZACION DE LAS ESTACIONES
FLUVIOMETRICAS CONSIDERADAS

Nombre	Código BNA	Año Instalación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Río San José en Livilcar	01310001-2	1937	18° 30'	69° 43'	3.000
Río San José en Ausipar	01310002-0	1940	18° 35'	69° 53'	1.300
Río San José antes BT C. Azapa	01310003-9	1961	18° 35'	69° 58'	960
Río San José en el Molino	01310005-5	1947	18° 25'	69° 54'	-
Acueducto Azapa en BT C. Azapa	01310004-7	1962	18° 30'	70° 00'	960

En relación con los caudales máximos anuales instantáneos, se recopiló dicha información en los períodos que se indican, en las estaciones fluviométricas siguientes:

- Río San José en Ausipar (1967 - 1972 y 1990 - 1999)
- Río San José antes BT Canal Azapa (1974 - 1983)

El resto de estaciones fluviométricas no presenta registros de caudales máximos instantáneos anuales.

Adicionalmente, se recopiló los antecedentes de las Crecidas ocurridas desde el 6 al 9 de febrero de 1999 y desde el 22 de enero al 8 febrero de 2000, dicha información aparece en documento oficial del Ministerio de Obras Públicas, publicada por el ingeniero civil Sr. Carlos Zamorano Manns (DGA, Región de Tarapacá).

En el Anexo 1 se presentan los diagramas de barras de la información fluviométrica disponible a nivel de caudales medios diarios y a nivel de los caudales máximos instantáneos anuales, en las estaciones fluviométricas antes señaladas.

3.1.3 Antecedentes Evaporimétricos

Se dispone de los registros de evaporación diaria y recorrido del viento de la estación Azapa (código BNA: 01310051-9) ubicada en la cuenca del río San José a una altitud de 250 msnm.

La estadística de registros de evaporación se extiende de manera discontinua desde julio de 1969 hasta febrero de 2000, presenta períodos sin datos, principalmente desde el año 1972 a 1975 y desde 1977 hasta 1979. A partir de la década de los ochenta y hasta febrero del 2000 presenta información más regular y completa.

En el Anexo 1 se presenta el diagrama de barras, a nivel mensual, con la información evaporimétrica disponible.

3.1.4 Antecedentes Sedimentométricos

Con relación a los antecedentes sedimentométricos, se dispone de la información recopilada en el Laboratorio Ambiental del Ministerio de Obras Públicas. Al respecto, en la Región I, este Laboratorio cuenta con registros sedimentométricos (no procesados), sólo en el río Lluta, en particular en las estaciones Río Lluta en Chapisca y Río Lluta en Tocontasi.

Los registros de la estación río Lluta en Chapisca se extienden desde 1994 hasta 1999 aproximadamente y son el resultado de dos tipos de muestreos: muestreo de sedimento en suspensión (rutinario) a nivel diario y muestreo integrado en vertical que se realiza, en promedio, una vez al mes.

Los registros de la estación río Lluta en Tocontasi se extienden desde agosto de 1999 a diciembre de 1999 y consisten en muestreos de sedimentos integrados en vertical (1 muestreo al mes).

3.1.5 Antecedentes de Crecidas Históricas

De acuerdo a los antecedentes proporcionados en el estudio del Plan Director de la cuenca del río San José (1998) y a la información procesada por la Dirección General de Aguas de la región, a continuación en la Tabla 3.3, se realiza una síntesis descriptiva de las Crecidas históricas más relevantes ocurridas en el río y sus efectos sobre la ciudad de Arica y sectores adyacentes. Para ello, se indica, la fecha de ocurrencia de las Crecidas y las principales características del evento.

TABLA 3.3
ANTECEDENTES DE LAS CRECIDAS HISTORICAS
RELEVANTES DEL RIO SAN JOSE

Fecha Crecida	Características
02/1943	El escurrimiento del río San José llegó al mar durante varios días. No se mencionan daños
01/1955	La Crecida del río San José duró dos meses, llegando su caudal al mar. Se desconoce si hubo pérdidas humanas y materiales
02/1959 – 03/1959	Se estimó un caudal máximo de 30 m³/s en la zona baja del valle. Reiteradas Crecidas del río Tignamar obligaron a trasladar el pueblo del mismo nombre.
01/1960	La Crecida del río San José tuvo una duración de 29 días, no llegando su caudal a la parte inferior del valle. No se menciona la ocurrencia de daños.
01/1961 – 03/1961	Considerada uno de los mayores eventos ocurridos. Su volumen se estimó en 22 Hm³. No se menciona la ocurrencia de daños.
02/1963 – 03/1963	Su volumen se estimó en 11 Hm³. Se desconoce si hubo pérdidas materiales y humanas.
20/02/1965	La Crecida del río provocó el corte del camino del sector Las Maitas.
26/02/1971	Se estimó en 30 m³/s el caudal máximo de la Crecida del río San José. La Crecida arrasó con las bocatomas pertenecientes a los regantes del valle de Azapa. El día 5 de marzo termina el flujo de aguas al mar.
02/72	Como consecuencia de las intensas lluvias asociadas al invierno altiplánico, el río San José se desbordó, arrasando puentes, caminos y viviendas modestas principalmente en Arica. El día 28 de febrero el caudal en Saucache sobrepasa los 70 m³/s y el día 6 de abril cesa el paso de las aguas por el Puente Saucache.
01/1973	A partir del 13 de enero se registraron intensas lluvias en el altiplano, las que provocaron un aumento de caudal y posterior desborde del río San José. Se estimó un caudal máximo de 290 m³/s. Se estima que al mar escurrieron alrededor de 60 millones de m³. Hubo importantes daños en el valle de Azapa y en la ciudad de Arica. Más de un centenar de casas ubicadas en las cercanías de las riberas del río, resultaron anegadas y/o destruidas. Se declara zona de catástrofe.
01/1974	A partir del 9 de enero se produce una Crecida del río San José cuyo caudal máximo se estimó en 46 m³/s. El día 28 de marzo finaliza el escurrimiento de aguas al mar.
29/1/1975	Se produce la llegada de las aguas del río al mar, con un caudal máximo del orden de los 3 m³/s. El escurrimiento de las aguas al mar finalizó el día 17 de febrero.
01/1976	Desborde del río San José e inundación de las poblaciones más modestas de la ciudad de Arica.

TABLA 3.3 (continuación)
ANTECEDENTES DE LAS CRECIDAS HISTORICAS
RELEVANTES DEL RIO SAN JOSE

Fecha Crecida	Características
01/1977 y 02/1977	A partir de enero ocurrió el descenso de las aguas del río San José. Se estimó un caudal máximo de 14,3 m ³ /s hacia fines de mes, con lo que se rompió la represa en Puntilla de Cabuza. El desborde del río destruyó las defensas fluviales ubicadas en el sector de Sobraya y en el canal distribuidor en más de 25 m.
01/1978 y 02/1978	Desde el 29 de enero hasta el 10 de febrero las aguas del río San José llegaron al mar. El caudal máximo se estimó en 15 m ³ /s. Se registraron daños en la Central Hidroeléctrica Chapiquiña
01/1981	Como consecuencia de la Crecida del río San José, éste llegó al mar, produciéndose el anegamiento del paso bajo nivel existente antes de su desembocadura en el mar.
02/1985	Otra Crecida importante del río San José se registró a partir del 25 de febrero. Se registraron caminos intransitables interrumpiendo prácticamente todas las pasadas vehiculares y dejando en malas condiciones los caminos hacia los poblados del interior.
02/1987	Ocurrió una Crecida del río San José que provocó la destrucción de los canales que riegan la zona agrícola del cerro Sombrero. El caudal máximo se estimó en 5 m ³ /s.
12/1992	Se registraron intensas lluvias en la zona precordillerana de Arica a partir del día 24 de diciembre, lo que ocasionó un aumento del caudal del río San José que arrastró piedras, tierra y escombros por el centro de Arica.
08/1993	Se registró una Crecida del río San José que alcanzó un caudal de 6 m ³ /s, resultando inundado el paso bajo nivel de la Av. Luis Beretta.
02/1999	El río San José llegó al mar el día 6 de febrero, registrándose en Saucache un caudal de 7,5 m ³ /s. El volumen escurrido al mar se estimó en 35 millones de m ³ .
01/2000	El día 22 de enero se inició una Crecida del río San José que alcanzó un caudal máximo de 11,4 m ³ /s. Se estima que un volumen del orden de 10 millones de m ³ llegó al mar.

Se puede apreciar que la Crecida de mayor magnitud ocurrió en el año 1973 con un caudal estimado de 290 m³/s, mientras que la Crecida de menor valor ocurrió en el año 1975 con un caudal de 3 m³/s. Estos valores permiten visualizar el orden de magnitud de los caudales de Crecidas ocurridos en el río San José.

3.2 Evaluación de Crecidas

3.2.1 Caudales Máximos de Crecidas

a) Introducción

Para estimar los caudales máximos de Crecidas en el río San José afluentes al tramo de interés en el cual se ubicarán las Barreras de Goma (aguas abajo de la bocatoma del Canal Azapa) y que permitirán el diseño de las mismas, se consideró las series históricas de los caudales máximos instantáneos anuales disponibles.

El análisis de frecuencia de dichos registros, necesarios para relacionarlos con los períodos de retorno en años, se realizó ajustando a la serie de caudales máximos instantáneos anuales los modelos de distribución de probabilidades usuales en hidrología.

Los períodos de retorno para los cuales se estimaron los caudales de Crecidas son: 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 250, 500 y 1.000 años

b) Estaciones fluviométricas consideradas

Para estimar los caudales máximos de Crecidas en el río San José afluentes a la zona del estudio, se cuenta únicamente con las series históricas de los caudales máximos instantáneos anuales de las estaciones río San José en Ausipar y río San José antes de bocatoma Canal Azapa, ubicadas aguas arriba del tramo del río en estudio. Las características más relevantes de estas estaciones se indicaron en el punto 3.1.2 correspondiente a los Antecedentes Disponibles.

La estación fluviométrica río San José en Ausipar, que se ubica a unos 6 km aguas arriba de la estación río San José antes de BT canal Azapa, dispone de una estadística de caudales instantáneos máximos anuales observados para los períodos que se extienden desde 1967 a 1972 y desde 1990 a 1999.

Por otro lado, la estación fluviométrica río San José antes de BT canal Azapa, que se ubica a unos 150 m aguas arriba de la bocatoma del acueducto Azapa, inició el control limnimétrico el 21 de agosto de 1974 y desde entonces el registro se interrumpió en diversas ocasiones por efectos de las Crecidas. Posteriormente, en julio de 1980, se inició el control limnigráfico que se interrumpió en el año 1983.

Desde el punto de vista de los caudales instantáneos máximos anuales, la estación fluviométrica río San José antes de bocatoma Canal Azapa, dispone de registros para el período que se extiende desde 1974 a 1983.

c) Series de caudales instantáneos máximos anuales considerados

A continuación en la Tabla 3.4, se comparan y caracterizan las series de caudales máximos instantáneos anuales disponibles en ambas estaciones fluviométricas seleccionadas, por medio de algunos parámetros estadísticos, tales como el valor promedio, el valor máximo, el valor mínimo y el número de datos que conforman ambas estadísticas.

TABLA 3.4
CARACTERIZACION DE LAS SERIES DE CAUDALES
MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES

Parámetro	Río San José en Ausipar	Río San José antes BT Canal Azapa
Promedio	24,5	7,6
Máximo	198,0	30,9
Mínimo	1,4	1,4
Nº de datos	16	10

Debido al bajo número de registros de caudales instantáneos máximos anuales que poseen ambas estaciones fluviométricas, no se considera aconsejable establecer un análisis estadístico de las series de cada estación.

Por esta razón y ante la imposibilidad de establecer algún tipo de correlación entre ambas estaciones fluviométricas que permitiera rellenar y/o extender los registros de alguna de ellas, se conformó una serie de caudales instantáneos máximos anuales consolidando ambas estadísticas en el río San José antes de bocatoma Canal Azapa.

Con esta idea, la serie de caudales instantáneos máximos anuales considerada para estimar los caudales de Crecidas afluentes a la zona del estudio, para los distintos períodos de retorno, se conformó con los registros de la estación río San José en Ausipar, afectándolos por las pérdidas de agua que se producen en el tramo de 6 km que la separa de la estación fluviométrica río San José antes BT Canal Azapa, y los registros de la estación río San José antes de bocatoma Canal Azapa.

Las pérdidas de aguas en el tramo comprendido entre ambas estaciones se estimaron considerando como base la curva gráfica de pérdidas del río San José,

obtenida por el estudio de BF Ingenieros Civiles¹ (1991), el cual realizó campañas de aforos en la zona alta del río San José.

Esta curva gráfica de pérdidas en el río San José, obtenida para caudales del río entre 656 l/s y 1.550 l/s, se ajustó a la siguiente ecuación del tipo logarítmica:

$$Q_p = 0,221 \cdot \ln(Q_a) + 0,202$$

Q_p : Pérdidas en el tramo del río San José comprendido entre Ausipar y bocatoma Canal Azapa (m³/s)

Q_a : Caudal río San José en Ausipar (m³/s)

Esta ecuación permite estimar las pérdidas para caudales mayores que 1.550 l/s, en el tramo del río San José, ubicado entre Ausipar y antes bocatoma canal Azapa, conociendo los caudales registrados en Ausipar. En el Anexo 1 se presenta la curva de pérdidas así obtenida.

Luego, la serie consolidada de caudales instantáneos máximos anuales así obtenida, resultó de 26 valores, con un caudal promedio de 18 m³/s. El caudal máximo de la serie resultó de 197 m³/s y el menor de 1 m³/s.

En la Tabla 3.5 se presentan las series de caudales instantáneos máximos anuales disponibles correspondientes a las estaciones río San José en Ausipar y río San José antes bocatoma canal Azapa (con fecha de ocurrencia), así como la serie consolidada que será utilizada para estimar los caudales de Crecidas del río San José para los periodos de retorno de interés.

¹ "Diagnóstico de Pérdidas en Canales de Riego Lauca – Azapa". Bf Ingenieros Civiles, diciembre de 1991.

TABLA 3.5
CAUDALES INSTANTANEOS MAXIMOS ANUALES

AÑO	ESTACIONES FLUVIOMETRICAS DGA				Serie consolidada (1) Caudal (m³/s)
	Rio San José en Ausipar Código BNA : 01310002-0		Rio San José antes Boc. Canal Azapa Código BNA : 01310003-9		
	Caudal (m³/s)	Fecha	Caudal (m³/s)	Fecha	
1967	1,35	23-sep	s.i.		1,1
1968	24,40	4-ene	s.i.		23,5
1969	3,38	14-jun	s.i.		2,9
1970	23,70	16-feb	s.i.		22,8
1971	37,20	9-feb	s.i.		36,2
1972	41,70	5-ene	s.i.		40,7
1973	s.i.		s.i.		s.i.
1974	s.i.		2,06	26-nov	2,06
1975	s.i.		4,50	22-ene	4,50
1976	s.i.		16,80	19-mar	16,80
1977	s.i.		30,90	18-feb	30,90
1978	s.i.		3,33	2-oct	3,33
1979	s.i.		3,52	16-mar	3,52
1980	s.i.		2,60	3-nov	2,60
1981	s.i.		5,76	21-feb	5,76
1982	s.i.		5,26	31-ene	5,26
1983	s.i.		1,38	9-mar	1,38
1984	s.i.		s.i.		s.i.
1985	s.i.		s.i.		s.i.
1986	s.i.		s.i.		s.i.
1987	s.i.		s.i.		s.i.
1988	s.i.		s.i.		s.i.
1989	s.i.		s.i.		s.i.
1990	3,55	29-dic	s.i.		3,1
1991	3,48	27-ene	s.i.		3,0
1992	8,85	26-dic	s.i.		8,2
1993	4,26	25-ene	s.i.		3,7
1994	5,01	11-mar	s.i.		4,5
1995	4,48	26-ene	s.i.		4,0
1996	1,45	16-feb	s.i.		1,2
1997	7,82	22-feb	s.i.		7,2
1998	198,00	21-ene	s.i.		196,6
1999	22,90	20-feb	s.i.		22,0
Promedio	24,47		7,61		17,6

Nota :

s.i. := sin información

(1) := Para el período 1967 a 1972 y 1990 a 1999 los caudales máximos corresponden a los caudales máximos registrados en Ausipar descontándoles las pérdidas del río San José, estimadas para el tramo desde Ausipar hasta antes de BT canal Azapa

d) Caudales Máximos de Crecidas

Para determinar los caudales máximos de Crecidas para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 250, 500 y 1.000 años, a la serie consolidada de caudales instantáneos máximos anuales conformada en el río San José antes de bocatoma canal Azapa, se le realizó un análisis de frecuencia analítico. Para ello, se ajustó a dicha serie, los modelos probabilísticos analíticos de uso habitual en hidrología del tipo Gumbel, Log-Normal, Pearson y Log-Pearson.

Como resultado de este procedimiento, el mejor ajuste gráfico y analítico, evaluado aplicando el test chi-cuadrado con un 95 % de confianza, se logró con la distribución Log-Pearson.

Los análisis de frecuencias realizados a la serie consolidada de caudales instantáneos máximos anuales se muestran en el Anexo 1, donde se incluyen además, los resultados del test chi-cuadrado con un 95 % de confianza, para los diferentes modelos probabilísticos aplicados. Analíticamente, el mejor ajuste se logra cuando la diferencia entre la función chi-cuadrado calculada con los valores de la muestra y el valor teórico de dicha función es mayor.

En la Tabla 3.6 se indican para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 250, 500 y 1.000 años los caudales máximos de Crecidas obtenidos en el río San José, antes de la bocatoma del canal Azapa. Se incluye las probabilidades de excedencia equivalente a los periodos de retorno de interés.

TABLA 3.6
CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m³/s)
PERIODOS DE RETORNO 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1.000 AÑOS
RIO SAN JOSE ANTES BT CANAL AZAPA

Período de Retorno (años)	Probabilidad de excedencia (%)	Caudales máximos instantáneos (m ³ /s)
2	50	6
5	20	18
10	10	36
20	5	69
25	4	84
50	2	153
100	1	271
250	0,4	560
500	0,2	955
1.000	0,1	1.612

Esta Tabla indica por ejemplo, que el caudal máximo instantáneo de 560 m³/s tiene un periodo de retorno de 250 años, esto significa que en promedio este valor es igualado o superado 1 vez cada 250 años.

3.2.2 Volumen de Crecidas

a) Introducción

El volumen de las Crecidas es una de las variables que hay que tener en cuenta para la evaluación de los beneficios del proyecto y para dimensionar el número de cubetas de recarga tras las Barreras y definir la capacidad de retención del sistema.

Por esta razón, con base en los hidrogramas de las Crecidas históricas disponibles, a nivel de caudales medios diarios, se estimaron los volúmenes de las mismas en tres puntos identificados como de interés en el río San José, a saber :

Río San José antes bocatoma Canal Azapa
 Río San José aguas abajo Canal Azapa
 Río San José en Saucache

Con el objeto de definir los volúmenes de interés para el proyecto, los volúmenes de aguas estimados en el río San José aguas abajo del Canal Azapa se denominaron volúmenes netos, mientras que a los volúmenes de las Crecidas estimados en Saucache se les denominó volúmenes de proyecto.

Adicionalmente, a la determinación de los volúmenes de las Crecidas, se estima la duración de cada evento de acuerdo a los hidrogramas de caudales medios diarios disponibles.

b) Metodología utilizada para determinar los volúmenes de Crecidas

- Río San José antes bocatoma Canal Azapa

Para estimar los volúmenes de las Crecidas históricas en el río San José antes de bocatoma Azapa, se cuenta con los hidrogramas de caudales medios diarios, en las estaciones fluviométricas río San José en Ausipar y río San José antes de bocatoma canal Azapa, durante el periodo de duración de las Crecidas.

Con la fecha de ocurrencia de los caudales instantáneos máximos anuales, presentadas en la Tabla 3.5, tanto en la estación fluviométrica de Ausipar como en la estación fluviométrica ubicada antes del canal Azapa, se seleccionaron los hidrogramas de caudales medios diarios abarcando un período de a lo menos 30 días incluyendo la fecha en que ocurrió el caudal máximo instantáneo.

Al analizar los hidrogramas de caudales medios diarios seleccionados en ambas estaciones fluviométricas, se redefinieron la ocurrencia de algunas Crecidas y sus respectivas duraciones. En algunos casos, los hidrogramas de los caudales medios diarios de las Crecidas totales, se partitionaron en varias de menor duración.

Una vez definidas las Crecidas y su duración, se procedió a determinar sus volúmenes de acuerdo a los hidrogramas de los caudales medios diarios correspondientes.

Con el objeto de compatibilizar los volúmenes de Crecidas determinados en la estación río San José en Ausipar con aquellos determinados en la estación fluviométrica río San José antes de bocatoma canal Azapa, a los caudales medios diarios de la estación ubicada en Ausipar se le descontaron las pérdidas del río San José que ocurren entre ambas estaciones fluviométricas, para lo cual se utilizó la ecuación definida en el acápite 3.2.1. Similarmente, para determinar los volúmenes de las Crecidas ocurridas entre los días 6 y 9 de febrero de 1999, y entre el 22 de enero y 8 de febrero de 2000, se procedió de la misma manera.

Por lo tanto los volúmenes así determinados quedaron referidos a la ubicación de la estación río San José antes de bocatoma Azapa.

- Río San José aguas abajo bocatoma canal Azapa

Los volúmenes de las Crecidas aguas abajo de la bocatoma del canal Azapa, es decir a la entrada del tramo de interés para el presente estudio en el río San José, se estimaron descontando a los volúmenes de las Crecidas estimados antes de la bocatoma del canal Azapa (de acuerdo a lo explicado en el acápite anterior), los volúmenes de agua captados por el canal Azapa en los períodos concurrentes.

Para determinar los volúmenes de agua captados por el canal Azapa durante la ocurrencia de las Crecidas, se cuenta con la estadística de los caudales medios diarios de la estación Acueducto canal Azapa que abarca el período 1963 a 1998.

En aquellos períodos breves en que la información de caudales captados por el canal Azapa es insuficiente, se procedió a interpolar los valores de caudales medios diarios. En los casos en que estos períodos son más extensos, los caudales medios

diarios se estimaron como el promedio mensual de toda la estadística para el mes respectivo.

- Río San José en Saucache

Para determinar los volúmenes de las Crecidas, en primer lugar, se estimó los caudales máximos instantáneos en Saucache a partir de la estadística de caudales máximos instantáneos consolidada en la estación fluviométrica río San José antes bocatoma canal Azapa (Tabla 3.5). Para ello se consideró válida la correlación establecida por AC Ingenieros Consultores² (1989), la cual define la siguiente ecuación para determinar los caudales instantáneos en Saucache a partir de los caudales instantáneos registrados en el río San José antes de bocatoma canal Azapa.

$$Q_{sjs} = 0,52 \cdot Q_{sjab} - 500$$

Q_{sjs} : Caudal instantáneo en el río San José en Saucache (l/s)

Q_{sjab} : Caudal instantáneo en el río San José antes de BT canal Azapa (l/s)

Luego para cada hidrograma de los caudales medios diarios de las Crecidas en el río San José antes de BT canal Azapa se determinó un factor de distribución de los caudales medios diarios definido como $d = (Q_{mdi}/Q_{mdm\acute{a}x})$, donde Q_{mdi} es el caudal medio diario en el día i y $Q_{mdm\acute{a}x}$ es el caudal medio diario máximo.

Posteriormente, con los hidrogramas de caudales medios diarios de la estación río San José antes BT canal Azapa se determinó el cuociente entre los caudales máximos instantáneos y los caudales máximos diarios para un mismo evento ($Q_{max\ inst} / Q_{m\acute{a}x\ diario}$).

Combinando estos antecedentes se determinó los hidrogramas de las Crecidas a nivel de caudales medios diarios en Saucache.

Finalmente, el volumen de Crecida del río San José en Saucache se estimó integrando los hidrogramas de caudales medios diarios correspondientes.

Se excluye de este procedimiento la Crecida ocurrida entre los días 6 y 9 de febrero de 1999, ya que se dispone en algunos períodos de los caudales medidos en Saucache.

²

"Modelo de Simulación de las Aguas Subterráneas del Valle de Azapa", Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Ingenieros Consultores, enero de 1989.

En el Anexo 1 se muestran los hidrogramas de los caudales medios diarios de las Crecidas analizadas para determinar los volúmenes de las Crecidas del río San José.

c) Resultados obtenidos

En las Tablas 3.7 y 3.8 se muestran los volúmenes de las Crecidas del río San José, obtenidos al aplicar la metodología descrita anteriormente.

Para entender de mejor forma el contenido de la información de la Tabla 3.7, a continuación se presenta una breve descripción de dicha Tabla por columnas.

Columna 1: Año de ocurrencia de la Crecida.

Columna 2: Fecha de ocurrencia del caudal máximo instantáneo.

Columna 3 y 4: Fecha estimada de inicio y término de la Crecida.

Columna 5: Duración de las Crecidas en días.

Columna 6: Caudal máximo instantáneo de la Crecida, de acuerdo a la serie de caudales consolidada.

Columna 7: Período de retorno de la Crecida, de acuerdo al análisis de frecuencia de la serie de caudales consolidada.

Columna 8: Volumen total de la Crecida (aguas arriba de BT canal Azapa).

Columna 9: Volumen captado en el Canal Azapa durante la Crecida.

Columna 10: Volumen Neto (río San José aguas debajo de la bocatoma canal Azapa)

En total se logró determinar los volúmenes de las Crecidas en 18 eventos en el río San José antes de bocatoma canal Azapa (volúmenes netos), resultando un promedio de 3.738.313 m³.

Para el punto del río San José situado aguas abajo del canal Azapa, se determinó un volumen neto promedio por efectos de las Crecidas que alcanzó a los 3.270.906 m³, mientras que las Crecidas a la altura de Saucache (contabilizando 16 eventos), resultaron con un volumen de proyecto promedio de 1.872.018 m³.

TABLA 3.7
CARACTERIZACION DE LAS CRECIDAS DEL RIO SAN JOSE
VOLUMEN NETO DE LAS CRECIDAS AFLUENTES AL TRAMO DEL RIO DE INTERES

Año de la Crecida	Fecha de la Crecida	Periodo de la Crecida		Duración de la Crecida (días)	Río San José antes BT C. Azapa		Volumen total crecida (m³)	Volumen captado Canal Azapa (m³)	Vn: Volumen neto (¹) (m³)
		desde	hasta		Caudal máximo instantáneo (m³/s)	Periodo de retorno (años)			
1967	23-sep	n/a	n/a	n/a	(¹) 1,1	< 2,0	n/a	n/a	n/a
1968	4-ene	3-ene-68	20-ene-68	17	23,5	6,5	2.194.270	121.219	2.073.051
1969	14-jun	s/i	s/i	s/i	(¹) 2,9	< 2,0	s/i	s/i	s/i
1970	16-feb	15-feb-70	22-feb-70	7	22,8	6,3	933.183	51.153	882.030
1971	9-feb	5-feb-71	15-feb-71	10	36,2	10,0	2.018.716	226.627	2.692.089
	19-feb	15-feb-71	26-feb-71	11			2.993.141	0	2.993.141
1972	5-ene	1-ene-72	10-ene-72	9	40,7	11,2	6.698.231	193.622	6.504.609
1974	26-nov	n/a	n/a	n/a	(¹) 2,06	< 2,0	n/a	n/a	n/a
1975	22-ene	16-ene-75	25-ene-75	9	4,50	< 2,0	1.619.136	450.576	1.168.560
1976	19-mar	21-feb-76	3-mar-76	11	16,80	4,7	6.261.408	472.349	5.789.059
		3-mar-76	16-mar-76	13			6.305.040	558.230	5.746.810
		16-mar-76	26-mar-76	10			5.879.072	441.418	5.237.654
1977	18-feb	s/i	s/i	s/i	(¹) 30,90	8,5	s/i	s/i	s/i
1978	2-oct	n/a	n/a	n/a	(¹) 3,33	< 2,0	n/a	n/a	n/a
1979	16-mar	2-mar-79	26-mar-79	24	3,52	< 2,0	4.162.752	1.518.091	2.644.661
1980	3-nov	n/a	n/a	n/a	(¹) 2,80	< 2,0	n/a	n/a	n/a
1981	10-feb	21-ene-81	15-feb-81	25	5,76	2,0	3.220.214	1.606.132	1.614.082
1982	11-ene	29-ene-82	6-feb-82	8	5,26	< 2,0	650.722	392.040	258.682
1983	9-mar	n/a	n/a	n/a	(¹) 1,38	< 2,0	n/a	n/a	n/a
1990	29-dic	s/i	s/i	s/i	(¹) 3,1	< 2,0	s/i	s/i	s/i
1991	27-ene	23-ene-91	3-feb-91	11	3,0	< 2,0	1.287.330	692.583	594.747
1992	26-dic	23-dic-92	2-ene-93	10	8,2	2,6	940.935	285.120	655.815
1993	25-ene	16-ene-93	10-feb-93	25	3,7	< 2,0	3.063.660	419.645	2.644.015
1994	11-mar	s/i	s/i	s/i	(¹) 4,5	< 2,0	s/i	s/i	s/i
1995	26-ene	25-ene-95	30-ene-95	5	3,95	< 2,0	436.513	98.798	337.715
1996	16-feb	n/a	n/a	n/a	(¹) 1,2	< 2,0	n/a	n/a	n/a
1997	22-feb	s/i	s/i	s/i	(¹) 7,2	2,4	s/i	s/i	s/i
1998	21-ene	s/i	s/i	s/i	(¹) 196,6	67,6	s/i	s/i	s/i
1999	20-feb	s/i	s/i	s/i	(¹) 22,0	6,1	s/i	s/i	s/i
	* 9-feb	6-feb-99	9-feb-99	3	11,4	3,4	2.150.755	155.730	1.995.025
2000	* 1-feb	22-ene-00	8-feb-00	17	34,3	9,4	15.774.560	729.994	15.044.566

Nota: (¹) : Evento no considerado como Crecida
(²) : Volumen de Crecida descontando los caudales captados por el Canal Azapa
(³) : Información fludometrica no permite definir el Hidrograma de la Crecida

* Valores presentados en el documento titulado "Situación de Disponibilidad de los Recursos Hídricos e Informe de Crecidas para ambas Cuen preprado por el Sr. Carlos Zamorano Manns (DGA, Región de Tarapacá)
s/i : sin información
n/a : no aplicable

TABLA 3.8
CARACTERIZACION DE LAS CRECIDAS DEL RIO SAN JOSE
VOLUMEN DE LAS CRECIDAS EN SAUCACHE Y VOLUMEN DE LA CRECIDAS INFILTRADO Y/O UTILIZADO

Año de la Crecida	Fecha de la Crecida	Período de la Crecida		Duración de la Crecida (días)	Vn : Volumen neto ⁽¹⁾ (m³)	Crecida en Saucache		Volumen infiltrado ⁽²⁾	
		desde	hasta			Vs : Volumen total ⁽²⁾ (m³)	Porcentaje respecto al Volumen Neto de la Crecida (%)	Vi : Volumen total (m³)	Porcentaje respecto al Volumen Neto de la Crecida (%)
1967	23-sep	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1968	4-ene	3-ene-68	20-ene-68	17	2.073.051	1.094.316	52,8	978.735	47,2
1969	14-jun	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
1970	16-feb	15-feb-70	22-feb-70	7	882.030	464.788	52,7	417.242	47,3
1971	9-feb	5-feb-71	15-feb-71	10	2.692.089	1.477.416	54,9	1.214.673	45,1
	19-feb	15-feb-71	26-feb-71	11	2.993.141	1.515.089	50,6	1.478.052	49,4
1972	5-ene	1-ene-72	10-ene-72	9	6.504.609	3.400.736	52,3	3.103.873	47,7
1974	26-nov	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1975	22-ene	16-ene-75	25-ene-75	9	1.168.560	662.047	56,7	506.513	43,3
1976	19-mar	21-feb-76	3-mar-76	11	5.789.059	3.069.581	53,0	2.719.478	47,0
		3-mar-76	16-mar-76	13	5.746.810	3.090.971	53,8	2.655.839	46,2
		16-mar-76	26-mar-76	10	5.237.654	2.784.097	53,2	2.453.557	46,8
1977	18-feb	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
1978	2-oct	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1979	16-mar	2-mar-79	26-mar-79	24	2.644.661	1.573.331	59,5	1.071.330	40,5
1980	3-nov	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1981	10-feb	21-ene-81	15-feb-81	25	1.614.082	v/i	v/i	v/i	v/i
1982	31-ene	29-ene-82	6-feb-82	8	258.682	v/i	v/i	v/i	v/i
1983	9-mar	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1990	29-dic	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
1991	27-ene	23-ene-91	3-feb-91	11	594.747	454.993	76,5	139.754	23,5
1992	26-dic	23-dic-92	2-ene-93	10	655.815	431.668	65,8	224.147	34,2
1993	25-ene	16-ene-93	10-feb-93	25	2.644.015	1.183.209	44,8	1.460.806	55,2
1994	11-mar	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
1995	26-ene	25-ene-95	30-ene-95	5	337.715	171.676	50,8	166.039	49,2
1996	16-feb	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1997	22-feb	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
1998	21-ene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
1999	20-feb + 9-feb	s/i 6-feb-99	s/i 9-feb-99	s/i 3	s/i 1.995.025	s/i 874.115	s/i 43,8	s/i 1.120.910	s/i 56,2
2000	+ 1-feb	22-ene-00	8-feb-00	17	15.044.566	7.704.259	51,2	7.340.307	48,8

Nota : ⁽¹⁾ Volumen de Crecida descontando los caudales captados por el Canal Azapa
⁽²⁾ Estimación de acuerdo a la correlación establecida en el estudio de AC Ingenieros Consultores (1989)
⁽³⁾ En el tramo que se extiende desde aguas abajo boc. Canal Azapa y al Puente Saucache

+ Valores presentados en el documento titulado "Situación de Disponibilidad de los Recursos Hídricos e Informe de Crecidas para ambas Cuencas",
preparado por el Sr. Carlos Zamorano Manes (DGA, Región de Tarapacá)
s/i : sin información
n/a : no aplicable

Por otro lado, en la Tabla 3.8 se mantienen las primeras 5 columnas en relación la Tabla 3.7, las columnas siguientes se describen a continuación:

Columna 6: Volumen Neto (río San José aguas debajo de la bocatoma canal Azapa)

Columna 7: Volumen de proyecto (río San José en Saucache).

Columna 8: Porcentaje del volumen de proyecto respecto al volumen neto.

Columna 9: Volumen de agua infiltrado y/o usado en el tramo desde aguas abajo BT canal Azapa hasta Saucache.

Columna 10: Porcentaje del volumen infiltrado y/o usado con respecto al volumen neto.

Los volúmenes de proyecto estimados a la altura de Saucache (contabilizando 16 eventos), resultaron con un volumen promedio de 1.872.018 m³, mientras que las Crecida que aportó los mayores volúmenes de aguas fue la del 1 de febrero de 2000 alcanzando en Saucache un volumen de proyecto de 15.044.566 m³.

Finalmente en la Tabla 3.9 se entregan los volúmenes promedio obtenidos en los puntos de interés identificados en el río San José, para los diferentes rangos de períodos de retorno de ocurrencia de los caudales máximos instantáneos en el río.

TABLA 3.9
VOLUMENES PROMEDIO DE LAS CRECIDAS
EN RELACION AL PERIODO DE RETORNO DE LOS CAUDALES MAXIMOS

Período de retorno (años)	Volumen total de Crecida (1)	Volumen Neto de Crecida (2)	Volumen de Proyecto (3)
< 2	1.870.019	1.274.730	809.051
2 – 5	4.092.904	3.506.408	2.050.086
5 – 10	4.962.774	4.736.975	2.451.174
> 10	11.236.396	10.774.588	5.532.498

Nota :

(1): Río San José antes BT Canal Azapa

(2): Río San José aguas abajo BT Canal Azapa

(3): Río San José en Saucache

3.2.3 Disponibilidad de Recursos de las Crecidas

a) Introducción

Con el objeto de evaluar la disponibilidad de recursos de las Crecidas que son necesarios para la evaluación de los beneficios del proyecto y para dimensionar el número de cubetas de recarga tras las Barreras y definir la capacidad de retención del sistema, se consideraron como puntos de interés del río San José, los siguientes:

- Río San José a la entrada del sistema en estudio, es decir aguas abajo de la BT Canal Azapa.
- Río San José en Saucache

Con estas ubicaciones como base y de acuerdo a los volúmenes aportados por las Crecidas, determinados anteriormente, se procedió a realizar un análisis de frecuencias de los volúmenes de aguas aportados por las Crecidas del río San José en ambos puntos, con el objeto de relacionar los volúmenes de las Crecidas con los períodos de retorno en años.

La disponibilidad de aguas procedentes de las Crecidas para las cubetas de recarga, se cuantificaron de acuerdo a los volúmenes estimados en Saucache, ya que en este punto se registran los recursos de aguas de las Crecidas que no se infiltraron ni utilizaron, en el tramo del río San José comprendido entre aguas abajo BT canal Azapa y Saucache.

Tal como se mencionó en el punto 3.2.2, al volumen de Crecida determinado a la entrada del área en estudio se le denominó volumen neto, mientras que al volumen determinado en Saucache se le nombró volumen de proyecto.

b) Análisis de frecuencias de los volúmenes de Crecidas determinados aguas abajo BT Canal Azapa y en Saucache

Para determinar los volúmenes neto y de proyecto, aportados por las Crecidas para distintos períodos de retorno, a la series de volúmenes neto y de proyecto, estimados en el punto anterior (3.2.2), se les realizó un análisis de frecuencia analítico.

Con lo cual, se ajustó a dicha serie, los modelos probabilísticos analíticos de uso habitual en hidrología del tipo Gumbel, Log-Normal, Pearson y Log-Pearson.

Como resultado de este procedimiento, el mejor ajuste gráfico y analítico para ambas series, evaluado aplicando el test chi-cuadrado con un 95 % de confianza, se logró con la distribución Log-Pearson.

Los análisis de frecuencias realizados a las series de volúmenes netos y de proyecto se muestran en el Anexo 1, donde se incluyen además, los resultados del test chi-cuadrado con un 95 % de confianza, para los diferentes modelos probabilísticos aplicados.

El mejor ajuste gráfico se logró con el modelo de distribución de probabilidades Log-Pearson, lo que es compatible con los resultados del test chi-cuadrado obtenidos.

En la Tabla 3.10 se indican para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 250, 500 y 1.000 años los volúmenes netos y de proyecto obtenidos, se incluye las probabilidades de excedencia equivalente a los periodos de retorno de interés.

TABLA 3.10
VOLUMENES NETOS Y DE PROYECTO
PERIODOS DE RETORNO 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1.000 AÑOS

Periodo de Retorno (años)	Probabilidad de excedencia (%)	Volúmenes Netos (m ³ * 10 ⁶)	Volúmenes de Proyecto (m ³ * 10 ⁶)
2	50	2,1	1,3
5	20	5,0	2,8
10	10	7,8	4,3
20	5	11,1	5,9
25	4	12,2	6,5
50	2	16,3	8,5
100	1	20,9	10,8
250	0,4	27,9	14,3
500	0,2	34,0	17,4
1.000	0,1	40,8	20,8

Esta Tabla indica por ejemplo, que el volumen de proyecto de 14,3 millones de metros cúbicos tiene un periodo de retorno de 250 años, esto significa que en promedio este valor es igualado o superado 1 vez cada 250 años.

c) Disponibilidad de recursos de las Crecidas

Considerando que los recursos de agua disponibles, provenientes de las Crecidas, serán aquellos recursos que no fueron utilizados ni se infiltraron en el tramo comprendido entre aguas abajo de BT canal Azapa y Saucache, por lo tanto los volúmenes de aguas estimados en Saucache, volúmenes de proyecto, corresponderían a los volúmenes establecidos para distintos períodos de retorno de acuerdo al análisis de frecuencia presentado en la Tabla 3.10 anterior. Al respecto, a modo de resumen, en la Tabla 3.11 se presentan los volúmenes disponibles de las Crecidas, volúmenes de proyecto, para los períodos de retorno de 50, 100 y 250 años identificados como de interés para el presente estudio.

TABLA 3.11
VOLUMENES DISPONIBLES
PERIODOS DE RETORNO 50, 100 Y 250 AÑOS

Período de Retorno (años)	Volúmenes de Proyecto (m ³ * 10 ⁶)
50	8,5
100	10,8
250	14,3

3.3 Volumen adicional a los aportados por las Crecidas

Adicionalmente a los recursos de agua disponibles de las Crecidas estimados en el río San José a la altura de Saucache (punto 3.2), se encuentran disponibles los recursos de agua por efecto del régimen normal de escurrimiento del río San José, que se reflejan a nivel anual.

Para cuantificar estos recursos adicionales, se cuenta con la estadística de caudales medios mensuales y anuales estimados en Saucache (Programa Manejo de Cuencas Hidrográficas³, 1995), para el período comprendido entre los años hidrológicos 1967/68 a 1990/91 (24 años). Los años hidrológicos se definieron entre los meses de octubre y septiembre.

La estadística de caudales medios mensuales y caudales anuales considerada en Saucache, se presenta en el Anexo 1.

³ Estudio de Factibilidad. Programa de Cuencas Hidrográficas. Cuenca del río San José, realizado para la DGA por DHV consultants, Infor Instituto Forestal, Icsa Ingenieros Consultores y Bf Ingenieros Civiles, en diciembre de 1995.

Adicionalmente, de acuerdo a antecedentes recogidos en la región, es necesario conocer los volúmenes de agua en Saucache en el período de diciembre a mayo, que es el período de mayor uso de las playas de la ciudad de Arica. Esto, con el objetivo de apreciar su efecto en el arrastre de materiales indeseables a la costa, que afectarían el normal y adecuado uso de las playas, y que la construcción del proyecto evitaría en gran medida.

Para ello se estableció un análisis de las curvas de variación de los volúmenes mensuales y anuales, considerando el periodo de diciembre a mayo y considerando el año completo (octubre a septiembre)

a) Disponibilidad de Volúmenes anuales

Con estos antecedentes, se determinó la serie de volúmenes anuales de la estadística, a la que se le realizó un análisis de frecuencia para relacionar dichos volúmenes con los períodos de retorno (años) de interés. Para ello, se ajustó a dicha serie, los modelos probabilísticos analíticos hidrológicos del tipo Gumbel, Log-Normal, Pearson y Log-Pearson.

Como resultado de este procedimiento, el mejor ajuste gráfico se logró con la distribución Log-Normal, lo que es compatible con los resultados del test chi-cuadrado aplicado para medir la bondad del ajuste de la muestra.

Los resultados del análisis de frecuencia realizado a la serie de volúmenes anuales, se muestran en el Anexo 1, donde se incluyen además, los resultados del test chi-cuadrado, para los modelos probabilísticos aplicados.

En la Tabla 3.12 se indican para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 500 y 1.000 años los volúmenes anuales obtenidos en el río San José en Saucache. Se incluye las probabilidades de excedencia equivalente a los períodos de retorno de interés.

TABLA 3.12
VOLUMENES ANUALES (m^3/s)
PERIODOS DE RETORNO 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1.000 AÑOS
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE

Período de Retorno (años)	Probabilidad de excedencia (%)	Volúmenes anuales ($m^3 \cdot 10^6$)
2	50	4,5
5	20	10,5
10	10	16,5
20	5	24,2
25	4	27,0
50	2	37,2
100	1	49,7
500	0,2	89,6
1.000	0,1	112,4

De acuerdo con estos resultados, a un periodo de retorno de 25 años le correspondería un volumen anual en Saucache de 27 millones de m^3 , esto significa que en promedio este valor de volumen anual es igualado o superado 1 vez cada 25 años.

Por otro lado, para un periodo de retorno de 100 años le correspondería un volumen anual en Saucache de 49,7 millones de m^3 , lo que significa que en promedio este valor es igualado o superado 1 vez cada 100 años.

Observando los valores de volúmenes anuales de agua, para los distintos periodos de retorno, presentados en la Tabla 3.12 se observa que pueden ser un importante aporte adicional a los volúmenes de las Crecidas. En la Tabla 3.13 se presenta comparativamente los volúmenes aportados por las Crecidas y aquéllos disponibles a nivel anual estimados en Saucache.

TABLA 3.13
VOLUMENES DE CRECIDAS Y LOS VOLUMENES ANUALES (m^3/s)
PERIODOS DE RETORNO 50 Y 100 AÑOS
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE

Período de Retorno (años)	Volúmenes ^{Crecidas} anuales ($m^3 \cdot 10^6$)	Volúmenes de ^{Anuales} Crecidas ($m^3 \cdot 10^6$)
50	8,5	37,2
100	10,8	49,7

b) Curvas de duración general mensual y anual

De acuerdo a lo indicado anteriormente, es de interés establecer un análisis de la duración de los volúmenes mensuales y anuales en Saucache en los periodos de diciembre a mayo. Es decir, tratar de establecer en que porcentaje del tiempo total el volumen mensual de agua en Saucache es mayor o igual a un cierto valor.

Con los antecedentes de caudales medios mensuales y anuales disponibles, se elaboró las curvas de duración general de los volúmenes de agua a nivel mensual y anual que se esperarían en Saucache en el período que se extiende desde diciembre a mayo y en el período completo desde octubre a septiembre.

En las Figuras 3.1 y 3.2, se muestran respectivamente, las curvas de duración general de los volúmenes mensuales obtenidas para Saucache para el período de octubre a septiembre (año hidrológico completo), y para el período entre diciembre y mayo.

En las Figuras 3.3 y 3.4, se muestran respectivamente, las curvas de duración general de los volúmenes anuales obtenidas para Saucache para el período de octubre a septiembre (año hidrológico completo) y para el período entre diciembre y mayo.

Al observar la Figura 3.1, se puede deducir que el 45 % del tiempo total de análisis, los volúmenes mensuales promedio en el año completo serán mayores o iguales que cero. Es decir, si se considera un período total de 1 año (12 meses), 5 de los 12 meses, en promedio, tendrán un volumen mayor o igual a cero, mientras que 7 meses presentarán, en promedio, volúmenes mensuales iguales a cero.

Al apreciar la Figura 3.2, se puede deducir que cerca del 55 % del tiempo total de análisis, los volúmenes mensuales promedio en el período diciembre a mayo serán mayores o iguales que cero. Es decir, si se considera un período total de 7 meses, 4 de los 7 meses, en promedio, tendrán un volumen mayor o igual a cero, mientras que 3 meses presentarán, en promedio, volúmenes mensuales iguales a cero.

Analizando la Figura 3.3, se puede deducir que prácticamente el 90 % del tiempo total de análisis, los volúmenes anuales en promedio serán mayores o iguales que cero. Es decir, si se considera un período total de 10 años, 9 años, en promedio, tendrán un volumen mayor o igual a cero, mientras que 1 año presentará, en promedio, volúmenes anuales iguales a cero.

En la Figura 3.4, se puede deducir que 90 % del tiempo total de análisis, los volúmenes anuales del período diciembre a mayo, serán en promedio mayores o iguales que cero. Es decir, si se considera un período total de 10 años, en 9 de ellos el volumen anual en los meses de diciembre a mayo serán en promedio mayores o

iguales a cero, mientras que en 1 de ellos, en promedio, los volúmenes anuales del periodo diciembre a mayo serán iguales a cero.

Finalmente, en la Tabla 3.14 se presentan los volúmenes esperados en Saucache, tanto a nivel anual como mensual, para los periodos completos, es decir desde octubre a septiembre, y para los periodos comprendidos entre diciembre y mayo.

