

REPUBLICA DE CHILE



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
CORPORACION NACIONAL FORESTAL

---

PROYECTO GC1 - 5

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN  
EMBALSE Y SISTEMA DE RECARGA DE LA NAPA  
EN EL RIO SAN JOSE



EN ASOCIACION CON



**bf ingenieros civiles**

## INDICE

		Páginas
1	INTRODUCCION . . . . .	1
2	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO . . . . .	2
3	ACTIVIDADES A DESARROLLAR . . . . .	3
3.1	Recopilación y análisis de antecedentes . . . . .	4
3.2	Caracterización del área de influencia del proyecto . . . . .	4
3.3	Ejecución de Estudios Básicos y trabajo de terreno . . . . .	5
3.4	Identificación y caracterización de alternativas de emplazamiento de las obras . . . . .	5
3.4.1	Identificación de alternativas de ubicación del embalse . . . . .	6
3.4.2	Identificación de alternativas de ubicación de obras de recarga . . . . .	6
3.5	Selección del emplazamiento y capacidad del embalse y de las obras de recarga . . . . .	7
3.6	Diseño preliminar de las obras . . . . .	8
3.6.1	Diseño preliminar del embalse . . . . .	8
3.6.2	Diseño preliminar de las obras de recarga de la napa . . . . .	9
3.7	Aspectos legales e institucionales . . . . .	9
3.8	Análisis Económico del Proyecto . . . . .	10
3.8.1	Beneficios y Costos . . . . .	10
3.8.2	Evaluación económica . . . . .	11
3.9	Análisis financiero . . . . .	12
3.10	Resumen, conclusiones y recomendaciones . . . . .	12
4	ESTUDIOS BASICOS . . . . .	12
4.1	Trabajos de restitución aerofotogramétrica . . . . .	12
4.2	Levantamientos topográficos de detalle . . . . .	13
4.3	Estudio hidrológico . . . . .	13
4.3.1	Caracterización probabilística de crecidas . . . . .	14
4.3.2	Evaluación de caudales afluentes al embalse . . . . .	14
4.3.3	Estudio de pérdidas y recuperaciones . . . . .	15
4.3.4	Crecida de Diseño del Vertedero . . . . .	15
4.3.5	Evaluación de aportes de sedimentos al embalse . . . . .	16
4.4	Estudio hidrogeológico . . . . .	16
4.5	Estudios y prospecciones geotécnicas . . . . .	16
5	ETAPAS E INFORMES DE LA CONSULTORIA . . . . .	19

6	PLAZOS PARCIALES Y TOTALES PARA EJECUTAR EL ESTUDIO . . . . .	19
7	COSTOS DEL ESTUDIO . . . . .	20
7.1	Honorarios Profesionales . . . . .	20
7.2	Gastos Directos . . . . .	21
7.3	Resumen Final . . . . .	21

**PROYECTO GC1-5**  
**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN**  
**EMBALSE Y SISTEMA DE RECARGA DE LA NAPA**  
**EN EL RIO SAN JOSE**

1

**INTRODUCCION**

Durante la etapa de diagnóstico del Estudio de Manejo de Cuencas, se detectó para la cuenca del río San José en la Región I del país, diversos problemas relacionados con las componentes de Gestión del