TABLA 3.14
VOLUMENES MENSUALES Y ANUALES (m^3/s)
ESPERADOS
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE

PERIODO CONSIDERADO	VOLUMENES ($m^3 * 10^6$)
ANUAL	
OCT-SEP	4,9
DIC-MAY	4,2
MENSUAL	
OCT-SEP	0,43
DIC-MAY	0,73

FIGURA 3.1 : Curva de Duración General de los Volúmenes Mensuales
Periodo : Octubre 1967 a Septiembre 1991
Río San José en Saucache

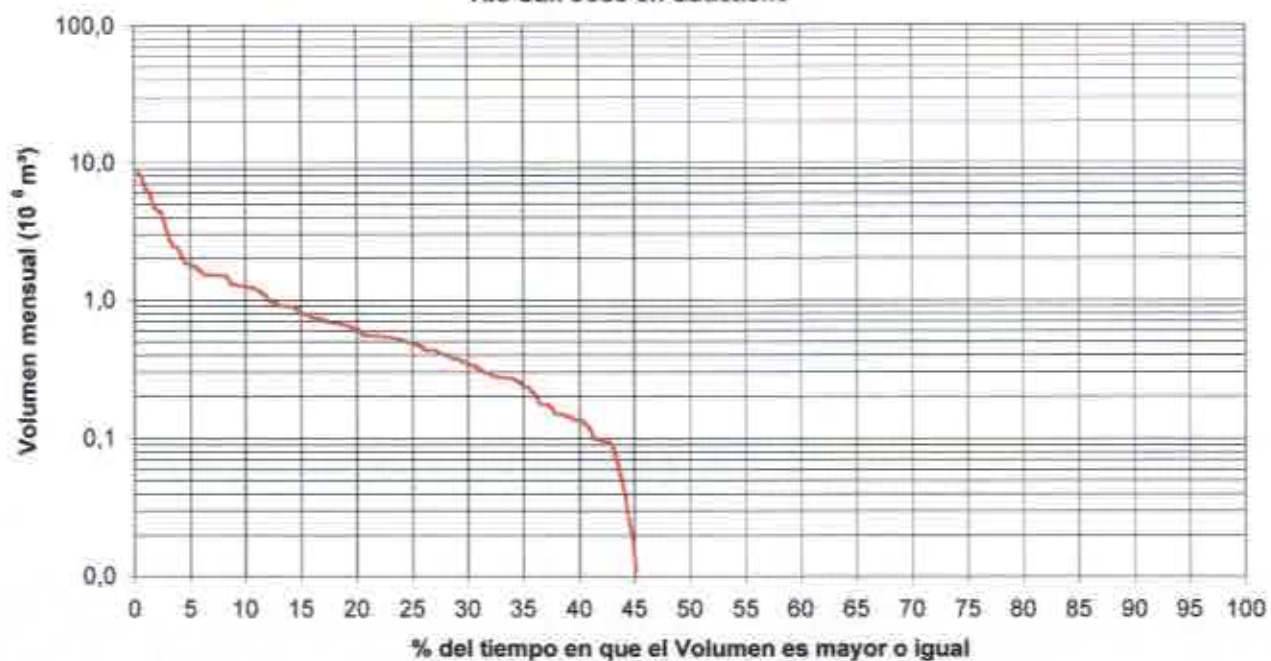


FIGURA 3.2 : Curva de Duración General de los Volúmenes Mensuales
Periodo comprendido entre Diciembre y Mayo
Río San José en Saucache

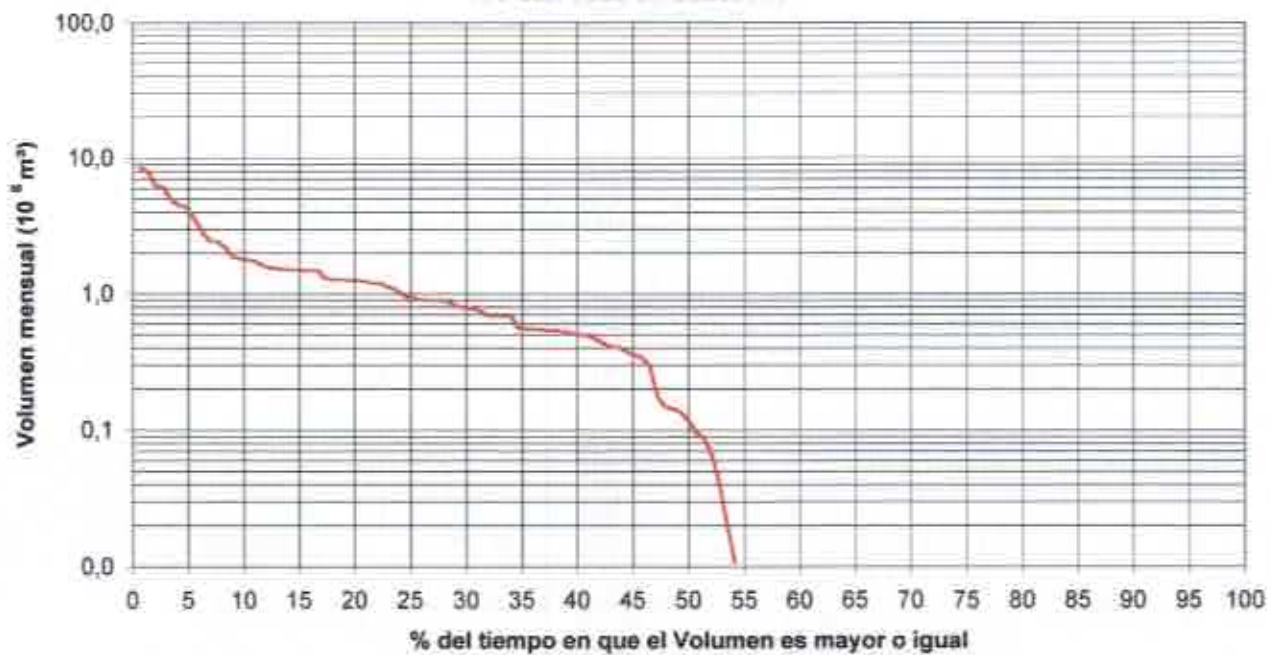


FIGURA 3.3 : Curva de Duración General de los Volúmenes Anuales
Período entre Octubre 1967 y Septiembre 1991
Río San José en Saucache

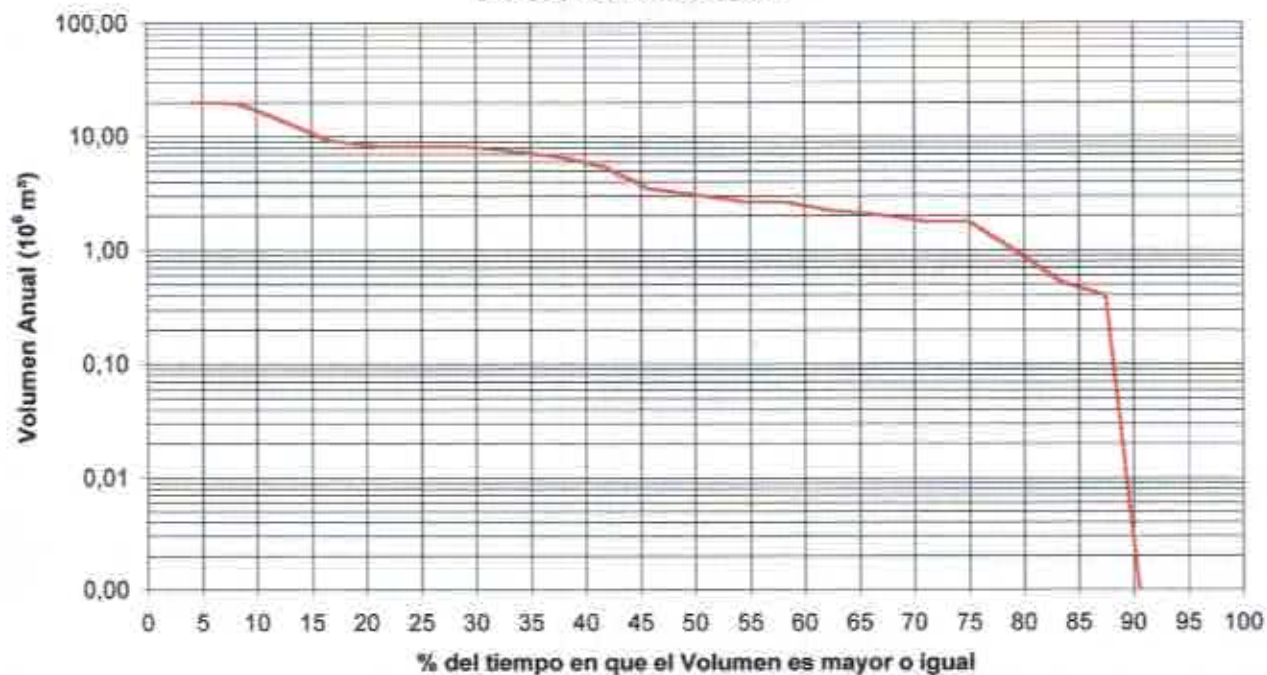
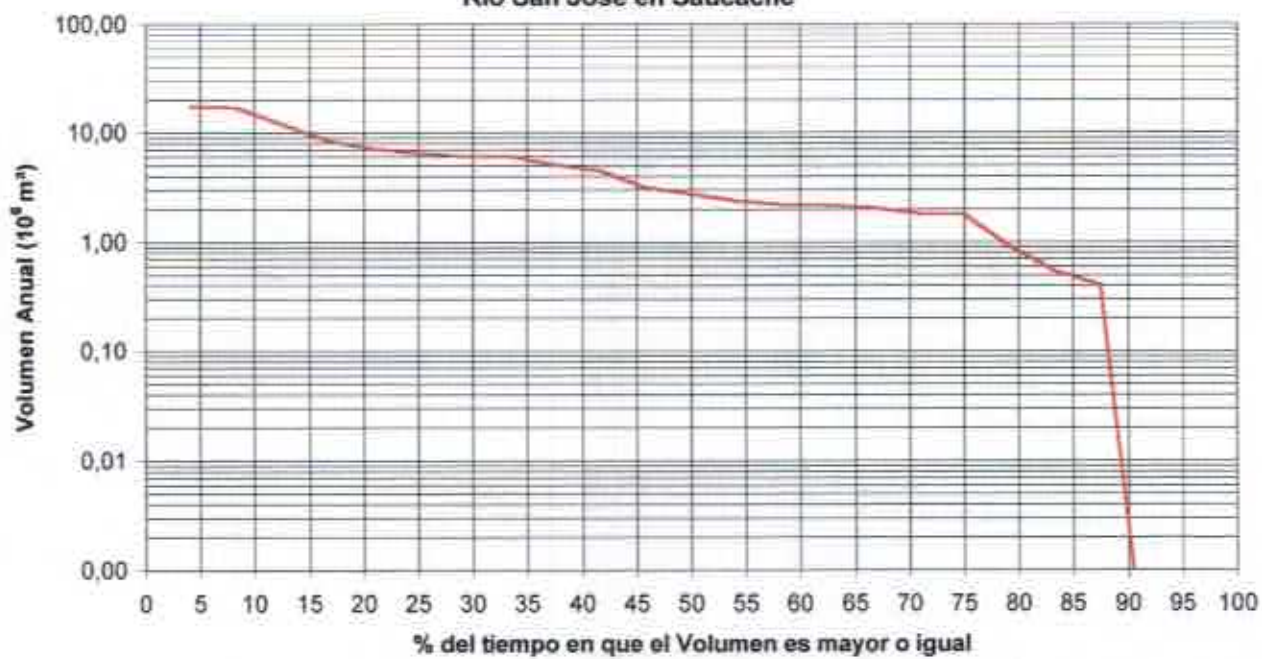


FIGURA 3.4 : Curva de Duración General de los Volúmenes Anuales
Período comprendido entre Diciembre y Mayo
Río San José en Saucache



4. ESTUDIO AGRONÓMICO

4.1 Recopilación de Antecedentes

La elaboración del proyecto agropecuario requiere necesariamente de una recopilación de aquellos antecedentes disponibles, que tengan relación con los diferentes aspectos que se deberán tratar en él, tales como la existencia y potencialidad de los recursos del área del proyecto, características de la actividad agropecuaria actual y perspectivas de desarrollo a futuro, entre otras.

Dicha recopilación se efectuó a través de la revisión de información bibliográfica y mediante consultas a personas vinculadas con la temática de la propuesta. Entre éstas cabe mencionar a dirigentes y funcionarios de las Organización de Agricultores y Regantes del Valle de Azapa, además de otras instituciones públicas y privadas de la zona.

La información bibliográfica se obtuvo de la revisión de publicaciones de las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Dirección General de Aguas (DGA), Comisión Nacional de Riego (CNR), Ciren-Corfo, ODEPA, SAG, INDAP, Ministerio de Agricultura, Universidad de Tarapacá, entre otros.

Una vez recopilada la información existente respecto del área de estudio, ésta fue analizada en forma crítica, con el objeto de poder calificar su uso y poder determinar con precisión aquellos antecedentes que se requirieron actualizar, complementar y en ciertos casos generar. Esto último, se lleva a cabo cuando la calidad de la información existente no es adecuada a la finalidad del proyecto o simplemente es inexistente.

A continuación se presenta un análisis crítico de la información recopilada y de aquella que es necesaria generar para la realización del proyecto:

4.1.1 Consultorías de Interés para el presente Estudio

a) Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río San José

Este estudio fue elaborado para la Dirección General de Aguas por la firma AC Ingenieros Consultores Ltda. en el año 1998.

A través de la revisión de este estudio, se pudo determinar que éste solo presenta una visión global de la problemática agrícola del área, en donde se determinaron las demandas de riego actuales y futuras y se propuso una base de desarrollo agrícola para el área de influencia de la cuenca del río San José.

A través de la revisión del estudio antes indicado, se pudo constatar la existencia de otros dos Informes que son la base de la asignación de cultivos y la determinación de las demandas de agua de riego.

Los estudios antes referidos corresponden a los siguientes:

- Plan Maestro de Acción Inmediata para el Sistema de Riego del Valle de Azapa. REG Ingenieros, 1981.
- Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José. Luis Arrau del Canto, 1997.

b) Plan Maestro de Acción Inmediata para el Sistema de Riego del Valle de Azapa

Este estudio fue realizado por Ricardo Edwards G. – Ingenieros, en el año 1981 para la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

Para estos efectos, se ha consultado el informe correspondiente a la Rentabilidad de Cultivos del Valle de Azapa (Comentarios al Informe de Agrología).

De la revisión efectuada a este estudio se pudo determinar que los antecedentes contenidos presentan una incongruencia respecto a la caracterización del uso actual del suelo, debido a que en la asignación de cultivos no se separó aquellos rubros que se manejan en el valle del río Lluta de los que realmente existen en el valle de Azapa. Lo anterior se ve reflejado en la alta proporción de alfalfa existente en el respectivo informe, situación que no se da efectivamente en el valle de Azapa. Se debe señalar que en el valle del río San José las hectáreas destinadas a esta forrajera son mínimas.

Por otro lado, la información económica tiene una antigüedad de 19 años. Junto con esto, en la asignación de situación futura o con proyecto se planteó el crecimiento en hectáreas directamente proporcional a la estructura actual, sin considerar la plantación y los años de crecimiento de las especies frutales, razón por la cual se sobrevaloró el estudio.

Debido a lo anteriormente señalado, este estudio se ha utilizado solo de manera referencial en la presente consultoría.

c) Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José

Este estudio fue efectuado por Luis Arrau del Canto con la Asesoría de AC Ingenieros Consultores Ltda. para la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas en el año 1997.

El estudio indicado ha servido de base en la determinación de las demandas hídricas actuales y futuras. Al respecto, se debe señalar que al igual que en el estudio anterior, se ha influenciado el valle del río San José con algunos cultivos del valle del río Lluta. Es así como se le ha dado una gran importancia al cultivo de la alfalfa, especie que en la realidad es bastante poco relevante en el valle de Azapa.

Además, en el presente estudio se ha utilizado el material cartográfico existente con información correspondiente a Geología - Geomorfología y Sectorización. Con esta información se ha podido determinar el área potencial de riego que presenta el área de influencia del Canal Azapa.

4.1.2 Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Se revisó el VI Censo Nacional Agropecuario, dicha información se utilizó como base de la caracterización agropecuaria del área del proyecto. Utilizando los antecedentes de uso del suelo comunal fue posible determinar los principales cultivos de la zona, antecedentes básico para el capítulo correspondiente a Tendencia de Precios; además, sirvió de orientación para el planteamiento de la situación futura o con proyecto.

4.1.3 COMCA

Esta organización está encargada de agrupar a los regantes del canal Azapa. Cabe indicar que esta organización posee antecedentes de superficies actualmente regadas y aquella que es potencialmente regable. Además, se han obtenido antecedentes productivos y económicos del área de influencia del presente proyecto.

4.1.4 Asociación Gremial de Agricultores

En esta organización están asociados la totalidad de los agricultores del valle de Azapa. Al igual que la COMCA, esta asociación posee antecedentes de superficies actualmente regadas y aquella que es posible de potenciar, además de antecedentes productivos y económicos del área de influencia del presente proyecto.

4.1.5 Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)

ODEPA posee antecedentes de precios y volúmenes transados en el mercado mayorista de Santiago. Con esta información generada como series de precios, será factible determinar en el acápite de Tendencias de Precios, los precios internos de los principales productos asignados para el presente proyecto.

4.1.6 Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

El SAG a través de su departamento de Protección Agrícola, ha permitido conocer las barreras de salidas de productos agrícolas a la zona centro sur del país y determinar los respectivos costos de control tanto de inspección como de fumigación.

4.1.7 Comisión Nacional de Riego – CIREN CORFO

Para verificar los antecedentes de Evapotranspiración Potencial existentes para el área en estudio, se utilizó el estudio "Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile" elaborado por Ciren-Corfo y la Comisión Nacional de Riego, puesta a disposición del público recientemente.

4.1.8 Ministerio de Agricultura

Se ha utilizado información del Ministerio de Agricultura a través del Seremi de Agricultura y del INDAP.

El Seremi de agricultura, proporcionó información de precios de exportación de algunos productos y su visión global de la realidad actual y perspectivas del valle.

El INDAP, por su parte, posee información del uso actual del suelo del Valle de Azapa y de valores económicos. Al igual que el Seremi de Agricultura dio a conocer su visión sobre la realidad actual y las perspectivas de desarrollo del valle.

4.1.9 Universidad de Tarapacá

En la Universidad de Tarapacá, en la Facultad de Agronomía, ubicada en San José de Azapa, se obtuvo información referente al cultivo del Olivo, sus problemas y el mejoramiento de la productividad en esta especie, especialmente en el grave problema de añerismo que presenta.

4.1.10 Otros Antecedentes

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): Se utilizó para la elaboración de las fichas técnico-económicas dos estudios efectuados por esta institución en conjunto con el Ministerio de Agricultura de Chile. Estos corresponden a "Coeficientes técnicos de producción de las principales hortalizas del país", 1990 y "Coeficientes técnicos de producción de los principales frutales del país", 1990.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): Se utilizará el FAO N°24 para verificar y complementar los factores de cultivo en la determinación de las necesidades de agua de riego.

4.2 Situación Actual

4.2.1 Determinación del área de proyecto

Para determinar el área del proyecto se ha partido del supuesto que la construcción de las barreras de goma tiene su influencia desde el kilómetro 35 hasta el kilómetro 0 del valle. Al respecto, se debe señalar que el área regada por el canal Azapa abarca esencialmente un área comprendida entre los kilómetros 40 y 0.

Debido a que es necesario caracterizar tanto la situación actual agropecuaria como la futura, se ha procedido a determinar la superficie de influencia del proyecto. Lo anterior se ha efectuado utilizando los antecedentes cartográficos del estudio denominado "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José", elaborado por Luis Arrau del Canto en el año 1997.

Del estudio antes indicado, se ha planimetreado el plano escala 1:20.000 de sectorización del río San José, previo ajuste con el plano de Geología y Geomorfología, con el cual se han determinado los terrenos de utilidad para riego y aquellos que no son cultivables. Cabe destacar que los terrenos sin utilidad están constituidos fundamentalmente por la caja del río San José.

En la Tabla 4.1 se presentan los resultados de la planimetría efectuada al valle del río San José, en dos situaciones, una para el área total de influencia del Canal Azapa (kilómetros 40 al 0) y otra a la zona de influencia de las barreras de goma (Kilómetros 35 al 0).

TABLA 4.1

SITUACIÓN	SUPERFICIE (ha)
Km. 40 al Km. 0	5.282,4
Km. 35 al Km. 0	5.043,2

De la tabla anterior se desprende que el área de influencia de las barreras de goma es levemente inferior a la zona que abarca el Canal Azapa. En este sentido, es preciso indicar que si bien el área de riego actual no supera las 2.800 ha, según la COMCA, actualmente se tienen habilitados para el riego un total de 4.500 ha. Esto no significa que se riegue la totalidad de los suelos, sino, que existe una rotación de suelos al interior del valle, debido a que el recurso hídrico no es suficiente para el total del valle.

En la Foto 4.1 se observan las Lagunas Cotacotani, desde donde se traspasan las aguas al Canal Lauca, el que aporta un importante caudal al riego del valle de Azapa.

FOTO 4.1
LAGUNAS COTACOTANI



Cabe señalar que la zona comprendida entre el nacimiento del río San José y la bocatoma del Canal Azapa, existen muy pocos terrenos productivos, considerándose como área relevante para la actividad agrícola de riego esencialmente la zona regada por este canal, desde el kilómetro 40 al kilómetro 0.

En la Foto 4.2 se pueden observar algunas pequeñas parcelas ubicadas aguas arriba de la bocatoma del Canal Azapa. Se debe señalar que estas propiedades, debido a su aislamiento geográfico, solo producen cultivos para su propio autoconsumo predial.

FOTO 4.2
PEQUEÑOS PREDIOS UBICADOS AGUAS ARRIBA DE LA
BOCATOMA DEL CANAL AZAPA



En la Foto 4.3 se puede apreciar el nacimiento del Canal Azapa, en el kilómetro 45, desde un Tranque construido por intermedio de INDAP hace alrededor de un año. Este tranque produce un efecto regulador de las aguas, pero no resiste el llenado por más de 6 horas continuas. A su vez, con las crecidas del río San José durante el Invierno Boliviano, las aguas sobrepasan totalmente la capacidad del embalse, transformándose el caudal seco del río San José en un verdadero río, de enormes dimensiones.

En esta zona, aguas arriba de la bocatoma del Canal Azapa, se produce una gran expansión del cauce del río San José, abarcando casi la totalidad del ancho del valle (ver Foto 4.4).

En otro ámbito, en la Foto 4.5 se puede apreciar parte del área de riego del Canal Azapa en el kilómetro 35, desde donde comienzan la influencia de las Barreras de Goma.

FOTO 4.3
TRANQUE RECEPTOR DE LAS AGUAS DEL RÍO SAN JOSÉ Y
BOCATOMA DEL CANAL AZAPA

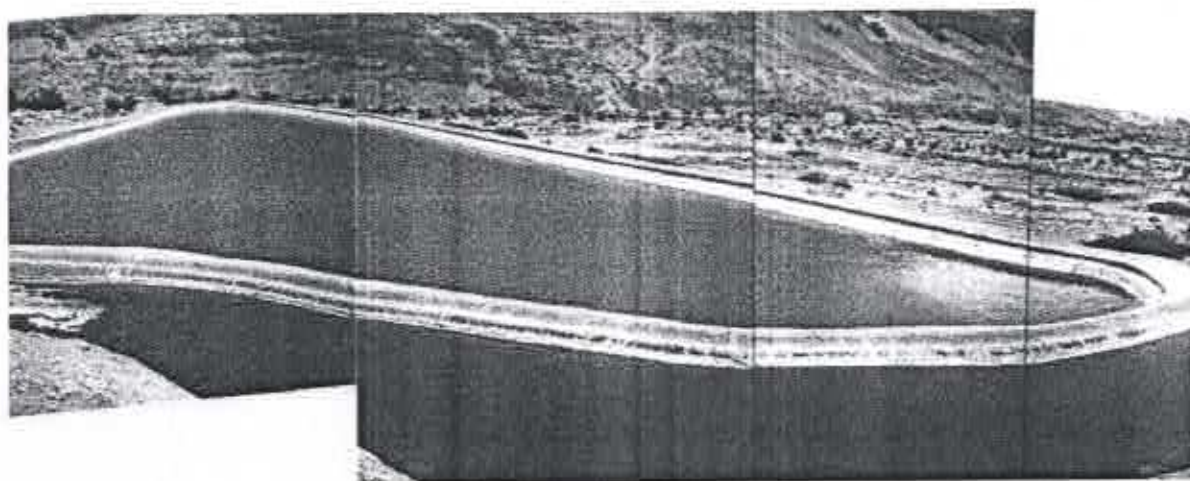


FOTO 4.4
EXPANSIÓN DEL CAUCE DEL RÍO SAN JOSÉ



FOTO 4.5
ÁREA DE RIEGO KILÓMETRO 35



4.2.2 Estructura Productiva

Según información obtenida del VI Censo Nacional Agropecuario, la comuna de Arica estaría constituida por 6.889,1 ha cultivables, cuya asignación de cultivos se presenta en la Tabla 4.2.

Como se puede apreciar los principales rubros ejecutados en la comuna corresponden a olivo, tomate, choclo, alfalfa, poroto verde, cebolla y mango.

En este ámbito es necesario aclarar que dentro de la comuna de Arica se deben considerar tanto los valles del río San José como del río Lluta. De lo anterior se desprende, tal como se indicó anteriormente, en la "Recopilación de Antecedentes", que algunos importantes estudios efectuados en la zona del río San José, correspondientes al Plan Director, al Plan Maestro y al Modelo de Simulación Hidrológico, todos efectuados para la Dirección General de Aguas, han considerado erróneamente la estructura productiva actual del río San José, al aplicar directamente la estructura resultante de la comuna de Arica. De esta forma, cultivos tales como alfalfa, cebolla y ajo, entre otros, son relevantes sólo en el valle del río Lluta y no para el río San José, como se ha contemplado en los informes antes mencionados.

TABLA 4.2
USO ACTUAL DEL SUELO COMUNA DE ARICA

RUBRO PRODUCTIVO	SUPERFICIE		% del Total
	ha	%	
FRUTALES - VINAS- VIVEROS	1.494,9	100,0	
Huertos Frutales Caseros	101,5	6,8	
Chirimoyo	0,4	0,0	
Frutilla	1,1	0,1	
Granado	0,5	0,0	
Guayabo	20,0	1,3	
Limón Sin Pepa	0,5	0,0	
Limón Sutil o de Pica	0,4	0,0	
Limónero	2,0	0,1	
Mango	62,6	4,2	
Manzano Rojo	1,8	0,1	
Maracuyá	4,3	0,3	
Membrillo	2,1	0,1	
Naranja	31,5	2,1	21,70%
Olivo	1.228,5	82,4	
Palma Datilera	0,2	0,0	
Paito	3,4	0,2	
Papayo	0,9	0,1	
Peral Europeo	0,2	0,0	
Platano	21,8	1,5	
Pomelo	1,3	0,1	
Tuna	1,4	0,1	
Uva de Mesa	0,3	0,0	
Otros	4,4	0,3	
Vitita Cepa Pais	1,5	0,1	
Viveros Frutales	1,3	0,1	
CHACRA	0,1	100,0	0,10%
Papa	0,1	100,0	
CULTIVOS INDUSTRIALES	22,8	100,0	0,30%
Jocoba	22,8	100,0	
HORTALIZAS	2.310,7	100,0	
Acelga	3,1	0,1	
Aji	4,5	0,2	
Ajo	80,9	3,7	
Albaca	0,2	0,0	
Apio	0,7	0,0	
Arveja Verde	1,1	0,0	
Berenjena	1,7	0,1	
Betarraga	25,1	1,1	
Brocoli	1,7	0,1	
Camote	0,2	0,0	
Cebolla Temprana	142,9	6,2	
Cilantro	0,1	0,0	
Coliflor	35,8	1,5	
Chalota	0,1	0,0	
Choclo	1.024,8	44,4	
Espárrago	0,8	0,0	
Haba	9,0	0,4	
Huerta Casera	17,7	0,8	
Lechuga	18,5	0,8	
Melón	6,8	0,3	
Pepino Ensalada	20,3	0,9	
Pepino Dulce	3,2	0,1	
Perejil	0,4	0,0	
Pimiento	85,8	3,7	
Poroto Granado	2,7	0,1	
Poroto Verde	308,4	13,3	
Repollo	3,8	0,2	
Sandía	5,0	0,2	
Tomate de Consumo Fresco	448,6	19,4	
Zanahoria	16,9	0,7	
Zapallo Italiano	34,2	1,5	
Zapallo Temprano y Guardia	5,2	0,2	
Otras	0,5	0,0	
SEMILLEROS	0,7	100,0	0,01%
Vanos	0,7	100,0	
FLORES	13,9	100,0	
Clavel	7,3	52,5	
Gladiolo	0,1	0,7	
Rosa	0,3	2,2	
Siempreviva	0,1	0,7	
Otras	6,1	43,9	
PRADERAS Y FORRAJERAS	681,4	100,0	
Anuales	3,0	0,4	
Alfalfa	678,4	98,1	9,90%
Pradera Mejorada	10,0	1,5	
SIN USO	2.359,6	100,0	34,30%
Barbecho	2.359,6	100,0	
TOTALES	6.889,1		100%

Considerando lo anterior, se ha procedido a determinar la estructura de cultivos específica para el Valle del Río San José o Valle de Azapa. Esto ha sido posible gracias a la información proporcionada por INDAP, de acuerdo a los análisis anuales efectuados por esta institución en el valle.

Además, se ha efectuó una comprobación directa en terreno a través de un recorrido visual y conversaciones efectuadas en la zona con personeros de la COMCA, de la Asociación Gremial de Agricultores, de la Universidad de Tarapacá y otros informantes calificados.

En la Tabla 4.3 se presenta el uso actual del suelo específico para el área del río San José.

TABLA 4.3
USO DEL SUELO VALLE DEL RÍO SAN JOSÉ O VALLE DE AZAPA

Rubro Productivo	Superficie	
	ha	%
FRUTALES		
Limonos	30	1,1
Mangos	100	3,7
Olivos	1.270	46,7
Otros Frutales	25	0,9
HORTALIZAS		
Choclo	50	1,8
Pimiento Morrón	150	5,5
Poroto Verde	350	12,8
Tomate	460	16,9
Zapallo Italiano	50	1,8
Otras Hortalizas	235	8,6
FORRAJERAS		
Alfalfa	5	0,2
TOTAL ÁREA	2.725	100,0

Como se observa en la Tabla 4.3, en el valle de Azapa el cultivo principal es el olivo, con 1.270 ha, seguido en orden de importancia por el tomate, poroto verde y pimiento morrón, entre otros. Dentro de los frutales, destaca también el cultivo del mango, con alrededor de 100 ha y el limón con 30 ha. Entre las hortalizas, además de las indicadas previamente, se deben considerar de relevancia, el choclo y el zapallo italiano, con 50 ha cada una.

Dentro de las forrajeras, se encuentra la alfalfa con solo 5 ha, cifra notablemente inferior a la obtenida en el total de la comuna de Arica. De esto se desprende que la

mayor parte de este rubro se encuentra en el valle del río Lluta. En similares condiciones se encuentra el choclo, que tal como se señaló, en el valle de Azapa, existen 50 ha, quedando más de 1.000 ha de este cultivo en el valle del río Lluta.

Cabe señalar, según información proporcionada por la COMCA, que los beneficiarios de la realización del presente proyecto, corresponden a aproximadamente 1.200 accionistas, con parcelas que en promedio fluctúan entre las 6 a 7 ha regables. De estos agricultores, un 20% se considera que trabajan adecuadamente sus campos, aplicando buena tecnología.

Dentro de los 1.200 predios existentes en el valle del río San José, solo unas 25 propiedades poseen una superficie superior a las 10 ha.

En la Foto 4.6 se pueden apreciar árboles de olivos centenarios. Según antecedentes proporcionados por investigadores de la Universidad de Tarapacá, estos árboles tienen una vida útil indefinida, de acuerdo a las condiciones de manejo en que se desarrollan. Al respecto, se puede señalar que esta especie requiere de un mínimo de 70 horas de frío igual o menor a 10°C en Junio para poder fructificar en forma adecuada. Además, se debe considerar que si se producen cosechas tardías en la segunda quincena de Julio, como suele suceder en algunos casos, no se produce fructificación en la próxima temporada.

En general, los agentes informantes señalan que con un buen manejo del riego y del control fitosanitario, y regulando la relación madera/hoja se puede evitar en parte el añerismo. Se deben evitar arboles mayores de 3 a 4 metros de alto y se deben formar con ramas pendulares, lo que a la vez facilita la labor de cosecha.

En la Foto 4.7, se observa un huerto antiguo de olivos, distanciados más o menos a 11x11 m, totalizando 70 árboles/ha. Actualmente es factible establecer plantaciones más densas de 140 o más arboles por hectárea.

También es factible la asociación de cultivos, como se observa en las Fotos 4.8, en que se intercalan limoneros en un huerto de olivos, o como aparece en la Foto 4.9, en que en la entrehilera de un huerto joven de olivos se efectuó una siembra de porotos verdes.

En otro ámbito, en la Foto 4.10 se puede apreciar un huerto de mangos en etapa de crecimiento. Estas especies según información obtenida en la zona son muy longevas, pudiendo mantenerse en producción hasta los 45 años. Lo anterior no significa necesariamente que se mantenga la misma producción y calidad de arboles más jóvenes.

FOTO 4.6
OLIVOS CENTENARIOS



FOTO 4.7
HUERTO DE OLIVOS DE BAJA DENSIDAD
(70 ARBOLES/HA)



FOTO 4.8
HUERTO DE OLIVOS CON LIMONES



FOTO 4.9
HUERTO DE OLIVOS CON SIEMBRA DE POROTOS VERDES



FOTO 4.10
HUERTO DE MANGOS



En el caso de las hortalizas, la especie más cultivada corresponde al tomate para consumo fresco. Como se aprecia en la Foto 4.11, existe una etapa de establecimiento y posteriormente se guía la planta por varillas (ver Foto 4.12), lo que facilita el manejo del cultivo, su cosecha y permite obtener una mayor productividad por hectárea.

FOTO 4.11
ESTABLECIMIENTO DE TOMATES



FOTO 4.12
TOMATES GUIADOS



Otros cultivos de relevancia en la zona corresponden al pimiento morrón, poroto verde y maíz choclo, los cuales se presentan en las Fotos 4.13, 4.14 y 4.15, respectivamente. Cabe señalar que tal como se indicó anteriormente, si bien el choclo es una especie importante en la comuna de Arica, éste se concentra esencialmente en el valle del río Lluta.

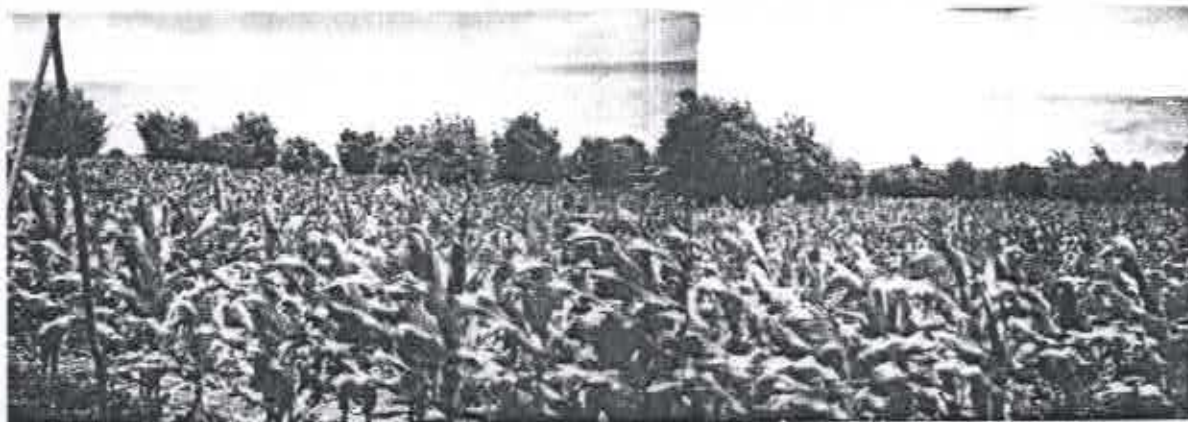
FOTO 4.13
CULTIVO DE PIMIENTO MORRÓN



FOTO 4.14
CULTIVO DE POROTOS VERDES



FOTO 4.15
CULTIVO DE MAÍZ CHOCLO



4.2.3 Estudio de Rendimientos y Precios

a) Tendencias de Precios

• Frutales

Limón

En el último quinquenio, los precios reales anuales registrados por el limón en los mercados mayoristas de Santiago no han mostrado una tendencia clara, oscilando entre \$173 el kilo en 1996 y \$97 el kilo en 1998 (valores expresados en \$ de septiembre de 2000, Tabla 4.4). Hasta el año 1998 se constató un sostenido descenso de las cotizaciones, lo que estaría asociado al crecimiento de las plantaciones de limonero y, por consiguiente, a una expansión de la oferta.

TABLA 4.4

Precio Real de Limón (\$ de septiembre de 2000/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1996	173	324	379	337	175	100	55	60	67	104	155	151	173
1997	216	321	353	258	165	127	49	41	53	48	60	63	146
1998	108	153	197	166	113	73	40	35	39	50	72	118	97
1999	172	216	254	198	120	55	32	32	44	49	98	147	118
2000	229	278	274	231	123	95	54	36	54				153
Promedio Mensual	180	258	291	238	139	90	48	41	51	63	96	120	137

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes de ODEPA

No obstante, las exportaciones de esta fruta se han incrementado en los últimos años, especialmente a partir de 1996, cuando tiene lugar la apertura del mercado japonés. Estas transacciones, si bien en la actualidad no superan el 15% de la producción nacional, han contribuido a sostener los precios en el mercado doméstico. De tal forma, desde 1998 los precios de esta fruta se han incrementado y, entre enero y septiembre del 2000 el valor promedio se ubicó en torno a los \$153 el kilo, cifra que es un 22,4% real más elevada que la registrada en igual período de 1999.

Por otra parte, cabe destacar que los precios del limón presentan importantes variaciones estacionales, registrándose los valores más altos entre noviembre y mayo, cuando la oferta es más reducida. De esta forma, surge la necesidad de establecer esta especie en zonas protegidas de heladas, con el objeto de favorecer la fructificación en verano y otoño.

Según la información proporcionada por el SAG el limonero no es una especie hospedera de mosca de la fruta, pero la fruta requiere de inspección para sacarla de la I Región, pues en esa zona existe el problema de un insecto laminador de la hoja que no está presente en el resto de las regiones del país. El costo de la inspección es del orden de \$50.000 a \$60.000 por camión.

De esta manera, el precio a productor calculado para la zona del proyecto es el siguiente:

• Precio promedio nacional, para la época de comercialización (ene-abr), al por mayor, base Stgo., período 1996-2000.	\$ 242/kilo
Flete (Stgo - Zona proyecto)	\$ 30/kilo
Inspección	\$ 2/kilo
Margen de comercialización (35%)	\$ 85/kilo
Precio puesto I Región	\$ 125/kilo

Mango

En este caso no se dispone de series estadísticas de precios de mango en los mercados mayoristas de Santiago. Agentes consultados en el Valle de Azapa señalan que los precios a productor se ubican en torno a los \$350 por kilo, pudiendo llegar en ocasiones hasta \$800 el kilo. La comercialización de esta fruta sólo se lleva a cabo en el mercado local de la I Región.

Cabe señalar que esta especie es hospedera de la mosca de la fruta y, por lo tanto, para ser vendida en otras regiones del país requiere de un tratamiento térmico. No obstante, el producto local no ha sido transado en el resto de Chile, por cuanto presenta desventajas respecto del fruto importado.

En efecto, a pesar de su buen sabor, su calibre es significativamente inferior al del mango proveniente de Brasil o México, además su pulpa es más fibrosa. Con el propósito de solucionar estos problemas y ser más competitivos en el mercado nacional, algunos productores se encuentran injertando sus huertos con variedades rojas de mayor calibre. Asimismo, las nuevas plantaciones consideran otras variedades y la densidad de plantación es mayor.

De esta manera, se estima que el precio a productor del mango cultivado actualmente en el valle se situará en \$350 el kilo, en tanto que los provenientes de plantaciones nuevas o de huertos injertados podrían alcanzar a unos \$700 el kilo.

Olivo

Al igual que en el caso anterior, no se dispone de series estadísticas de precios de aceitunas. Los agentes consultado en el área de influencia del río San José señalan que los valores para esta fruta, en estado natural, pueden variar entre \$400 y \$650 el kilo; la aceituna preparada alcanza valores del orden de \$650 a \$800 el kilo, y el producto de buen calibre puede anotar cotizaciones de hasta \$1.100 el kilo.

En los últimos años la producción local ha debido enfrentar la entrada de aceituna procesada desde Perú, país que cuenta con obra de mano barata y ventajas tributarias respecto de la realidad chilena. De hecho, los agentes consultados informan que hace algunos años se efectuaron exportaciones de aceituna a Grecia con precios del orden de US\$2,66 el kilo; luego en el país de destino, éstas eran envasadas. Posteriormente Perú ingresó al negocio con cotizaciones cercanas a los US\$0,7 por kilo, lo que dejó al producto nacional fuera de competencia.

Los olivos del Valle de Azapa son muy longevos, pero en años en que no existe déficit hídrico o cuentan con riego tecnificado y se han cumplido las horas necesarias de frío invernal se pueden alcanzar producciones de hasta 120 a 150 kilos de oliva por árbol; cuando la producción excede los 170 kilos por árbol aproximadamente un 45 a 50% de ella corresponde a aceituna mulata, producto que no tiene valor comercial, pero que según investigadores de la Universidad de Tarapacá podrían destinarse a la producción de aceite de oliva.

Un problema que caracteriza a este frutal es el añerismo, fenómeno que estaría asociado a un déficit de horas de frío, escasa disponibilidad de agua y al manejo en general. Este último factor se estaría solucionando con prácticas de poda, fertilización y regulación de la altura del árbol, con el propósito de tener una mejor relación follaje – madera.

Para el presente proyecto se considerará válido un precio a productor del orden de \$450 el kilo del producto sin preparar.

- **Hortalizas**

Choclo

Esta hortaliza si bien se transa durante todo el año en los mercados mayoristas de Santiago, los volúmenes más importantes tienen lugar entre enero y febrero, período que coincide con los precios más bajos. Así, en octubre y noviembre el choclo es un producto primor y su precio promedio supera los \$70/unidad y en enero desciende a \$52/unidad (Tabla 4.5).

TABLA 4.5

Precio Real de Chocío (\$ de septiembre de 2000/cien unidades, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1996	4.754	3.897	4.998	6.744	7.371	11.258	18.509		9.535	15.858	9.264	6.189	8.943
1997	5.962	10.419	11.925	10.394	8.498	8.593		9.616		16.255	7.226	5.779	9.467
1998	5.183	3.911	3.357	3.553	4.780	8.789	9.513	9.708	11.804	9.607	5.833	5.547	6.799
1999	3.605	5.529	5.041	5.858	6.300	7.901	13.577		8.213	8.060	6.080	4.894	6.823
2000	6.950	7.702	6.241	5.360	4.791	6.252	9.061	15.873	13.827				8.451
Promedio Mensual	5.291	6.292	6.312	6.382	6.348	8.558	12.665	11.733	10.845	12.445	7.101	5.602	8.097

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes de ODEPA

Asimismo, se constatan importantes fluctuaciones de precios anuales, lo que está en estrecha relación con la superficie de cultivo de cada temporada, con la cantidad que se destine a congelados y el resultado de las exportaciones de este último producto.

De esta manera, en el período de análisis, los valores más altos se registraron en 1997 cuando el promedio anual se situó en casi \$95 la unidad, en tanto que el más bajo tuvo lugar en 1998 con \$60 cada choclo (ambos valores están expresados en moneda de septiembre del 2000). Durante los primeros nueve meses de 2000, el precio promedio alcanzaba a \$84 la unidad, cifra un 20% real más elevada que la de igual período de 1999.

El precio a productor calculado para la zona del proyecto considera la siguiente estructura:

- Precio promedio nacional, para la época de comercialización (jun-oct), al por mayor, base Stgo., período 1996-2000. \$ 112/unidad
- Flete (Stgo - Zona proyecto) \$ 9/unidad
- Inspección \$ 1/unidad
- Margen de comercialización (35%) \$ 39/unidad
- Precio puesto I Región \$ 63/unidad**

En el ejercicio anterior, se incluye un ítem correspondiente a la inspección efectuada por el SAG para autorizar la salida de esta hortaliza hacia el resto del país, requisito que es indispensable cumplir, a pesar de que el choclo no es una especie hospedera de mosca de la fruta.

Pimiento Morrón

El pimiento morrón se transa entre marzo y septiembre en los mercados mayoristas de Santiago, los valores más altos se registran entre los meses de agosto y septiembre cuando finaliza el período de comercialización, lo que coincide con los valores más elevados del pimentón. Los precios más bajos tienen lugar entre marzo y mayo, lo que coincide con la mayor disponibilidad de pimentón.

Los precios de esta hortaliza, en el último quinquenio, han anotado alzas y bajas, moviéndose en un rango promedio anual entre \$3.796 en 2000 y \$1.487 las cien unidades registrado en 1998, ambos valores expresados en moneda de septiembre de 2000 (Tabla 4.6).

TABLA 4.6

Precio Real de Pimiento Morrón (\$ de septiembre de 2000/cien unidades, sin IVA)													Promedio Anual
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1996			738	2.275	1.229	1.616	2.336	3.185	4.695				2.296
1997		1.773	1.370	1.129	1.111	1.455	2.203	2.485	3.821				1.918
1998			853	1.218	1.090	1.019	1.870	1.967	2.397				1.487
1999			1.304	1.059	1.175	2.920	1.688	1.938	2.548				1.805
2000			2.345	3.066	2.763	2.150	3.036	5.741	7.471				3.796
Promedio Mensual		1.773	1.322	1.749	1.474	1.832	2.227	3.063	4.186				2.261

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes de ODEPA

En el área de influencia del río San José esta hortaliza se establece entre enero y febrero y se cosecha a principios de junio, para ser comercializada posteriormente en los mercados mayoristas de Santiago. Para que este producto salga de la I Región requiere de fumigación, cuyo valor aproximado es de \$400.000 por camión. Cabe señalar que esta especie es hospedera de la mosca de la fruta y, además, es atacada por un insecto lepidóptero.

De esta manera, el precio a productor calculado para la zona del proyecto es el siguiente:

- Precio promedio nacional, para la época de comercialización (jun-sep), al por mayor, base Stgo., período 1996-2000. \$ 340/kilo
 Flete (Stgo - Zona proyecto) \$ 35/kilo
 Fumigación \$ 22/kilo
 Margen de comercialización (35%) \$ 119/kilo
Precio puesto I Región \$ 164/kilo

Poroto Verde

El poroto verde se transa durante todo el año en los mercados mayoristas de Santiago, registrando los valores más altos entre los meses de julio y octubre y los menores desde enero hasta abril, cuando existe una mayor disponibilidad de la hortaliza.

En esos centros de comercialización los valores anuales promedios mostraron un descenso de un 34,4% real entre 1996 y 1999 (Tabla 4.7); pero en el transcurso del año 2000 las cotizaciones han mostrado una cierta estabilización respecto de un año atrás. En efecto, durante los primeros nueve meses del 2000 el poroto verde registró un valor medio del orden de \$331 el kilo, en tanto que en el mismo período de 1999 el precio fue de \$338/kilo, lo que implica una caída real de sólo un 2,1%.

TABLA 4.7

Precio Real de Poroto Verde (\$ de septiembre de 2000/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1996	223	175	205	231	411	738	939	905	922	748	258	249	500
1997	228	225	178	175	215	674	755	1.011	1.238	516	262	192	472
1998	177	190	201	234	277	458	633	602	702	480	264	146	363
1999	167	127	179	132	221	324	582	733	577	497	213	182	328
2000	169	126	124	131	273	278	519	751	607				331
Promedio Mensual	193	169	177	181	280	494	686	800	809	560	249	192	399

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes de ODEPA.

Si bien el poroto verde no es hospedero de la mosca de la fruta, el producto que sale de la I Región hacia el sur requiere de una inspección del SAG cuyo costo varía entre \$50.000 y \$60.000 por camionada.

A pesar de lo anterior, cabe señalar que de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona de estudio la producción local de poroto verde puede ser comercializada en los mercados mayoristas de Santiago entre los meses de junio a septiembre, cuando tienen lugar los precios más elevados.

Así, el precio a productor calculado para la zona del proyecto considera la siguiente estructura:

- Precio promedio nacional, para la época de comercialización (jun-sep), al por mayor, base Stgo., período 1996-2000. \$ 697/kilo
 Flete (Stgo - Zona proyecto) \$ 35/kilo
 Inspección \$ 2/kilo
 Margen de comercialización (35%) \$ 244/kilo
Precio puesto I Región \$ 416/kilo

Tomate

Existe una marcada estacionalidad en los precios registrados por el tomate; entre enero y abril, esta hortaliza alcanza los valores más bajos, lo que coincide con el grueso de la cosecha del tomate cultivado al aire libre, en tanto que en los meses de invierno y primavera se anotan las cotizaciones más altas, lo que está estrechamente relacionado con la producción de tomate en invernadero y primores.

En términos generales, cabe señalar que los precios promedios anuales del tomate han mostrado una tendencia errática, registrándose el valor más alto en 1997 con \$246 el kilo y el más bajo en 1998 con \$218 el kilo, ambos valores expresados en moneda de septiembre del 2000 (Tabla 4.8). En el transcurso de los primeros nueve meses del año 2000 el precio medio de esta hortaliza exhibió un descenso del orden de un 8,1% real respecto del mismo período de 1999, al pasar de \$174 el kilo a \$160 el kilo.

TABLA 4.8

Precio Real de Tomate (\$ de septiembre de 2000/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1996	68	76	78	128	172	268	250	381	509	392	265	179	230
1997	130	135	99	112	107	164	119	400	583	530	288	286	246
1998	164	62	68	95	150	269	340	310	381	288	237	115	207
1999	89	107	124	128	120	215	235	258	290	468	296	282	218
2000	111	63	71	89	154	159	219	282	297				160
Promedio Mensual	112	89	86	110	141	215	232	326	412	420	271	216	212

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes de ODEPA

Fuentes consultadas en el área de estudio señalan que, en materia de precios, el tomate presenta ciclos de cinco años, en que en dos de ellos se registran precios buenos y en los otros tres valores bajos, los que ascienden \$225 y \$125 el kilo, respectivamente.

Al igual que en otras hortalizas, la salida de tomates hacia otros centros de consumo en la zona central requiere de la inspección del SAG.

De esta manera, el precio a productor calculado para la zona del proyecto es el siguiente:

- Precio promedio nacional, para la época de comercialización (jun-sep), al por mayor, base Stgo., periodo 1996-2000, \$ 296/kilo
- Flete (Stgo - Zona proyecto) \$ 30/kilo
- Inspección \$ 2/kilo
- Margen de comercialización (35%) \$ 104/kilo
- Precio puesto I Región \$ 160/kilo**

Zapallo Italiano

El zapallo italiano se transa durante todo el año en los mercados mayoristas de Santiago y sus precios presentan una marcada variación estacional asociada a la disponibilidad del producto. Así, los valores más altos tienen lugar entre los meses de junio y octubre, en tanto que los más bajos se registran desde diciembre a febrero cuando hace su entrada al mercado el grueso de la cosecha, proveniente de la zona central del país.

En los mercados mayoristas de Santiago, esta especie ha mostrado desde 1996 en adelante una caída sostenida de precios, moviéndose en un rango de \$5.629 en 1996 y \$4.011 las cien unidades en 1999 (ambos valores expresados en moneda de septiembre de 2000), lo que implica una declinación real de un 28,7% (Tabla 4.9).

TABLA 4.9

Precio Real de Zapallo Italiano (\$ de septiembre de 2000/cien unidades, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1996	2.321	2.473	3.304	4.736	4.983	10.382	15.485	9.571	5.646	4.815	2.217	1.614	5.629
1997	2.072	2.307	3.186	2.313	3.500	4.359	9.024	11.596	12.506	7.837	4.384	3.198	5.523
1998	2.728	2.738	3.369	3.042	3.789	4.480	7.966	10.409	8.110	4.741	2.204	1.645	4.602
1999	2.572	3.415	3.113	2.815	3.557	5.412	6.464	3.739	5.542	6.264	3.293	1.939	4.011
2000	1.704	1.811	2.420	2.844	3.299	3.333	7.339	5.915	5.949				3.846
Promedio Mensual	2.280	2.549	3.078	3.150	3.826	5.593	9.256	8.246	7.550	5.914	3.024	2.099	4.722

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes de ODEPA.

En el transcurso del año 2000 esta tendencia a la baja ha prevalecido, ya que en los primeros nueve meses de 2000 el valor promedio fue de \$3.846 las cien unidades,

en circunstancias que en igual período de 1999 fue de \$4.069, lo que revela un deterioro de un 5,5% real.

El precio a productor calculado para la zona del proyecto considera la siguiente estructura:

• Precio promedio nacional, para la época de comercialización (jun-sep), al por mayor, base Stgo., período 1996-2000.	\$ 77/unidad
Flete (Stgo - Zona proyecto)	\$ 8/unidad
Inspección	\$ 1/unidad
Margen de comercialización (35%)	\$ 27/unidad
Precio puesto I Región	\$ 41/unidad

b) Fichas Técnico - Económicas

Se han elaborado estándares o fichas técnico – económicas para cada uno de los rubros productivos que se han identificado en el área del proyecto en la situación actual agropecuaria. Los estándares se han realizado utilizando principalmente la información obtenida en terreno a través de un reconocimiento visual y conversaciones con los propios agricultores del área. Además, se han utilizado antecedentes bibliográficos obtenidos de instituciones de la zona como INDAP, Agropiamonte, COMCA, Asociación Gremial de Agricultores y de la Universidad de Tarapacá, y de otros estudios disponibles para la realización del presente proyecto. Las fichas incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

Labores e insumos

- Mano de obra
- Maquinaria
- Fletes y empaques
- Insumos físicos
- Imprevistos

Rendimientos

Posteriormente, estas fichas o estándares fueron valorizados; en el caso de los productos se utilizó la información presentada en el acápite de "Tendencias de

Precios", y en el caso de los insumos, precios de lista de diferentes empresas proveedoras. Una vez valorizados los estándares, se obtuvo las fichas o patrones productivos y económicos, a precios de mercado. Estos incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, imprevistos, margen bruto, costos indirectos y margen neto.

Las fichas técnico – económicas se han elaborado a precios de mercado. Posteriormente, de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN, se han determinado los factores de ajuste social para calcular así los estándares a precios sociales.

Las fichas técnico–económicas de la situación actual o sin proyecto se presentan en el Anexo 2.

Además, se ha considerado una diferenciación tecnológica, de acuerdo a los niveles de producción y manejo existentes en el área de estudio.

Al respecto, según diversas fuentes de la zona, entre ellos INDAP, COMCA, la Asociación Gremial de Agricultores y la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, existe un 20% de los agricultores que manejan sus cultivos con adecuada tecnología y el 80% restante con un nivel medio a bajo.

Para estos efectos se han considerado dos niveles tecnológicos, uno medio-alto, correspondiente a los estándares presentados en el anexo antes indicado, y otro medio-bajo, el cual se ha obtenido por medio de factores de ajuste, obtenidos de información utilizada por el INDAP regional.

4.2.4 Necesidades de agua de riego

a) Evapotranspiración Potencial y Real

El valor de la Evapotranspiración Potencial (ET_o) se ha obtenido del estudio "Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile" elaborado por Ciren-Corfo y la Comisión Nacional de Riego, puesta a disposición del público recientemente. Los valores de Evapotranspiración Potencial se expresan mensualmente en mm/mes en la Tabla 4.10.

TABLA 4.10

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
ET _o (mm/mes)	61,0	68,0	106,0	131,0	144,0	162,0	196,0	190,0	157,0	129,0	106,0	61,0

Paralelamente se han determinado para cada cultivo por mes los Coeficientes de Cultivo (Kc). Estos, tanto en montos como en el procedimiento de obtención, se basaron en el estudio denominado "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José", elaborado por Luis Arrau del Canto para la Dirección General de Aguas en el año 1997. Este estudio, a su vez, se basó en el Boletín No. 24 de la F.A.O., denominado "Las necesidades de agua de los cultivos" (G. Doorenbos y W.O. Pruitt).

Para los frutales se determinó un Kc de 0,725 durante los meses de Noviembre a Marzo y de 0,675 en el resto del año.

En el caso específico del olivo, según información proporcionada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, este requiere de 10.000 m³ de agua cuando es regado por tazas y de 7.500 m³ con riego tecnificado. Debido a esto se han afectado los Kc del olivo, disminuyéndolos, de manera de mantener los requerimientos hídricos señalados.

En el caso de las hortalizas se considero un Kc único para todos los meses, considerando la superposición de fechas de siembra, transplantes y cosechas. El valor adoptado es de 0,65, el cual representa un promedio de las distintas especies hortícolas como pimentón, choclo y poroto verde, entre otras.

En el caso del tomate se ha considerado el mismo valor de Kc, pero se ha distribuido desde Enero a Septiembre, de manera de producir un tomate entre Junio y Septiembre, período en que se logran los mayores precios.

En la Tabla 4.11 se presentan los Kc adoptados para las diferentes especies en estudio.

TABLA 4.11
COEFICIENTES DE CULTIVO KC

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Limones	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,675
Mangos	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,675
Olivos	0,392	0,392	0,392	0,392	0,392	0,392	0,421	0,421	0,421	0,421	0,421	0,392
Otros Frutales	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,675
Choclo	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Pimentón Morrón	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Poroto Verde	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Tomate	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65				0,65	0,65	0,65	0,65
Zapallo Italiano	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Otras Hortalizas	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Alfalfa	0,85	0,80	0,80	0,82	0,84	0,88	0,92	0,94	0,95	0,95	0,94	0,90

Luego, mediante la multiplicación de la Evapotranspiración Potencial por los Coeficientes de Cultivo se determinó en la Tabla 4.12 la Evapotranspiración Real (ET_r) mensual para cada cultivo asignado.

TABLA 4.12
EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL
(MM/MES)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas	54,68	59,40	72,90	88,43	97,20	109,35	142,10	137,75	113,83	87,00	72,50	54,68	1.089,80
Mangos	54,68	59,40	72,90	88,43	97,20	109,35	142,10	137,75	113,83	87,00	72,50	54,68	1.089,80
Olivos	31,75	34,50	42,34	51,35	56,45	63,50	82,52	79,99	68,10	50,52	42,10	31,75	832,66
Otros Frutales	54,68	59,40	72,90	88,43	97,20	109,35	142,10	137,75	113,83	87,00	72,50	54,68	1.089,80
Choclo	52,65	57,20	70,20	85,15	93,60	105,30	127,40	123,50	102,05	78,00	65,00	52,65	1.012,70
Pimiento Morrón	52,65	57,20	70,20	85,15	93,60	105,30	127,40	123,50	102,05	78,00	65,00	52,65	1.012,70
Poroto Verde	52,65	57,20	70,20	85,15	93,60	105,30	127,40	123,50	102,05	78,00	65,00	52,65	1.012,70
Tomate	52,65	57,20	70,20	85,15	93,60	0,00	0,00	0,00	102,05	78,00	65,00	52,65	856,50
Zapallo Italiano	52,65	57,20	70,20	85,15	93,60	105,30	127,40	123,50	102,05	78,00	65,00	52,65	1.012,70
Otras Hortalizas	52,65	57,20	70,20	85,15	93,60	105,30	127,40	123,50	102,05	78,00	65,00	52,65	1.012,70
Alfalfa	68,85	70,40	86,40	107,42	120,96	142,56	180,32	178,60	149,15	114,00	94,00	72,90	1.385,56

b) Eficiencias de Riego y Tasas de Riego

Las eficiencias de riego consideradas para los diferentes cultivos asignados en situación actual, corresponden a valores que se producen a nivel potrero. Estas eficiencias varían según el método de riego utilizado, sea éste gravitacional o tecnificado.

A cada uno de los métodos de riego se les asignó un determinado coeficiente de eficiencia. Estos coeficientes, debido a la imposibilidad de hacer experiencias a lo largo del estudio, se estimaron de acuerdo a la experiencia de los consultores, y tomando como base los coeficientes contenidos en la Ley No. 18.450, de subsidio al riego (ver Tabla 4.13).

TABLA 4.13
EFICIENCIAS DE RIEGO

Cultivos	Eficiencia (%)
Limonero	69
Mango	69
Olivo	69
Otros Frutales	69
Choclo	86
Pimiento Morrón	86
Poroto Verde	86
Tomate	86
Zapallo Italiano	86
Otras Hortalizas	86
Alfalfa	30

Considerando la información obtenida en el área de estudio, especialmente de la Universidad de Tarapacá, la COMCA e INDAP, en el caso de los frutales se consideró que

un 26% se riega en forma tecnificada (goteo o borboteo), un 10% en forma mixta (tradicional y tecnificado) y un 64% en forma tradicional (tazas).

Por otra parte, en las hortalizas se consideró que un 90% es regada tecnificadamente (goteo o cintas) y un 10% con métodos tradicionales (caracol o surcos).

Finalmente en el caso de alfalfa, debido a la escasa superficie existente, se contempló que el riego de esta especie se realiza por tendido.

Establecidas las eficiencias de riego para cada cultivo, se procedió a ajustar la evaporación real para determinar finalmente las tasas de riego, las que se incluyen en la Tabla 4.14 en mm/mes y en la Tabla 4.15 en m³/ha.

TABLA 4.14
TASAS DE RIEGO
(MM/MES)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas	78,20	86,10	105,70	128,20	140,90	158,50	205,90	199,50	165,00	126,10	105,10	79,20	1.579,50
Mangos	79,20	86,10	105,70	128,20	140,90	158,50	205,90	199,50	165,00	126,10	105,10	79,20	1.579,50
Olivos	46,00	50,00	61,40	74,40	81,80	92,00	119,60	115,30	95,80	73,20	61,00	46,00	917,10
Otros Frutales	79,20	86,10	105,70	128,20	140,90	158,50	205,90	199,50	165,00	126,10	105,10	79,20	1.579,50
Choclo	61,20	66,50	81,60	99,00	108,80	122,40	148,10	143,60	118,70	90,70	75,60	61,20	1.177,40
Pimiento Morrón	61,20	66,50	81,60	99,00	108,80	122,40	148,10	143,60	118,70	90,70	75,60	61,20	1.177,40
Poroto Verde	61,20	66,50	81,60	99,00	108,80	122,40	148,10	143,60	118,70	90,70	75,60	61,20	1.177,40
Tomate	61,20	66,50	81,60	99,00	108,80	122,40	148,10	143,60	118,70	90,70	75,60	61,20	1.177,40
Zapallo Italiano	61,20	66,50	81,60	99,00	108,80	122,40	148,10	143,60	118,70	90,70	75,60	61,20	1.177,40
Otras Hortalizas	61,20	66,50	81,60	99,00	108,80	122,40	148,10	143,60	118,70	90,70	75,60	61,20	1.177,40
Alfalfa	229,50	234,70	288,00	358,10	403,20	470,20	601,10	596,30	497,20	380,00	313,30	243,00	4.616,60

TABLA 4.15
TASAS DE RIEGO
(M³/HA)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas	792	861	1.057	1.282	1.409	1.585	2.059	1.995	1.650	1.261	1.051	792	15.795,00
Mangos	792	861	1.057	1.282	1.409	1.585	2.059	1.995	1.650	1.261	1.051	792	15.795,00
Olivos	460	500	614	744	818	920	1.196	1.159	958	732	610	460	9.171,00
Otros Frutales	792	861	1.057	1.282	1.409	1.585	2.059	1.995	1.650	1.261	1.051	792	15.795,00
Choclo	612	665	816	990	1.088	1.224	1.481	1.436	1.187	907	756	612	11.774,00
Pimiento Morrón	612	665	816	990	1.088	1.224	1.481	1.436	1.187	907	756	612	11.774,00
Poroto Verde	612	665	816	990	1.088	1.224	1.481	1.436	1.187	907	756	612	11.774,00
Tomate	612	665	816	990	1.088	1.224	1.481	1.436	1.187	907	756	612	11.774,00
Zapallo Italiano	612	665	816	990	1.088	1.224	1.481	1.436	1.187	907	756	612	11.774,00
Otras Hortalizas	612	665	816	990	1.088	1.224	1.481	1.436	1.187	907	756	612	11.774,00
Alfalfa	2.295	2.347	2.880	3.581	4.032	4.752	6.011	5.953	4.972	3.800	3.133	2.430	46.166,00

c) Demandas Brutas de Riego

Finalmente, se han determinado para el total del área del proyecto las demandas brutas de agua por cultivo asignado (ver Tabla 4.16). Esto se ha efectuado mediante la multiplicación de las tasas de riego presentadas en la Tabla 4.15 por las asignaciones de cultivos presentadas en el capítulo de "Estructura Productiva de Situación Actual".

TABLA 4.16
DEMANDAS BRUTAS
(m³)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limones	23.760	25.830	31.710	38.460	42.270	47.550	61.770	59.880	46.500	37.630	31.530	23.760	473.850
Mangos	79.200	86.100	106.700	128.200	140.900	156.500	205.900	199.600	165.000	126.100	106.100	79.200	1.579.500
Olivos	684.200	635.000	779.780	844.880	1.036.880	1.168.400	1.518.920	1.471.930	1.216.660	929.640	774.700	584.200	11.647.170
Otros Frutales	19.800	21.525	26.425	32.050	35.225	39.625	51.475	49.900	41.250	31.525	26.275	19.800	394.875
Choclo	30.600	33.250	40.800	49.500	54.400	61.200	74.050	71.800	59.350	45.350	37.600	30.600	586.700
Pimiento Morrón	91.600	99.750	122.400	148.500	163.200	180.600	222.150	215.400	176.050	136.050	113.400	91.600	1.798.100
Poroto Verde	214.200	232.750	285.600	346.500	380.800	428.400	518.350	502.500	415.450	317.450	264.600	214.200	4.120.900
Tomate	281.520	306.900	375.360	455.400	500.480	0	0	0	546.020	417.220	347.760	281.520	3.511.180
Zapallo Italiano	30.600	33.250	40.800	49.500	54.400	61.200	74.050	71.800	59.350	45.350	37.600	30.600	586.700
Otras Hortalizas	143.820	156.275	191.760	232.610	255.680	287.640	348.935	337.460	278.945	213.145	177.660	143.820	2.766.690
Ajofia	11.475	11.735	14.400	17.905	20.160	23.760	30.065	29.766	24.660	19.000	15.665	11.475	230.930
Total (m ³ /mes)	1.510.975	1.641.365	2.014.735	2.443.545	2.686.375	2.459.875	3.104.755	3.010.135	3.034.435	2.318.660	1.932.290	1.511.650	27.668.795

4.3 Situación Futura

4.3.1 Planteamiento de situación futura

La asignación de cultivos para la nueva área de riego se ha efectuado considerando las características propias tanto del área en estudio como de sus potenciales beneficiarios.

La determinación de la asignación de cultivos para el área de nuevo riego se ha efectuado en forma porcentual, es decir, se ha establecido una plantilla modelo, a la cual posteriormente se le ha determinado una demanda de agua de riego unitaria. Esta demanda unitaria, asociada a una estructura de cultivos previamente establecida, será la base de la posterior determinación de la nueva superficie a regar, de acuerdo a los resultados que arrojen los estudios de infiltración producto de la construcción de las barreras de goma en el río San José.

De esta forma se procedió a determinar la asignación de rubros productivos en el área de nuevo riego, situación que se presenta en forma porcentual la Tabla 4.17.

Cabe señalar que en el área actualmente regada, no se han considerado cambios, por lo que la asignación de cultivos presentada en el capítulo de "Estructura Productiva de Situación Actual" es válida para la situación con proyecto. Al respecto, cabe indicar que para los cultivos actualmente existentes se ha considerado una mejoría en la seguridad de riego y un mejor manejo en las labores de cultivo.

Se debe señalar que en la asignación de la nueva superficie a regar se ha considerado tanto las experiencias existentes en la zona, acordes con la realidad agrícola del área, además de considerar aspectos relativos a la rentabilidad de los rubros, y bondades y restricciones del clima.

TABLA 4.17
USO DEL SUELO EN SITUACIÓN CON PROYECTO
ÁREA DE NUEVO RIEGO
 (%)

Rubro Productivo	%
<i>FRUTALES</i>	
Limonos	20,0
Mangos	20,0
Olivos	20,0
<i>HORTALIZAS</i>	
Pimiento Morrón	13,0
Poroto Verde	13,0
Tomate	14,0
TOTAL ASIGNACIÓN	100,0

En relación al aspecto climático, se debe informar que el área se encuentra en una zona sin oscilaciones diarias o estacionales de temperatura y con una marcada influencia marina, permitiendo el crecimiento y desarrollo, sin mayores problemas, de una serie de especies cultivables de moderados requerimientos de horas frío y exigentes en días-grado.

Entre las especies que se adaptan al clima imperante en la zona, se ha considerado el cultivo de olivos, limoneros, mangos y hortalizas.

Se ha descartado la asignación de especies frutales como nogales y pecanas, a pesar que en la actualidad algunos agricultores están realizando experiencias. El descarte de estas especies se debe a que requieren un mínimo de 200 horas de frío, situación que no es factible en el área de estudio, por cuanto la media de este parámetro alcanza apenas a 131 horas de frío.

En el caso de los frutales, si bien es cierto corresponde a un subsector que involucra considerables inversiones iniciales e ingresos más tardíos (una vez que el frutal entra en plena producción), podría ser una alternativa interesante de considerar, ya que permitiría aprovechar en forma óptima el recurso agroclimático favorable existente en la zona del estudio.

En el caso específico del olivo, este sigue siendo el principal rubro de la zona. En la actualidad es factible establecer plantaciones de mayor densidad; además, es posible controlar en forma importante los problemas de añerismo que afectan a esta especie a través de cosechas oportunas (tempranas) y con un buen manejo del riego y del control fitosanitario, regulando la relación madera/hoja.

Se debe señalar que el olivo requiere bastante agua, sobretodo en los meses posteriores al crecimiento del hueso. Después del 15 de Enero los fertilizantes son destinados al crecimiento vegetativo y a los brotes de fructificación del próximo período. En esta época por lo general se produce una escasez del recurso hídrico en el valle, por lo cual generalmente los árboles se encuentran con déficit hídrico, provocando los problemas de añerismo. Con la construcción de las barreras de goma se podría paliar en parte los problemas de agua del valle, asegurado el riego de estas especies y una fructificación más pareja durante la vida útil de esta especie.

En otro ámbito, la Universidad de Tarapacá esta actualmente trabajando en un proyecto de Denominación de Origen de la Aceituna de Azapa. En este proyecto se encuentran incorporados 130 olivicultores. Para estos efectos, se requiere de una norma de calidad para aceitunas de Azapa, solo para este valle.

En cuanto al mango, cabe señalar que la fruta de esta especie es comercializada solo a nivel local, debido a que la calidad de frutos importados desde México y Brasil son notoriamente superiores. Por esta razón se propone el establecimiento de nuevas variedades, con mayor aceptación en el mercado centro – sur del país. De hecho, a pesar del buen sabor que presenta el fruto actual, su calibre es significativamente inferior al del mango proveniente de otros países, además su pulpa es más fibrosa.

Con el propósito de solucionar estos problemas y ser más competitivos en el mercado nacional, algunos productores se encuentran injertando sus huertos con variedades rojas de mayor calibre. Asimismo, las nuevas plantaciones consideran otras variedades y la densidad de plantación es mayor (ver Foto 4.16).

Cabe señalar que el mango presenta problemas por la mosca de la fruta, situación que es factible de superar a través de un tratamiento térmico, exigido por el Servicio Agrícola y Ganadero.

Otra especie considerada es el limonero, especie que presenta la ventaja de no ser hospedero de la mosca de la fruta. En todo caso el limonero requiere de todas maneras una Inspección por parte del SAG, pues en esa zona existe el problema de un insecto laminador de la hoja que no está presente en el resto de las regiones del país. Es necesario aclarar que esta especie, dentro de los cítricos, es la única libre del problema de la mosca.

En cuanto a la asignación de cultivos hortícolas, se debe considerar que este rubro posee un alto valor económico, debido a la oportunidad de cosecha y venta en la zona central del país. Además, tienen ciertas características que las hacen más adecuadas a agricultores con pequeñas superficies y poco capital, ya que es una actividad intensiva en el uso de los recursos (especialmente suelo), que pueden

entregar altos ingresos en superficies pequeñas y en cortos periodos. Además, el cultivo de hortalizas requiere de una gran cantidad de mano de obra, lo cual significa un impacto social positivo para el área de estudio.

Cabe señalar que para que el sistema productivo sea exitoso, debe ser considerado y manejado en forma integral, es decir, desde la adquisición de los insumos hasta la venta oportuna de la producción (comercialización). Para esto, resulta de vital importancia contar con una organización bien planificada y coordinada, en la que cada miembro asuma la responsabilidad e importancia de su labor, y lo que ello significa en el resultado final de la gestión.

FOTO 4.16
INJERTACIÓN DE MANGOS ROJOS



4.3.2 Resultados Económicos

En el presente capítulo y en consideración a la asignación de cultivos de situación con proyecto y a las especies actualmente cultivadas en la zona de estudio, se procedió a elaborar los estándares o fichas técnico – económicas para cada uno de los rubros productivos propuestos.

Al igual que en situación actual, los estándares se han realizado utilizando principalmente la información obtenida en terreno a través de un reconocimiento visual y conversaciones con los propios agricultores del área. Además, se han utilizado antecedentes bibliográficos obtenidos de instituciones de la zona como INDAP, Agropiamonte, COMCA, Asociación Gremial de Agricultores y de la Universidad de Tarapacá, y de otros estudios disponibles para la realización del presente proyecto. Las fichas incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

Labores e insumos

- Mano de obra
- Maquinaria
- Fletes y empaques
- Insumos físicos
- Imprevistos

Rendimientos

Posteriormente, estas fichas o estándares fueron valorizados; en el caso de los productos se utilizó la información presentada en el acápite de "Tendencias de Precios", y en el caso de los insumos, precios de lista de diferentes empresas proveedoras. Una vez valorizados los estándares, se obtuvo las fichas o patrones productivos y económicos, a precios de mercado. Estos incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, imprevistos, margen bruto, costos indirectos y margen neto.

En el caso de los frutales, se calcularon los costos de establecimiento, mantención hasta llegar a la plena producción, así como también los ingresos y los márgenes respectivos.

Los valores resultantes que se utilizarán en las especies multianuales en la evaluación final de este proyecto corresponderán a anualidades equivalentes al

período de vida útil de cada especie. La tasa de descuento a utilizar corresponde a un 10% a precio privado y a un 12% a precio social.

Las fichas técnico – económicas se han elaborado a precios de mercado. Posteriormente, de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN, se han determinado los factores de ajuste social para calcular así los estándares a precios sociales.

Las fichas técnico-económicas de la situación con proyecto se presentan en el Anexo 2.

Al igual que en situación actual, se debe considerar una diferenciación tecnológica, de acuerdo a los niveles de producción y manejo existentes en el área de estudio.

Al respecto, según diversas fuentes de la zona, entre ellos INDAP, COMCA, la Asociación Gremial de Agricultores y la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, existe un 20% de los agricultores que manejan sus cultivos con adecuada tecnología y el 80% restante con un nivel medio a bajo.

Para estos efectos se han considerado dos niveles tecnológicos, uno medio-alto, correspondiente a los estándares presentados en el anexo antes indicado, y otro medio-bajo, el cual se ha obtenido por medio de factores de ajuste, obtenidos de información utilizada por el INDAP regional.

4.3.3 Desarrollo del riego

a) Métodos de Riego a Implementar en la Nueva Área de Riego

El éxito o fracaso de una agricultura de riego depende, en gran medida, del método de riego que se emplee, el cual debe permitir que el cultivo alcance su máximo rendimiento sin deteriorar el suelo. Los métodos de riego deben diseñarse para una determinada condición de operación, teniendo presente los siguientes factores:

- Factores de cultivo: Entre éstos se debe considerar la densidad de siembra o plantación, forma de crecimiento de la especie y susceptibilidad a enfermedades.
- Factores relacionados con el agua de riego: Especialmente la disponibilidad o abundancia del recurso y la calidad.

- Factores de suelo: Se debe tener presente la pendiente, la velocidad de infiltración y las características de textura y profundidad del suelo.
- Factores humanos: Preparación del personal y posibilidades de capacitación, en especial cuando se trata de métodos tecnificados.

Los métodos de riego a implementar dependen, en gran parte, de las condiciones propias de la zona en la cual se desarrolla este proyecto. De esta manera, no existen impedimentos tanto climáticos como agrológicos que impidan la tecnificación del riego. Las excepciones están dadas por suelos de tipo no agrícola como son los cerros y quebradas, en los cuales por extremas limitaciones no es factible la implantación de ningún sistema de riego.

De esta forma, los métodos de riego que son factibles de desarrollar en la zona de estudio corresponden a los siguientes, según el tipo de cultivo:

- Riego por goteo o cintas en frutales y hortalizas

A continuación, y considerando lo expresado anteriormente, se describe el sistema de riego tecnificado mencionado precedentemente.

Sistemas de riego localizado: Goteo

En las dos últimas décadas, la adopción de tecnologías de riego de alta eficiencia ha presentado un crecimiento significativo en Chile. Lo anterior está dado, principalmente por la introducción de cultivos de alta rentabilidad.

Los equipos de riego localizado permiten suministrar agua y fertilizantes en forma dirigida a las plantas. El agua es conducida a cada planta a través de una red de tuberías y entregada por goteros, microjet o cinta. En el terreno, el agua se distribuye formando un bulbo de mojado cuya forma y tamaño depende del tipo de suelo, caudal del emisor y tiempo de riego.

Las ventajas del riego localizado se basan principalmente en que los requerimientos de agua pueden ser menores que con otros métodos tradicionales. Los ahorros dependen del cultivo, suelo, condiciones ambientales y de la eficiencia de riego. La razón principal del ahorro de agua es la pequeña porción de volumen de suelo que se moja con este sistema. Además, se debe considerar que disminuye la superficie evaporante y se minimiza la escorrentía de agua en el campo y la percolación profunda.

Otra ventaja, es la posibilidad de utilizar aguas con un cierto grado de salinidad, reduciendo los daños al cultivo, lo que es atribuible a la disminución de la concentración de la solución del suelo, debido a la alta frecuencia de riego utilizada para la mantención de

adecuados contenidos de humedad en la zona radicular. Lo anterior, es producto de la formación de un bulbo radicular de humedecimiento, al interior del cual se desarrollan las raíces concentrándose las sales fuera de él, no afectando por lo tanto el desarrollo del cultivo.

Con el riego localizado es factible dirigir el fertilizante a la planta, con un considerable ahorro de este tipo de insumos. El ahorro de fertilizantes se estima en un 25%. Además, debido a que solo se humedece una pequeña porción de superficie, la propagación de malezas es reducida.

El hecho de utilizar tuberías en la conducción del agua, disminuye prácticamente a 0% las pérdidas por conducción.

Este sistema produce precosidad por el buen estado hídrico del sistema radicular.

La principal desventaja de este sistema está dada por la posibilidad de obstrucción de los emisores, a menos que sean tomadas medidas preventivas. La tapadura de los emisores está dada por aguas con abundante Carbonato de Calcio (CaCO_2) el cual hace precipitar el fósforo tapando los goteros.

Los componentes básicos de un sistema de riego localizado están constituidos por una bomba, filtros, líneas de distribución y los emisores (gotero, cinta). Los emisores son los últimos puntos del sistema por donde fluye el agua de riego al suelo en forma controlada.

Un emisor eficiente debe cumplir las siguientes características:

- Descarga baja, uniforme y constante (2 - 12 l/h), para una carga de 10 a 20 m
- Sección hidráulica adecuada para evitar obstrucciones
- Económico y compacto
- Resistencia a la contaminación química y ambiental
- Poseer reducida pérdida de carga en el sistema de conexión

El sistema de riego por goteo consiste en emisores colocados sobre el lateral, espaciados uniformemente y que logran caudales menores a 12 l/h. Este sistema de riego logra eficiencias de aplicación del orden de 90% a 95%.

b) Costos de inversión y operación de riego tecnificado

A continuación se presentan los costos de inversión necesarios para la implementación del riego tecnificado y los correspondientes gastos anuales de operación del sistema propuesto.

- **Costos de inversión**

Los costos de inversión corresponden a los pagos en que se incurren por aquellos bienes y servicios requeridos para la implementación del sistema de riego. Dentro de éstos se consideran las labores, materiales, equipos y servicios que se utilizan en cada método de riego propuesto.

Para el caso de los sistemas mecánicos se considera el costo de los equipos de riego incluyendo todos sus componentes. Para la impulsión se considera el uso de motobombas con motor eléctrico.

Para establecer las inversiones requeridas en riego por goteo se utilizó como base una superficie de riego de 15 ha, el costo de inversión por hectárea asciende a \$1.615.812. Este valor se obtuvo de diversas fuentes bibliográficas publicadas por el INIA, PRODECOP y la Universidad de Chile. El costo fue actualizado y corregido a moneda de Septiembre de 2000.

- **Costos anuales del riego**

Los costos anuales de riego se han separado en costos fijos y costos operacionales o variables:

Costos fijos

Los costos fijos del riego corresponden a aquellos producidos independientemente del tiempo de uso que tenga el equipo o la infraestructura de riego y del nivel de producción.

Los costos fijos están compuestos por la depreciación de los equipos e infraestructura y del interés al capital fijo invertido o costo alternativo del dinero.

La depreciación es la pérdida de valor de un bien por uso u obsolescencia; para su cálculo se ha utilizado el método de depreciación lineal, o sea que el bien se deprecia en igual valor cada año, hasta el término de su vida útil, considerando un valor residual igual a cero. La depreciación depende de la vida útil de cada una de las componentes que conforman la inversión del sistema. En la Tabla 4.18 se presenta la vida útil considerada para cada una de las componentes de los métodos de riego.

TABLA 4.18
VIDA ÚTIL (AÑOS) DE ALGUNOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

ELEMENTOS	VIDA UTIL (AÑOS)
Motobomba	20
Tuberías y Acoples	18 – 20
Emisores (goteros, cintas)	8
Filtro de Arena	15
Filtro Malla	5
Inyectores	8
Válvulas y Fittings	10
Programador y Material Eléctrico	15

El interés al capital fijo refleja el costo alternativo del capital invertido, ya que existen otras posibilidades donde pueda invertirse y obtener beneficios. En este análisis se ha considerado una tasa de interés del 10% anual.

En la Tabla 4.19 que se presenta al final de este capítulo se indican los costos fijos anuales correspondientes a cada método de riego.

Costos variables

Los costos variables son aquellos que se relacionan directamente con la operación de los métodos de riego, éstos incluyen la mano de obra requerida, las reparaciones y la energía necesaria para su funcionamiento, sea esta con combustible o energía eléctrica.

- Mano de obra

Corresponde al número de jornadas empleadas anualmente en la labor del riego. Estos valores se encuentran incluidos al interior de las respectivas fichas o estándares productivos y económicos.

- Energía eléctrica

En el caso de riego tecnificado se ha optado por el uso de motores eléctricos con un costo anual aproximado de \$ 90.000/ha.

- Reparaciones

El costo de reparaciones considera un valor equivalente a un 5% del costo de inversión.

- **Costos totales de los sistemas de riego**

Considerando los antecedentes mencionados precedentemente se incluye a continuación la Tabla 4.19, en el cual se presentan los costos de inversión, costos fijos y operacionales por hectárea, para el sistema de riego propuesto.

TABLA 4.19
COSTOS DE INVERSIÓN (\$/HA), COSTOS FIJOS Y OPERACIONALES ANUALES
PARA RIEGO POR GOTEO (\$/HA/AÑO)

MÉTODO	INVERSIÓN \$/ha	COSTO FIJO	COSTOS OPERACIONALES			TOTAL ANUAL
			REPARACIÓN	ENERGÍA	TOTAL	
Goteo	1.615.812	235.796	80.791	90.000	170.791	406.587

c) **Necesidades unitarias de agua de riego**

- **Evapotranspiración Potencial y Real**

El valor de la Evapotranspiración Potencial (ET_p) se ha obtenido del estudio "Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile" elaborado por Ciren-Corfo y la Comisión Nacional de Riego, puesta a disposición del público recientemente. Los valores de Evapotranspiración Potencial se expresan mensualmente en mm/mes en la Tabla 4.20.

TABLA 4.20

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
ET _p (mm/mes)	145,0	139,8	134,6	119,1	106,8	99,2	104,0	113,0	125,1	139,3	148,7	154,9

Paralelamente se han determinado para cada cultivo por mes los Coeficientes de Cultivo (K_c). Estos, tanto en montos como en el procedimiento de obtención, se basaron en el estudio denominado "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José", elaborado por Luis Arrau del Canto para la Dirección General de Aguas en el año 1997. Este estudio, a su vez, se basó en el Boletín No. 24 de la F.A.O., denominado "Las necesidades de agua de los cultivos" (G. Doorenbos y W.O. Pruitt).

En el caso de los frutales, se determinó un K_c de 0,725 durante los meses de Noviembre a Marzo y de 0,675 para el resto del año.

En el caso específico del olivo, según información proporcionada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, este requiere de 10.000 m³ de agua cuando es regado por tazas y de 7.500 m³ con riego tecnificado. Debido a lo anterior se han afectado los Kc del olivo, disminuyéndolos, de manera de mantener los requerimientos hídricos señalados.

En el caso de las hortalizas se consideró un Kc único para todos los meses, considerando la superposición de fechas de siembra, transplantes y cosechas. El valor adoptado es de 0,65, el cual representa un promedio de las distintas especies hortícolas como pimentón, choco y poroto verde, entre otras.

En el caso del tomate se ha considerado el mismo valor de Kc, pero se ha distribuido desde Enero a Septiembre, de manera de producir un tomate entre Junio y Septiembre, período en que se logran los mayores precios.

En la Tabla 4.21 se observan los Kc adoptados para las diferentes especies en estudio.

TABLA 4.21
COEFICIENTES DE CULTIVO KC

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Limonas	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,675
Mangos	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,675
Olivos	0,392	0,392	0,392	0,392	0,392	0,392	0,421	0,421	0,421	0,421	0,421	0,392
Pimiento Morón	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Poroto Verde	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Tomate	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65				0,65	0,65	0,65	0,65

Luego, mediante la multiplicación de la Evapotranspiración Potencial por los Coeficientes de Cultivo se determinó en la Tabla 4.22 la Evapotranspiración Real (ET_r) mensual para cada cultivo asignado.

TABLA 4.22
EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL
(mm/mes)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas	97,88	94,37	90,86	80,39	73,31	88,96	75,40	81,93	90,70	100,99	107,81	104,56	1.065,13
Mangos	97,88	94,37	90,86	80,39	73,31	88,96	75,40	81,93	90,70	100,99	107,81	104,56	1.065,13
Olivos	50,64	54,90	52,79	46,69	42,57	38,89	43,78	47,57	52,67	58,66	62,60	60,72	618,54
Pimiento Morón	94,25	90,67	87,49	77,42	70,59	84,48	87,90	73,45	81,32	90,56	96,66	100,69	995,35
Poroto Verde	94,25	90,67	87,49	77,42	70,59	84,48	87,90	73,45	81,32	90,56	96,66	100,69	995,35
Tomate	94,25	90,67	87,49	77,42	70,59				81,32	90,56	96,66	100,69	789,67

• Eficiencias de Riego y Tasas de Riego

Las eficiencias de riego consideradas para los diferentes cultivos asignados en situación futura o con proyecto, corresponden a valores que se producen a nivel potrero.

Estas eficiencias varían según el método de riego utilizado, sea éste gravitacional o tecnificado.

A cada uno de los métodos de riego se les asignó un determinado coeficiente de eficiencia. Estos coeficientes, debido a la imposibilidad de hacer experiencias a lo largo del estudio, se estimaron de acuerdo a la experiencia de los consultores, y tomando como base los coeficientes contenidos en la Ley No. 18.450, de subsidio al riego (ver Tabla 4.23).

TABLA 4.23
EFICIENCIAS DE RIEGO

Cultivos	Eficiencia (%)
Limonero	90
Mango	90
Olivo	90
Pimiento Morrón	86
Poroto Verde	86
Tomate	86

Se ha considerado que le 100% de las nuevas plantaciones sean regadas en forma tecnificada y que en el caso de las hortalizas un 90% utilice riego tecnificado y un 10% riego tradicional.

Establecidas las eficiencias de riego para cada cultivo, se procedió a ajustar la evaporación real para determinar finalmente las tasas de riego, las que se incluyen en la Tabla 4.24 en mm/mes y en la Tabla 4.25 en m³/ha.

TABLA 4.24
TASAS DE RIEGO
(mm/mes)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas	106,80	104,90	101,00	89,30	81,50	74,40	83,80	91,00	100,80	112,20	119,80	118,20	1.183,70
Mangos	109,80	104,90	101,00	89,30	81,50	74,40	83,80	91,00	100,80	112,20	119,80	118,20	1.183,70
Olivos	83,20	80,30	58,80	81,90	47,30	43,20	48,60	52,90	58,50	65,20	69,60	67,50	687,40
Pimiento Morrón	109,80	106,70	101,70	90,00	82,10	75,00	78,60	85,40	94,60	105,30	112,40	117,10	1.157,50
Poroto Verde	109,80	106,70	101,70	90,00	82,10	75,00	78,60	85,40	94,60	105,30	112,40	117,10	1.157,50
Tomate	109,80	106,70	101,70	90,00	82,10				94,60	105,30	112,40	117,10	918,50

TABLA 4.25
TASAS DE RIEGO
(m³/ha)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas	1.086	1.049	1.010	893	815	744	838	910	1.008	1.122	1.198	1.182	11.837
Mangos	1.086	1.049	1.010	893	815	744	838	910	1.008	1.122	1.198	1.182	11.837
Olivos	632	609	586	519	473	432	496	529	585	652	696	675	8.674
Pimiento Morrón	1.096	1.057	1.017	900	821	750	799	854	946	1.053	1.124	1.171	11.575
Poroto Verde	1.096	1.057	1.017	900	821	750	799	854	946	1.053	1.124	1.171	11.575
Tomate	1.096	1.057	1.017	900	821				946	1.053	1.124	1.171	9.185

• **Demandas Brutas de Riego**

Finalmente, se han determinado la Demanda Bruta de Riego Ponderada para una ha (Total de m³ para una hectárea de asignación). Esta información que se presenta en la Tabla 4.26, se ha obtenido mediante la multiplicación de las tasas de riego presentadas en la Tabla 4.6 por las asignaciones de cultivos presentadas en el capítulo de "Planteamiento de Situación Futura".

TABLA 4.26
DEMANDAS BRUTAS PONDERADAS PARA 1 HA
(TOTAL M³ PARA 1 HA DE ASIGNACIÓN)

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Limonas (20%)	218	210	202	179	163	149	168	182	202	224	240	230	2.389
Mangos (20%)	218	210	202	179	163	149	168	182	202	224	240	230	2.389
Olivos (20%)	126	122	117	104	95	86	97	106	117	130	139	135	1.374
Pimiento Morrón (13%)	143	137	132	117	107	98	102	111	123	137	146	152	1.504
Poroto Verde (13%)	143	137	132	117	107	98	102	111	123	137	146	152	1.504
Tomate (14%)	153	148	142	126	115				132	147	157	164	1.284
Total para 1 ha de asignación	899	864	827	822	750	590	637	692	895	999	1.068	1.067	10.404

De la tabla recién presentado, se desprende que una hectárea de asignación para la nueva superficie de riego requiere de una tasa de 10.404 m³.

5. PROPOSICION DE SITIOS DE EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS

En este capítulo se incluye una proposición de los sitios de emplazamiento de las barreras, que a juicio de este Consultor y de acuerdo a los antecedentes considerados y los criterios generales que se plantean, serían los más adecuados.

5.1 Antecedentes considerados y Procedimientos utilizados

Para el proceso de identificación y proposición de sitios de emplazamiento de las barreras, se han tenido en cuenta los antecedentes que se indican y se han seguido los procedimientos que se explican a continuación.

Primeramente, se examinaron las aerofotografías disponibles a Escala 1: 30.000 para comparar las características de la caja del río en el tramo de interés inicial comprendido entre el km 35 y el km 50. En este análisis preliminar, se pudieron observar las variaciones de ancho de la caja del río y la interacción de éste con los sectores habilitados agrícolaemente. Este análisis se favoreció con el conocimiento previo de la zona de interés, producto de previas visitas al terreno efectuadas por este consultor a consecuencias de la ejecución de estudios anteriores en la zona y el análisis que se había efectuado de algunos de los informes de estudios anteriores, particularmente los señalados con los siguientes numerales en el capítulo precedente: 2.3.3; 2.3.4; 2.3.6; y 2.3.7 .

Sobre la base de este análisis preliminar, el Jefe del Estudio y el Coordinador de Trabajos de Terreno del Consultor, efectuaron un primer reconocimiento del terreno en la zona de interés, y seleccionaron nueve sitios siguiendo su experiencia en este tipo de actividades, los antecedentes analizados hasta ese momento y parte de los criterios de selección de sitios que se explican en el punto siguiente.

Posteriormente, en una segunda visita al terreno, dichos sitios fueron reconocidos en terreno en conjunto con la Inspección Fiscal del estudio, intercambiándose ideas al respecto y analizando las ventajas y restricciones de cada sitio. Al respecto, se concluyó que podrían identificarse otros sitios de interés intermedios a los originalmente identificados, y que en la próxima visita al terreno debía analizarse la situación de estabilidad de las riberas y taludes adyacentes a la cubeta de cada emplazamiento.

Efectivamente, en conjunto con el especialista en Geología Aplicada, se efectuó una tercera visita al terreno, efectuando nuevamente un reconocimiento de todo el tramo de interés del río y de cada sitio de emplazamiento identificado hasta ese momento. Este reconocimiento de terreno con el especialista, dio origen al informe geológico que se incluye en el Capítulo 6 de este Informe.

Finalmente, se efectuó un cuarto reconocimiento del tramo de interés del río, con el objeto de identificar otros sitios adicionales intermedios, a la luz de las conclusiones de la visita al terreno en conjunto con la Inspección Fiscal y de las conclusiones de los reconocimientos geológicos del especialista y las conclusiones del respectivo informe.

5.2 Criterios utilizados para la Identificación de Sitios de Emplazamientos

En los diversos reconocimientos de terreno que se han efectuado para la identificación de los sitios de emplazamiento, se han tenido en cuenta una serie de criterios para la elección de las alternativas más promisorias. Estos criterios representan los objetivos más importantes que debe tratarse de cumplir para seleccionar los sitios más efectivos, económicos y seguros para satisfacer las metas de funcionamiento de las obras y los objetivos del proyecto en análisis.

Estos criterios se exponen en los párrafos siguientes, sin que el ordenamiento en que se explican, signifique necesariamente una jerarquización entre ellos. Debe tenerse en cuenta también, que en la identificación de cada sitio, no necesariamente pueden cumplirse todos los criterios señalados, ya que por consideraciones prácticas realistas, sólo se puede pretender establecer un compromiso equilibrado en el cumplimiento del mayor número de dichos criterios u objetivos.

a) Factores de ubicación general.

El tramo de interés del río donde se emplazarían las obras, debe quedar comprendido entre la bocatoma del Canal Azapa y el km. 30, aproximadamente, de manera de perturbar lo menos posible los desarrollos agrícolas existentes en la caja del río y de no intervenir en los derechos de agua de los regantes sobre el Canal Azapa.

b) Factores Topográficos.

Dentro del tramo señalado, cada sitio de emplazamiento debiera ubicarse en secciones de la caja principal del río que sean lo más angostas posibles, para minimizar la longitud total de la barrera de enrocados que se desarrollaría a ambos lados de la barrera de goma. A su vez, aguas arriba de dicha sección, se busca que se desarrollen, en lo posible, ensanchamientos de la caja del río, de manera de lograr una adecuada cubeta con suficiente volumen de retención o capacidad de almacenamiento.

Por otro lado, los sitios de emplazamientos deben ubicarse en sectores donde las riberas que enmarcan la caja general del río, estén lo suficientemente definidas y

con una altura suficiente, para evitar anegamientos de las áreas cultivadas adyacentes y que permitan un seguro encastramiento lateral de las barreras de enrocados complementarias a la barreras de goma.

c) Factores Hidrogeológicos

Las barreras y sus correspondientes cubetas de almacenamiento, deberán ubicarse donde las condiciones de infiltración en la caja del río, sean lo más favorables a los procesos de recarga hacia la napa.

d) Factores Geotécnicos y Geológicos

Las secciones donde se ubiquen las barreras, deberán ubicarse en lugares donde no se esperen condiciones de fundación de las obras, que incidan negativamente en la seguridad de las mismas y/o en altos costos de inversión.

Por otro lado, se deberá tener en cuenta que no se generen condiciones de inestabilidad de las riberas y de los taludes adyacentes a la sección de cada barrera y a su cubeta de almacenamiento, ante condiciones de saturación de dichas riberas y taludes por efecto del almacenamiento de agua.

e) Factores logísticos

En las ubicaciones de los sitios de emplazamiento, deberán privilegiarse las zonas de mas aguas abajo y cercanas hacia el km 35, a objeto de asegurar en mejor forma la efectividad de la recarga y minimizar los costos de transporte durante la construcción y operación de las obras.

Adicionalmente, deberá tenerse en cuenta las facilidades de acceso de cada sitio, tanto desde el punto de vista de la construcción como durante la operación.

5.3 Identificación y Proposición de los Sitios de Emplazamiento

Sobre la base de los antecedentes consultados, los procedimientos señalados y los criterios mencionados más arriba, este Consultor ha identificado los siguientes sitios de emplazamiento, los cuales se identifican en la Tabla 5.1 siguiente, con una letra código y su correspondiente kilometraje a lo largo del camino:

TABLA 5.1
IDENTIFICACIÓN Y PROPOSICIÓN DE SITIOS DE EMPLAZAMIENTO
DE LAS OBRAS

CODIGO (*)	KILOMETRAJE
A	34,10
B	35,05
B1	35,80
B2	36,20
C	36,90
D	38,00
D1	38,50
E	39,15
E1	39,80
F	41,00

Nota (*): Ver aerofotografías adjuntas

Adicionalmente a estos sitios propuestos, se han identificado cuatro sitios adicionales en la parte más alta del tramo de interés del río, que podrían tenerse en cuenta en fase posteriores de este estudio, en caso que se requiriera contemplar poza adicionales para el almacenamiento de agua en segunda prioridad, o bien, como trampas iniciales e sedimentos con un diseño simplificado de una barrera fija. Estos puntos se incluyen en la Tabla 5.2 siguiente.

TABLA 5.2
SITIOS ADICIONALES IDENTIFICADOS

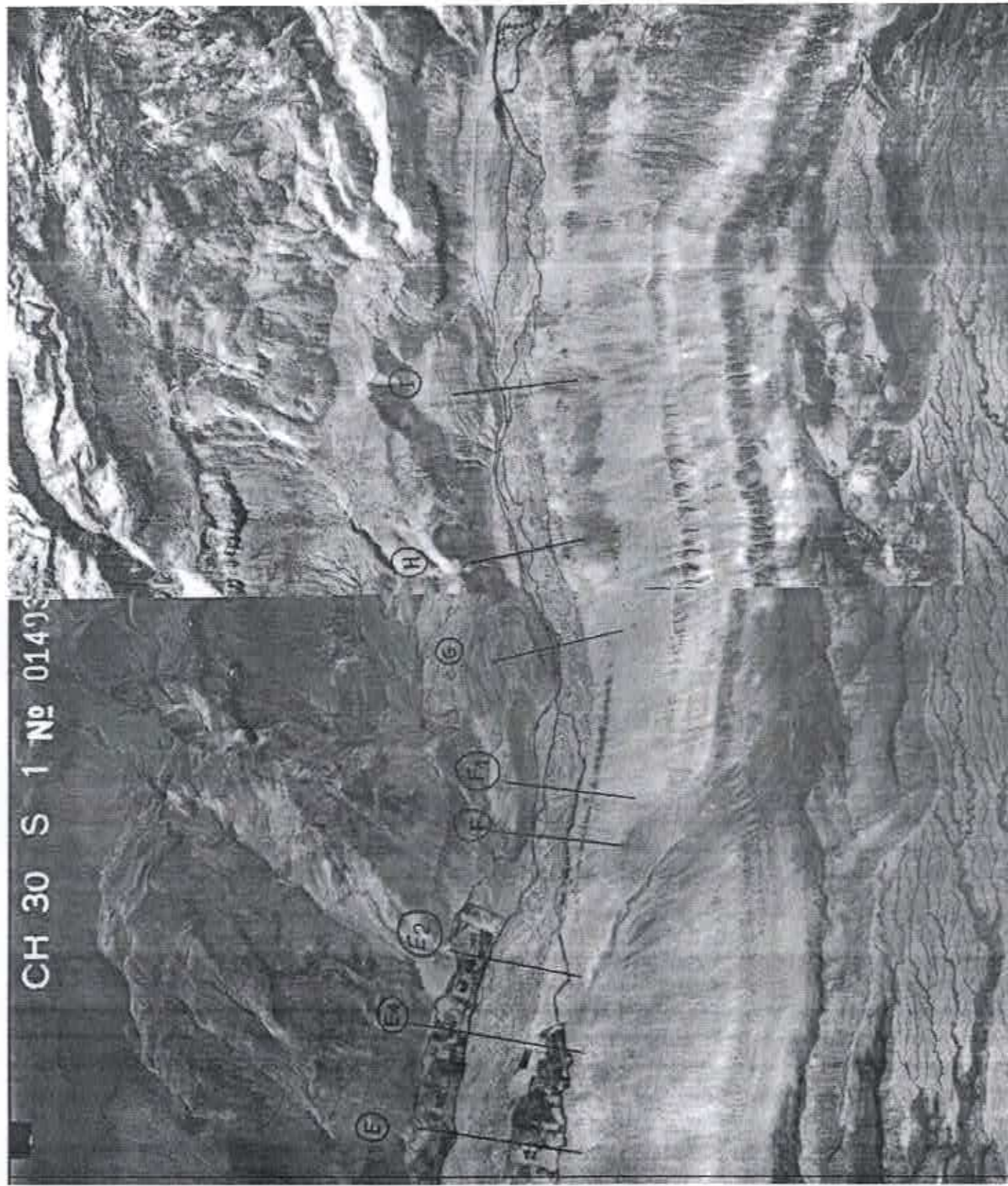
CODIGO (*)	KILOMETRAJE
F1	41,35
G	42,45
H	42,90
I	44,25

Nota (*): Ver aerofotografías adjuntas

La ubicación de todos los sitios de emplazamiento de las barreras que se han señalado en las dos tablas precedentes, se indican en las reproducciones de las aerofotografías a Escala 1 : 30.000 que se incluyen en las páginas siguientes. Adicionalmente, en el capítulo 6 siguiente, se incluyen fotografías terrestres de cada sitio relativas al estudio geológico que se realizó en toda la zona de interés en el río.



CH 30 S 1 № 01493



5.4 Trabajos de Terreno en Ejecución

5.4.1 Trabajos topográficos

En esta etapa del estudio, se han iniciado los trabajos de levantamientos topográficos, y en algunos de los sitios propuestos, éstos trabajos se han completado.

En efecto, en los Planos 1 a 5 que se adjuntan en este informe (ver Anexo 3), se incluyen los levantamientos taquimétricos a Escala 1 : 1000 efectuados a la fecha en algunos sitios, junto a un perfil longitudinal por el eje donde se ubicaría la barrera respectiva.

5.4.2 Mediciones de infiltración en el cauce.

De acuerdo a lo ofrecido en la Propuesta Técnica para optar a esta Consultoría, se han identificado dos sectores donde se ejecutarán, pruebas de infiltración in situ. Estos sectores se ubican en las inmediaciones de los lugares de emplazamiento denominados C2 y F.

En cada uno de estos sectores, se contempla ejecutar a su vez dos pruebas de infiltración en dos lugares diferentes. En uno de ellos, se materializará una superficie de 3,0 m de diámetro donde se excavará una " pileta " de 0,50 m de profundidad. Dicha pileta se llenará con 0,30 m de agua, aproximadamente (utilizando un camión aljibe), y se medirá la tasa de descenso del nivel de agua. La otra pileta será cuadrada de 3,0 m por lado, y en sus bordes se materializarán pequeños pretiles de unos 0,5 m de altura recubiertos con una manga de polietileno por el lado del talud interior. La pileta también se llenará con 0,30 m de agua para luego medir la tasa de descenso del nivel del agua. Estas mediciones se podrán repetir para analizar la coherencia de los valores obtenidos.

La información así obtenida se procesará directamente o bien se aplicará los procedimientos de evaluación del Bureau of Reclamation.

6. CARACTERIZACIONES GEOLOGICAS, HIDROGEOLOGICAS Y FLUVIALES

6.1 Introducción

El presente Capítulo se refiere a los aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos de los sitios y sectores seleccionados e el cauce del río San José, Arica, relativos a la implantación de barreras de goma (Rubber Dams), en el eje del río, a modo de servir dos propósitos, los cuales corresponden a:

Almacenamiento de crecidas, evitando su desplazamiento hacia el sector de la ciudad.

Aprovechamiento de este almacenamiento para proceder a infiltrar el agua hacia las napas freáticas y ayudar así a su recarga.

Para estos propósitos se procedió a seleccionar primeramente diez sitios básicos en la caja del río San José, los cuales se ubican aproximadamente entre los km 30 al 45 de su desarrollo (se usa kilometraje de red vial). Las alternativas básicas seleccionadas se denominan según letras desde Alternativa A (la más aguas abajo) a Alternativa I (aguas arriba) y se incluyen denominaciones con subíndices numéricos para señalar emplazamientos complementarios comprendidos entre dos sitios básicos (por ejemplo el sitio B1 y B2 están comprendidos entre el A y el C, etc.).

El área fue recorrida evaluando las características y condiciones de cada sector en lo referente al método propuesto de contención y su aptitud frente a cada sector.

El proyecto se encuentra en una fase inicial de estudio estando aún pendiente la realización de pruebas de infiltración y levantamiento topográfico de detalle de cada sector, sin perjuicio de alguna otra visita complementaria para precisar, si se requiere, algún aspecto de los tratados en este capítulo.

Las diversas áreas fueron visitadas y evaluadas en detalle, para lo cual se contó con planchetas a escala 1:25.000 y fotos aéreas a escala 1:30.000.

Como parte de este estudio, el Consultor junto al reconocimiento de los diversos sectores, procedió a efectuar un bosquejo geológico basado en fotos aéreas el cual se acompaña a este capítulo. Adicionalmente, se agregan diversas fotografías en donde se muestra el eje de cada sector básico y los aspectos geológicos-geomorfológicos propios de cada área así como generales.

El alcance del estudio que se presenta es evaluar las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas de cada área, e indicar un plan de prospecciones adecuados a ser llevado a cabo en futuras etapas de ingeniería de detalle en caso de resultar este un proyecto rentable.

El estudio ha sido complementado con informes anteriores que describen perfectamente las formaciones geológicas del sector que va desde la Cordillera de los Andes hasta la ciudad de Arica y que otorgan un marco hidrogeológico del sector.

6.2 Geología General

6.2.1 Generalidades

Los conceptos de geología que se presentan, corresponden a apreciaciones directas de terreno y a una visión global obtenida de fotos aéreas. Existe toda una bibliografía geológica general del área la cual puede ser consultada en caso de requerirse mayor información.

6.2.2 Geomorfología

El sector bajo estudio presenta una caja de río de un ancho promedio entre 150 y 250 m, la cual se encuentra surcada por cursos meandrizantes del río San José en profundidades de cauce bajas, lo cual genera surcos de escurrimientos con paredes de 1 a 2 m de altura máxima.

Se presentan terrazas laterales de material fluvial, las cuales tienen bordes definidos y tienen una aptitud agrícola que es ampliamente explotada.

El eje del río es de aspecto lineal en sentido este-oeste.

Más allá de los niveles aterrazados altos se encuentran sectores de laderas de moderada altura bisectados por quebradas que generan depósitos de conos que avanzan sobre las terrazas altas. Los materiales que caen desde alto hacia las terrazas son de carácter inestable con unos 35° de pendiente.

La pendiente media de la caja del río en sentido de escurrimiento es de unos 2,5% no apreciándose al momento de la visita (Octubre de 2000) un cauce activo, es decir, con arrastre de agua y sedimentos.

La mecánica de acción fluvial, indica que este río responde a flujos que se generan en la cordillera alta y bajan en épocas de enero a marzo en lo que se define como Invierno Altiplánico. Su bajada es de tipo aluvional con gran arrastre de sedimentos finos y gruesos.

En la caja del río se aprecia una gran cantidad de grandes bloques, los cuales son arrastrados junto a gravas, arenas y limo. Todo el material grueso se encuentra fresco, muy redondeado indicando así gran velocidad de arrastre y distancia de transporte alta, lo cual posibilita la erosión o redondeamiento de los bloques. Todos los elementos rocosos se presentan sanos, duros y son una excelente fuente de empréstitos.

Sin lugar a duda que estos depósitos, debido a su génesis, han generado diversos horizontes, los cuales responden a las magnitudes de los eventos cíclicos de las avenidas.

6.2.3 Geología del sector

La cuenca del río San José nace en la zona precordillerana y en el área de nuestro interés, corta rocas de las formaciones Oxaya y Azapa.

En la Figura 6.1 adjunta que corresponde a un bosquejo geológico - geomorfológico del sector del estudio, se distinguen las principales unidades geológicas.

a. Depósitos fluviales actuales (Qal)

Corresponden a depósitos actuales de la caja del río San José y tiene un ancho que puede llegar a unos 250 m y ocupan la totalidad del fondo del valle. Su espesor sobrepasa fácilmente los 50 m.

Corresponden a una alternancia de capas lenticulares discontinuas de gravas, gravillas, arenas y limos junto a bolones y bloques redondeados. Esta unidad está probablemente cementada y globalmente puede considerarse suelta.

Presenta superficialmente meandros de amplio radio, los cuales se generan avenida tras avenida cuando hay caudales bajos. En caudales altos el cauce se amplía y logra copar la totalidad de él con aguas someras.

b. Depósitos fluviales aterrazados (QT)

Constituyen terrazas desarrolladas a ambos lados del cauce del río San José con alturas relativas de 5 a 15 m sobre la unidad Qal descrita anteriormente. Estos depósitos son semejantes a los que se presentan en la unidad Qal, es decir, arenas, gravas, limos, los cuales tienen un grado de cementación bajo dado por sales. Presentan capas discontinuas lenticulares.

c. Depósitos de conos de deyección

Ocupan la parte baja de quebradas laterales que confluyen al valle del San José. Corresponden a cuerpos con forma de abanicos o conos. Presentan baja consistencia y aspecto caótico. Se han depositado preferentemente por aluviones torrenciales o avenidas esporádicas de lluvias que han caído sobre la región. Se pueden intercalar sedimentos limpios.

d. Depósitos de remoción en masa

Se distingue un área de remoción, la cual corresponde a un sector alto de la ladera norte y compromete los sedimentos de la unidad de la Formación El Diablo.

Esta remoción ha generado un nivel aterrazado de estabilidad baja que tiene una terraza de los materiales caídos en su parte inferior.

e. Depósitos de ladera o escombreras (Qef)

Tienen una amplia distribución en el área y básicamente son un manto de detritos finos con bloque angulosos los cuales tienen una distribución en horizontes inclinados siguiendo la pendiente de las laderas, es decir, unos 30°. Su estabilidad es baja y su condición de disposición en verdaderas hojas hace que sean fácilmente desestabilizados bajo condiciones de saturación o remoción de parte de ellos.

f. Rocas de la formación El Diablo

Esta formación corresponde a una serie de sedimentos continentales modernos dispuestos en pseudo estratos horizontales y constituidos por una alternancia de conglomerados y areniscas gruesas de colores oscuros con intercalaciones de evaporitas. Su espesor se ha estimado en un máximo de 150 m y su techo corresponde a la superficie del terreno con recubrimiento en algunos sectores de depósitos de corrientes de barro recientes.

6.2.4 Estructuras

No se ha podido establecer la presencia, en este sector, de estructuras mayores que sugieran discontinuidades mayores. Así mismo las unidades sedimentarias no acusan indicios de rupturas recientes.

6.3 Geotecnia General

6.3.1 Geotécnia

De acuerdo a los requerimientos del proyecto se pueden efectuar las siguientes consideraciones geotécnicas.

- El material constitutivo al relleno del río San José es heterogéneo y lenticular, lo cual indica que su comportamiento frente a cargas de aguas puede ser disímil.
- Los materiales modernos tienen una permeabilidad variable estimada según su contenido de finos, entre 10^{-2} a 10^{-4} cm/seg.
- Los depósitos de escombros de falda que caen lateralmente al cauce son de baja estabilidad y están en su ángulo de reposo. Cualquier cambio en sus condiciones, tales como cortes o saturación pueden generar en ellos deslizamientos limitados.
- En el área hay indicios de deslizamientos importantes que comprometen a la unidad de la formación El Diablo; esta situación se encuentra bien documentada en las fotos aéreas y se indica en el bosquejo geológico adjunto.
- Las laderas al llegar a la caja del río, tienen comportamientos diferentes. Aquellas zonas de terrazas laterales, presentan taludes verticales y su erosión por arrastre del río sólo las socava levemente. Aquellos sedimentos del tipo

escombros de falda, dada su nula cohesión y carácter de horizontes inclinados, tiene una clara tendencia a desestabilizarse frente a saturación o frente a actividad dinámica del tipo sismo.

- Hacia los sectores de más aguas arriba del tramo de interés del río, la condición de ladera saturada en conjunto con una situación sísmica potenciaría en general la inestabilidad de las laderas generando deslizamientos de diversas magnitudes.

6.3.2 Prospecciones requeridas

En etapas más avanzadas de ingeniería, se deberá proceder a una serie de prospecciones geotécnicas, las cuales deberán entregar los parámetros requeridos para efectuar diseños del proyecto.

Las prospecciones requeridas corresponderán a calicatas, las cuales deben ser efectuadas en el eje de fundación de las barreras de contención. Se estima que para barreras de 100 m de longitud se requerirán 4 calicatas, es decir, una cada 25 m. Las profundidades deben ser de 5 a 10 m requiriéndose ensayos granulométricos de cada estrato identificado, densidad in situ, pruebas de calificación (IP, LL, LP), ensayos de compactación y análisis de sales solubles.

Junto a estas calicatas deben efectuarse un número semejante de calicatas de menor profundidad por cada sector a modo de identificar los materiales de empréstitos para los espigones laterales que se diseñen.

Las calicatas que se efectúen en el eje para efectos de definir las fundaciones de la estructura de apoyo de las barreras de goma deben servir adicionalmente para conocer en profundidad la permeabilidad del terreno por lo que se deben ejecutar pruebas de infiltración a diferentes profundidades tales como 1.5, 3.0 y 5.0 m.

6.4 Hidrogeología del Cauce

Actualmente no existen pozos localizados en el sector del estudio. Los primeros pozos de abastecimiento de aguas se encuentran aproximadamente en el km 20 del camino, es decir, unos 10 km aguas abajo del inicio de la zona de estudio.

El primer pozo de agua se localiza en la zona de Cabuza y desde allí continúan hacia aguas abajo hasta casi llegar a la ciudad de Arica.

Según informaciones verbales recogidas en terreno se habrían efectuado exploraciones subterráneas. Esta información no ha podido ser comprobada, pero aparece como factible, dado que los terrenos aterrazados son posibles de explotar en caso de presencia de agua subterránea.

Estos pozos indican niveles freáticos estáticos que van en descenso hacia el oeste. Así tenemos que según un bosquejo presentado por la Consultora AC Ingenieros, el nivel estático se localiza en el área de Cabuza a unos 10 m de profundidad y ya cercano a Arica lo encontramos a unos 40 m presentándose este descenso como una variación lenta pero sostenida. Así mismo vemos que de 18 pozos analizados, la tendencia es la indicada y que el fondo rocoso también va presentando un descenso sostenido desde 50 m a 100 m.

La constitución del material de relleno del río San José permite una buena permeabilidad de los sedimentos aunque sea factible de encontrar horizontes no continuos de sedimentos finos.

Toda el agua contenida en los acuíferos en explotación vienen desde la Cordillera de los Andes y escurren a través de los sedimentos que conforman la caja del río hasta a lo menos el sector de la bocatoma del Canal Azapa.

La transmisibilidad del acuífero tiene rangos calculados por diversos autores y en diferentes áreas que varía de 10 a 180 m²/día. No hay claridad respecto al coeficiente de almacenamiento el cual ha sido calculado por otros Consultores en 0.000064 aunque se indica que según la naturaleza del acuífero cabría esperar valores típicos de entre 0.001 y 0.003

La presente consultoría desarrollará pruebas de infiltración en el lecho del río San José lo cual permitirá establecer tasas de infiltración que permitan estimar la capacidad de percolación que tendrá el agua retenida para recargar el acuífero.

Los materiales observados a simple vista en el lecho del río permiten suponer permeabilidades del orden de 10^{-2} a 10^{-4} cm/seg prevaleciendo una mayor permeabilidad horizontal debido a la seudoestratificación de los materiales.

6.5 Características de Cada Sector y Recomendaciones de Emplazamiento

A continuación, se incluyen las principales características geológico-geotécnicas en los diferentes sectores básicos identificados como de interés para emplazar las barreras. Se hace referencia a las denominaciones indicadas en las aerofotografías adjuntas y en el bosquejo fotogeológico.

a. Desde eje Alternativa A hacia punto intermedio entre Alternativas E y F

Este sector corresponde al lecho del río San José franqueado lateralmente por niveles aterrazados de alturas variables sobre el lecho.

En el sector del sitio A, se ha considerado el eje más aguas abajo admisible y corresponde a un sector donde los niveles de terrazas laterales tienden a disminuir de altura, lo cual hace que el área inundada abarque espacios que hoy se destinan a cultivos.

A partir de la Alternativa B y hasta una sección intermedia entre los sitios E y F, las aptitudes de los terrenos para desarrollar el proyecto parecen idóneas, dado que las pozas de retención inundarán lateralmente hasta el corte que limita las terrazas, lo que hace que una saturación de ellas sólo pueda conducir a desmonoramientos laterales muy locales y de poco volumen.

Por lo expuesto se recomienda emplazar el mayor número de barreras de contención entre el punto de la Alternativa B y un sector ubicado unos 700 m aguas abajo de la Alternativa F. Este tramo tiene una longitud de unos 5.5 km lo cual permite generar alternativas intermedias a las que se han considerado inicialmente como básicas.

b. Desde el sitio F al sitio G

Este sector se desarrolla en una caja de río rodeada directamente por su lado derecho por sedimentos de la formación El Diablo y por su lado izquierdo por sedimentos de escombros de falla, de espesores medios, en donde sobresalen "cornisas" que corresponden a niveles terrígenos horizontales de la misma formación.

En condiciones de saturación lateral, que se producirán por mantener una poza de agua en este sector, se corre el riesgo de que la saturación en conjunto con un sismo, pudiere producir deslizamientos de laderas, en especial en el sector izquierdo, lo cual obligaría a considerar medidas mitigadoras, tale como, defensas fluviales que generen un sobrepeso al talud natural.

Se considera que los sitios alternativos F y G pueden ser aptos para proyectos que consideren pozas que no tengan grandes alturas de agua en contacto con las laderas, lo que significa barreras de altura media, lo cual debe estimarse de acuerdo a los planos topográficos con que se pueda contar.

c. Desde el sitio H hasta el sitio I

Este sector tiene las mismas características del sector b) analizado anteriormente, a lo que debe agregarse un gran deslizamiento ocurrido en su margen derecha y que comprometió los estratos terrígenos de la formación El Diablo.

Este hecho indica que estos estratos tienen un carácter especial en este sector que posibilita su colapso, y dada su disposición horizontal, se puede establecer que los afloramientos rocosos del sector izquierdo, pueden colapsar en caso de que una saturación del pie del talud se de al unísono con una situación dinámica como es un sismo.

No se recomienda considerar este sector para la implantación de barreras de contención.



Vista Eje de Alternativa A



Vista Río San José aguas arriba eje Alternativa A



Vista Eje de Alternativa B



Vista río San José aguas arriba eje Alternativa B



Alternativa B. Ladera norte mostrando corte en nivel aterrazado



Vista Eje Alternativa B'



Vista del eje de Alternativa C vista hacia el sur



Vista Eje Alternativa C desde sur a norte



Alternativa C Vista de la caja del río San José hacia aguas arriba



Vista Eje Alternativa D



Vista Eje Alternativa E



Vista Eje Alternativa F

Sector de alternativa F mostrando caída de bloques de la Formación El Diablo



Vista Eje Alternativa G



Alternativa G. Vista de la caja del río San José hacia aguas arriba



Vista desde Alternativa G hacia aguas abajo destacando la caja del río y el escarpe que genera el nivel aterrazado en su contacto con los sedimentos actuales



Vista desde Alternativa G hacia aguas arriba destacando el término de los niveles aterrazados y la presencia de sedimentos de escombros de falda en las laderas y los estratos horizontales de la Formación El Diablo.



Vista Eje Alternativa H



Alternativa H. Vista hacia aguas arriba por el río San José



Vista Eje Alternativa 1



Vista desde Alternativa I hacia aguas arriba



Vista de gravas redondeadas en una matriz arenosa de la Formación El Diablo

7. CRITERIOS O CONCEPTOS GENERALES DE DISEÑO

Se plantean a continuación, los principales criterios o conceptos generales de diseño que se deberán considerar en la etapa de diseño preliminar de las obras:

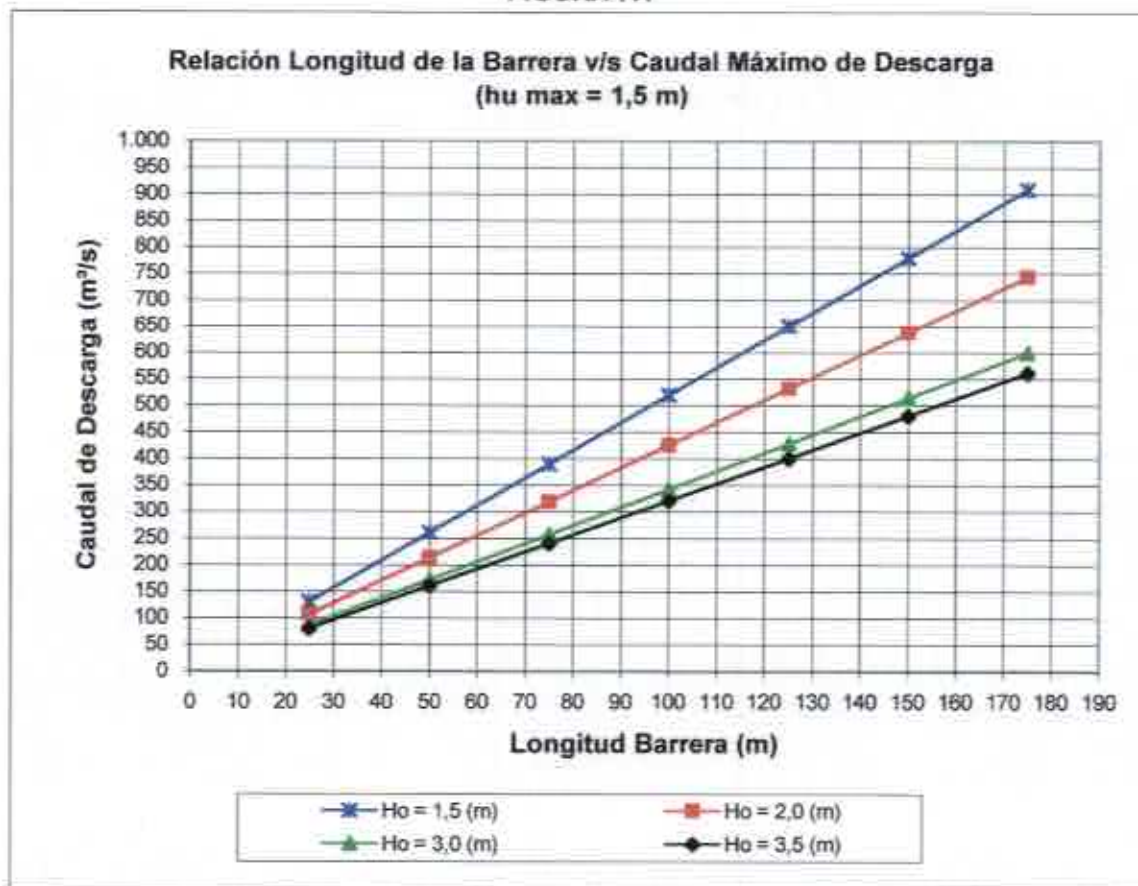
- La determinación del volumen total de almacenamiento de las pozas de recarga, debiera corresponder a un concepto probabilístico aplicado a los volúmenes de las crecidas anuales. Por ejemplo, el objetivo podría ser almacenar la crecida cuyo volumen total, (descontado el volumen que se infiltraría de todas maneras hacia aguas abajo), corresponda a un Período de Retorno de 5 años; o bien que corresponda a un volumen neto de crecida que sólo sea sobrepasado el 10% de los meses del período Octubre a Abril de cualquier año. Estos valores deberán precisarse una vez que se analice detalladamente los antecedentes hidrológicos contenidos en este informe.
- En cada lugar de emplazamiento de las pozas de recarga, debe considerarse que el ancho total de la caja del río deberá ser cubierto por una combinación de barrera de goma (de acuerdo a los TR) sobre una base hormigón armado, y una barrera fija de enrocados o similar, que sea poco más alta y construida con material compactado del lecho.
- El diámetro o altura de la barrera de goma (inflada), debiera corresponder a las modulaciones típicas normales de fabricación de ellas, a objeto de minimizar los costos de fabricación.
- La longitud de la barrera deberá determinarse considerando que para una cierta altura de ella, la obra sea capaz de evacuar una cierta crecida de diseño del sistema. Al respecto, se pueden establecer diversas combinaciones de Longitud – Altura que son capaces de controlar diferentes caudales de evacuación sobre la barrera de goma. Al respecto, las Tablas 7.1 y 7.2 y las Figuras 7.1 y 7.2 resumen los cálculos efectuados al respecto (ver Anexo 4).
- La crecida de diseño para la seguridad funcional y permanencia de cada barrera, debiera corresponder a lo menos a un Período de Retorno de 250 años, teniendo en cuenta que en los últimos 30 años ha ocurrido una crecida de aproximadamente 290 m³/s en 1973 (T= 100 años) y otra de 198 m³/s en 1998 (T= 70 años). Una crecida de Período de Retorno de 250 años, tiene una probabilidad de aproximadamente del 9,5% de ocurrir en los próximos 25 años, y de acuerdo a los análisis hidrológicos efectuados, tendría una magnitud de 560 m³/s.

- A fin de conformar una adecuada cubeta inicial tras cada barrera, puede ser conveniente efectuar un perfilamiento del cauce del río hacia aguas arriba, el cual debiera ser reconstituído cuando las condiciones de acumulación de sedimentos y/o socavaciones del río lo aconsejen.

TABLA 7.1
CAUDAL DE DESCARGA EN RELACIÓN A LA LONGITUD DE LA BARRERA
 $h_u \text{ max} = 1,5 \text{ m}$

Longitud de la Barrera (m)	Caudal de Descarga (m^3/s)			
	$H_o = 1,5 \text{ (m)}$	$H_o = 2 \text{ (m)}$	$H_o = 3 \text{ (m)}$	$H_o = 3,5 \text{ (m)}$
25	130	106	86	80
50	260	212	171	160
75	390	318	257	240
100	519	425	342	320
125	649	531	428	400
150	779	637	513	480
175	909	743	599	560

FIGURA 7.1



Nota:

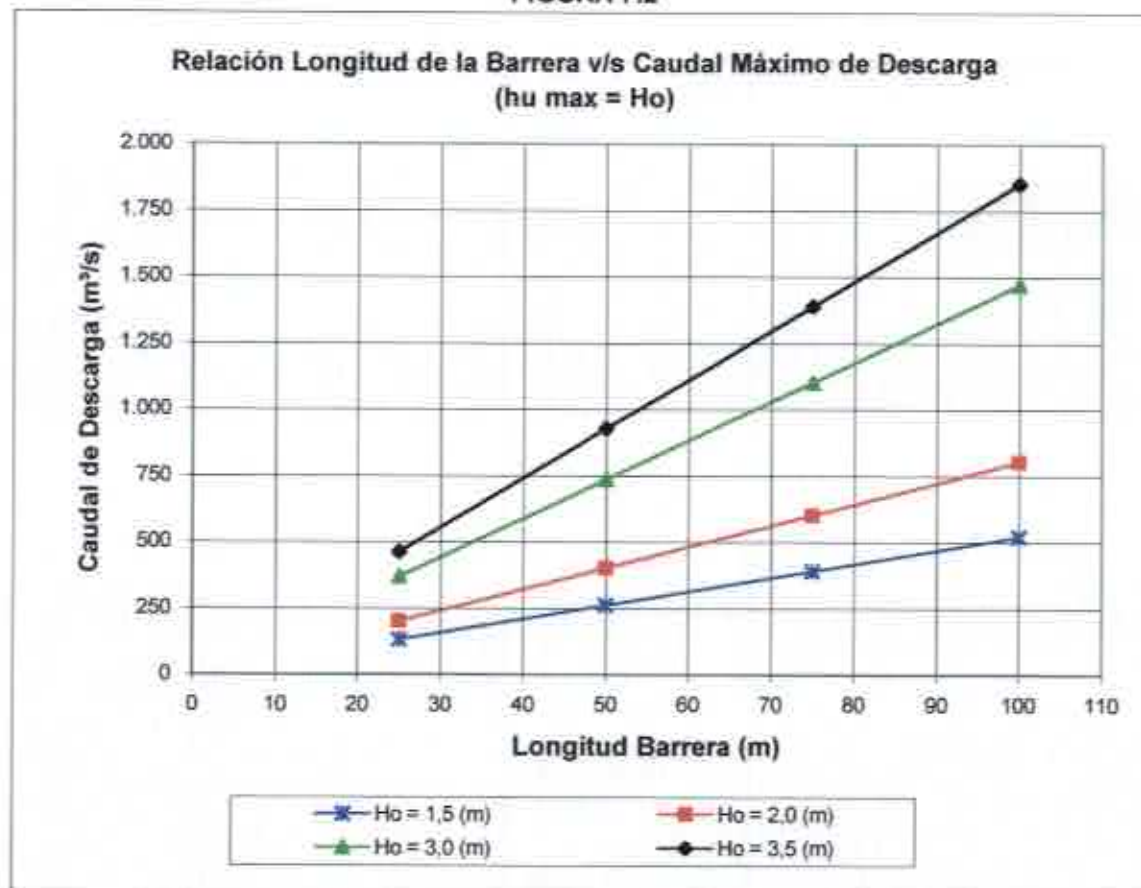
h_u : Altura de Desbordamiento.

H_o : Altura de Diseño de la Barrera.

TABLA 7.2
CAUDAL DE DESCARGA EN RELACIÓN A LA LONGITUD DE LA BARRERA
 $h_u \text{ max} = H_o$

Longitud de la Barrera (m)	Caudal de Descarga (m^3/s)			
	$H_o = 1,5 \text{ (m)}$	$H_o = 2 \text{ (m)}$	$H_o = 3 \text{ (m)}$	$H_o = 3,5 \text{ (m)}$
25	130	200	367	463
50	260	400	735	926
75	390	600	1.102	1.389
100	519	800	1.469	1.852

FIGURA 7.2



Nota:

h_u : Altura de Desbordamiento.

H_o : Altura de Diseño de la Barrera.

ANEXOS

**DIAGRAMA DE BARRAS
INFORMACION PLUVIOMETRICA**

DIAGRAMA DE BARRAS - PRECIPITACIONES DIARIAS

CODIGO	ESTACION	1983												1984												1985											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Basén	S	S	S	S	C	C	C	C	S	C	C	C	S	S	S	S	C	C	C	C	S	C	S	S	S	S	C	C	C	C	C	S	C	C	C	C
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña																																				
01300052-2	Central Chapiquiña																																				
01310051-9	Azapa	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	C	S	S	C	C	C	C	C	C	C	S	C	S	S	C	C	C	C	C	S	C	C	C
01300054-9	Tiguanar																																				
01300050-6	Murmuntane																																				

CODIGO	ESTACIÓN	1986												1987												1988											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Belén	C	S	S	C	C	C	C	C	C	S	S	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña	C	S	S	C	C	C	C	C	C	S	S	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300052-2	Central Chapiquiña	C	S	S	C	C	C	C	C	C	S	S	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01310051-9	Azapa	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	C	
01300054-9	Tiguanar																																				
01300050-6	Mumuntane																																				

CODIGO	ESTACIÓN	1969												1970												1971											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Belén	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña																																				
01300052-2	Central Chapiquiña	C	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01310051-9	Azapa	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	C	C	C	C	C	C	S	S	C	C	
01300054-9	Tiguanar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
01300050-6	Murmuntane																									C	C	C	C	C	S	S	S	S	S	C	

CODIGO	ESTACIÓN	1972												1973												1974											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Belén	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300052-2	Central Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01310051-9	Azapa	C	C	C	C	C	C	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300054-9	Tiguanar	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
01300050-6	Murmuntane	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

CODIGO	ESTACIÓN	1975												1976												1977																							
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic												
01300053-0	Belén	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C													
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C													
01300052-2	Central Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C													
01310051-9	Azapa	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S													
01300054-9	Tiguanar	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S													
01300050-6	Murmuntane	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S													
s. : meat sin información																																																	

s : mes sin información
c : mes con información completa
a/b : a días en información de b días en el mes

DIAGRAMA DE BARRAS - PRECIPITACIONES DIARIAS

CODIGO	ESTACIÓN	1993												1994												1995											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Belén	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300052-2	Central Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01310051-9	Azapa	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300054-9	Tigüimar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300050-6	Murmuntane																																				

CODIGO	ESTACIÓN	1996												1997												1998											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Belén	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300052-2	Central Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01310051-9	Azapa	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300054-9	Tigüimar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
01300050-6	Murmuntane																																				

CODIGO	ESTACIÓN	1999												2000											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01300053-0	Belén	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300051-4	Portezuelo Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300052-2	Central Chapiquiña	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01310051-9	Azapa	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300054-9	Tigüimar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
01300050-6	Murmuntane																								

s : mes sin información

c : mes con información completa

arb : a días en información de b días en el mes

DIAGRAMA DE BARRAS
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24, 48 Y 72 HORAS

[illegible]

c : Año con información
s : Año sin información

**DIAGRAMA DE BARRAS
INFORMACION FLUVIOMETRICA**

DIAGRAMA DE BARRAS - CAUDALES MEDIOS DIARIOS

[illegible][illegible]

CODIGO	ESTACION	1971												1972												1973												1974												1975											
		en	fe	ma	ab	my	ju	jul	ag	se	oc	no	di	en	fe	ma	ab	my	ju	jul	ag	se	oc	no	di	en	fe	ma	ab	my	ju	jul	ag	se	oc	no	di	en	fe	ma	ab	my	ju	jul	ag	se	oc	no	di												
01310001-2	Rio San José en Livillar																																																												
01310002-0	Rio San José en Ausloar	c	d	e				d	c	f	c	e																																																	
01310003-9	Rio S. José ant. Boc. Azapa																																																												
01310005-5	Rio San José en el Molino																																																												
01310004-7	Aqued. Azapa en Bocaloma	d	c	d	c	c	c	c	c	c	c	c	e		f	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	d	d	c	c	c	d	d	c	e	c	d	c	c	c	d	f	f	d	c																	

[illegible]

CODIGO	ESTACION	1981												1982												1983												1984												1985											
		en	fe	ma	ab	may	jun	ago	sep	oct	nov	di	en	fe	ma	ab	may	jun	ago	sep	oct	nov	di	en	fe	ma	ab	may	jun	ago	sep	oct	nov	di	en	fe	ma	ab	may	jun	ago	sep	oct	nov	di																
01310001-2	Rio San José en Livizcar																																																												
01310002-0	Rio San José en Ausipour																																																												
01310003-9	Rio S. José art. Boc. Azapaa	d	d	f	c	c	c	f	e	c		c	d	e	d	c	c	d	c	c	c	e		d	c	c	c	d	c	c	f	c	c		d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d														
01310005-5	Rio San José en el Molino																																																												
01310004-7	Acued. Azapaa en Bocaloma	c	d	d	c	f	c	c	c	d	c	e	c	d	c	c	c	c	c	c	c	e		d	c	c	c	c	c	d	c	e		d	c	e	e	d	d	d	c	c	e	c	c	c	c	c													

Nota:

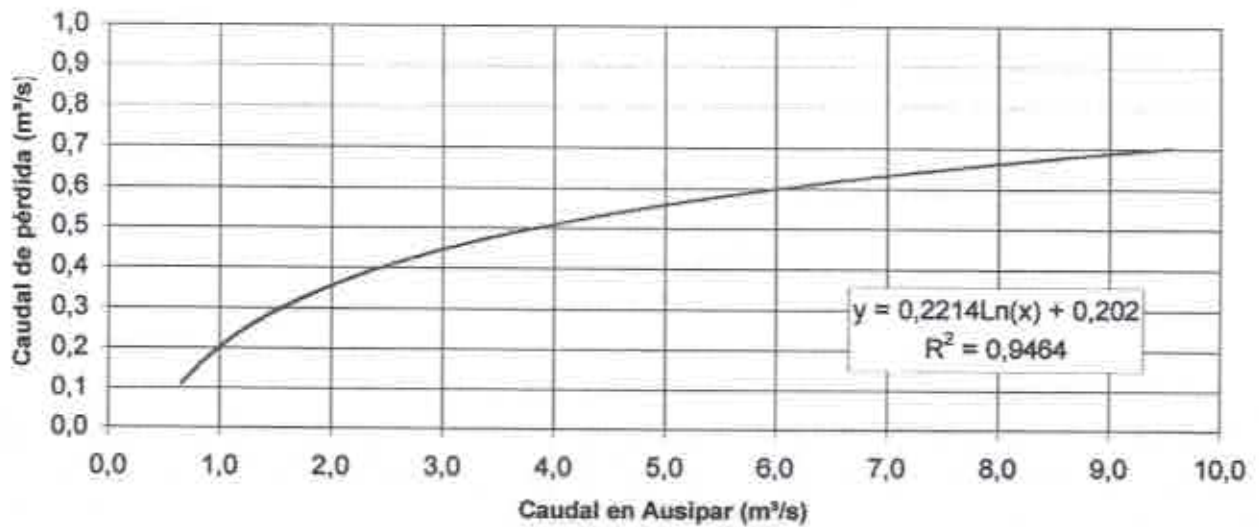
c :=	Mes completo
d :=	Mes con más de 20 días de información
e :=	Mes con 11 a 20 días de información
f :=	Mes con 1 a 10 días de información

**DIAGRAMA DE BARRAS
INFORMACION EVAPORIMETRICA**

**RELACION PARA ESTIMAR LAS
PERDIDAS DEL RIO SAN JOSE**

RELACION PARA ESTIMAR LAS PERDIDAS EN EL
RIO SAN JOSE

tramo : Ausipar - Bocatoma canal Azapa

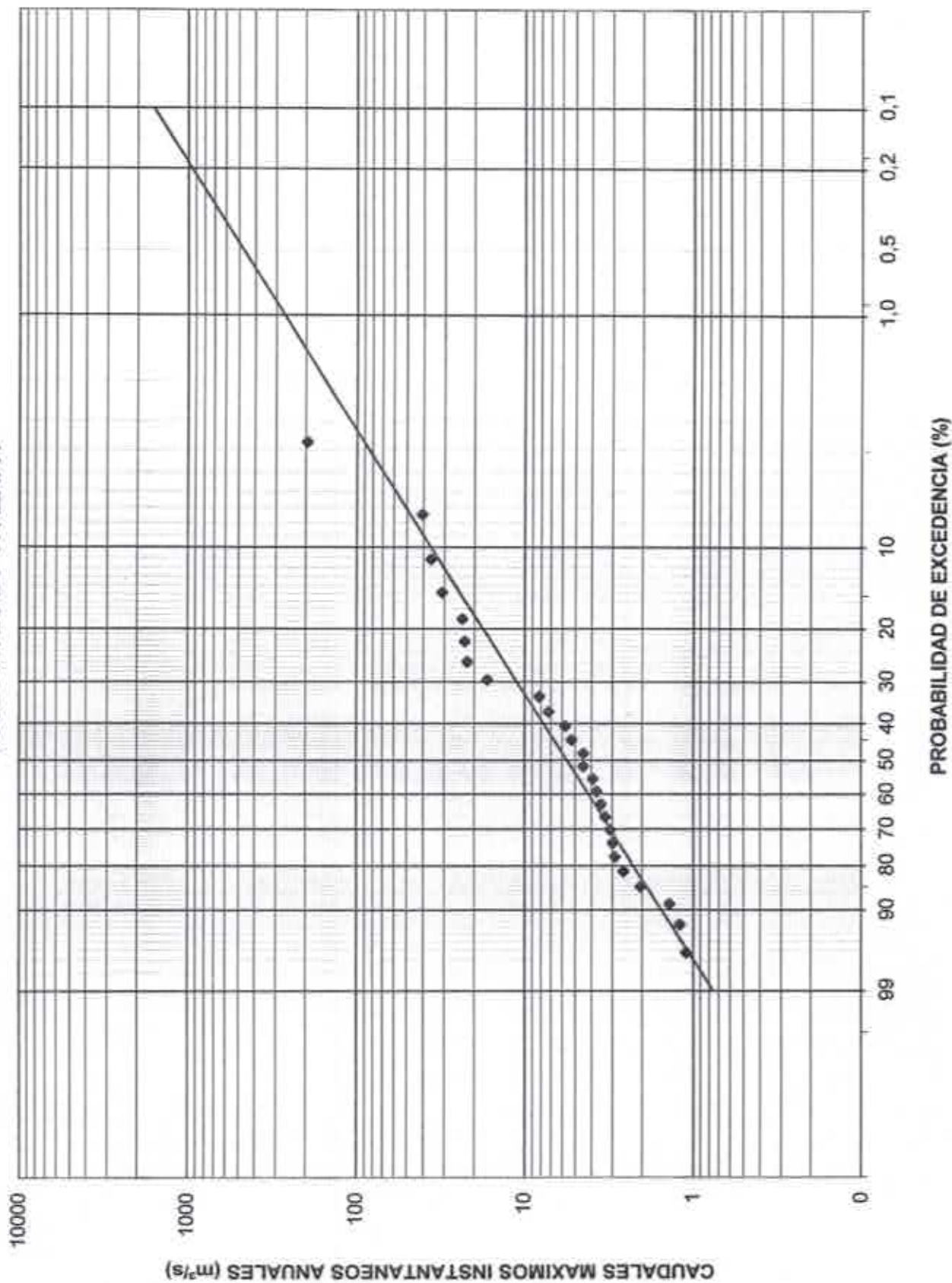


**ANALISIS DE FRECUENCIA
SERIE CONSOLIDADA DE CAUDALES
MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES**

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS
CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES (m³/s)
SERIE CONSOLIDADA

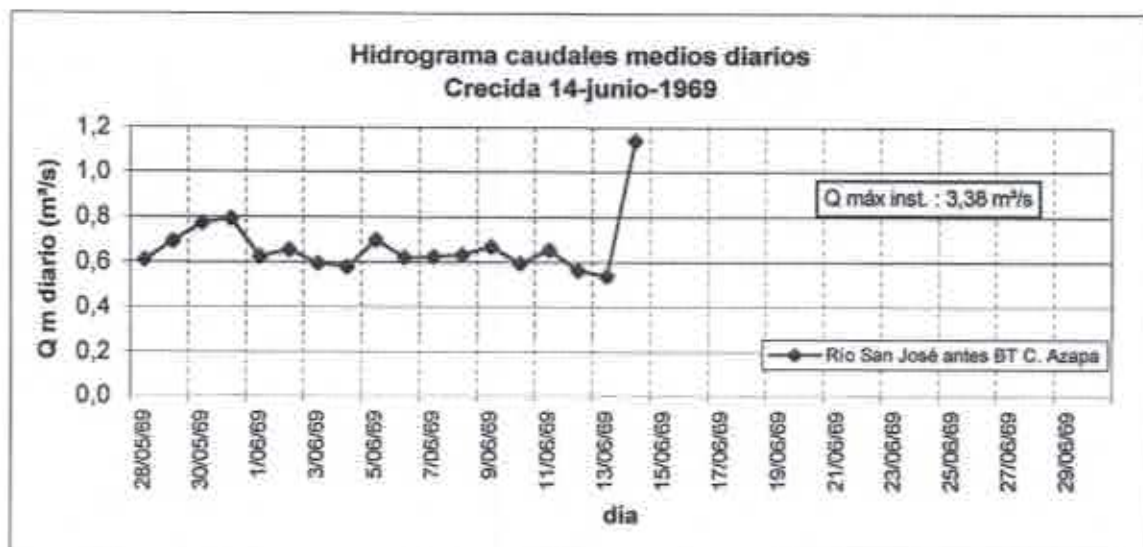
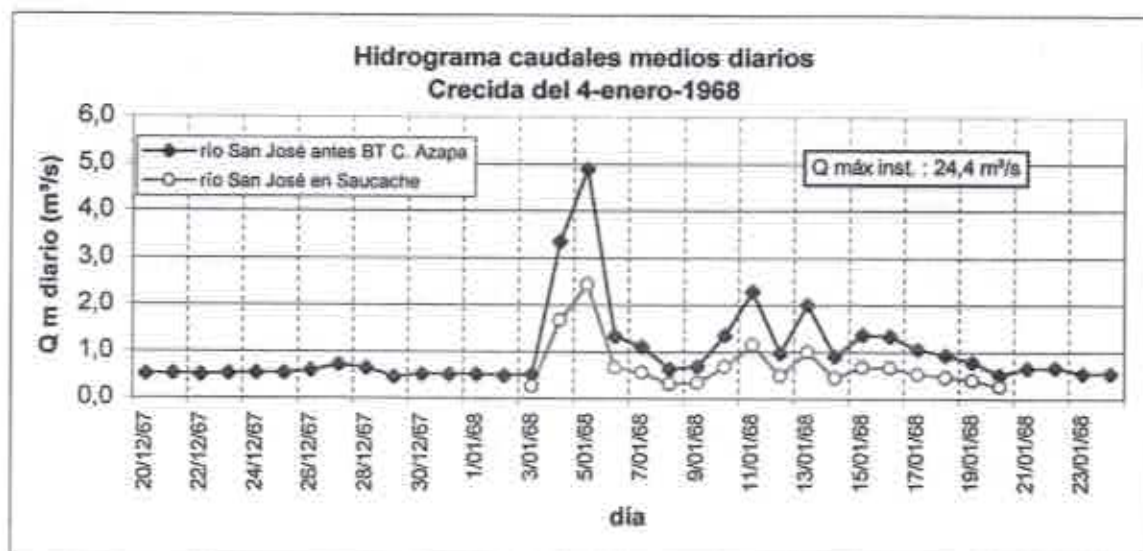
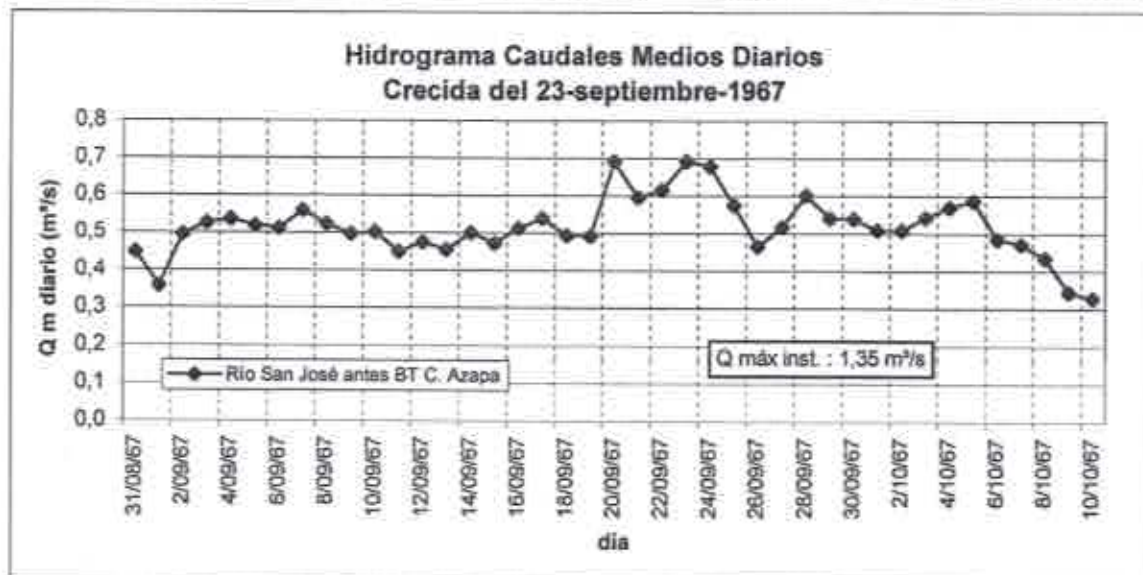
T (años)	Prob. de Exced. %	CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES (m³/s)				
		Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	50	17,6	6,7	7,3	5,6	11,8
5	20	49,8	19,4	27,5	17,8	51,4
10	10	66,7	33,9	53,6	36,2	77,7
20	5	80,6	53,8	86,5	69,1	102,8
25	4	84,7	61,5	98,3	84,3	110,8
50	2	96,3	90,2	138,4	153,0	135,4
100	1,0	106,7	127,5	183,2	270,7	159,8
250	0,4	119,2	192,5	248,5	559,9	192,0
500	0,2	127,9	256,3	302,2	955,1	216,3
1000	0,1	136,0	335,3	359,3	1612,1	240,5
$\chi^2(\text{calculado})$		300,45	4,85	2,43	1,16	7,96
$\chi^2(0,05)$		5,99	5,99	3,84	3,84	5,99
Test		Rechazado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Rechazado
$\chi^2(\text{cal})/\chi^2(0,05)$		50,15	0,81	0,63	0,30	1,33

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION LOGPEARSON
 CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES (m³/s)
 ESTADISTICA CONSOLIDADA DE LAS ESTACIONES RIO SAN JOSE EN AUSIPAR Y RIO SAN
 JOSE ANTES BT C. AZAPA

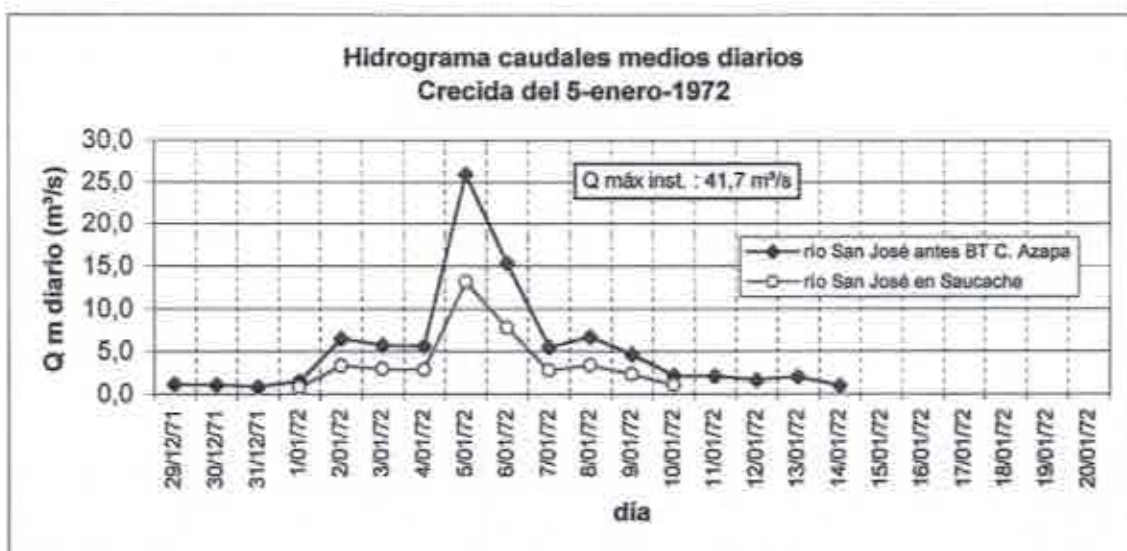
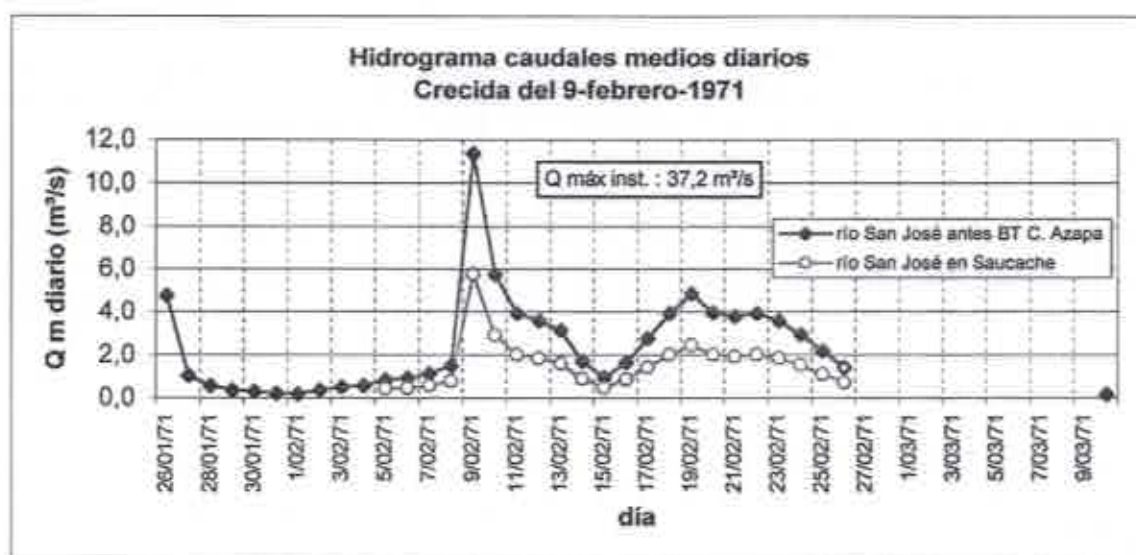
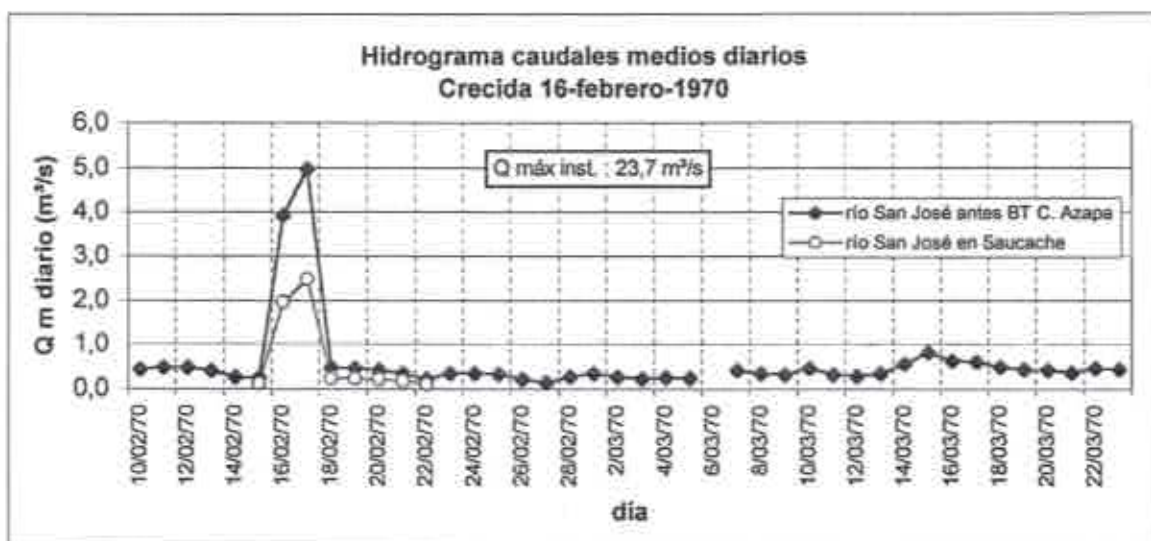


**HIDROGRAMAS DE LAS CRECIDAS
CAUDALES MEDIOS DIARIOS**

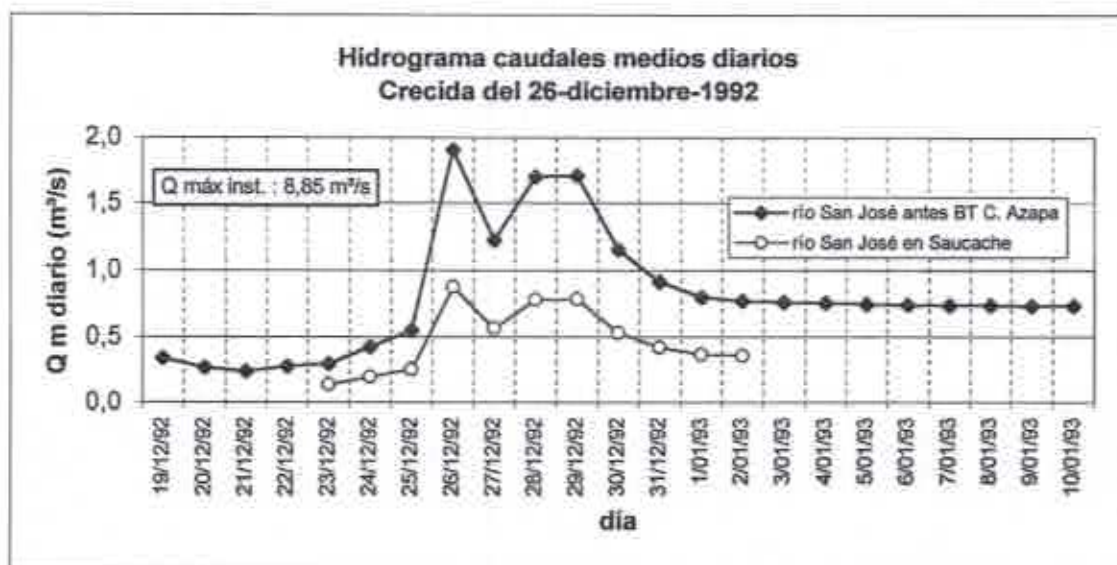
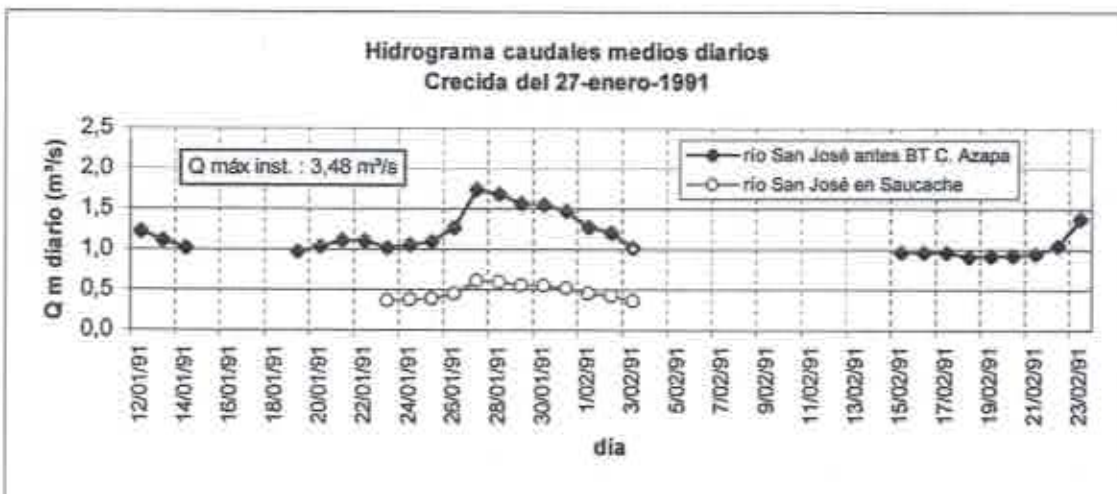
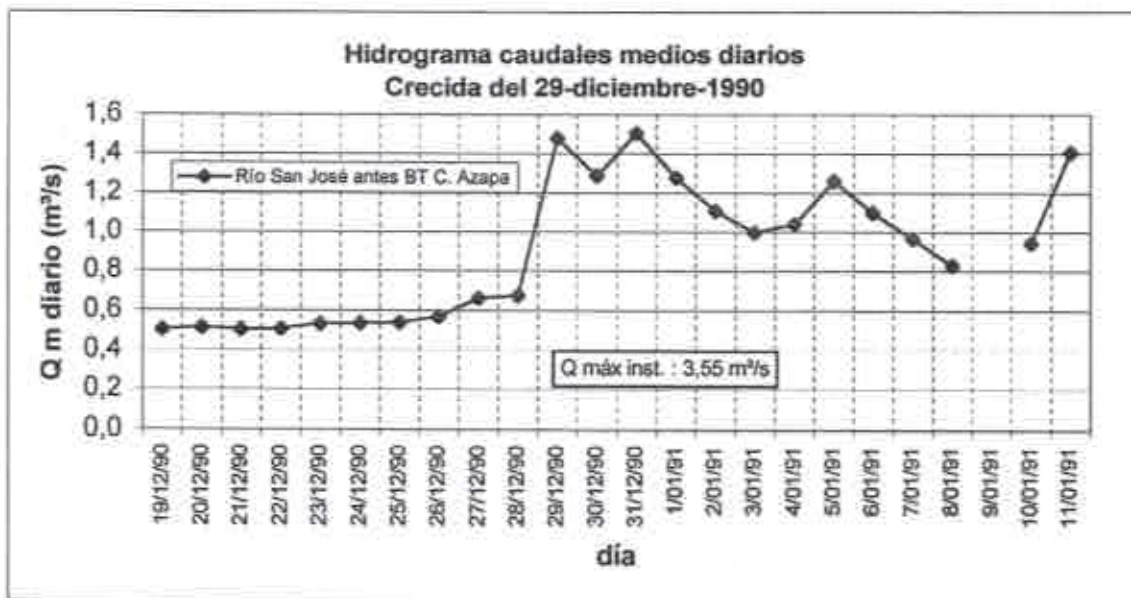
Nota : Los hidrogramas corresponden a los registrados en Ausipar afectados por las pérdidas.



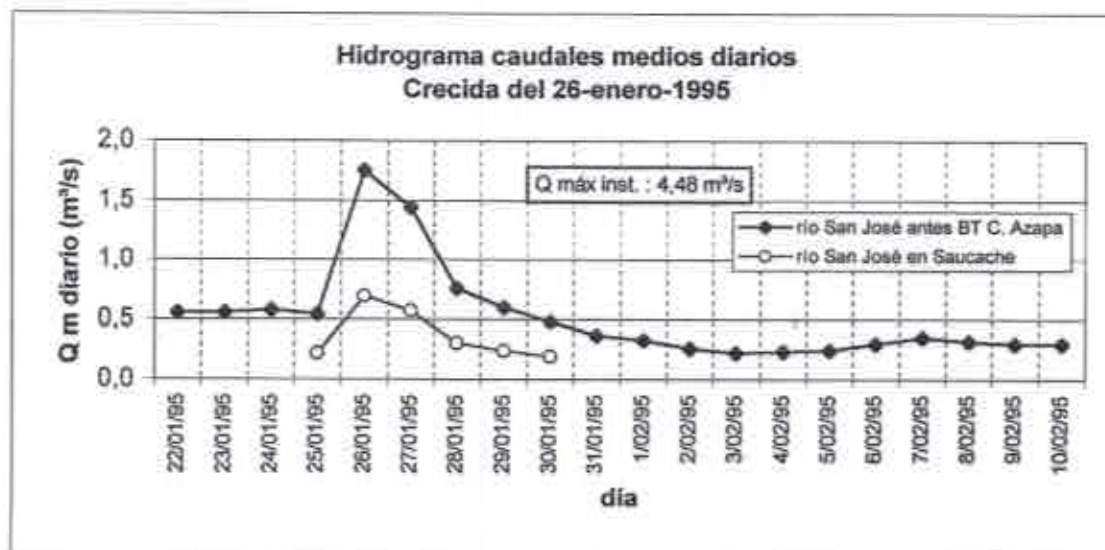
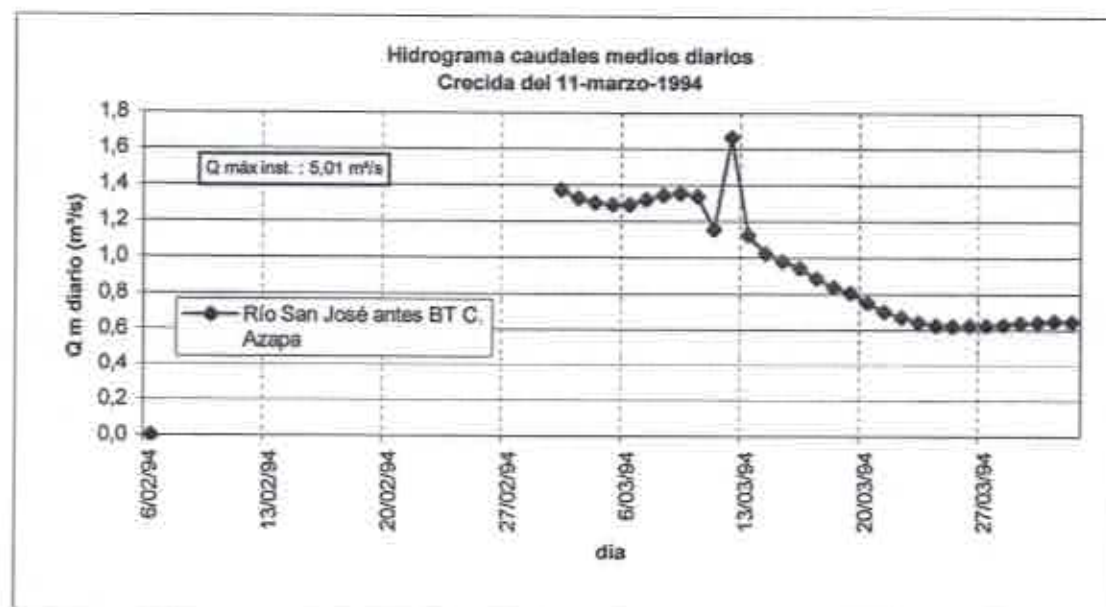
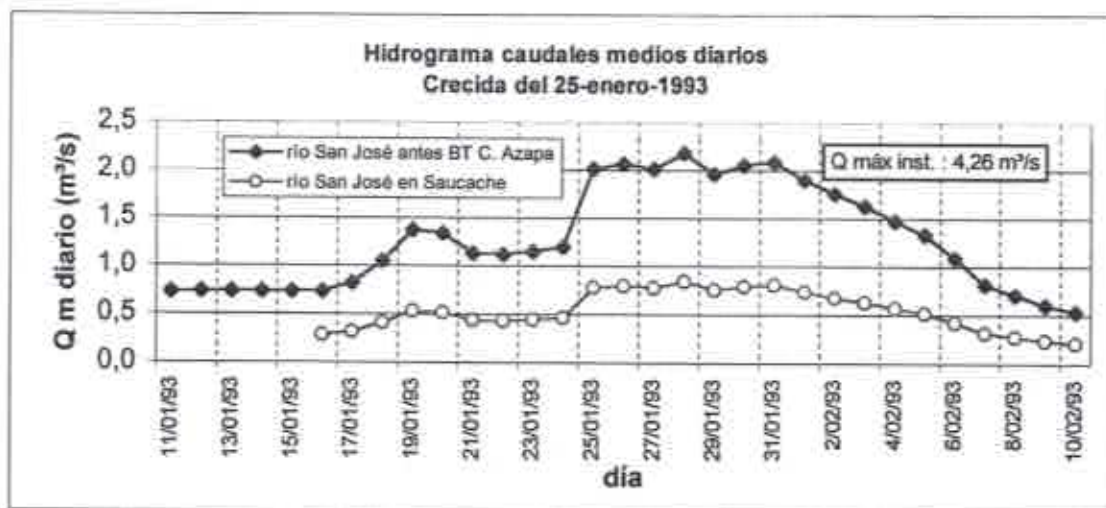
Nota : Los hidrogramas corresponden a los registrados en Ausipar afectados por las pérdidas.



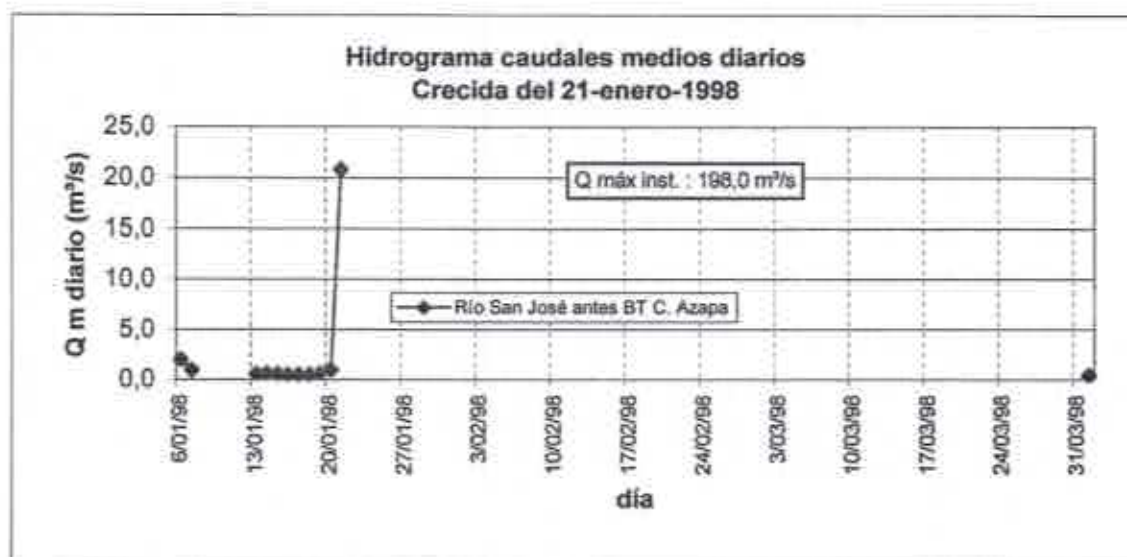
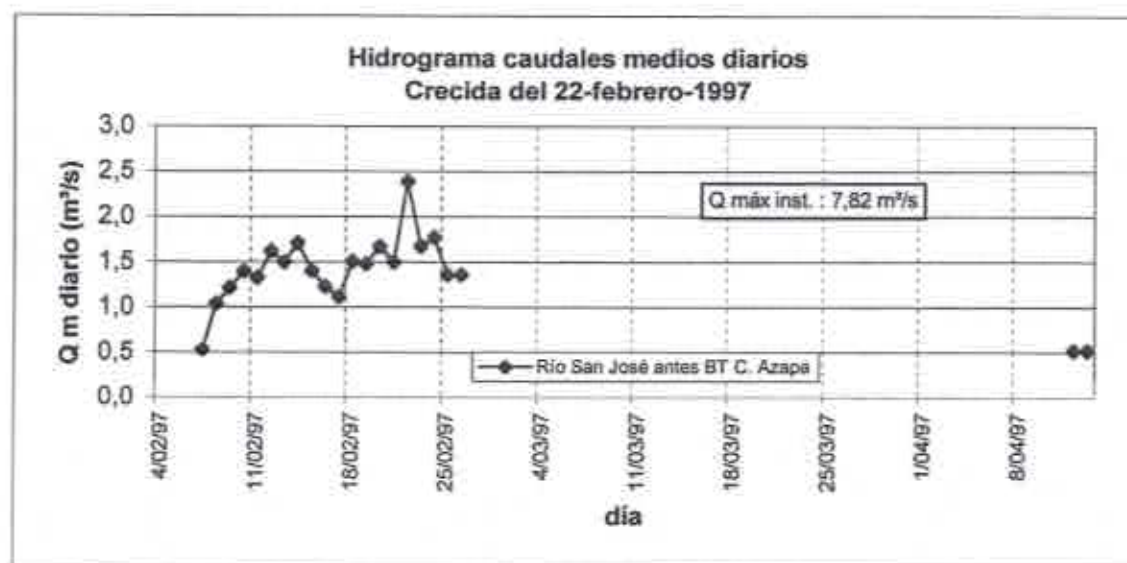
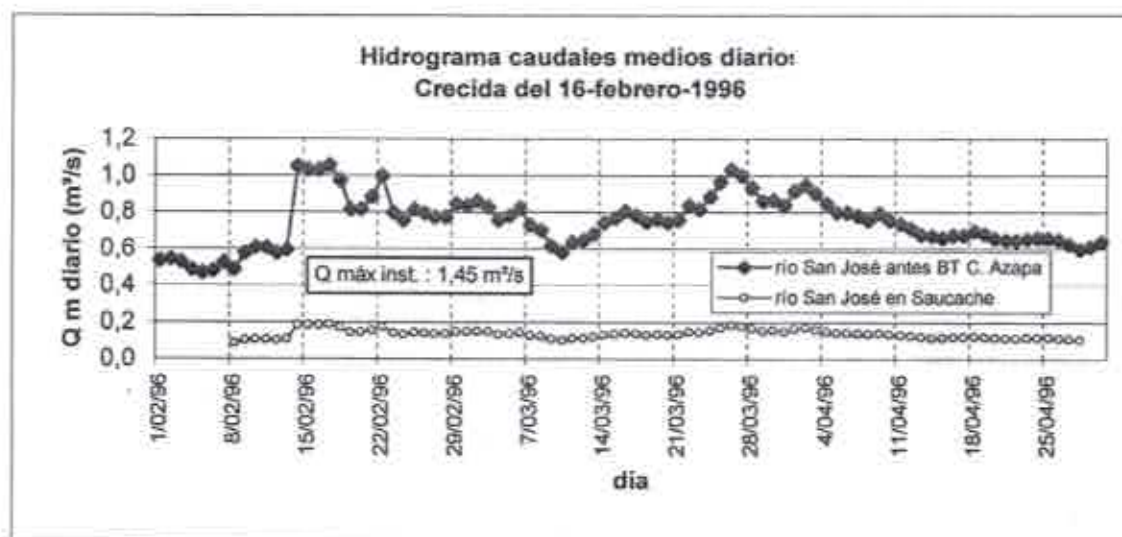
Nota : Los hidrogramas corresponden a los registrados en Ausipar afectados por las pérdidas.



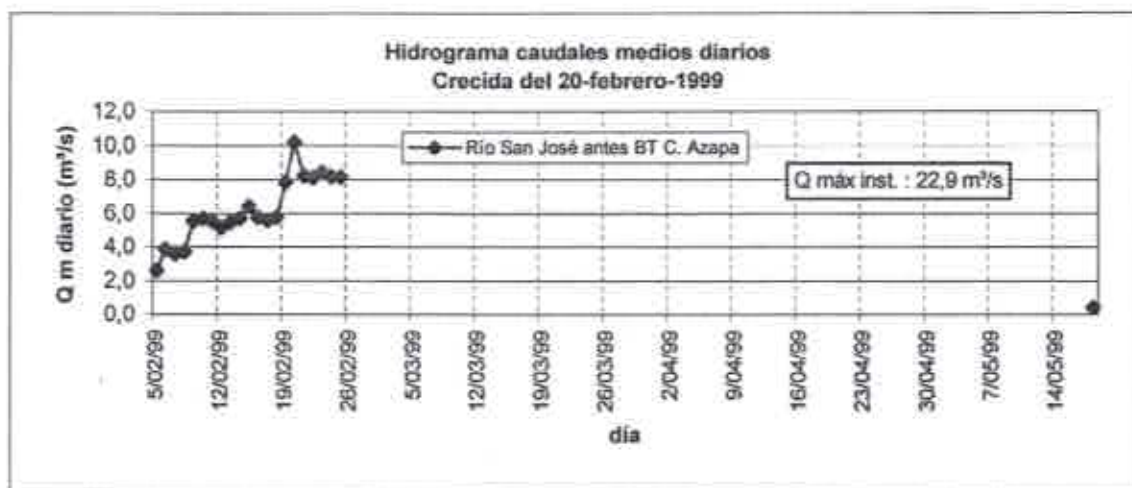
Nota : Los hidrogramas corresponden a los registrados en Ausipar afectados por las pérdidas.

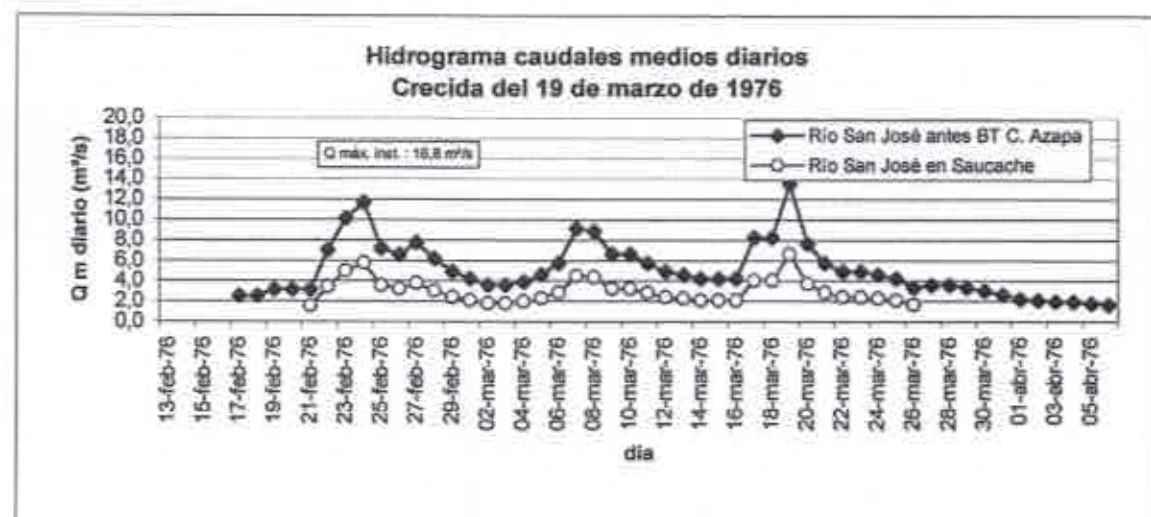
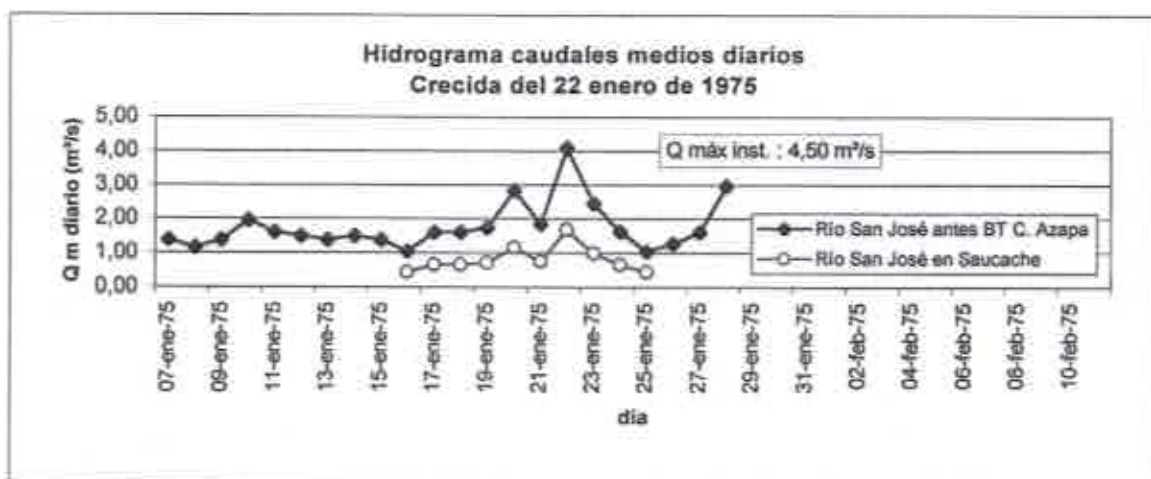
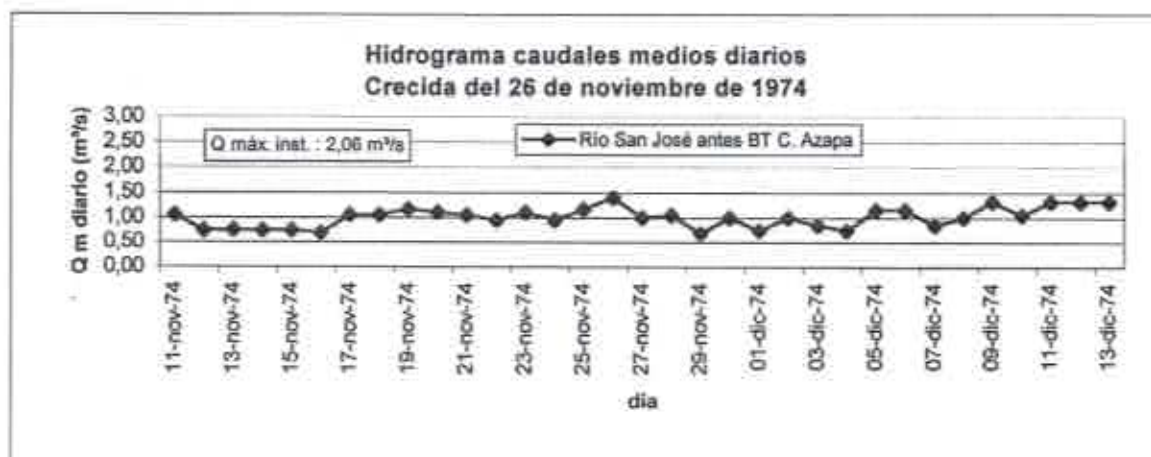


Nota : Los hidrogramas corresponden a los registrados en Ausipar afectados por las pérdidas.

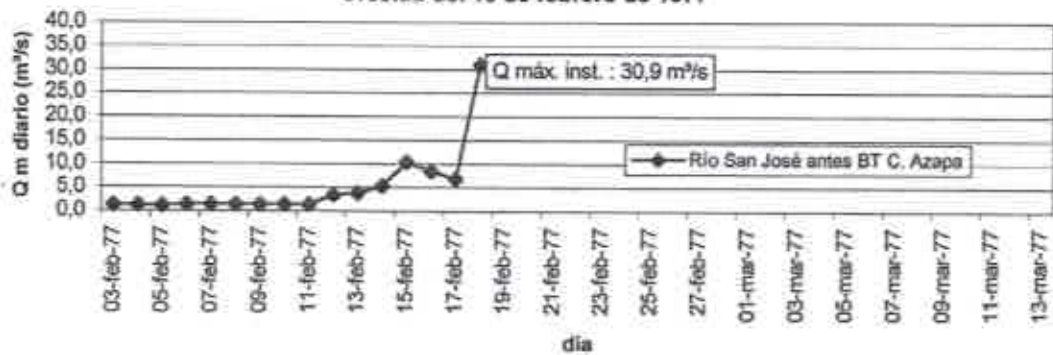


Nota : Los hidrogramas corresponden a los registrados en Ausipar afectados por las pérdidas.

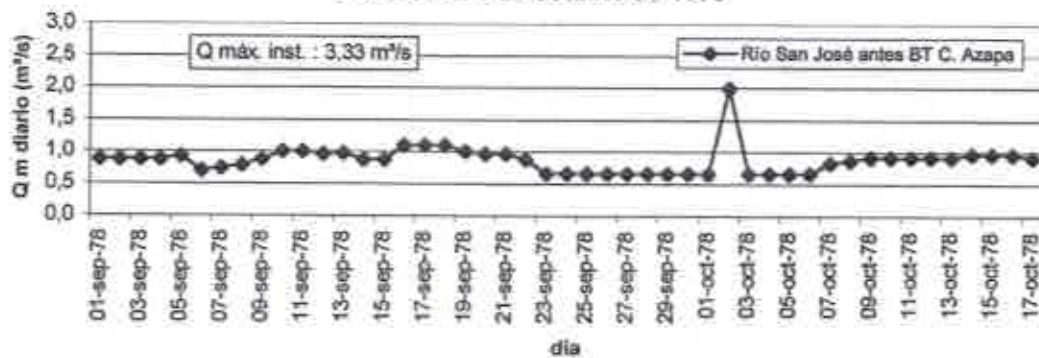




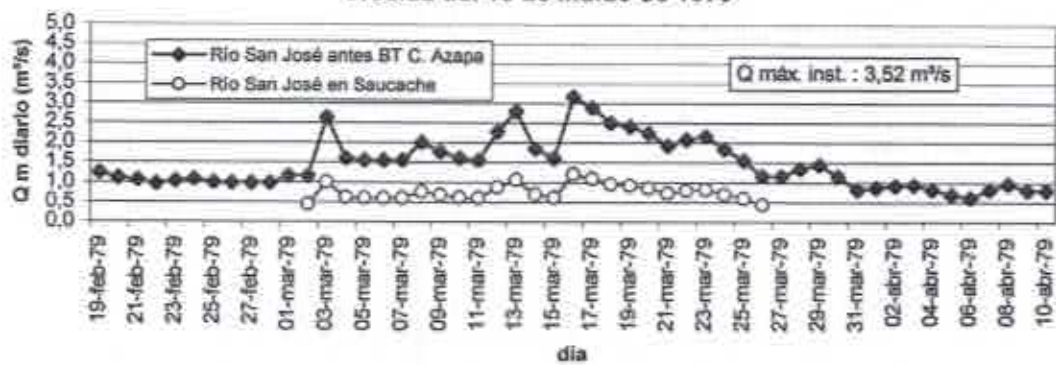
Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 18 de febrero de 1977



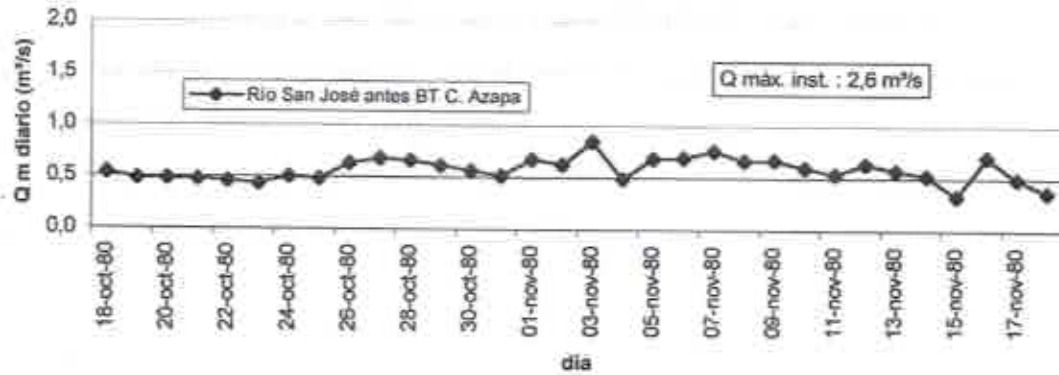
Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 2 de octubre de 1978



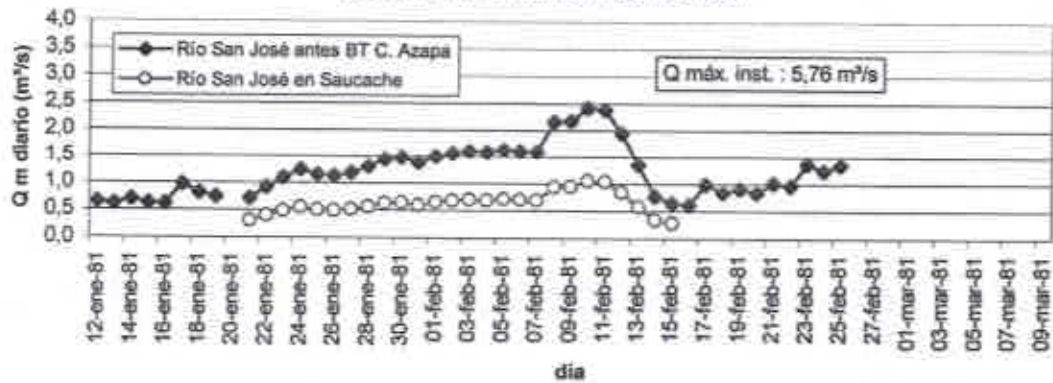
Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 16 de marzo de 1979



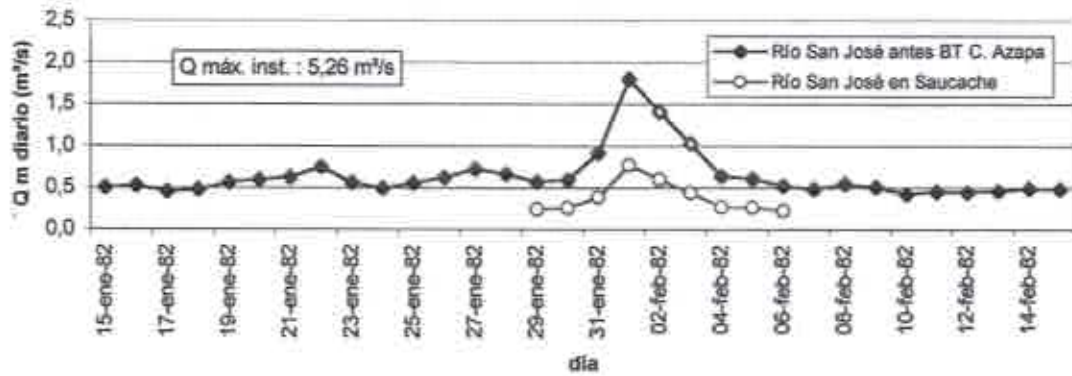
Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 3 de noviembre de 1980



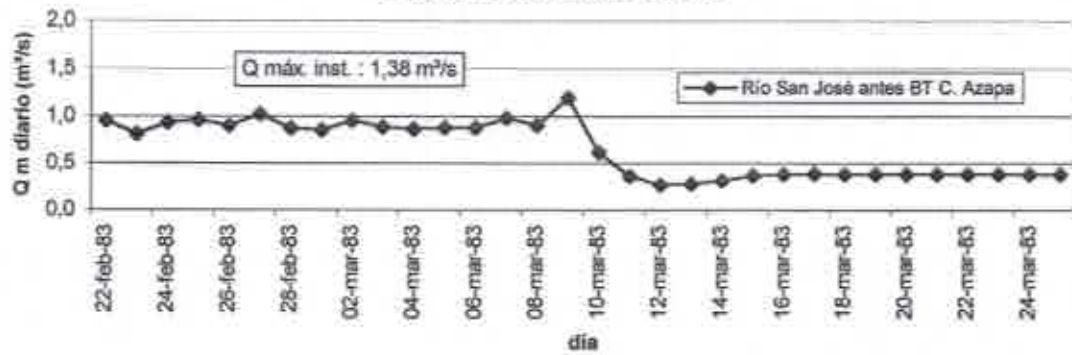
Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 21 de febrero de 1981



Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 31 de enero de 1982



Hidrograma caudales medios diarios
Crecida del 9 de marzo de 1983



ANTECEDENTES DE OTRAS CRECIDAS

**CAUDALES REGISTRADOS EN EL RIO SAN JOSE EN AUSIPAR
Y RIO SAN JOSE EN SAUCACHE**

CRECIDA DEL 6 AL 9 DE FEBRERO DE 1999

Fecha	Hora referencial	Caudal instantáneo (m³/s)			Volumen Crecida BT C. Azapa (m³)	Volum. C. Azapa (m³) (²)	Volumen de Crecida Disponible (m³) (³)	Volumen de Crecida en Saucache (m³)
		Ausipar	BT C. Azapa (¹)	Saucache				
6-feb-99	1	6,74	6,12	+ 4,500				
	2	6,73	6,11	+ 4,500	21999	1790	20209	16200
	3	10,55	9,83	+ 4,500	28679	1790	26889	16200
	4	10,10	9,39	+ 4,500	34583	1790	32793	16200
	5	9,81	9,10	+ 4,500	33280	1790	31490	16200
	6	9,36	8,66	+ 4,500	31978	1790	30188	16200
	7	8,68	8,00	+ 4,500	29993	1790	28203	16200
	8	8,14	7,47	+ 4,500	27852	1790	26062	16200
	9	7,54	6,89	+ 4,500	25857	1790	24067	16200
	10	7,34	6,70	4,500	24458	1790	22668	16200
	11	7,34	6,70	6,178	24109	1790	22319	19221
	12	7,27	6,63	4,599	23986	1790	22196	19399
	13	7,14	6,50	4,190	23637	1790	21847	15821
	14	7,32	6,68	3,993	23725	1790	21935	14730
	15	6,90	6,27	3,613	23306	1790	21516	13691
	16	7,00	6,37	3,079	22748	1790	20958	12046
	17	7,05	6,42	2,910	23009	1790	21219	10781
	18	6,86	6,23	2,588	22766	1790	20976	9897
	19	7,00	6,37	+ 2,576	22676	1790	20888	9296
	20	6,78	6,15	+ 2,565	22539	1790	20749	9254
	21	6,70	6,08	+ 2,554	22017	1790	20227	9215
	22	6,54	5,92	+ 2,543	21599	1790	19809	9175
	23	6,79	6,16	+ 2,532	21756	1790	19966	9135
	24	6,74	6,12	+ 2,521	22104	1790	20314	9095
7-feb-99	25	6,89	6,26	+ 2,510	22278	1790	20488	9055
	26	7,42	6,77	+ 2,498	23463	1790	21673	9015
	27	7,67	7,02	+ 2,487	24825	1790	23035	8975
	28	7,54	6,89	+ 2,476	25034	1790	23244	8935
	29	7,43	6,78	+ 2,465	24615	1790	22825	8895
	30	7,37	6,73	+ 2,454	24318	1790	22528	8855
	31	7,27	6,63	+ 2,443	24039	1790	22249	8815
	32	7,38	6,74	2,433	24056	1790	22266	8777
	33	7,14	6,50	2,139	23829	1790	22039	8230
	34	6,84	6,21	2,284	22888	1790	21098	7962
	35	6,74	6,12	2,588	22191	1790	20401	8770
	36	6,68	6,06	2,747	21912	1790	20122	9603
	37	6,84	6,21	2,747	22086	1790	20296	9890
	38	6,68	6,06	2,747	22086	1790	20296	9890
	39	6,33	5,72	2,433	21199	1790	19409	9324
	40	6,47	5,85	2,139	20834	1790	19044	8230
	41	6,42	5,81	1,999	20990	1790	19200	7449
	42	6,16	5,56	1,734	20452	1790	18662	6720
	43	6,12	5,52	+ 1,769	19931	1790	18141	6308
	44	6,26	5,65	+ 1,804	20104	1790	18314	6432
	45	5,85	5,26	+ 1,838	19636	1790	17848	6555
	46	5,81	5,22	+ 1,872	18856	1790	17066	6679
	47	8,25	7,58	+ 1,907	23039	1790	21249	6803
	48	7,98	7,32	+ 1,941	26819	1790	25029	6927

**CAUDALES REGISTRADOS EN EL RIO SAN JOSE EN AUSIPAR
Y RIO SAN JOSE EN SAUCACHE**

CRECIDA DEL 6 AL 9 DE FEBRERO DE 1999

Fecha	Hora referencial	Caudal instantáneo (m³/s)			Volumen Crecida BT C. Azapa (m³)	Volum. C. Azapa (m³) ⁽²⁾	Volumen de Crecida Disponibile (m³) ⁽³⁾	Volumen de Crecida en Saucache (m³)
		Ausipar	BT C. Azapa ⁽¹⁾	Saucache				
8-feb-99	49	7,46	6,81	+ 1,976	25437	1790	23647	7051
	50	6,94	6,31	+ 2,010	23620	1790	21830	7175
	51	6,31	5,70	+ 2,044	21617	1790	19827	7298
	52	6,42	5,81	+ 2,079	20712	1790	18922	7422
	53	6,28	5,67	+ 2,113	20660	1790	18870	7546
	54	6,79	6,16	+ 2,148	21304	1790	19514	7670
	55	7,18	6,54	+ 2,182	22870	1790	21080	7794
	56	8,87	8,18	+ 2,216	26508	1790	24718	7918
	57	7,82	7,16	+ 2,251	27626	1790	25836	8041
	58	8,93	8,24	2,264	27731	1790	25941	8163
	59	8,15	7,48	2,139	28309	1790	26519	7962
	60	8,11	7,44	1,734	26871	1790	25081	6972
	61	7,37	6,73	1,488	25507	1790	23717	5800
	62	7,11	6,47	1,260	23760	1790	21970	4947
	63	7,11	6,47	1,260	23306	1790	21516	4536
	64	6,84	6,21	1,734	22835	1790	21045	5390
	65	6,97	6,34	2,284	22591	1790	20801	7233
	66	6,25	5,64	2,433	21565	1790	19775	8491
	67	6,26	5,65	+ 2,39	20330	1790	18540	8679
	68	6,03	5,43	+ 2,34	19948	1790	18158	8518
	69	6,25	5,64	+ 2,30	19931	1790	18141	8355
	70	6,07	5,47	+ 2,25	20000	1790	18210	8193
	71	5,84	5,25	+ 2,21	19289	1790	17499	8030
	72	5,63	5,05	+ 2,16	18527	1790	16737	7867
9-feb-99	73	5,79	5,20	+ 2,12	18441	1790	16651	7704
	74	5,98	5,38	+ 2,07	18047	1790	17257	7542
	75	7,74	7,08	+ 2,03	22441	1790	20651	7379
	76	9,12	8,43	+ 1,98	27925	1790	26135	7216
	77	10,12	9,41	+ 1,94	32102	1790	30312	7054
	78	11,96	11,21	+ 1,89	37106	1790	35316	6891
	79	12,12	11,37	+ 1,85	40634	1790	38844	6728
	80	11,81	11,06	1,800	40369	1790	38579	6564
	81	10,98	10,25	1,800	38356	1790	36566	6480
	82	10,71	9,98	1,734	36415	1790	34625	6362
	83	9,21	8,52	1,864	33300	1790	31510	6477
	84	9,13	8,44	4,533	30519	1790	28729	11515
	85	7,86	7,20	6,673	28152	1790	26362	20171
	86	7,74	7,08	7,450	25716	1790	23928	25422
	87	7,92	7,26	6,927	25821	1790	24031	25879
	88	7,51	6,86	6,424	25419	1790	23629	24032
	89	7,32	6,68					
Qmax		12,1	11,4	7,5				
TOTAL					2150755	155730	1995025	874115

Nota :

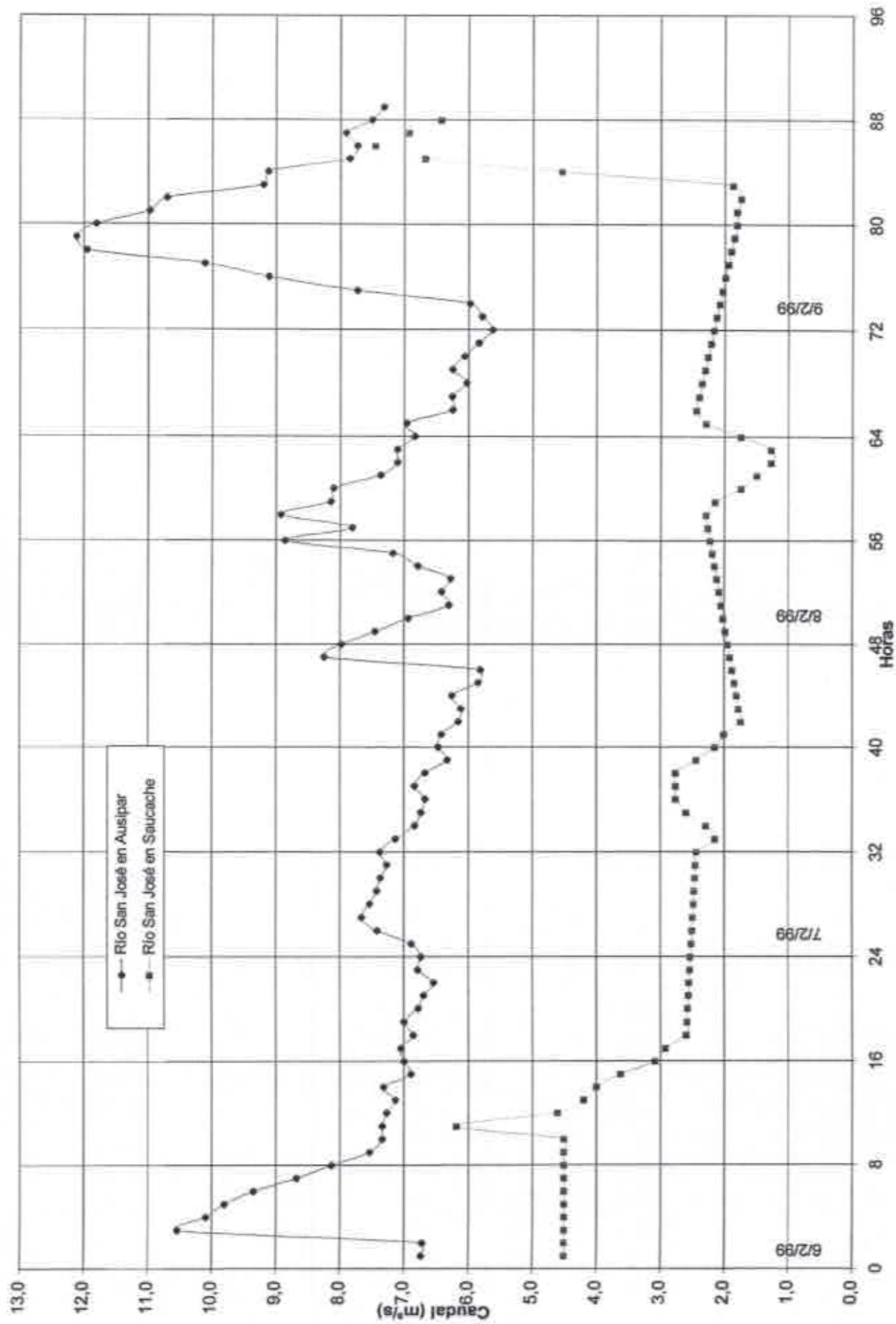
+ : Valores Interpolados

⁽¹⁾ : Se estimó como el caudal de Ausipar descontando las pérdidas en el tramo desde Ausipar hasta antes de BT C. Azapa

⁽²⁾ : Se consideró un caudal medio mensual de 0,497 m³/s (1966-1999)

⁽³⁾ : Volumen de agua descontando el caudal captado por el canal Azapa

Caudales registrados en el río San José en Ausipar y en Saucache
Crecida ocurrida entre el 6 y 9 de febrero de 1999



RESUMEN DE VOLUMENES DE LA CRECIDA DE ENERO 2000

Item	Volumen (m³)
Volumen de Crecida antes BT Azapa	15774560
Volumen captado C. Azapa ⁽¹⁾	729994
Δ Volumen disponible ⁽²⁾	15044566
Volumen de Crecida en Saucache	7704259
f = (Vol. Crecida Saucache/Vol. Crecida Ausipar)	0,49
Δ Vol disp / Vol Saucache	0,51

Nota :

⁽¹⁾ : Se consideró un Q medio mensual de 0,497 m³/s

⁽²⁾ : Volumen de Crecida en Ausipar descontando el volumen captado por C. Azapa

CAUDALES REGISTRADOS EN EL RIO SAN JOSE EN AUSIPAR

CRECIDA : 22-ene-2000

Fecha	Hora	Caudal Medio Diario (m³/s)	Caudal Medio Diario antes BT Azapa (m³/s)	Volumen acumulado (m³)	Caudal Peak Ausipar (m³/s)	Caudal Peak BT Azapa (m³/s)
22-ene-00	0	4,559	4,021	347425		
23-ene-00	24	5,978	5,380	464843		
24-ene-00	48	6,125	5,522	477079		
25-ene-00	72	6,961	6,329	546862		
26-ene-00	96	8,538	7,861	679208		
27-ene-00	120	11,890	11,140	962486		
28-ene-00	144	12,068	11,315	977581		
29-ene-00	168	12,295	11,537	996837		
30-ene-00	192	17,200	16,368	1414208	23,118	22,221
31-ene-00	216	17,511	16,675	1440735		
1-feb-00	240	19,687	18,825	1626501	35,262	34,271
2-feb-00	264	13,438	12,661	1093892	26,252	25,327
3-feb-00	288	12,023	11,270	973765		
4-feb-00	312	14,250	13,460	1162927		
5-feb-00	336	10,906	10,175	879121		
6-feb-00	360	9,117	8,426	727979		
7-feb-00	384	6,906	6,276	542261		
8-feb-00	408	5,930	5,334	460850		
Total				15774560		

CAUDALES ESTIMADOS EN EL RIO SAN JOSE EN SAUCACHE (*)

CRECIDA : 22-ene-2000

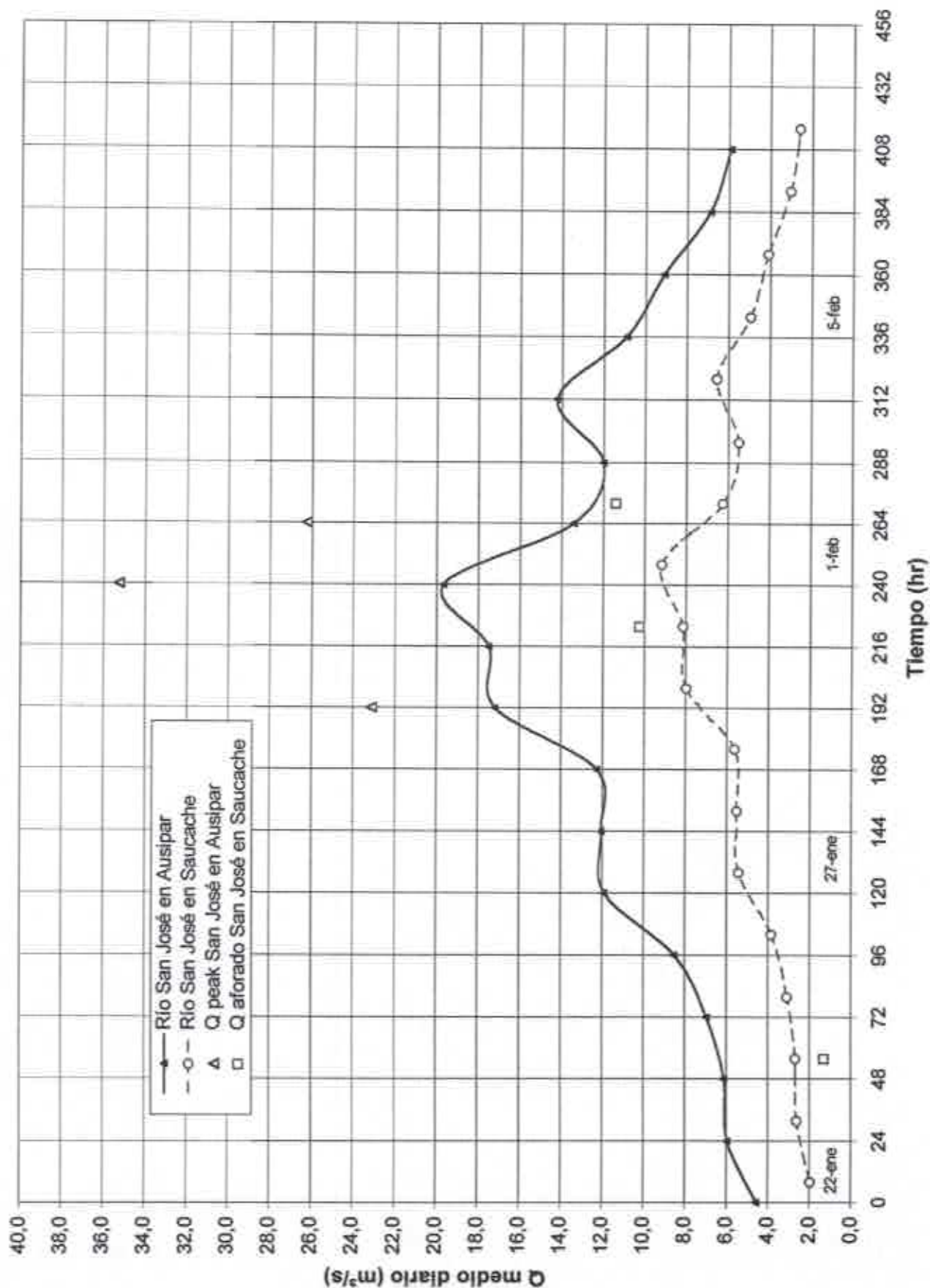
Fecha	Tiempo desplaz en 8 hr	Caudal Medio Diario (m³/s)	Volumen acumulado (m³)	Caudal Aforado (m³/s)	Hora
22-ene-00	8	1,962	169551		
23-ene-00	32	2,626	226854		
24-ene-00	56	2,695	232825	1,30	10:00
25-ene-00	80	3,089	266881		
26-ene-00	104	3,836	331469		
27-ene-00	128	5,437	469715		
28-ene-00	152	5,522	477082		
29-ene-00	176	5,631	486479		
30-ene-00	200	7,988	690165		
31-ene-00	224	8,138	703111	10,22	14:00
1-feb-00	248	9,187	793769		
2-feb-00	272	6,247	539763	11,37	11:00
3-feb-00	296	5,500	475219		
4-feb-00	320	6,569	567534		
5-feb-00	344	4,966	429031		
6-feb-00	368	4,112	355270		
7-feb-00	392	3,063	264636		
8-feb-00	416	2,603	224905		

Total	7704259
-------	---------

Nota :

(*) : Considerando factores adimensionales del hidrograma de caudales medios de Ausipar
 $f_i = Q_{md}/Q_{md \text{ max}}$

Hidrograma de caudales medios diarios.
Crecida (22/1/00 - 8/2/00) Río San José

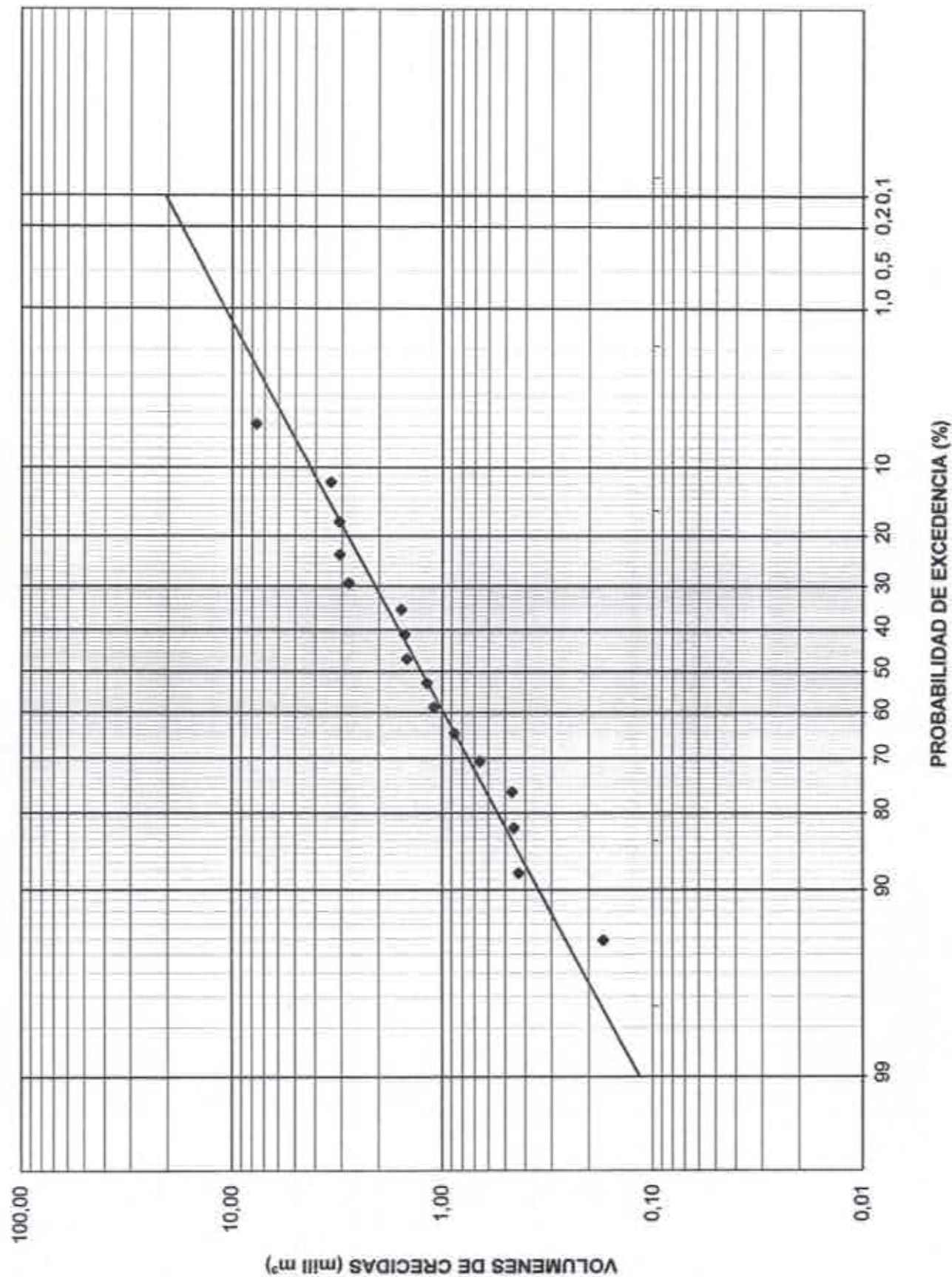


**ANALISIS DE FRECUENCIA
VOLUMENES DE AGUAS DE LAS CRECIDAS**

ANALISIS DE FRECUENCIAS
VOLUMENES DE CRECIDAS DE PROYECTO ($m^3 \cdot 10^6$)
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE

T (años)	Probabilidad de Excedencia (%)	VOLUMEN DE LAS CRECIDAS ($m^3 \cdot 10^6$)				
		Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	50	1,87	1,23	1,29	1,26	1,60
5	20	3,45	2,81	2,95	2,82	3,67
10	10	4,28	4,31	4,25	4,25	5,04
20	5	4,96	6,15	5,58	5,91	6,36
25	4	5,16	6,82	6,02	6,50	6,77
50	2	5,73	9,18	7,40	8,51	8,06
100	1	6,24	11,97	8,82	10,82	9,33
250	0,4	6,86	16,46	10,74	14,33	11,01
500	0,2	7,28	20,53	12,22	17,38	12,28
1000	0,1	7,68	25,25	13,73	20,78	13,55
$\chi^2(\text{calculado})$		11,90	15,65	13,86	14,52	14,06
$\chi^2(0,05)$		33,92	33,92	32,67	32,67	33,92
Test		Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
$\chi^2(\text{cal})/\chi^2(0,05)$		0,35	0,46	0,42	0,44	0,41

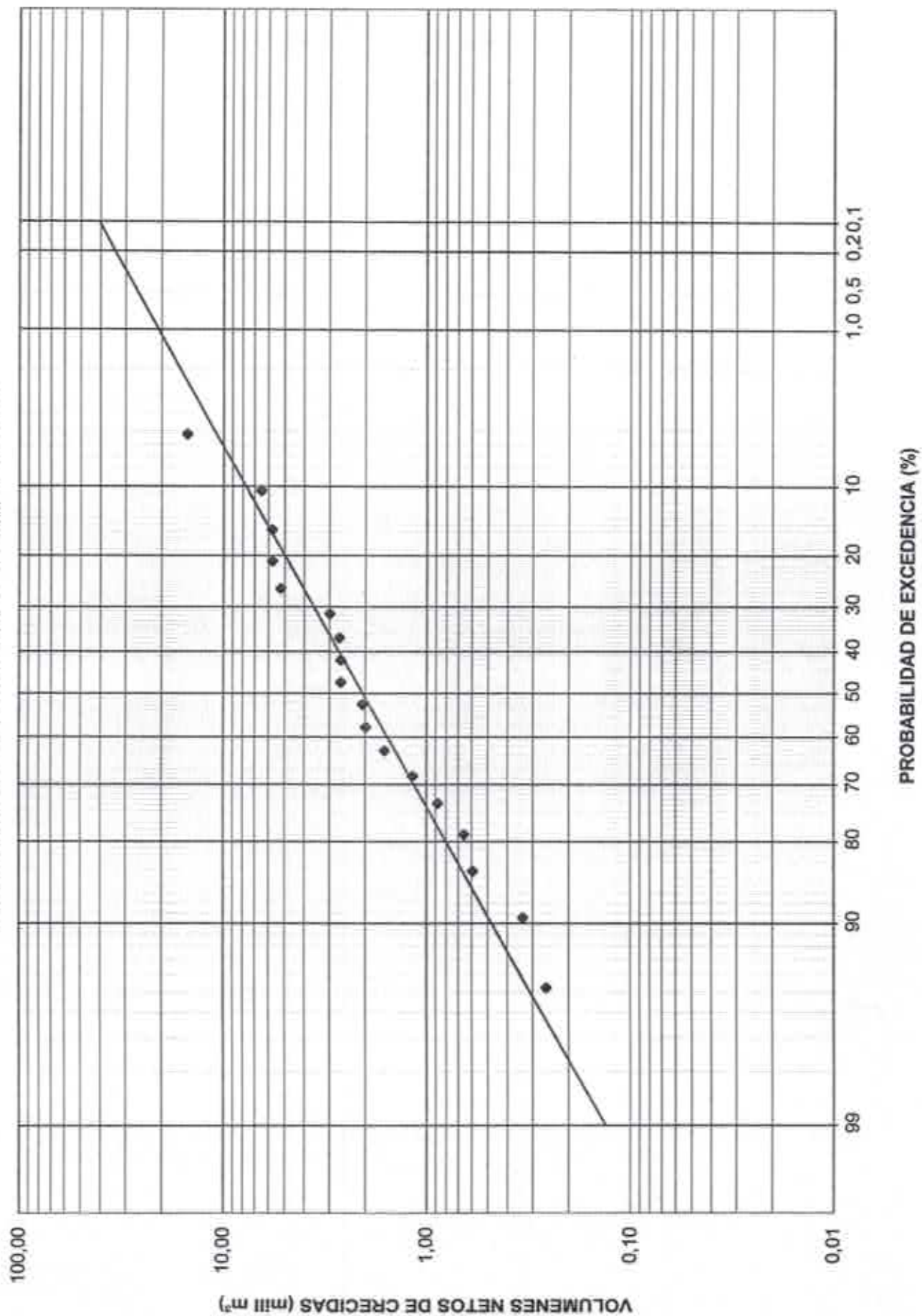
ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION LOG-PEARSON VOLUMENES DE CRECIDAS DE PROYECTO RIO SAN JOSE EN SAUCACHE



ANALISIS DE FRECUENCIAS
VOLUMENES NETOS DE CRECIDAS ($m^3 \cdot 10^6$)
RIO SAN JOSE AGUAS ABAJO BT CANAL AZAPA

T (años)	Probabilidad de Excedencia (%)	VOLUMEN DE LAS CRECIDAS ($m^3 \cdot 10^6$)				
		Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	50	3,27	1,98	2,11	2,06	2,75
5	20	6,26	4,95	5,19	5,00	6,60
10	10	7,82	7,99	7,69	7,77	9,15
20	5	9,11	11,87	10,29	11,06	11,59
25	4	9,49	13,32	11,14	12,23	12,36
50	2	10,56	18,52	13,87	16,25	14,75
100	1	11,53	24,91	16,67	20,86	17,12
250	0,4	12,69	35,49	20,50	27,91	20,24
500	0,2	13,49	45,38	23,48	34,01	22,60
1000	0,1	14,24	57,15	26,53	40,81	24,95
$\chi^2(\text{calculado})$		15,51	18,10	16,52	16,82	17,83
$\chi^2(0,05)$		33,92	33,92	32,67	32,67	33,92
Test		Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
$\chi^2(\text{cal})/\chi^2(0,05)$		0,46	0,53	0,51	0,51	0,53

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION LOG-PEARSON
 VOLUMENES NETOS DE CRECIDAS
 RIO SAN JOSE AGUAS ABAJO BT CANAL AZAPA



**CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE**

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (l/s)

RIO SAN JOSE EN SAUCACHE

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1967/68	0	0	0	151	0	0	0	0	0	0	0	0	13
1968/69	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	17
1969/70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970/71	0	0	0	0	375	0	0	0	0	0	0	0	31
1971/72	0	0	0	560	0	461	0	0	0	0	0	0	85
1972/73	0	0	0	0	328	466	57	0	0	160	0	0	84
1973/74	0	0	0	325	226	665	360	110	120	101	150	0	171
1974/75	0	36	25	332	464	3174	211	254	254	244	166	0	430
1975/76	36	20	301	914	2526	2287	348	254	280	270	238	129	634
1976/77	0	0	0	472	3254	1672	597	561	368	280	88	166	622
1977/78	56	36	15	140	0	697	0	36	56	98	82	98	110
1978/79	0	0	0	254	72	446	0	0	0	0	0	0	64
1979/80	0	0	0	44	8	909	203	4	0	0	0	0	97
1980/81	0	0	0	0	228	602	0	0	10	0	0	0	70
1981/82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982/83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983/84	0	0	0	292	389	1625	190	174	206	201	0	0	256
1984/85	103	108	0	0	631	1850	574	160	0	0	51	0	290
1985/86	0	0	199	488	36	819	214	133	135	192	228	69	209
1986/87	139	148	333	555	203	448	490	258	58	47	213	184	256
1987/88	228	108	0	479	0	1342	417	188	114	76	101	65	260
1988/89	65	51	0	151	713	1060	266	126	91	120	101	39	234
1989/90	0	0	0	0	0	679	0	0	0	0	0	0	57
1990/91	0	0	53	0	0	568	52	0	0	0	0	0	56
Promedio	26	21	39	223	394	824	167	94	71	75	59	31	169

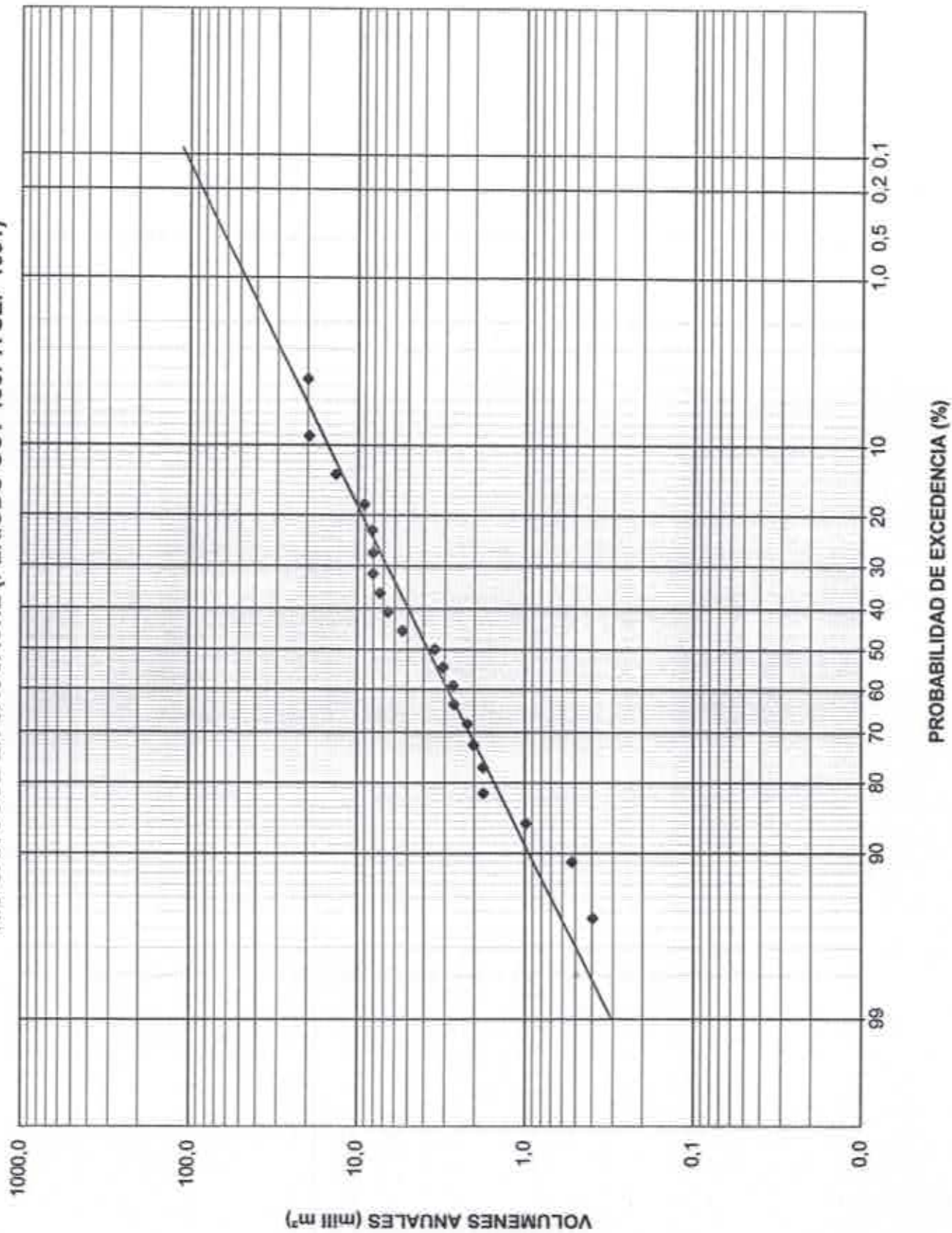
Fuente: Programa de Manejo Cuencas Hidrográficas, Río San José (1995)

**ANALISIS DE FRECUENCIA
VOLUMENES ANUALES
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE**

ANALISIS DE FRECUENCIAS
VOLUMENES ANUALES ($m^3 \cdot 10^6$)
RIO SAN JOSE EN SAUCACHE (PERIODO OCT 1967 A SEP 1991)

T (años)	Probabilidad de Excedencia (%)	VOLUMEN ANUAL ($m^3 \cdot 10^6$)				
		Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	50	6,97	4,50	5,64	4,84	5,22
5	20,0	11,41	10,45	10,77	10,46	11,18
10	10,0	13,83	16,49	14,32	15,34	15,13
20	5,0	15,84	24,16	17,75	20,72	18,92
25	4,0	16,43	27,01	18,84	22,56	20,12
50	2,0	18,12	37,23	22,18	28,58	23,82
100	1,0	19,65	49,74	25,49	35,05	27,50
500	0,2	22,76	89,60	33,11	51,60	35,99
1000	0,1	23,96	112,41	36,39	59,33	39,64
χ^2 (calculado)		25,18	17,84	17,37	16,31	22,79
$\chi^2(0,05)$		33,92	33,92	32,67	32,67	33,92
Test		Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado	Aceptado
$\chi^2(cal)/\chi^2(0,05)$		0,74	0,53	0,53	0,50	0,67

ANALISIS DE FRECUENCIAS - DISTRIBUCION LOG-NORMAL
 VOLUMENES ANUALES (mill m³)
 RIO SAN JOSE EN SAUCACHE (PERIODO OCT 1967 A SEP 1991)



ANEXO 2

CAPÍTULO 4

ESTUDIO AGRONÓMICO

SITUACIÓN ACTUAL

Tabla N° 1

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Choclo

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Preparación de suelos	JH	Dic-Ene	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Siembra	JH	Ene-Feb	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha	JH	Jun-Ago	28.0	4,000	112,000	0.650	72,800
Riegos	JH	Ene-Ago	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Otros	JH	Dic-Ago	7.0	4,000	28,000	0.650	18,200
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.2	53,250	10,650	1.042	11,097
Siembra	\$/ha		1.0	22,100	22,100	1.042	23,028
Aplic. Pesticidas	JM		0.3	61,000	18,300	1.042	19,069
Acarreo cosecha	JM		0.4	37,900	15,160	1.042	15,797
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		20.0	6,274	125,480	1.000	125,480
S.F.T.	Kg		120.0	128	15,360	1.060	16,282
Urea	Kg		260.0	112	29,120	1.060	30,867
Furadán 10 G	Kg		12.0	2,507	30,084	1.060	31,889
Tamaron 800	Kg		1.0	5,700	5,700	1.060	6,042
MCPA 750	Lt		3.0	2,850	8,550	1.060	9,063
Fletes	Ton		6.3	5,000	31,250	1.042	32,563
IMPREVISTOS (5%)					25,618		22,825
TOTAL COSTOS					537,972		479,331
INGRESOS	Unidad		25,000.0	63	1,575,000	1.000	1,575,000
MARGEN BRUTO					1,037,028		1,095,669
COSTOS INDIRECTOS	12%				64,557		57,520
MARGEN NETO					972,471		1,038,149

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	972,471	1,038,149
Nivel Medio-Bajo	573,758	612,508

Tabla N° 2

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Pimiento Morrón

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Almácigo	JH	Nov	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Preparación de suelos	JH	Dic	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Transplante	JH	Ene-Mar	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Limpías	JH	Feb-Jul	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Riegos	JH	Nov-Jul	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Cosecha	JH	Jun-Sep	80.0	4,000	320,000	0.650	208,000
Acarreo cosecha	JH	Jun-Sep	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Otros	JH	Nov-Sep	7.0	4,000	28,000	0.650	18,200
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Melgadura	JM		0.2	42,500	8,500	1.042	8,857
Cultivadora	JM		0.5	42,500	21,250	1.042	22,143
Fertilización	JM		6.0	37,900	227,400	1.042	236,951
Aplic. Pesticidas	JP		6.0	10,000	60,000	1.000	60,000
Acarreo cosecha	JM		5.5	37,900	208,450	1.042	217,205
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		1.0	47,600	47,600	1.000	47,600
Urea	Kg		350.0	112	39,200	1.060	41,552
SFT	Kg		320.0	128	40,960	1.060	43,418
Bromuro de Metilo	Bombona		4.0	2,290	9,160	1.060	9,710
Dithane M45	Kg		3.5	1,829	6,402	1.060	6,786
Tamaron 600	Lt		0.9	5,700	5,130	1.060	5,438
Pirimor	Kg		0.5	28,500	14,250	1.060	15,105
OTROS:							
Plástico	Kg		10.0	1,000	10,000	1.000	10,000
Cajas	Unidad		1,555.6	360	560,000	1.000	560,000
Fletes	Ton		28.0	5,000	140,000	1.042	145,880
IMPREVISTOS (5%)					101,610		92,798
TOTAL COSTOS					2,133,812		1,948,765
INGRESOS					4,592,000	1.000	4,592,000
MARGEN BRUTO					2,458,188		2,643,235
COSTOS INDIRECTOS					256,057		233,852
MARGEN NETO					2,202,131		2,409,383

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				2,202,131		2,409,383
Nivel Medio-Bajo				1,475,428		1,614,287

Tabla N° 3

Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Actual
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Poroto Verde

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Labores varias	JH	Dic-Ago	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Preparación de suelos	JH	Dic-Ene	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Siembra	JH	Ene-mar	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Riegos	JH	Ene-Jul	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Pulverizaciones	JH	Mar-Jun	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Cosecha y acarreo	JH	Jun-ago	90.0	4,000	360,000	0.650	234,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Siembra	\$/ha		1.0	22,100	22,100	1.042	23,028
Aplic. Pesticidas	JM		0.4	61,000	24,400	1.042	25,425
Acarreo cosecha	JM		0.8	37,900	30,320	1.042	31,593
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		110.0	2,100	231,000	1.000	231,000
Urea	Kg		45.0	112	5,040	1.060	5,342
SFT	Kg		140.0	128	17,920	1.060	18,995
Lorsban 4E	Lt		2.5	4,050	10,125	1.060	10,733
Flex	Lt		1.0	24,830	24,830	1.060	26,320
Sacos	Unidad		267.0	56	14,952	1.060	15,849
IMPREVISTOS (5%)					43,829		36,195
TOTAL COSTOS					920,416		760,105
INGRESOS:	kilos		8,000.0	416.0	3,328,000	1.000	3,328,000
MARGEN BRUTO					2,407,584		2,567,895
COSTOS INDIRECTOS	12%				110,450		91,213
MARGEN NETO					2,297,134		2,476,682
Margen Neto Por Nivel Tecnológico					P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto					2,297,134		2,476,682
Nivel Medio-Bajo					1,562,051		1,684,144

Tabla N° 4
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Actual
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Tomate Guiado

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Almácigo	JH	Ene	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Preparación de suelos	JH	Dic-Ene	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Transplante	JH	Feb-Mar	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Limpías	JH	Mar-Jun	20.0	4,000	80,000	0.650	52,000
Riegos	JH	Feb-Sep	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Desbrote y amarra	JH	Abr-May	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
Postadura	JH	Ene	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Alambrado	JH	Ene	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Cosecha	JH	Jun-Sep	90.0	4,000	360,000	0.650	234,000
Acarreo cosecha	JH	Jun-Sep	6.5	4,000	26,000	0.650	16,900
Otros	JH	Ene-Sep	35.0	4,000	140,000	0.650	91,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Meigadura	JM		0.2	42,500	8,500	1.042	8,857
Cultivadora	JM		0.4	42,500	17,000	1.042	17,714
Fertilización	JM		0.4	37,900	15,160	1.042	15,797
Aplic. Pesticidas	JP		6.0	10,000	60,000	1.000	60,000
Acarreo cosecha	JM		4.0	37,900	151,600	1.042	157,967
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		0.3	63,240	18,972	1.000	18,972
Urea	Kg		250.0	112	28,000	1.060	29,680
SFT	Kg		160.0	128	20,480	1.060	21,709
Bromuro de Metilo	Bombona		6.0	2,290	13,740	1.060	14,564
Furadán 10 G	Kg		15.0	2,507	37,605	1.060	39,861
Dithane M45	Kg		6.0	1,829	10,974	1.060	11,632
Benlate 50% pm	Kg		1.5	9,260	13,890	1.060	14,723
Tamaron 600	Lt		2.0	5,700	11,400	1.060	12,084
Bayfolan	Lt		4.0	1,640	6,560	1.060	6,954
Sencor 480 SC	Lt		1.0	23,700	23,700	1.060	25,122
OTROS:							
Plástico	Kg		20.0	1,000	20,000	1.000	20,000
Arcos	Unidad		67.0	6	402	1.000	402
Postes	Unidad		133.0	280	37,240	1.000	37,240
Estacas	Unidad		1,075.0	134	144,050	1.000	144,050
Alambre 17/15	Kg		360.0	503	181,080	1.000	181,080
Coligues 2.4	Unidad		33,400.0	11	367,400	1.000	367,400
Cordel plástico	Kg		20.0	1,780	35,600	1.000	35,600
Grapas (1*12)	Kg		4.0	522	2,088	1.000	2,088
Cajas	Unidad		3,333.3	360	1,200,000	1.000	1,200,000
Fletes	Ton		60.0	5,000	300,000	1.042	312,600
IMPREVISTOS (5%)					181,467		167,846
TOTAL COSTOS					3,810,808		3,524,767
INGRESOS	Kilos		60,000.0	160	9,600,000	1.000	9,600,000
MARGEN BRUTO					5,789,192		6,075,233
COSTOS INDIRECTOS	12%				457,297		422,972
MARGEN NETO					5,331,895		5,652,261

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				5,331,895		5,652,261
Nivel Medio-Bajo				4,265,516		4,521,809

Tabla N° 5

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Zapallo Italiano

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Preparación de suelos	JH	Ene	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Siembra	JH	Feb-Mar	2.5	4,000	10,000	0.650	6,500
Limpia manual	JH	Mar-Jun	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Cosecha	JH	Jun-Ago	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Acarreo de cosecha	JH	Jun-Ago	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Riegos	JH	Feb-Ago	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Otros	JH	Ene-Ago	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Aplic. Pesticidas	JM		0.3	61,000	18,300	1.042	19,069
Cultivadora	JA		0.8	10,000	8,000	1.042	8,336
Acarreo cosecha	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg.		3.5	9,700	33,950	1.000	33,950
Urea	Kg		160.0	112	17,920	1.060	18,995
SFT	Kg.		120.0	128	15,360	1.060	16,282
Tamaron 600	Lt		0.6	5,700	3,420	1.060	3,625
Azufre	Kg.		4.0	550	2,200	1.000	2,200
Fletes	Ton		5.6	5,000	28,000	1.042	29,176
IMPREVISTOS (5%)					17,500		14,860
TOTAL COSTOS					367,500		312,062
INGRESOS	Unidades		28,000.0	41	1,148,000	1.000	1,148,000
MARGEN BRUTO					780,500		835,938
COSTOS INDIRECTOS	12%				44,100		37,447
MARGEN NETO					736,400		798,491

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	736,400	798,491
Nivel Medio-Bajo	515,480	558,943

Tabla N° 6

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Limonero Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	May-Feb	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha y envasado	JH	Ene-Abr	50.0	4,000	200,000	0.650	130,000
Acarreo cosecha	JH	Ene-Abr	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
Riego	JH	Abr-Mar	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.3	37,900	11,370	1.042	11,848
Desinfección	JM		2.5	61,000	152,500	1.042	158,905
Acarreo de cosecha	JM		6.0	37,900	227,400	1.042	238,951
INSUMOS FISICOS:							
Sulfato de Potasio	Kg		100.0	194	19,400	1.060	20,564
Urea	Kg		180.0	112	17,920	1.060	18,995
Guano corral	Ton		6.0	17,000	102,000	1.000	102,000
Dimetoato	Lt		3.5	2,700	9,450	1.060	10,017
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.0	16,629	16,629	1.060	17,627
Roundup	Lt		2.5	2,490	6,225	1.060	6,599
OTROS:							
Malias	Un		1,000.0	34	34,000	1.000	34,000
Fletes	Ton		18.0	5,000	90,000	1.042	93,780
IMPREVISTOS (5%)					50,690		46,606
TOTAL COSTOS					1,064,484		978,725
TOTAL INGRESOS	Kilos		18,000.0	125	2,250,000	1.000	2,250,000
MARGEN BRUTO					1,185,516		1,271,275
COSTOS INDIRECTOS	12%				127,738		117,447
MARGEN NETO					1,057,778		1,153,828

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				1,057,778		1,153,828
Nivel Medio-Bajo				782,756		853,832

Tabla N° 7

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo:

Mango Tradicional

Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha y selección	JH	Dic-May	35.0	4,000	140,000	0.650	91,000
Acarreo cosecha	JH	Dic-May	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Riego	JH	Abr-Mar	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.4	37,900	15,160	1.042	15,797
Desinfección	JM		2.5	61,000	152,500	1.042	158,905
Acarreo de cosecha	JM		2.5	37,900	94,750	1.042	98,730
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		240.0	128	30,720	1.060	32,563
Urea	Kg		120.0	112	13,440	1.060	14,246
Guano corral	Ton		8.0	17,000	136,000	1.000	136,000
Azufre	Kg		6.0	620	3,720	1.060	3,943
Metasystox	Lt		2.8	11,330	31,724	1.060	33,627
Roundup	Lt		3.5	2,490	8,715	1.060	9,238
Fletes	Ton		6.0	5,000	30,000	1.042	31,260
IMPREVISTOS (5%)					37,881		34,962
TOTAL COSTOS					795,510		734,206
TOTAL INGRESOS	Kilos		6,000.0	350	2,100,000	1.000	2,100,000
MARGEN BRUTO					1,304,490		1,365,794
COSTOS INDIRECTOS	12%				95,461		88,105
MARGEN NETO					1,209,029		1,277,689

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				1,209,029		1,277,689
Nivel Medio-Bajo				677,056		715,506

Tabla N° 8

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Fertilización	JH	Ago-Oct	3.5	4,000	14,000	0.650	9,100
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Riegos	JH	Abr-Mar	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Cosecha	JH	May-Jun	28.0	4,000	112,000	0.650	72,800
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	2.5	4,000	10,000	0.650	6,500
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.8	37,900	30,320	1.042	31,593
Aplicación Pesticidas	JM		1.5	61,000	91,500	1.042	95,343
Cosecha y acarreo	JM		3.5	37,900	132,650	1.042	138,221
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		240.0	112	26,880	1.060	28,493
S.F.T.	Kg		160.0	128	20,480	1.060	21,709
Guano corral	Ton		8.0	17,000	136,000	1.000	136,000
Gusathion 35% WP	Kg		3.0	6,180	18,540	1.060	19,652
Supracid	Lt		2.5	13,164	32,910	1.060	34,885
Roundup	Lt		3.0	2,490	7,470	1.060	7,918
Fletes	Ton		6.0	5,000	30,000	1.042	31,260
IMPREVISTOS (5%)					37,003		34,603
TOTAL COSTOS					777,053		726,673
INGRESOS:	kilos		6,000.0	450	2,700,000	1.000	2,700,000
MARGEN BRUTO					1,922,948		1,973,327
COSTOS INDIRECTOS	12%				93,246		87,201
MARGEN NETO					1,829,702		1,886,126

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				1,829,702		1,886,126
Nivel Medio-Bajo				1,353,979		1,395,734

Tabla N° 9

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Actual

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Alfalfa

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Riegos	JH	Abr-Mar	10.5	4,000	42,000	0.650	27,300
Cortes y Acarreo	JH	Sep-Mar	30.0	4,000	120,000	0.650	78,000
MAQUINARIA:							
Fertilización	JM		2.0	37,900	75,800	1.042	78,984
Aplicación Pesticidas	JP		9.0	10,000	90,000	1.042	93,780
Cortes y Acarreo	JM		6.0	37,900	227,400	1.042	236,951
INSUMOS FISICOS:							
S.F.T.	Kg		240.0	128	30,720	1.060	32,663
Sulfato de Potasio	Kg		240.0	194	46,560	1.000	46,560
Furadan 10G	Kg		35.0	2,507	87,745	1.060	93,010
Decis	Lt		0.3	13,164	3,291	1.060	3,488
Fletes	Ton		25.0	5,000	125,000	1.042	130,250
IMPREVISTOS (5%)					42,426		41,044
TOTAL COSTOS					890,942		861,930
INGRESOS:	kilos		25,000.0	50	1,250,000	1.000	1,250,000
MARGEN BRUTO					359,058		388,070
COSTOS INDIRECTOS	12%				106,913		103,432
MARGEN NETO					252,145		284,638
Margen Neto Por Nivel Tecnológico					P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto					252,145		284,638
Nivel Medio-Bajo					216,845		244,789

SITUACIÓN FUTURA

Tabla N° 1
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Choclo

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Preparación de suelos	JH	Dic-Ene	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Siembra	JH	Ene-Feb	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha	JH	Jun-Ago	35.0	4,000	140,000	0.650	91,000
Riegos	JH	Ene-Ago	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Otros	JH	Dic-Ago	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.2	53,250	10,650	1.042	11,097
Siembra	\$/ha		1.0	22,100	22,100	1.042	23,028
Aplic. Pesticidas	JM		0.3	61,000	18,300	1.042	19,069
Acarreo cosecha	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		20.0	6,274	125,480	1.000	125,480
S.F.T.	Kg		160.0	128	20,480	1.060	21,709
Urea	Kg		300.0	112	33,600	1.060	35,616
Furacán 10 G	Kg		15.0	2,507	37,605	1.060	39,861
Tamaron 600	Kg		1.0	5,700	5,700	1.060	6,042
Ambush 50	Lt		0.3	45,210	13,563	1.060	14,377
MCPA 750	Lt		3.0	2,850	8,550	1.060	9,063
Fletes	Ton		7.5	5,000	37,500	1.042	39,075
IMPREVISTOS (5%)					30,054		26,535
TOTAL COSTOS					631,132		557,227
INGRESOS	Unidad		30,000.0	63	1,890,000	1.000	1,890,000
MARGEN BRUTO					1,258,868		1,332,773
COSTOS INDIRECTOS	12%				75,736		86,867
MARGEN NETO					1,183,132		1,265,906

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				1,183,132		1,265,906
Nivel Medio-Bajo				698,048		746,885

Tabla N° 2
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Pimiento Morrón

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Almácigo	JH	Nov	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Preparación de suelos	JH	Dic	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Transplante	JH	Ene-Mar	18.0	4,000	72,000	0.650	46,800
Limpías	JH	Feb-Jul	20.0	4,000	80,000	0.650	52,000
Riegos	JH	Nov-Jul	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Cosecha	JH	Jun-Sep	100.0	4,000	400,000	0.650	260,000
Acarreo cosecha	JH	Jun-Sep	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Otros	JH	Nov-Sep	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Melgadura	JM		0.2	42,500	8,500	1.042	8,857
Cultivadora	JM		0.8	42,500	34,000	1.042	35,428
Fertilización	JM		0.8	37,900	30,320	1.042	31,593
Aplic. Pesticidas	JP		8.0	10,000	80,000	1.000	80,000
Acarreo cosecha	JM		7.0	37,900	265,300	1.042	276,443
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		1.0	47,600	47,600	1.000	47,600
Urea	Kg		450.0	112	50,400	1.060	53,424
SFT	Kg		380.0	128	48,640	1.060	51,558
Bromuro de Metilo	Bombona		4.0	2,290	9,160	1.060	9,710
Dithane M45	Kg		4.0	1,829	7,316	1.060	7,755
Tamaron 600	Lt		1.8	5,700	10,260	1.060	10,876
Pirimor	Kg		0.5	28,500	14,250	1.060	15,105
Manzate 200	Kg		4.0	3,400	13,600	1.060	14,416
OTROS:							
Plástico	Kg		10.0	1,000	10,000	1.000	10,000
Cajas	Unidad		1,944.4	360	700,000	1.000	700,000
Fletes	Ton		35.0	5,000	175,000	1.042	182,350
IMPREVISTOS (5%)					114,512		102,962
TOTAL COSTOS					2,404,758		2,162,200
INGRESOS	Kilos		35,000.0	164	5,740,000	1.000	5,740,000
MARGEN BRUTO					3,335,242		3,577,800
COSTOS INDIRECTOS	12%				288,571		259,464
MARGEN NETO					3,046,671		3,318,336

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				3,046,671		3,318,336
Nivel Medio-Bajo				2,041,269		2,223,285

Tabla N° 3
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Poroto Verde

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Labores varias	JH	Dic-Ago	25.0	4,000	100,000	0.650	65,000
Preparación de suelos	JH	Dic-Ene	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Siembra	JH	Ene-mar	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Riegos	JH	Ene-Jul	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Pulverizaciones	JH	Mar-Jun	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha y acarreo	JH	Jun-ago	110.0	4,000	440,000	0.650	286,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Siembra	\$/ha		1.0	22,100	22,100	1.042	23,028
Aplic. Pesticidas	JM		0.4	61,000	24,400	1.042	25,425
Acarreo cosecha	JM		1.0	37,900	37,900	1.042	39,492
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		110.0	2,100	231,000	1.000	231,000
Urea	Kg		60.0	112	6,720	1.060	7,123
SFT	Kg		180.0	128	23,040	1.060	24,422
Eptam 7E	Lt		3.0	7,250	21,750	1.060	23,055
Lorsban 4E	Lt		3.0	4,050	12,150	1.060	12,879
Flex	Lt		1.0	24,830	24,830	1.060	26,320
Sacos	Unidad		333.0	56	18,848	1.060	19,767
IMPREVISTOS (5%)					52,422		42,632
TOTAL COSTOS					1,100,860		895,267
INGRESOS:	kilos		10,000.0	416.0	4,160,000	1.000	4,160,000
MARGEN BRUTO					3,059,140		3,264,733
COSTOS INDIRECTOS	12%				132,103		107,432
MARGEN NETO					2,927,037		3,157,301

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	2,927,037	3,157,301
Nivel Medio-Bajo	1,990,385	2,146,965

Tabla N° 4

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Tomate Guiado

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Almácigo	JH	Ene	18.0	4,000	72,000	0.650	46,800
Preparación de suelos	JH	Dic-Ene	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Transplante	JH	Feb-Mar	18.0	4,000	72,000	0.650	46,800
Limpías	JH	Mar-Jun	25.0	4,000	100,000	0.650	65,000
Riegos	JH	Feb-Sep	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Desbrote y amarra	JH	Abr-May	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Postadura	JH	Ene	11.0	4,000	44,000	0.650	28,600
Alambrado	JH	Ene	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Cosecha	JH	Jun-Sep	120.0	4,000	480,000	0.650	312,000
Acarreo cosecha	JH	Jun-Sep	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Otros	JH	Ene-Sep	45.0	4,000	180,000	0.650	117,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Melgadura	JM		0.2	42,500	8,500	1.042	8,857
Cultivadora	JM		0.5	42,500	21,250	1.042	22,143
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Aplic. Pesticidas	JP		8.0	10,000	80,000	1.000	80,000
Acarreo cosecha	JM		5.0	37,900	189,500	1.042	197,459
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg		0.3	63,240	18,972	1.000	18,972
Urea	Kg		300.0	112	33,600	1.060	35,616
SFT	Kg		180.0	128	23,040	1.060	24,422
Bromuro de Metilo	Bombona		7.0	2,290	16,030	1.060	16,992
Furadán 10 G	Kg		15.0	2,507	37,605	1.060	39,861
Dithane M45	Kg		8.0	1,829	14,632	1.060	15,510
Benlate 50% pm	Kg		3.0	9,260	27,780	1.060	29,447
Tamaron 600	Lt		3.0	5,700	17,100	1.060	18,126
Bayfolan	Lt		4.0	1,640	6,560	1.060	6,954
Sencor 480 SC	Lt		1.2	23,700	28,440	1.060	30,146
OTROS:							
Plástico	Kg		20.0	1,000	20,000	1.000	20,000
Arcos	Unidad		67.0	6	402	1.000	402
Postes	Unidad		133.0	280	37,240	1.000	37,240
Estacas	Unidad		1,075.0	134	144,050	1.000	144,050
Alambre 17/15	Kg		360.0	503	181,080	1.000	181,080
Coligues 2.4	Unidad		33,400.0	11	367,400	1.000	367,400
Cordel plástico	Kg		20.0	1,780	35,600	1.000	35,600
Grapas (1*12)	Kg		4.0	522	2,088	1.000	2,088
Cajas	Unidad		4,444.4	360	1,600,000	1.000	1,600,000
Fletes	Ton		80.0	5,000	400,000	1.042	416,800
IMPREVISTOS (5%)					223,386		206,092
TOTAL COSTOS					4,691,105		4,327,926
INGRESOS	Kilos		80,000.0	160	12,800,000	1.000	12,800,000
MARGEN BRUTO					8,108,895		8,472,074
COSTOS INDIRECTOS	12%				562,933		519,351
MARGEN NETO					7,545,962		7,952,723

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				7,545,962		7,952,723
Nivel Medio-Bajo				6,036,770		6,362,178

Tabla N° 5

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Zapallo Italiano

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Preparación de suelos	JH	Ene	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Siembra	JH	Feb-Mar	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Limpia manual	JH	Mar-Jun	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Cosecha	JH	Jun-Ago	18.0	4,000	72,000	0.650	46,800
Acarreo de cosecha	JH	Jun-Ago	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Riegos	JH	Feb-Ago	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Otros	JH	Ene-Ago	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Aplic. Pesticidas	JM		0.4	61,000	24,400	1.042	25,425
Cultivadora	JA		1.0	10,000	10,000	1.042	10,420
Acarreo cosecha	JM		0.6	37,900	22,740	1.042	23,695
INSUMOS FISICOS:							
Semilla	Kg.		3.5	9,700	33,950	1.000	33,950
Urea	Kg		200.0	112	22,400	1.060	23,744
SFT	Kg.		140.0	128	17,920	1.060	18,995
Tamaron 600	Lt		0.6	5,700	3,420	1.060	3,625
Azufre	Kg.		5.0	550	2,750	1.000	2,750
Bayletón 25% WP	Kg		0.3	16,230	4,058	1.060	4,301
Fletes	Ton		7.0	5,000	35,000	1.042	36,470
IMPREVISTOS (5%)					21,127		17,825
TOTAL COSTOS					443,684		374,324
INGRESOS	Unidades		35,000.0	41	1,435,000	1.000	1,435,000
MARGEN BRUTO					991,336		1,060,676
COSTOS INDIRECTOS	12%				53,240		44,919
MARGEN NETO					938,096		1,015,757

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				938,096		1,015,757
Nivel Medio-Bajo				656,667		711,030

Tabla N° 6

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Limonero Plantación: 6 x 4 metros

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Preparación de suelos	JH	Jun	0.8	4,000	3,200	0.650	2,080
Trazado	JH	Jul	7.0	4,000	28,000	0.650	18,200
Hoyadura	JH	Jul-Sep	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Plantación	JH	Oct-Dic	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Aplicac. Fertilizantes	JH	Oct-Dic	0.5	4,000	2,000	0.650	1,300
Acarreo plantas	JH	Oct-Dic	0.5	4,000	2,000	0.650	1,300
Riego	JH	Oct-Sep	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.2	53,250	10,650	1.042	11,097
Desinfección	JM		0.1	61,000	6,100	1.042	6,356
Acarreo plantas	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		50.0	112	5,600	1.060	5,936
SFT	Kg		25.0	128	3,200	1.060	3,392
Guano corral	Ton		3.0	17,000	51,000	1.000	51,000
Plantas	Un		417.0	2,650	1,105,050	1.000	1,105,050
Tutores	Un		417.0	220	91,740	1.000	91,740
OTROS:							
Flete plantas	Global		1.0	24,000	24,000	1.042	25,008
IMPREVISTOS (5%)					70,805		68,986
TOTAL COSTOS					1,510,895		1,473,721
INGRESOS	Kilos		0.0		0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-1,510,895		-1,473,721
COSTOS INDIRECTOS	12%				181,307		176,847
MARGEN NETO					-1,692,202		-1,650,568

Tabla N° 7

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Limonero

Edad: 1-2 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jun	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Replante	JH	Jul	0.8	4,000	3,200	0.650	2,080
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	0.8	4,000	3,200	0.650	2,080
Riego	JH	Abr-Mar	3.6	4,000	14,400	0.650	9,360
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		0.6	61,000	36,600	1.042	38,137
INSUMOS FISICOS:							
Plantas	Un		41.0	2,650	108,650	1.000	108,650
Sulfato de Potasio	Kg		60.0	194	11,640	1.060	12,338
Urea	Kg		80.0	112	8,960	1.060	9,498
Dimetoato	Lt		2.0	2,700	5,400	1.060	5,724
Perfekthion	Lt		0.8	4,750	3,800	1.060	4,028
Roundup	Lt		1.5	2,490	3,735	1.060	3,959
IMPREVISTOS (5%)					12,372		11,451
TOTAL COSTOS					259,807		254,186
INGRESOS	Kilos		0.0		0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-259,807		-254,186
COSTOS INDIRECTOS	12%				31,177		30,502
MARGEN NETO					-290,984		-284,688

Tabla N° 8

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Limonero Edad: 3-4 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jun	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	May-Feb	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Cosecha y envasado	JH	Ene-Abr	28.0	4,000	112,000	0.650	72,800
Acarreo cosecha	JH	Ene-Abr	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Riego	JH	Abr-Mar	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		1.8	61,000	109,800	1.042	114,412
Acarreo de cosecha	JM		3.0	37,900	113,700	1.042	118,475
INSUMOS FISICOS:							
Sulfato de Potasio	Kg		120.0	194	23,280	1.060	24,677
Urea	Kg		160.0	112	17,920	1.060	18,995
Dimetoato	Lt		1.5	2,700	4,050	1.060	4,293
Perfekthion	Lt		0.8	4,750	3,800	1.060	4,028
Ridomil Plus 50 WP	Kg		0.6	16,629	9,977	1.060	10,576
Roundup	Lt		1.5	2,490	3,735	1.060	3,959
OTROS:							
Mallas	Un		444.4	34	15,111	1.000	15,111
Fletes	Ton		8.0	5,000	40,000	1.042	41,680
IMPREVISTOS (5%)					30,061		27,044
TOTAL COSTOS					631,285		567,931
TOTAL INGRESOS	kilos		8,000.0	125	1,000,000	1.000	1,000,000
MARGEN BRUTO					368,715		432,069
COSTOS INDIRECTOS	12%				75,754		68,152
MARGEN NETO					292,961		363,917

Tabla N° 9

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo:

Limonero

Edad: 5-6 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jun	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	May-Feb	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Cosecha y envasado	JH	Ene-Abr	45.0	4,000	180,000	0.650	117,000
Acarreo cosecha	JH	Ene-Abr	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Riego	JH	Abr-Mar	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		3.5	61,000	213,500	1.042	222,467
Acarreo de cosecha	JM		5.0	37,900	189,500	1.042	197,459
INSUMOS FISICOS:							
Sulfato de Potasio	Kg		150.0	194	29,100	1.060	30,846
Urea	Kg		220.0	112	24,640	1.060	26,118
Dimetoato	Lt		2.5	2,700	6,750	1.060	7,155
Perfekthion	Lt		1.0	4,750	4,750	1.060	5,035
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.2	16,629	19,955	1.060	21,152
Roundup	Lt		2.0	2,490	4,980	1.060	5,279
OTROS:							
Mallas	Un		1,111.1	34	37,778	1.000	37,778
Fletes	Ton		20.0	5,000	100,000	1.042	104,200
IMPREVISTOS (5%)					50,740		46,138
TOTAL COSTOS					1,065,543		968,908
TOTAL INGRESOS	Kilos		20,000.0	125	2,500,000	1.000	2,500,000
MARGEN BRUTO					1,434,457		1,531,092
COSTOS INDIRECTOS	12%				127,865		116,269
MARGEN NETO					1,306,592		1,414,823

Tabla N° 10

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Limonero Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jun	20.0	4,000	80,000	0.650	52,000
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	May-Feb	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha y envasado	JH	Ene-Abr	70.0	4,000	280,000	0.650	182,000
Acarreo cosecha	JH	Ene-Abr	18.0	4,000	72,000	0.650	46,800
Riego	JH	Abr-Mar	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		4.5	61,000	274,500	1.042	286,029
Acarreo de cosecha	JM		8.5	37,900	322,150	1.042	335,680
INSUMOS FISICOS:							
Sulfato de Potasio	Kg		180.0	194	34,920	1.060	37,015
Urea	Kg		250.0	112	28,000	1.060	29,680
Dimetoato	Lt		3.5	2,700	9,450	1.060	10,017
Perfekthion	Lt		1.4	4,750	6,650	1.060	7,049
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.5	16,629	24,944	1.060	26,440
Roundup	Lt		3.0	2,490	7,470	1.060	7,918
OTROS:							
Mallas	Un		1,944.4	34	66,111	1.000	66,111
Fletes	Ton		35.0	5,000	175,000	1.042	182,350
IMPREVISTOS (5%)					75,352		68,334
TOTAL COSTOS					1,582,397		1,435,004
TOTAL INGRESOS	Kilos		35,000.0	125	4,375,000	1.000	4,375,000
MARGEN BRUTO					2,792,603		2,939,996
COSTOS INDIRECTOS	12%				189,888		172,200
MARGEN NETO					2,602,715		2,767,796

Tabla N° 11

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Limonero Anualidad

AÑOS	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
	MARGEN NETO	MARGEN NETO
1	-1,983,185	-1,935,256
2	-290,984	-284,688
3	292,961	363,917
4	292,961	363,917
5	1,306,592	1,414,823
6	1,306,592	1,414,823
7	2,602,715	2,767,796
8	2,602,715	2,767,796
9	2,602,715	2,767,796
10	2,602,715	2,767,796
11	2,602,715	2,767,796
12	2,602,715	2,767,796
13	2,602,715	2,767,796
14	2,602,715	2,767,796
15	2,602,715	2,767,796
16	2,602,715	2,767,796
17	2,602,715	2,767,796
18	2,602,715	2,767,796
19	2,602,715	2,767,796
20	2,602,715	2,767,796
VAN	10,748,531	9,349,408
ANUALIDAD	1,262,518	1,251,687

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	1,262,518	1,251,687
Nivel Medio-Bajo	934,264	926,249

Tabla N° 12

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo:

Mango

Plantación 4 x 4 metros

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Preparación de suelo	JH	Jun	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Trazado	JH	Jul	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Hoyadura	JH	Jul-Sep	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Plantación	JH	Oct-Dic	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Aplicac. Fertilizantes	JH	Oct-Dic	0.5	4,000	2,000	0.650	1,300
Acarreo plantas	JH	Oct-Dic	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Riego	JH	Oct-Sep	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Desinfección	JM		0.2	61,000	12,200	1.042	12,712
Acarreo plantas	JM		0.4	37,900	15,160	1.042	15,797
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		35.0	128	4,480	1.060	4,749
Urea	Kg		70.0	112	7,840	1.060	8,310
Guano corral	Ton		3.0	17,000	51,000	1.000	51,000
Plantas	Un		625.0	3,000	1,875,000	1.000	1,875,000
Furadan 10 G	Kg		10.0	2,507	25,070	1.060	26,574
FLETES:							
Plantas	Global		1.0	25,000	25,000	1.042	26,050
Insumos	Global		1.0	65,000	65,000	1.042	67,730
IMPREVISTOS (5%)					113,033		110,907
TOTAL COSTOS					2,373,683		2,329,054
INGRESOS	Kilos		0.0		0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-2,373,683		-2,329,054
COSTOS INDIRECTOS	12%				284,842		279,486
MARGEN NETO					-2,658,525		-2,608,540

Tabla N° 13

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Mango Edad: 1-3 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jun	2.5	4,000	10,000	0.650	6,500
Replante	JH	Jul	0.7	4,000	2,800	0.650	1,820
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	0.2	4,000	800	0.650	520
Riego	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		0.5	61,000	30,500	1.042	31,781
INSUMOS FISICOS:							
Plantas	Un		63.0	3,000	189,000	1.000	189,000
SFT	Kg		240.0	128	30,720	1.080	32,563
Urea	Kg		120.0	112	13,440	1.060	14,246
Azufre	Kg		6.0	620	3,720	1.060	3,943
Metasystox	Lt		3.0	11,330	33,990	1.060	36,029
Roundup	Lt		2.0	2,490	4,980	1.060	5,279
IMPREVISTOS (5%)					19,370		19,065
TOTAL COSTOS					406,770		400,368
INGRESOS	Kilos		0.0		0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-406,770		-400,368
COSTOS INDIRECTOS	12%				48,812		48,044
MARGEN NETO					-455,582		-448,412

Tabla N° 14

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Mango Edad: 4-5 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jul	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	1.6	4,000	6,400	0.650	4,160
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	0.6	4,000	2,400	0.650	1,560
Cosecha y selección	JH	Dic-May	25.0	4,000	100,000	0.650	65,000
Acarreo cosecha	JH	Dic-May	3.5	4,000	14,000	0.650	9,100
Riego	JH	Abr-Mar	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		1.5	61,000	91,500	1.042	95,343
Acarreo de cosecha	JM		0.8	37,900	30,320	1.042	31,593
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		350.0	128	44,800	1.060	47,488
Urea	Kg		250.0	112	28,000	1.060	29,680
Azufre	Kg		8.0	620	4,960	1.060	5,258
Metasystox	Lt		3.6	11,330	40,788	1.060	43,235
Roundup	Lt		2.5	2,490	6,225	1.060	6,599
Fletes	Ton		2.5	5,000	12,500	1.042	13,025
IMPREVISTOS (5%)					24,187		21,701
TOTAL COSTOS					507,930		455,722
TOTAL INGRESOS	Kilos		2,500.0	700	1,750,000	1.000	1,750,000
MARGEN BRUTO					1,242,070		1,294,278
COSTOS INDIRECTOS	12%				60,952		54,687
MARGEN NETO					1,181,118		1,239,591

Tabla N° 15

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo:

Mango

Edad: 6-8 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jul	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Cosecha y selección	JH	Dic-May	40.0	4,000	160,000	0.650	104,000
Acarreo cosecha	JH	Dic-May	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Riego	JH	Abr-Mar	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		2.2	61,000	134,200	1.042	139,836
Acarreo de cosecha	JM		2.0	37,900	75,800	1.042	78,984
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		420.0	128	53,760	1.060	56,986
Urea	Kg		280.0	112	31,360	1.060	33,242
Azufre	Kg		9.0	620	5,580	1.060	5,915
Metasystox	Lt		4.0	11,330	45,320	1.060	48,039
Roundup	Lt		3.0	2,490	7,470	1.060	7,918
OTROS MATERIALES:							
Fletes	Ton		7.0	5,000	35,000	1.042	36,470
IMPREVISTOS (5%)					35,317		31,488
TOTAL COSTOS					741,657		661,258
TOTAL INGRESOS	Kilos		7,000.0	700	4,900,000	1.000	4,900,000
MARGEN BRUTO					4,158,343		4,238,742
COSTOS INDIRECTOS	12%				88,999		79,351
MARGEN NETO					4,069,344		4,159,391

Tabla N° 16

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Mango

Edad: 9-12 años

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jul	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Cosecha y selección	JH	Dic-May	50.0	4,000	200,000	0.650	130,000
Acarreo cosecha	JH	Dic-May	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Riego	JH	Abr-Mar	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		2.2	61,000	134,200	1.042	139,836
Acarreo de cosecha	JM		2.0	37,900	75,800	1.042	78,984
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		450.0	128	57,600	1.060	61,056
Urea	Kg		320.0	112	35,840	1.060	37,990
Azufre	Kg		10.0	620	6,200	1.060	6,572
Metasystox	Lt		4.2	11,330	47,586	1.060	50,441
Roundup	Lt		3.0	2,490	7,470	1.060	7,918
OTROS MATERIALES:							
Fletes	Ton		12.0	5,000	60,000	1.042	62,520
IMPREVISTOS (5%)					40,527		35,595
TOTAL COSTOS					851,073		747,493
TOTAL INGRESOS	Kilos		12,000.0	700	8,400,000	1.000	8,400,000
MARGEN BRUTO					7,548,927		7,652,507
COSTOS INDIRECTOS	12%				102,129		89,699
MARGEN NETO					7,446,798		7,562,808

Tabla N° 17

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Mango

Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda y raleo	JH	Jun	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha y selección	JH	Dic-May	60.0	4,000	240,000	0.650	156,000
Acarreo cosecha	JH	Dic-May	10.0	4,000	40,000	0.650	26,000
Riego	JH	Abr-Mar	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Desinfección	JM		4.5	61,000	274,500	1.042	286,029
Acarreo de cosecha	JM		4.0	37,900	151,600	1.042	157,967
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		500.0	128	64,000	1.060	67,840
Urea	Kg		360.0	112	40,320	1.060	42,739
Azufre	Kg		12.0	620	7,440	1.060	7,886
Metasystox	Lt		4.5	11,330	50,985	1.060	54,044
Roundup	Lt		4.0	2,490	9,960	1.060	10,558
Fletes	Ton		15.0	5,000	75,000	1.042	78,150
IMPREVISTOS (5%)					58,783		51,060
TOTAL COSTOS					1,192,438		1,072,254
TOTAL INGRESOS	Kilos		15,000.0	700	10,500,000	1.000	10,500,000
MARGEN BRUTO					9,307,562		9,427,746
COSTOS INDIRECTOS	12%				143,093		128,670
MARGEN NETO					9,164,469		9,299,076

Tabla N° 18:

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Mango Anualidad

AÑOS	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
	MARGEN NETO	MARGEN NETO
1	-3,114,107	-3,056,951
2	-455,582	-448,412
3	-455,582	-448,412
4	1,181,118	1,239,591
5	1,181,118	1,239,591
6	4,069,344	4,159,391
7	4,069,344	4,159,391
8	4,069,344	4,159,391
9	7,446,798	7,562,808
10	7,446,798	7,562,808
11	7,446,798	7,562,808
12	7,446,798	7,562,808
13	9,164,469	9,299,076
14	9,164,469	9,299,076
15	9,164,469	9,299,076
16	9,164,469	9,299,076
17	9,164,469	9,299,076
18	9,164,469	9,299,076
19	9,164,469	9,299,076
20	9,164,469	9,299,076
21	9,164,469	9,299,076
22	9,164,469	9,299,076
23	9,164,469	9,299,076
24	9,164,469	9,299,076
25	9,164,469	9,299,076
26	9,164,469	9,299,076
27	9,164,469	9,299,076
28	9,164,469	9,299,076
29	9,164,469	9,299,076
30	9,164,469	9,299,076
VAN	39,234,797	30,335,148
ANUALIDAD	4,161,998	3,765,916

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	4,161,998	3,765,916
Nivel Medio-Bajo	2,330,719	2,108,913

Tabla N° 19

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo:

Mango Tradicional

Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Rastraje	JH	Jul	0.4	4,000	1,600	0.650	1,040
Aplicación Pesticida	JH	Oct-Abr	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Aplicación Herbicidas	JH	Oct-Dic	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Cosecha y selección	JH	Dic-May	50.0	4,000	200,000	0.650	130,000
Acarreo cosecha	JH	Dic-May	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Riego	JH	Abr-Mar	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.4	37,900	15,160	1.042	15,797
Desinfección	JM		3.5	61,000	213,500	1.042	222,467
Acarreo de cosecha	JM		3.0	37,900	113,700	1.042	118,475
INSUMOS FISICOS:							
SFT	Kg		350.0	128	44,800	1.060	47,488
Urea	Kg		120.0	112	13,440	1.060	14,246
Guano	Ton		10.0	17,000	170,000	1.000	170,000
Azufre	Kg		9.0	620	5,580	1.060	5,915
Metasystox	Lt		3.6	11,330	40,788	1.060	43,235
Roundup	Lt		4.0	2,490	9,960	1.060	10,558
Fletes	Ton		8.0	5,000	40,000	1.042	41,680
IMPREVISTOS (5%)					49,291		45,275
TOTAL COSTOS					1,035,119		950,771
TOTAL INGRESOS	Kilos		8,000.0	350	2,800,000	1.000	2,800,000
MARGEN BRUTO					1,764,881		1,849,229
COSTOS INDIRECTOS	12%				124,214		114,092
MARGEN NETO					1,640,667		1,735,137

Margen Neto Por Nivel Tecnológico				P. Mercado		P. Social
Nivel Medio-Alto				1,640,667		1,735,137
Nivel Medio-Bajo				918,773		971,677

Tabla N° 20

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Plantación 6x6 m

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Trazado y estacado	JH	May	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Hoyadura	JH	Jun-jul	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Plantación	JH	Ago	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Riegos	JH	Ago	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Acarreo material	JH	Ago	2.5	4,000	10,000	0.650	6,500
Otras labores	JH	May-Ago	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
MAQUINARIA:							
Aradura	JM		0.3	42,000	12,600	1.042	13,129
Rastraje	JM		0.2	53,250	10,650	1.042	11,097
Melgadura	JM		0.3	42,500	12,750	1.042	13,286
Aplicación Pesticidas	JM		0.2	61,000	12,200	1.042	12,712
Acarreo y retiro de material	JM		0.6	37,900	22,740	1.042	23,695
INSUMOS FISICOS:							
Plantas	Unidad		278.0	4,000	1,112,000	1.000	1,112,000
Tutores	Unidad		278.0	220	61,160	1.000	61,160
Guano corral	Ton		3.0	17,000	51,000	1.000	51,000
Furadam 10 G	Kg		10.0	2,507	25,070	1.060	26,574
Salitre Potásico	Kg		50.0	143	7,150	1.000	7,150
FLETES:							
Plantas	Global		1.0	25,000	25,000	1.042	26,050
Insumos	Global		1.0	65,000	65,000	1.042	67,730
IMPREVISTOS (5%)					75,966		74,594
TOTAL COSTOS					1,595,286		1,566,478
INGRESOS:	kilos		0.0	450	0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-1,595,286		-1,566,478
COSTOS INDIRECTOS	12%				191,434		187,977
MARGEN NETO					-1,786,720		-1,754,455

Tabla N° 21
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Olivo Año 1

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Aplicación pesticidas	JH	Oct-Mar	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Riegos	JH	Abr-Mar	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Otras labores	JH	Sep-Abr	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Aplicación Pesticidas	JM		0.3	61,000	18,300	1.042	19,069
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		120.0	112	13,440	1.060	14,246
S.F.T.	Kg		80.0	128	10,240	1.060	10,854
Roundup	Lt		2.0	2,490	4,980	1.060	5,279
IMPREVISTOS (5%)					5,813		5,142
TOTAL COSTOS					122,073		107,985
INGRESOS:	kilos		0.0	450	0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-122,073		-107,985
COSTOS INDIRECTOS	12%				14,649		12,958
MARGEN NETO					-136,722		-120,943

Tabla N° 22

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Año 2

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Replante	JH	Ago	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Fertilización	JH	Ago-Oct	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Aplicación Pesticidas	JH	May-Ene	2.5	4,000	10,000	0.650	6,500
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Otras labores	JH	Ago-Mar	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Aplicación Pesticidas	JM		0.4	61,000	24,400	1.042	25,425
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		120.0	112	13,440	1.060	14,246
S.F.T.	Kg		100.0	128	12,800	1.060	13,568
Plantas	Unidad		28.0	4,000	112,000	1.000	112,000
Gusathion 35% WP	Kg		1.8	6,180	11,124	1.060	11,791
Roundup	Lt		2.5	2,490	6,225	1.060	6,599
IMPREVISTOS (5%)					15,812		14,268
TOTAL COSTOS					327,851		299,638
INGRESOS:	kilos		0.0	450	0	1.000	0
MARGEN BRUTO					-327,851		-299,638
COSTOS INDIRECTOS	12%				39,342		35,957
MARGEN NETO					-367,193		-335,595

Tabla N° 23
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Olivo Año 3

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
Fertilización	JH	Ago-Oct	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	1.0	4,000	4,000	0.650	2,600
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Aplicación Pesticidas	JM		0.5	61,000	30,500	1.042	31,781
Cosecha y acarreo	JM		2.0	37,900	75,800	1.042	78,984
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		150.0	112	16,800	1.060	17,808
S.F.T.	Kg		120.0	128	15,360	1.060	16,282
Ridomil Plus 50 WP	Kg		0.6	16,629	9,977	1.060	10,576
Gusathion 35% WP	Kg		2.0	6,180	12,360	1.060	13,102
Supracid	Lt		1.2	13,164	15,797	1.060	16,745
Roundup	Lt		2.5	2,490	6,225	1.060	6,599
Fletes	Ton		0.8	5,000	4,000	1.042	4,168
IMPREVISTOS (5%)					16,153		15,019
TOTAL COSTOS					339,223		315,403
INGRESOS:	kilos		800.0	450	360,000	1.000	360,000
MARGEN BRUTO					20,777		44,597
COSTOS INDIRECTOS	12%				40,707		37,848
MARGEN NETO					-19,930		6,749

Tabla N° 24
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Olivo Año 4

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	8.0	4,000	32,000	0.650	20,800
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
Fertilización	JH	Ago-Oct	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	3.5	4,000	14,000	0.650	9,100
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	1.5	4,000	6,000	0.650	3,900
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Aplicación Pesticidas	JM		0.8	61,000	48,800	1.042	50,850
Cosecha y acarreo	JM		2.5	37,900	94,750	1.042	98,730
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		180.0	112	20,160	1.060	21,370
S.F.T.	Kg		150.0	128	19,200	1.060	20,352
Ridomil Plus 50 WP	Kg		0.8	16,629	13,303	1.060	14,101
Gusathion 35% WP	Kg		2.4	6,180	14,832	1.060	15,722
Supracid	Lt		1.4	13,164	18,430	1.060	19,535
Roundup	Lt		3.0	2,490	7,470	1.060	7,918
Fletes	Ton		1.5	5,000	7,500	1.042	7,815
IMPREVISTOS (5%)					20,735		19,142
TOTAL COSTOS					435,430		401,975
INGRESOS:	kilos		1,500.0	450	675,000	1.000	675,000
MARGEN BRUTO					239,570		273,025
COSTOS INDIRECTOS	12%				52,252		48,237
MARGEN NETO					187,318		224,788

Tabla N° 25
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Olivo Año 5

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	9.0	4,000	36,000	0.650	23,400
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	1.8	4,000	7,200	0.650	4,680
Fertilización	JH	Ago-Oct	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	1.8	4,000	7,200	0.650	4,680
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Aplicación Pesticidas	JM		1.0	61,000	61,000	1.042	63,562
Cosecha y acarreo	JM		2.8	37,900	106,120	1.042	110,577
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		220.0	112	24,640	1.060	26,118
S.F.T.	Kg		200.0	128	25,600	1.060	27,136
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.0	16,629	16,629	1.060	17,627
Gusathion 35% WP	Kg		2.8	6,180	17,304	1.060	18,342
Supracid	Lt		1.6	13,164	21,062	1.060	22,326
Roundup	Lt		3.0	2,490	7,470	1.060	7,918
Fletes	Ton		3.5	5,000	17,500	1.042	18,235
IMPREVISTOS (5%)					24,399		22,577
TOTAL COSTOS					512,374		474,119
INGRESOS:	kilos		3,500.0	450	1,575,000	1.000	1,575,000
MARGEN BRUTO					1,062,626		1,100,881
COSTOS INDIRECTOS	12%				61,485		56,894
MARGEN NETO					1,001,141		1,043,987

Tabla N° 26

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Año 6

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	12.0	4,000	48,000	0.650	31,200
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Fertilización	JH	Agó-Oct	3.5	4,000	14,000	0.650	9,100
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	16.0	4,000	64,000	0.650	41,600
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.5	37,900	18,950	1.042	19,746
Aplicación Pesticidas	JM		1.2	61,000	73,200	1.042	76,274
Cosecha y acarreo	JM		3.5	37,900	132,650	1.042	138,221
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		280.0	112	31,360	1.060	33,242
S.F.T.	Kg		220.0	128	28,160	1.060	29,850
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.2	16,629	19,955	1.060	21,152
Gusathion 35% WP	Kg		3.0	6,180	18,540	1.060	19,652
Supracid	Lt		1.8	13,164	23,695	1.060	25,117
Roundup	Lt		3.2	2,490	7,968	1.060	8,446
Fletes	Ton		6.0	5,000	30,000	1.042	31,260
IMPREVISTOS (5%)					29,389		27,173
TOTAL COSTOS					617,167		570,628
INGRESOS:	kilos		6,000.0	450	2,700,000	1.000	2,700,000
MARGEN BRUTO					2,082,833		2,129,372
COSTOS INDIRECTOS	12%				74,060		68,475
MARGEN NETO					2,008,773		2,060,897

Tabla N° 27

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Año 7

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	15.0	4,000	60,000	0.650	39,000
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	2.0	4,000	8,000	0.650	5,200
Fertilización	JH	Ago-Oct	3.8	4,000	15,200	0.650	9,880
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	4.5	4,000	18,000	0.650	11,700
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	20.0	4,000	80,000	0.650	52,000
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	2.2	4,000	8,800	0.650	5,720
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.6	37,900	22,740	1.042	23,695
Aplicación Pesticidas	JM		1.5	61,000	91,500	1.042	95,343
Cosecha y acarreo	JM		3.8	37,900	144,020	1.042	150,069
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		300.0	112	33,600	1.060	35,616
S.F.T.	Kg		250.0	128	32,000	1.060	33,920
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.4	16,629	23,281	1.060	24,677
Gusathion 35% WP	Kg		3.0	6,180	18,540	1.060	19,652
Supracid	Lt		2.0	13,164	26,328	1.060	27,908
Roundup	Lt		3.5	2,490	8,715	1.060	9,238
Fletes	Ton		8.0	5,000	40,000	1.042	41,680
IMPREVISTOS (5%)					33,801		31,155
TOTAL COSTOS					709,825		654,248
INGRESOS:	kilos		8,000.0	450	3,600,000	1.000	3,600,000
MARGEN BRUTO					2,890,175		2,945,752
COSTOS INDIRECTOS	12%				85,179		78,510
MARGEN NETO					2,804,996		2,867,242

Tabla N° 28

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Año 8

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	16.0	4,000	64,000	0.650	41,600
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	2.2	4,000	8,800	0.650	5,720
Fertilización	JH	Ago-Oct	4.0	4,000	16,000	0.650	10,400
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	4.5	4,000	18,000	0.650	11,700
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	24.0	4,000	96,000	0.650	62,400
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	2.5	4,000	10,000	0.650	6,500
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.6	37,900	22,740	1.042	23,695
Aplicación Pesticidas	JM		1.7	61,000	103,700	1.042	108,055
Cosecha y acarreo	JM		4.0	37,900	151,600	1.042	157,967
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		320.0	112	35,840	1.060	37,990
S.F.T.	Kg		260.0	128	33,280	1.060	35,277
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.5	16,629	24,944	1.060	28,440
Gusathion 35% WP	Kg		3.2	6,180	19,776	1.060	20,963
Supracid	Lt		2.2	13,164	28,961	1.060	30,698
Roundup	Lt		3.8	2,490	9,462	1.060	10,030
Fletes	Ton		10.0	5,000	50,000	1.042	52,100
IMPREVISTOS (5%)					36,920		33,967
TOTAL COSTOS					775,322		713,297
INGRESOS:					4,500,000	1.000	4,500,000
MARGEN BRUTO	kilos		10,000.0	450	3,724,678		3,786,703
COSTOS INDIRECTOS	12%				93,039		85,596
MARGEN NETO					3,631,639		3,701,107

Tabla N° 29
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Olivo Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	18.0	4,000	72,000	0.650	46,800
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
Fertilización	JH	Ago-Oct	4.5	4,000	18,000	0.650	11,700
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	28.0	4,000	112,000	0.650	72,800
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.8	37,900	30,320	1.042	31,593
Aplicación Pesticidas	JM		2.0	61,000	122,000	1.042	127,124
Cosecha y acarreo	JM		4.5	37,900	170,550	1.042	177,713
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		360.0	112	40,320	1.060	42,739
S.F.T.	Kg		280.0	128	35,840	1.060	37,990
Ridomil Plus 50 WP	Kg		1.6	16,629	26,608	1.060	28,203
Gusathion 35% WP	Kg		3.5	6,180	21,630	1.060	22,928
Supracid	Lt		2.5	13,164	32,910	1.060	34,885
Roundup	Lt		4.0	2,490	9,960	1.060	10,558
Fletes	Ton		12.0	5,000	60,000	1.042	62,520
IMPREVISTOS (5%)					42,072		38,697
TOTAL COSTOS					883,508		812,645
INGRESOS:	kilos		12,000.0	450	5,400,000	1.000	5,400,000
MARGEN BRUTO					4,516,492		4,587,355
COSTOS INDIRECTOS	12%				106,021		97,517
MARGEN NETO					4,410,471		4,489,838

Tabla N° 30

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Olivo Anualidad

AÑOS	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
	MARGEN NETO	MARGEN NETO
1	-1,923,442	-1,875,398
2	-387,193	-335,595
3	-19,930	6,749
4	187,318	224,788
5	1,001,141	1,043,987
6	2,008,773	2,060,897
7	2,804,996	2,867,242
8	3,631,639	3,701,107
9	4,410,471	4,489,838
10	4,410,471	4,489,838
11	4,410,471	4,489,838
12	4,410,471	4,489,838
13	4,410,471	4,489,838
14	4,410,471	4,489,838
15	4,410,471	4,489,838
16	4,410,471	4,489,838
17	4,410,471	4,489,838
18	4,410,471	4,489,838
19	4,410,471	4,489,838
20	4,410,471	4,489,838
21	4,410,471	4,489,838
22	4,410,471	4,489,838
23	4,410,471	4,489,838
24	4,410,471	4,489,838
25	4,410,471	4,489,838
26	4,410,471	4,489,838
27	4,410,471	4,489,838
28	4,410,471	4,489,838
29	4,410,471	4,489,838
30	4,410,471	4,489,838
VAN	20,997,636	16,496,549
ANUALIDAD	2,227,413	2,047,942

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	2,227,413	2,047,942
Nivel Medio-Bajo	1,648,286	1,515,477

Tabla N° 31
 Proyecto Barreras de Goma Río San José
 Estándares productivos y económicos unitarios
 Situación Futura
 Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)
 Rubro Productivo: Olivo Plena Producción

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Poda	JH	Jul-Ago	25.0	4,000	100,000	0.650	65,000
Recoger ramillas	JH	Jul-Ago	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Fertilización	JH	Ago-Oct	4.5	4,000	18,000	0.650	11,700
Aplicación Pesticidas	JH	Oct-Abr	5.0	4,000	20,000	0.650	13,000
Riegos	JH	Abr-Mar	6.0	4,000	24,000	0.650	15,600
Cosecha	JH	May-Jun	35.0	4,000	140,000	0.650	91,000
Acarreo Cosecha	JH	May-Jun	3.0	4,000	12,000	0.650	7,800
MAQUINARIA:							
Rastraje	JM		0.4	53,250	21,300	1.042	22,195
Fertilización	JM		0.8	37,900	30,320	1.042	31,593
Aplicación Pesticidas	JM		2.0	61,000	122,000	1.042	127,124
Cosecha y acarreo	JM		4.5	37,900	170,550	1.042	177,713
INSUMOS FISICOS:							
Urea	Kg		250.0	112	28,000	1.060	29,680
S.F.T.	Kg		180.0	128	23,040	1.060	24,422
Guano corral	Ton		10.0	17,000	170,000	1.000	170,000
Ridomil Plus 50 WP	Kg		2.0	16,629	33,258	1.060	35,253
Gusathion 35% WP	Kg		4.0	6,180	24,720	1.060	26,203
Supracid	Lt		2.8	13,164	36,859	1.060	39,071
Roundup	Lt		4.0	2,490	9,960	1.060	10,558
Fletes	Ton		8.0	5,000	40,000	1.042	41,680
IMPREVISTOS (5%)					52,200		47,630
TOTAL COSTOS					1,096,208		1,000,222
INGRESOS:	kilos		8,000.0	450	3,600,000	1.000	3,600,000
MARGEN BRUTO					2,503,792		2,599,778
COSTOS INDIRECTOS	12%				131,545		120,027
MARGEN NETO					2,372,247		2,479,751

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	2,372,247	2,479,751
Nivel Medio-Bajo	1,755,463	1,835,016

Tabla N° 32

Proyecto Barreras de Goma Río San José

Estándares productivos y económicos unitarios

Situación Futura

Precios de mercado y social (\$ de septiembre de 2000)

Rubro Productivo: Alfalfa

Item	Unidades	Mes	Cantidad/ha	Precio Unitario	Costo Total P. Mercado	Factor Social	Costo Total P. Social
MANO DE OBRA:							
Riegos	JH	Abr-Mar	10.5	4,000	42,000	0.650	27,300
Cortes y Acarreo	JH	Sep-Mar	30.0	4,000	120,000	0.650	78,000
MAQUINARIA:							
Fertilización	JM		2.0	37,900	75,800	1.042	78,984
Aplicación Pesticidas	JP		9.0	10,000	90,000	1.042	93,780
Cortes y Acarreo	JM		6.0	37,900	227,400	1.042	236,951
INSUMOS FISICOS:							
S.F.T.	Kg		240.0	128	30,720	1.060	32,563
Sulfato de Potasio	Kg		240.0	194	46,560	1.000	46,560
Furadan 10G	Kg		35.0	2,507	87,745	1.060	93,010
Decis	Lt		0.3	13,164	3,291	1.060	3,488
Fletes	Ton		25.0	5,000	125,000	1.042	130,250
IMPREVISTOS (5%)					42,426		41,044
TOTAL COSTOS					890,942		861,930
INGRESOS:	kilos		25,000.0	50	1,250,000	1.000	1,250,000
MARGEN BRUTO					359,058		388,070
COSTOS INDIRECTOS	12%				106,913		103,432
MARGEN NETO					252,145		284,638

Margen Neto Por Nivel Tecnológico	P. Mercado	P. Social
Nivel Medio-Alto	252,145	284,638
Nivel Medio-Bajo	216,845	244,789

ANEXO 3

CAPÍTULO 5

PROPOSICIÓN DE LOS SITIOS DE EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS

ANEXO 4

CAPÍTULO 7

DISEÑOS CONCEPTUALES PRELIMINARES

CALCULO DEL CAUDAL DE DESCARGA EN RELACION A LA LONGITUD DE LA BARRERA

hu máx = 1,5 m

Longitud Barrera (m)	Altura diseño barrera de goma (Ho) (m)	Altura de desborde hu (=1,5) (m)	Coefficiente Hr / Ho (¹)	Altura real barrera de goma Hr (m)	Coefficiente descarga (²)	Caudal de descarga (m³/s)
25	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	130
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	106
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	86
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	80
50	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	260
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	212
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	171
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	160
75	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	390
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	318
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	257
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	240
100	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	519
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	425
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	342
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	320
125	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	649
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	531
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	428
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	400
150	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	779
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	637
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	513
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	480
175	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	909
	2,0	1,5	1,05	2,1	2,31	743
	3,0	1,5	1,09	3,3	1,86	599
	3,5	1,5	1,09	3,8	1,74	560

Nota :

hu : Altura de desbordamiento

Ho : Altura de diseño de la barrera

Hr : Altura real de la barrera

(¹) : El factor (Hr/Ho) surge del gráfico altura de la compuerta v/s profundidad de desborde

(²) : Coeficiente de descarga $C = 1,77 \cdot (hu/Hr) + 1,05$

CALCULO DEL CAUDAL DE DESCARGA EN RELACION A LA LONGITUD DE LA BARRERA

hu máx = Ho

Longitud Barrera (m)	Altura diseño barrera de goma (Ho) (m)	Altura de desborde hu (=Ho) (m)	Coefficiente Hr / Ho (¹)	Altura real barrera de goma Hr (m)	Coefficiente descarga (²)	Caudal de descarga (m³/s)
25	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	130
	2,0	2,0	1,00	2,0	2,83	200
	3,0	3,0	1,00	3,0	2,83	367
	3,5	3,5	1,00	3,5	2,83	463
50	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	260
	2,0	2,0	1,00	2,0	2,83	400
	3,0	3,0	1,00	3,0	2,83	735
	3,5	3,5	1,00	3,5	2,83	926
75	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	390
	2,0	2,0	1,00	2,0	2,83	600
	3,0	3,0	1,00	3,0	2,83	1.102
	3,5	3,5	1,00	3,5	2,83	1.389
100	1,5	1,5	1,00	1,5	2,83	519
	2,0	2,0	1,00	2,0	2,83	800
	3,0	3,0	1,00	3,0	2,83	1.469
	3,5	3,5	1,00	3,5	2,83	1.852

Nota :

hu : Altura de desbordamiento

Ho : Altura de diseño de la barrera

Hr : Altura real de la barrera

(¹) : El factor (Hr/Ho) surge del gráfico altura de la compuerta v/s profundidad de desborde

(²) : Coeficiente de descarga $C = 1,77 \cdot (hu/Hr) + 1,05$

ANEXO 5

METODOLOGÍA PROPUESTA

1. ETAPA 1 (30 DÍAS)

1.1 RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES

La primera actividad contemplada en esta etapa, es recopilar toda la información pertinente a los objetivos y alcances de este estudio, referente a aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, agronómicos, cartográfico, económicos, geológicos, etc. Esta recopilación se efectuará tanto en ARICA como en los archivos de la DOH y de la DGA en Santiago.

Sólo a modo referencial y sin pretender que ello sea exhaustivo, se indica a continuación una lista de informes y antecedentes que se recopilará como mínimo:

- "Estudio de Factibilidad Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas" Cuenca del Río San José. MINAGRI; MOP 1995
- Compendio de Estadísticas Regionales MIDEPLAN 1998.
- Cartografía del Instituto Geográfico Militar
- Cartografía disponible en la DOH Arica.
- Registros Fluviométricos de las estaciones Río San José antes de Bocatoma Azapa; R. San José en Ausipar ; R. San José en Livilcar y Río San José en el Molino.
- Registros Pluviométricos en estaciones seleccionadas en la cuenca del río San José. (Azapa; Central Chapiquiña; Belen; Tignamar, Murmuntani, Portezuelo Chapiquiña)
- Registros Sedimentométricos (esporádicos) en la estación del Río San José en Ausipar y en Lluta en Tocontasi
- " Estudio de las Precipitaciones de la Región de Tarapacá" DGA y ICC- CONIC Ingenieros Consultores 1982
- "Modelo de Simulación de las Aguas Subterráneas del Valle de Azapa " DGA y Ayala, Cabrera y Asoc. 1989
- "Análisis de los Eventos Hidrometeorológicos Extremos en el país. Caudales Máximos y Mínimos". DGA y AC y Asociados 1995
- "Monitoreo de la Cuenca del Valle de Azapa - Arica " ESSAT S.A. 1995
- "Operación del Modelo de Simulación de Recursos Hídricos del Valle de Azapa" DGA- F. Pérez. 1990
- "Análisis de los Recursos de Agua de la Primera Región de Tarapacá" DGA – INYGE 1993
- "Estudio sobre el Desarrollo de los Recursos de Agua en la parte Norte de Chile " DGA – JICA 1995.
- " Estudio Aguas Subterráneas del Sector Costero de Arica" ESSAT S.A. 1997
- "Diagnóstico de Pérdidas en Canales de Riego Lauca – Azapa" DGA – BF Consultores 1991

- "Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos en la Provincia de Arica " CORFO – CONIC. BF Ingenieros Consultores. 1995
- "Plan Director de la Cuenca del Río San José " DGA y AC y Asoc. 1998
- "Pronóstico de la Respuesta de los Agricultores del valle de Azapa". Amador Torres 1994.
- Diversos manuales y antecedentes técnicos editados por BRIDGESTONE para el diseño de Compuertas de Goma.

Los antecedentes recopilados, serán analizados por los profesionales que correspondan del grupo consultor, a objeto de tomar cabal conocimiento detallado de cada uno de ellos y utilizar al máximo la importante información disponible.

1.2 SELECCIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS DE EMPLAZAMIENTO DE BARRERAS

Sobre la base del conocimiento que tiene este consultor del valle, y del análisis de los antecedentes disponibles, se estima posible poder identificar hacia el inicio de esta etapa y en la cartografía existente a la fecha, diversas alternativas de emplazamiento de las Barreras.

En general dichas secciones del río donde se emplazarían estas Barreras, tenderían a coincidir con lugares de estrechamiento de la caja del río y precedidas por ensanches, donde se formarían adecuadas cubetas de recarga. Por otro lado, se privilegiarían sectores lo más aguas abajo posibles, pero siempre aguas arriba del kilómetro 30.

1.3 RECONOCIMIENTO INICIAL DEL TERRENO

Una vez analizados los antecedentes más importantes, el Jefe del Proyecto y profesionales seleccionados del grupo consultor, efectuarán un primer reconocimiento detallado del área de interés del estudio, el cual tendrá a lo menos los siguientes objetivos y propósitos:

- Verificar en terreno las alternativas previamente identificadas preliminarmente para el emplazamiento de las Barreras y sus correspondientes cubetas de recarga, efectuando las modificaciones que correspondan.
- Seleccionar la ubicación de las mediciones de infiltración que se hayan previsto.

- Iniciar las caracterizaciones hidrogeológicas y geotécnicas de los posibles sitios o emplazamientos de las Barreras.
- Dar instrucciones al topógrafo e iniciar así los trabajos topográficos preliminares que sean posibles de desarrollar en esta etapa del estudio.
- Acordar con la Inspección Fiscal, el máximo posible de criterios técnicos en relación a ubicaciones, características de las Barreras, extensiones y dimensiones generales de las obras, etc., con el fin de proceder lo más rápido y expedito posible en las actividades siguientes.

1.4 INICIO DE LOS TRABAJOS DE TERRENO

Dado lo estrecho de los plazos para desarrollar cada etapa del estudio, se contempla iniciar lo antes posible los trabajos de terreno más críticos y relevantes para tomar decisiones oportunas. Estos trabajos se refieren a caracterizaciones hidrogeológicas y de hidráulica fluvial, trabajos topográficos y mediciones de infiltración, los cuales se tratan a continuación.

1.4.1 Caracterizaciones Hidrogeológicas y Fluviales

El objetivo de esta actividad es disponer lo antes posible de información preliminar de este tipo para decidir los mejores lugares de emplazamiento de las Barreras. Para estos efectos, a lo menos el especialista en hidrogeología y el Jefe del Proyecto, recorrerán detalladamente el cauce del río en diversos sectores previamente identificados tentativamente, a objeto de caracterizar preliminarmente las condiciones hidrogeológicas (por inferencia de superficie) y de morfología y mecánica fluvial del lecho. Servirán de base para estas caracterizaciones, los antecedentes de estudios anteriores y las observaciones directas de los especialistas, según su experiencia en estas materias. Los criterios principales que se utilizarán para estas caracterizaciones, serán a lo menos los siguientes: condiciones geológicas de superficie; características de los sedimentos del lecho; morfología del cauce; apreciaciones de condiciones de infiltración en el lecho, etc.

1.4.2 Mediciones y evaluación de infiltración

Esta actividad tiene como propósito realizar pruebas en terreno para evaluar la capacidad de infiltración superficial de un sector típico y característico donde se emplazarían las barreras y sus correspondientes cubetas de recarga. Para tales efectos, se seleccionará un sector adecuado para ello y se procederá a ejecutar calicatas de geometría controlada y homogénea donde una vez llenada con agua, se

pueda medir el potencial de infiltración del terreno mediante el método del Bureau of Reclamation o una eventual variación de él si las condiciones lo justifican.

Conjuntamente, se tomarán algunas muestras de suelo para su posterior análisis granulométrico, que permita clasificar dichos suelos y correlacionar la tasa de infiltración y los parámetros granulométricos característicos.

1.4.3 Trabajos topográficos iniciales

Habiendo en lo posible acordado con la Inspección la ubicación de algunas Barreras, será posible iniciar los trabajos topográficos respectivos. Estos trabajos topográficos consistirán en un levantamiento taquimétrico de la zona del cauce donde se ubicaría la Barrera y su cubeta, con los perfiles transversales (cada 50 m) y longitudinales que correspondan para proceder al adecuado diseño y cubicación de las obras. Se contemplan dos PR por lugar y la referencia a coordenadas UTM y cotas IGM en todos los levantamientos.

1.5 INICIO DE LAS EVALUACIONES HIDROLOGICAS

Las evaluaciones hidrológicas que son de interés para el presente estudio, se refieren a los siguientes aspectos:

- volúmenes de las crecidas, caudales máximos y duración de cada crecida
- volumen de sedimentos arrastrados
- evaporación desde superficies de agua
- evaluación de la infiltración al acuífero y su influencia en sus niveles

En esta etapa se contempla iniciar los estudios hidrológicos en relación a las siguientes actividades a lo menos:

- Conocimiento y análisis detallado de los estudios anteriores y de los antecedentes disponibles en la DGA. En este sentido, los informes del Plan Director del Río San José (1998), y del Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas (1995), contienen antecedentes y resultados muy utilizables para este estudio, los cuales corresponderá actualizarlos a la luz de los últimos antecedentes registrados.
- Se procederá a actualizar las relaciones probabilísticas de las variables de interés de las crecidas, con los últimos registros fluviométricos disponibles en las estaciones fluviométricas de la DGA que se seleccionen.

- Se iniciará el análisis de los antecedentes pluviométricos disponibles registrados en las estaciones seleccionadas, durante crecidas históricas registradas, a objeto de estudiar la factibilidad de evaluar crecidas utilizando el método del hidrograma unitario.
- Sobre la base de los antecedentes disponibles y su procesamiento, se procederá a estimar la concentración de sedimentos que pueden arrastrar las crecidas de diferente magnitud.
- Se recopilará la información evaporimétrica que esté disponible en la estación meteorológica de Azapa, para estimar evaporaciones diarias de diseño que permitan calcular balances hídricos en cada cubeta de recarga.
- Se evaluarán los resultados de las mediciones de infiltración y se complementarán con estimaciones análogas de estudios hidrogeológicos anteriores. Se iniciará el proceso de estimar la influencia de las recargas en los acuíferos locales y de aguas abajo a las barreras de goma, decidiendo la metodología detallada para tales efectos, según lo aconseje el análisis de los antecedentes disponibles.

Mayores antecedentes metodológicos sobre los diferentes aspectos tratados previamente, serán desarrollados en la explicación de la metodología a desarrollar en la Etapa 2 siguiente de esta Propuesta, que es la etapa cuando se concluirán los estudios hidrológicos iniciados en la Etapa 1.

1.6 PREDISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS OBRAS

Se estima que hacia el último tercio del lapso disponible para desarrollar la Etapa 1, se estará en condiciones de elaborar algunos diseños conceptuales de las obras, especialmente en aquellos sectores donde su emplazamiento haya podido decidirse con la Inspección Fiscal. Dichos diseños conceptuales, se presentarán en láminas y escalas adecuadas y comprenderán principalmente los siguientes aspectos y alternativas, a lo menos:

- Altura y tipo de fundación de la Barrera (alternativas)
- Longitud de la Barrera de Goma en relación al ancho del cauce a cubrir.
- Taludes y materiales de los pretilos en el ancho del cauce no cubierto por la Barrera de Goma.
- Posibilidad de contemplar o no, sondajes auxiliares de infiltración y/o de captación.

- Solución de disipación de energía al pie de la Barrera (Dimensiones, materiales y tipo de obra).
- Análisis preliminar de la influencia del periodo de retorno de las crecidas, en la altura de la barrera y en la socavación al pie.

1.7 INFORME TECNICO ETAPA 1

Al término de la Etapa, se entregará un Informe Técnico que contenga los siguientes aspectos:

- Listado de los antecedentes recopilados y analizados.
- Reseña de todas las actividades desarrolladas, especialmente las actividades de terreno.
- Proposición de lugares de emplazamiento de las obras.
- Diseños conceptuales de las obras y sus alternativas.
- Antecedentes topográficos elaborados a la fecha.
- Resultados a la fecha de los estudios hidrológicos en curso, incluyendo caracterizaciones hidrogeológicas de las áreas de interés, mediciones de infiltración, evaluación de variables de interés de las crecidas.
- Resultados a la fecha de los análisis agronómicos en curso

2. ETAPA 2 (30 DÍAS)

2.1 TRABAJOS DE TERRENO

Durante esta etapa, se continuaran los trabajos topográficos iniciados en la etapa 1.

De esta manera, se terminaran los levantamientos topográficos de todos los sectores donde se emplazaran las barreras y las correspondientes cubetas de recarga. Se materializaran dos PR por sitio de acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia.

Se cumplirán asimismo las especificaciones técnicas para trabajos de topografía que tiene la DOH del MOP, utilizándose Estaciones Totales.

Finalmente, se editaran los planos del levantamiento a una Escala a convenir con la Inspección Fiscal (1: 500 o 1: 1000), con curvas de nivel cada 0,50 o 1,0 m.

2.2 CARACTERIZACIONES GEOTECNICAS

Especialistas del grupo consultor, efectuaran una caracterización geotécnica general de los sitios de emplazamiento de las barreras, con el objetivo de tener en cuenta algún condicionante de este tipo en el diseño de factibilidad de las obras. Esta caracterización se efectuará en relación a aspectos tales como: naturaleza y tipo de los suelos; posibles variaciones estratigráficas; Grados de heterogeneidad esperables, etc.

Esta caracterización se basará en reconocimientos de superficie y en informes de estudios pertinentes en la zona, y permitirá disponer de criterios técnicos sobre taludes admisibles durante la construcción, costos de excavaciones y rellenos necesarios, profundidades mínimas de fundación, fatigas admisibles del suelo, etc.

2.3 EVALUACIONES HIDROGEOLOGICAS

Durante esta etapa, se completarán las evaluaciones hidrogeológicas iniciadas en la Etapa 1 anterior. El objetivo principal de estas evaluaciones es poder contestar preguntas tales como las siguientes:

- ¿Cuales son las tasas de recarga esperadas?
- ¿Cuál será la respuesta hidráulica del sistema acuífero a esta recarga?
- ¿Cómo podría variar esta tasa de recarga en el futuro?

- ¿Cómo debería ser manejado este nuevo recurso infiltrado, con respecto al resto de los recursos hídricos existentes en la zona de recarga?

Las actividades a desarrollar en estas evaluaciones hidrogeológicas, se resumen a continuación.

Se completará la caracterización hidrogeológica de la zona, con especial énfasis en los aspectos de estratigrafía de suelos, pozos construidos, pruebas de bombeo disponibles, parámetros hidrogeológicos y variaciones de nivel de la napa.

Los resultados de las pruebas de infiltración y su correlación con antecedentes granulométricos, se complementará con la revisión de estudios extranjeros y nacionales que analicen el comportamiento de los sistemas de infiltración a lo largo del tiempo. En este sentido, se allegará también información sedimentométrica local, que permita realizar estimaciones de los cambios en la capacidad de infiltración debido al eventual efecto de "sellamiento" de dichos sedimentos en los suelos naturales preexistentes en el lecho.

Para analizar el impacto que la infiltración o recarga de agua producirá en el acuífero local, se recurrirá a expresiones analíticas que permitan estimar los cambios locales en el nivel freático que se genera debido a una infiltración continua al acuífero, los volúmenes totales infiltrados y el tiempo en el cual éstos se infiltran. Al respecto, se realizará una recopilación bibliográfica, y se seleccionarán aquellas expresiones que permitan obtener la información necesaria para el análisis técnico, económico y ambiental del sistema, con el objetivo de evaluar los cambios locales que los niveles de aguas subterráneas puedan tener sobre la eficiencia y operación de las cubetas de recarga.

Una vez que se determine los volúmenes de agua infiltrados en el acuífero y el tiempo en que ello ocurre, se evaluará su efecto en los niveles del agua subterránea en las zonas agrícola y de explotación acuífera de aguas abajo en el valle. Para ello se recurrirá al conocimiento de la geología del valle así como también a la información hidrogeológica existente (porosidad, coeficiente de almacenamiento, profundidad y variaciones del basamento rocoso, potencias acuíferas, etc.)

Finalmente, se evaluará el efecto de remoción de algunos compuestos indeseables de la composición físico-química de las aguas del río, debido a los mecanismos de filtración y degradación que ocurran durante el movimiento del agua a través de la zona no saturada del suelo.

2.4 ESTUDIOS HIDROLOGICOS

En esta etapa, se completarán los estudios hidrológicos iniciados en la Etapa 1 anterior (ver punto 1.5 anterior de esta Propuesta). Estos estudios se refieren a la evaluación de las siguientes variables hidrológicas de interés:

- Volúmenes totales, caudales máximos y duraciones de las crecidas
- Numero de crecidas por año e intervalos entre crecidas.
- Arrastre de sedimentos
- Evaporación desde superficies de agua.

a) Volúmenes, Caudales máximos y Duraciones de crecidas.

Debe tenerse en cuenta, que la evaluación de volúmenes y duraciones de las crecidas, son variables que intervienen directamente en la evaluación de los beneficios del proyecto y permite dimensionar el número de cubetas de recarga tras las Barreras y la capacidad de retención que debe tener el sistema. El caudal máximo de las crecidas, permite dimensionar la condición de vertedero de las Barreras, las situaciones de socavación al pie de ellas y también los beneficios por control de crecidas.

Habiendo recopilado toda la información disponible a la fecha sobre crecidas registradas en las estaciones fluviométricas de interés, se conformará la base de datos correspondiente a las variables mencionadas, la cual se someterá a un análisis inspectivo y de coherencia con registros pluviométricos concurrentes, para verificar su calidad y representatividad. Eventualmente, dicha base de datos sería sometida a algún grado de depuración y eventuales correcciones.

Tanto los volúmenes como los caudales máximos instantáneos serán, sometidos a un análisis de frecuencia analítico, ajustando diversos modelos probabilísticos (Log Pearson, Log Normal, Gumbel), de los cuales se elegirá el estadísticamente más idóneo. De esta manera, se tendrá finalmente una relación entre cada variable - volumen de la crecida o caudal máximo - con el Período de Retorno en años.

Adicionalmente se estudiará establecer una relación entre el volumen de cada crecida y su duración total.

En caso que este análisis de frecuencia de crecidas registradas, no sea totalmente confiable para todo el rango de interés de los Períodos de Retorno a considerar, o esté inevitablemente incompleto, se procederá a sintetizar una serie de crecidas, mediante un modelo precipitación - escorrentía, tal como el Hidrograma Unitario. Para tales efectos, y sobre la base de los antecedentes fluviométricos y

pluviométricos existentes, se procederá primeramente a estimar coeficientes de escorrentía e índices de infiltración que sean apropiados a la naturaleza y característica de esta cuenca, de acuerdo a la experiencia de este consultor en la zona. De esta manera, se aplicará el modelo señalado, utilizando diferentes distribuciones temporales (hietogramas) y duraciones totales de las precipitaciones, que sean típicas de la zona y que permitan llegar a proponer "crecidas de diseño" en término de volúmenes, caudales máximos y duraciones totales, para diferentes Períodos de Retorno (2, 5, 15, 25, 50 y 100 años).

Dependiendo de las diferentes capacidades de acumulación y características del conjunto de Barreras, se evaluará para diferentes escenarios hidrológicos, los caudales y volúmenes de crecidas que eventualmente lleguen al mar, teniendo en cuenta el eventual efecto regulador de las cubetas tras las barreras, y el volumen retenido en ellas.

b) Número de crecidas por año e intervalo entre crecidas

Esta información es importante para evaluar el grado de utilización de las obras a través de su vida útil y los tiempos disponibles tanto para la recarga como para actividades de mantención y reparaciones.

Sobre la base de un análisis de los registros fluviométricos y pluviométricos en la cuenca, se determinará el número de crecidas que pueden ocurrir por año y el intervalo entre crecidas. Ello se hará para diferentes rangos de magnitudes de crecidas previamente especificadas. La información así procesada, se podrá expresar en términos de frecuencia estadística para cada variable.

c) Arrastre de Sedimentos

Es importante evaluar la magnitud de los sedimentos arrastrados por las crecidas, a objeto de conocer la disminución de capacidad que por dicho efecto tendrían las cubetas de recarga tras cada barrera. Adicionalmente, debe tenerse una apreciación realista de los diámetros típicos de dichos sedimentos, para evaluar su posible efecto en la infiltración de agua en las cubetas.

Las evaluaciones anteriores se efectuarán sobre la base de una transposición de los antecedentes existentes en la estación sedimentométrica de Lluta en Tocontasi, dado la prácticamente inexistencia de esta información en la cuenca del río San José.

d) Evaporación y Balances Hídricos

Sobre la base de los registros meteorológicos de la estación de Azapa o similar, u otros antecedentes disponibles en estudios anteriores, se determinarán evaporaciones diarias y mensuales de diseño, a objeto de establecer balances hídricos en las pozas o cubetas de recarga.

Los balances hídricos señalados, considerarán las cubetas inicialmente llenas después de una crecida, y tendrán en cuenta las pérdidas por evaporación, las infiltraciones de recarga y la variación de la superficie del agua en la cubeta a medida que se vacía ésta. Este balance es importante porque permite estimar la recarga neta a la napa.

2.5 ESTUDIOS AGROECONOMICOS

2.5.1 Recopilación de Antecedentes

En la Etapa 1 del Estudio, se realizará un análisis técnico crítico de la información agronómica disponible, teniendo en consideración el estudio denominado "Plan Director para la Cuenca del Río San José" efectuado por la empresa consultora Ayala y Cabrera en el año 1998. Este estudio contiene parte de los antecedentes agronómicos que servirán de base para la elaboración de la presente consultoría.

A través de una revisión preliminar se pudo constatar que dicho estudio presenta una visión global de la problemática agrícola del área, en donde se determinó las demandas de riego actuales y futuras y se propuso una base de desarrollo agrícola para el área de influencia de la cuenca del río San José.

Para la presente consultoría, además del informe antes indicado, se cuenta con los antecedentes proporcionados por el VI Censo Nacional Agropecuario, elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). A través de este estudio se podrá estimar, aunque en forma preliminar, la estructura actual de cultivos y tener una reseña de los rendimientos que actualmente alcanzan los cultivos anuales en la zona.

De esta forma es imprescindible llevar a cabo una breve campaña de terreno y una investigación en las distintas instituciones que tengan información disponible y de interés para el área de estudio.

En terreno se efectuará un recorrido de la zona con el objeto de recopilar información mediante el contacto con profesionales, agricultores y otros agentes vinculados que conozcan la zona, en sus aspectos de recursos naturales, productivos y de comercialización, entre otros.

Para tales efectos, se consultarán bibliotecas y organizaciones especializadas en los temas de antecedentes estadísticos, parámetros productivos y económicos. Se tendrá en especial consideración, la opinión de investigadores de la zona, como es el caso de Don Eugenio Sotomayor, Ingeniero Agrónomo, Ph.D., del Instituto de Programa de Producción Vegetal de la Universidad de Tarapacá, el que ha colaborado en diferentes ocasiones con estos consultores.

La información recopilada será analizada de manera crítica y evaluada respecto de su utilización en el presente estudio.

2.5.2 Análisis de la Situación Actual

a) Estructura Productiva

Se determinará la estructura productiva del suelo en situación actual utilizando como base el estudio del Plan Director indicado anteriormente, el VI Censo Nacional Agropecuario y a través de un recorrido de la zona, oportunidad en que se tomará contacto con los agricultores, profesionales e instituciones presentes en la zona.

b) Estudio de rendimientos y precios

La evaluación económica final de la presente consultoría requiere de la valorización económica de las distintas especies existentes en el área en la actualidad, así como también de aquellos rubros propuestos en la etapa de desarrollo.

Para valorizar los ingresos se utilizarán los rendimientos normales producidos en la zona de acuerdo a la información disponible y se estimarán los rendimientos potenciales de acuerdo a las experiencias existentes en el área de estudio.

Para cada producto se calculará el precio de venta puesto en la I Región, para lo cual se utilizarán los precios mayoristas de Santiago, período 1996-2000, publicados por ODEPA (deflactado a la fecha que la Dirección de Obras Hidráulicas estime conveniente) a los que se les descontará el margen de comercialización correspondiente y el flete. Estos valores serán chequeados con los alcanzados por los productores del área de influencia del proyecto. En el caso de los rubros de exportación se considerarán los retornos a productor obtenidos en las últimas temporadas.

Para cada uno de los rubros productivos que se identifiquen se determinarán los márgenes brutos a precios de mercado. Los precios sociales se estimarán de acuerdo a los factores establecidos por MIDEPLAN, utilizando información

bibliográfica, antecedentes obtenidos en terreno y los precios determinados en la presente consultoría.

2.5.3 Situación Futura

a) Planteamiento de situación Futura

Conociendo los recursos de la zona, los antecedentes de precios de los productos, y las expectativas de los agricultores, y teniendo además en consideración el estudio "Plan Director para la Cuenca del Río San José", se efectuará la asignación de los rubros productivos factibles a desarrollar en la situación con proyecto.

Posteriormente, se efectuará la determinación de las necesidades de agua de riego por parte de los diferentes cultivos en base a la información existente en el Plan Director.

De acuerdo a las demandas de agua actuales, características de una situación hídrica particular, se estimará la nueva superficie a regar una vez que se realicen las obras proyectadas.

b) Resultados Económicos

Para cada uno de los rubros productivos que se asignen en situación con proyecto se determinarán sus márgenes brutos. Estos serán valorados tanto a precios de mercado como social de acuerdo a los factores establecidos por MIDEPLAN. La determinación de márgenes se efectuara en base a antecedentes conocidos del área, información bibliográfica, antecedentes obtenidos en terreno y los precios determinados en la presente consultoría.

2.6 INICIO DE LAS EVALUACIONES ECONOMICAS

En la Etapa 2, se iniciarán las actividades relacionadas con la evaluación económica del proyecto.

Para estos efectos, se contempla iniciar el análisis de los posibles beneficios del proyecto en relación a los siguientes aspectos:

- Beneficios de tipo turístico
- Beneficios derivados del control de crecidas.

- Beneficios relacionados con el mejoramiento de la calidad de las aguas para uso potable y en regadío.
 - Beneficios por mejoramiento en los costos de elevación.
 - Beneficios por mayor producción agrícola
 - Beneficios por mayor venta de agua potable
- Adicionalmente, se participará en definir adecuadamente las bases de costos de inversión y de operación, especialmente en relación a su estructura de componentes, según lo requiere la metodología de evaluación de proyectos.

2.7 PREDISEÑO DE LAS OBRAS Y EVALUACIONES TECNICAS

En esta Etapa 2, se procederá a concluir el diseño de factibilidad de las obras componentes del Proyecto, las cuales se desarrollaron a nivel conceptual en la Etapa 1. Se dispondrá ahora de los antecedentes topográficos necesarios y de los reconocimientos de terreno suficientes.

De esta manera, se prediseñarán (diseño de factibilidad) barreras en diez emplazamientos previamente acordados con la Dirección. En cada emplazamiento, el diseño a desarrollar incluirá a lo menos la definición de los siguientes aspectos:

- Definición del Período de Retorno de diseño de las barreras
- Ubicación y longitud de la barrera de goma dentro del cauce.
- Altura de la base de hormigón de la barrera y de la barrera de goma misma. Dimensiones de la base de hormigón.
- Solución de fundación de la obra base según magnitud de la socavación general del lecho y naturaleza de los suelos.
- Sección tipo y materiales (enrocados o gaviones) del pretil de cierre del cauce, y disposición general de las obras de cierre.
- Características, dimensiones y tipo del sistema de disipación de energía al pie de la barrera.
- Disposición general de obras de control de las Barreras y de otras obras auxiliares (eventuales protecciones de riberas, variantes de camino, badenes, etc.)

Las definiciones anteriores estarán fundamentadas en las memorias de cálculo que correspondan y que se deriven de los análisis hidráulicos y estructurales respectivos que son usuales en este tipo de obras hidráulicas.

Se desarrollarán los planos de diseño de las obras, los cuales para cada zona de emplazamiento, consistirán en lo siguiente:

- Planta taquimétrica con disposición general de las obras.
- Perfil longitudinal por el eje de la barrera inflable y auxiliar de cierre.
- Perfiles transversales y cortes típicos de las barreras, especialmente en los sectores de disipación.

Se contempla también un plano general Esc.1:25.000 de ubicación y disposición general de todo el sistema de barreras propuesto

2.8 COSTOS UNITARIOS Y PRESUPUESTOS DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS

Se recopilarán antecedentes en la zona, sobre costos unitarios de las principales partidas de obras civiles pertinentes al proyecto, tales como: excavaciones en lecho de río, enrocados, gaviones, hormigones en masa y hormigones estructurales, perfilados de cauce. Esta información se cotejará con aquella que pudiere estar disponible en diversas reparticiones del MOP de la I Región de acuerdo a propuestas asignadas recientes y otros antecedentes que dispone este consultor en su base de datos.

Adicionalmente, entendemos que Bridgestone Chile podrá proporcionar cotizaciones formales relativas a la provisión en obra de los diferente tipos y dimensiones de Barreras inflables contempladas en el proyecto, como así también costos de instalación de las mismas.

Finalmente, sobre la base de los planos de diseño de las obras, se procederá a la cubicación de las diferentes partidas que las componen, sobre las cuales se aplicaran los costos unitarios previamente consignados. Los porcentajes de imprevistos, gastos generales y otros costos indirectos, se acordaran con la Dirección de acuerdo a la naturaleza de estas obras y al grado de desarrollo técnico de esta etapa.

2.9 INFORME TECNICO DE LA ETAPA 2

De acuerdo a los términos de referencia, al término de la etapa 2, se entregará un informe de etapa que contenga todos los antecedentes desarrollados en ella según las actividades indicadas en los puntos precedentes, los resultados obtenidos y las proposiciones y recomendaciones que correspondan.

3. ETAPA 3 (30 DÍAS)

3.1 BASES DE LICITACIÓN PARA INGENIERÍA DE DETALLE Y CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

De acuerdo a lo estipulado en los Términos de Referencia para la presente propuesta, se "deberá elaborar las bases para la posterior licitación de la ingeniería de detalle, suministro y colocación de las barreras, donde (se) incluirá las Bases Administrativas, Términos de Referencia y todos los antecedentes necesarios que permitan posteriormente licitar la construcción de las obras". En consecuencia, se contempla desarrollar las siguientes actividades al respecto.

Se elaboraran las Bases para licitar la Ingeniería de Detalle de las obras, contemplando no solamente los aspectos propios del diseño de ingeniería (estudios especiales complementarios, criterios de diseño, Normas requeridas, planos de diseño, especificaciones de alcances técnicos, especialistas requeridos, etc.), sino también los aspectos Geológicos y Geotécnicos definiendo los estudios especiales respectivos y las prospecciones requeridas (sondajes, calicatas, ensayos, perfiles geofísicos etc.

Se elaboraran las Bases Administrativas para la posterior licitación, teniendo en cuenta la modalidad de "Llave en mano" según lo pudiera requerir la Dirección. En estas Bases, se trataran los temas habituales a ellas de acuerdo a las modalidades propias de la obra, tales como plazos, garantías, modalidades de medición y pago, seguros, relaciones con la Inspección etc.

Finalmente se elaborarán los Términos de Referencia para la construcción, en los términos y alcances usuales, adaptándose ellos, a la naturaleza de la obra, las condiciones de la Región y los intereses del MOP. Especial importancia se dará a los plazos y secuencias constructivas, a la interacción técnica con la Inspección y al cumplimiento de las especificaciones técnicas de las barreras.

3.2 EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

3.2.1 Antecedentes Generales

En el marco de la Etapa 3 del estudio, se realizará la evaluación técnico-económica del proyecto, determinándose la rentabilidad del mismo considerando los costos y beneficios atribuibles a la construcción de las barreras de goma en el río San José.

La evaluación se efectuará a precios de mercado y precios sociales, para las alternativas de ubicación, número y características geométricas de las barreras que hayan sido prediseñadas, y considerando los diferentes escenarios de uso del recurso hídrico adicional logrado por la implementación del proyecto.

Con respecto a este último punto, cabe mencionar que no es posible, a priori, indicar con certeza las actividades o sectores económicos que utilizarán el recurso incremental, ya que ello dependerá del manejo legal administrativo que la Dirección haga de él y, en último término, de lo que los interesados estén dispuestos a pagar por utilizarlo. Sin embargo, de acuerdo a los antecedentes del estudio "Plan Director para la Cuenca del Río San José", puede preverse que serán principalmente el sector sanitario y el agrícola los potenciales usuarios del agua, por lo que los beneficios esperados del proyecto se generarían por mayores consumos de agua potable y/o un crecimiento en la producción agrícola del valle de Azapa.

El desarrollo de la evaluación económica de un proyecto exige la definición clara de las situaciones con y sin proyecto, en cuanto a sus egresos e ingresos, para luego compararlas y determinar la situación diferencial, con cuyo flujo de ingresos y egresos se establecen los indicadores de rentabilidad del proyecto.

En el caso de este estudio, en que en la situación con proyecto se genera un volumen adicional de agua, que tiene asociados egresos de inversión y operación para su producción, e ingresos provocados por la venta de los bienes derivados del uso del recurso, es innecesario definir la situación sin proyecto (ya que permanece invariante), requiriéndose solamente establecer claramente el uso que se hace del recurso hídrico incremental producido, lo que a su vez constituye la situación diferencial del proyecto, que es la que debe evaluarse.

Como ya se ha señalado anteriormente, no es posible definir con exactitud en esta fase de elaboración de la propuesta, los sectores productivos que utilizarán el recurso adicional con que contará el valle de Azapa; sin embargo, puede preverse que será ESSAT S.A. y los agricultores del valle los principales usuarios del agua. De esta forma, para ambos sectores, y eventualmente otros (disminución del riesgo de crecidas; turismo; mejoramiento de la calidad del agua), se establecerá el ingreso que ellos pueden obtener de un determinado volumen de agua (\$/m³), para posteriormente estimar los beneficios del proyecto definiendo diferentes escenarios que combinen el grado de utilización que esos sectores hacen del recurso.

En esta parte introductoria es necesario recalcar también que los beneficios estimados para el proyecto corresponderán a "beneficios esperados", ya que ellos dependen de las crecidas afluentes a las lagunas creadas en el río, las que a su vez se relacionan con la hidrología de la cuenca del río San José. De esta forma, los beneficios del proyecto se estimarán para diferentes períodos de retorno: 2, 5, 15, 25, 50 y 100 años.

3.2.2 Egresos del Proyecto

Los egresos del proyecto corresponden a la inversión necesaria para construir las barreras de tipo "Rubber Dam" en la zona alta del valle de Azapa y sus respectivos costos anuales de operación y mantención.

De acuerdo a lo que se defina como técnicamente factible en la etapa anterior del estudio, se considerarán los egresos asociados a los prediseños de las alternativas de ubicación, número y características geométricas de las barreras.

Las inversiones de las diferentes alternativas técnicamente factibles se cuantificarán a precios de mercado, determinándose también sus valores sociales al aplicar los factores correctivos que define MIDEPLAN para la mano de obras no calificada, mano de obra semi calificada y la divisa.

En lo que concierne a los costos de operación, se considerarán todas las partidas necesarias para el correcto funcionamiento de las barreras y que entre otros, incluye el personal de operación, energía eléctrica, etc.

Como costos de mantención, se incluirán las labores propias de mantención de las barreras y sus mecanismos de control, además del costo de extracción del sedimento depositado en las lagunas formadas por el sistema de barreras.

Para la determinación posterior de la rentabilidad del proyecto, tanto los costos de operación como de mantención se cuantificarán a valores de mercado y sociales.

3.2.3 Beneficios del Proyecto

Considerando los comentarios entregados anteriormente, se estima que los beneficios esperados por la ejecución del proyecto provendrían de los sectores sanitario y agrícola, los que mediante el uso del recurso hídrico adicional en el valle de Azapa, aumentarían sus ingresos por venta de agua potable y mayor producción agrícola respectivamente. No obstante, y como resultado de las tareas a realizar durante la Consultoría, se analizará la existencia de otros potenciales usuarios, como los sectores industrial y minero según se indica en el "Plan Director para la Cuenca del Río San José", y otros beneficios en el sector turismo y en el control de crecidas. Para cada una de las actividades económicas de interés, se determinará el beneficio que ellas pueden alcanzar al hacer uso de un cierto volumen de agua, estableciéndose para cada una un margen unitario (\$/m³).

En lo correspondiente al sector sanitario, se definirá conjuntamente con personal de ESSAT S.A. los niveles de pérdidas en la producción y distribución de agua potable que la empresa esperaría alcanzar al disponer, por ejemplo, de 1 m³ adicional del recurso en las condiciones ofrecidas por el proyecto (principalmente en

lo que concierne al lugar físico en que se captaría el agua cruda), con lo que se determinará la cantidad de agua "vendible" con ese m^3 incremental. Con este antecedente y la tarifa vigente de ESSAT S.A. por los servicios de producción y distribución de agua potable, se determinará el ingreso que obtendría la empresa al disponer de 1 m^3 adicional de agua cruda. De igual forma, y considerando los costos de la potabilización del agua que el personal de ESSAT S.A. estime de acuerdo a la calidad del recurso, se establecerá el costo que para la empresa significa la potabilización de 1 m^3 de agua cruda. Con los ingresos y costos de producción se determinará el margen económico, a precios de mercado, que la sanitaria obtendría por el uso de 1 m^3 adicional del recurso. Con las transformaciones correspondientes se calculará también el margen a precios sociales.

Para estimar el beneficio esperable en el sector agrícola, durante la primera etapa del estudio ya se habrá recopilado y analizado toda la información relativa a la situación agroeconómica actual del valle, definiendo a su vez la estructura de cultivos existentes, rendimientos, precios y canales de comercialización. Con los antecedentes de la realidad agrícola del valle, en la misma etapa inicial del estudio se definirán las características de la producción futura asociada al proyecto, estableciéndose las nuevas superficies que podrían incorporarse a uso agrícola, nuevos productos a implementar, mayores rendimientos por una mejor satisfacción de la demanda de agua de los cultivos, precios y canales de comercialización para los nuevos productos propuestos.

A cada uno de los rubros productivos relacionados con el proyecto (cultivos en superficie que se incorpora a riego, mayores rendimientos en cultivos existentes) se elaborará una ficha técnica económica, en la que se determinará el margen bruto por hectárea, a precios de mercado y precios sociales. El ingreso por producto resultará del rendimiento por su precio de venta, mientras que los costos directos incluirán los costos por jornada de mano de obra, uso de maquinaria, insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, etc.), fletes e imprevistos. Posteriormente, para cada producto se estimarán sus requerimientos de agua de riego por hectárea a lo largo de su ciclo productivo, con lo que se obtendrá, para cada cultivo, un margen económico asociado a sus demandas netas por hectárea por mes. Ponderando estos valores de acuerdo a la estructura de los cultivos de la situación con proyecto, se determinará el beneficio esperado agrícola asociado a los requerimientos de agua por hectárea al mes.

Si durante la ejecución del estudio se visualiza el interés de sectores como el industrial o el minero, los beneficios atribuibles al uso de un volumen adicional de agua se determinará en forma análoga a lo indicado para ESSAT S.A., estableciéndose el margen económico correspondiente con los antecedentes de volúmenes de producción y costos entregados por personal responsable de los mismos interesados. Los beneficios por control de crecidas, se estimarán sobre la base de la información existente en relación a los daños ocurridos en crecidas históricas registradas y cómo estos se hubieren reducido al disminuir el volumen de

la crecida. Los beneficios en el sector turismo, se estimaran sobre la base de la posible afluencia de público a las lagunas y las tarifas que pudieren cobrarse por el derecho a acceso a éstas, sin perjuicio de otros beneficios indirectos que pudieren identificarse.

Por otra parte, tal como se ha señalado anteriormente, no es posible establecer con certeza el beneficio total esperado del proyecto, ya que se desconoce el grado de utilización que del recurso adicional hagan los diferentes sectores interesados. Teniendo en cuenta esta situación, se propone definir unos tres escenarios de aprovechamiento del recurso incremental producido por el proyecto, como pueden ser por ejemplo los siguientes: priorizar el uso en el sector sanitario; priorizar el uso en el sector agrícola; uso compartido en los sectores sanitarios y agrícola; otras combinaciones. Debe indicarse, sin embargo, que los escenarios que finalmente se evalúen serán propuestos por el Consultor, para en último término definirlos en forma conjunta con la Dirección.

Para cada escenario se estimará el valor esperado de los beneficios, utilizando para ello las crecidas afluentes asociadas a los periodos de retorno seleccionados y los márgenes económicos establecidos para cada sector analizado, por volumen de recurso utilizado.

Los beneficios esperados para cada escenario, a precios de mercado y precios sociales, se considerarán constantes para todo el horizonte de la evaluación.

3.2.4 Rentabilidad del Proyecto

Los beneficios esperados y costos correspondientes a cada escenario darán origen al flujo de ingresos y egresos de cada uno de ellos, con los que se determinarán los indicadores económicos: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), tanto a precios de mercado como a precios sociales.

3.2.5 Beneficios Indirectos Atribuibles al Proyecto

De acuerdo a lo que se solicita en los Términos de Referencia, en el desarrollo de la evaluación económica se analizarán también los beneficios indirectos atribuibles al proyecto.

3.3 INICIO ANALISIS AMBIENTAL

En esta etapa, se iniciaran aquellas actividades relacionadas con los aspectos ambientales.

En efecto, primeramente, durante el proceso de decisión de ubicaciones para el emplazamiento de las obras y en las actividades de diseño de las mismas, se tendrán en cuenta los aspectos ambientales pertinentes a objeto de contemplar desde el inicio de estos procesos, la minimización de los eventuales impactos negativos del proyecto.

Las otras actividades que se desarrollaran en esta etapa, se relacionan con establecer contactos con las instituciones pertinentes y con los profesionales de la COREMA, a objeto de conocer su opiniones con respecto al proyecto y la posible influencia de ello en la pertinencia del tipo de enfoque y proceso ambiental que debería seguir el proyecto (Declaración o Evaluación).

En esta etapa, se iniciarán también todas las actividades posibles relacionadas con la preparación del Informe de Pertenencia Ambiental, el cual se describe más adelante en relación a la Etapa 4.

3.4 INFORME DE LA ETAPA 3

De acuerdo a los Términos de Referencia y Bases Administrativas, al término de la Etapa se entregará el Informe Técnico correspondiente, que contenga todos los aspectos, actividades y resultados desarrollados en la etapa.

4. ETAPA 4 (10 DÍAS)

4.1 INFORME DE PERTENENCIA AMBIENTAL

Para desarrollar este informe, se elaborará una Ficha o una Matriz Ambiental, en que por una parte (filas) se identifiquen todas las variables ambientales que podrían afectarse con el Proyecto (positivamente o negativamente), y por otra, las acciones o actividades del Proyecto (construcción u operación) que producirían dichos impactos. En las celdas de la matriz, se identificaría la naturaleza del impacto (directo o indirecto; positivo o negativo) y su magnitud en términos relativos.

Adicionalmente a esta información, se efectuaría una caracterización especial del proyecto, y una definición de sus áreas de influencia.

Finalmente, se efectuará un análisis comparativo de los resultados e información contenida en la matriz ambiental, con los artículos pertinentes de la ley N°19.300 sobre Ley de Bases del Medio Ambiente (el artículo 11 por ejemplo), para establecer si corresponde acogerse al procedimiento de "Declaración de Impacto Ambiental" o al de Evaluación de Impacto Ambiental.

4.2 BORRADOR DEL INFORME FINAL Y RESUMEN EJECUTIVO

De acuerdo a lo estipulado en los TR, se procederá a preparar y entregar el Borrador del Informe Final del trabajo, el cual corresponderá a una edición especialmente preparada basada en los informes de cada etapa.

El texto principal del informe será lo más breve y preciso posible, haciendo referencia a diversos anexos que contengan la información y sustentación de los análisis y cálculos. El Informe contendrá todos los antecedentes utilizados, los resultados de los estudios básicos, trabajos de terreno, criterios de cálculo y diseño, memorias, planos, presupuestos, evaluaciones, conclusiones y recomendaciones pertinentes. La estructuración del Informe contendrá a lo menos los siguientes aspectos:

- Antecedentes Generales e Información Básica
- Estudio Hidrológico
- Caracterizaciones Hidrogeológicas
- Trabajos de Terreno
- Estudio de Alternativas
- Emplazamiento de las Obras y Diseños de Factibilidad (Planos de Diseño)
- Presupuestos de Construcción
- Estudios Agroeconómicos

conic - bf Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

- Documentos para licitar Ingeniería de Detalle y Construcción de Obras
- Informe de Pertenencia Ambiental
- Evaluación Técnico Económica del Proyecto.
- Conclusiones y Recomendaciones

Finalmente se preparará un Informe Ejecutivo de acuerdo a los requerimientos de la Dirección.

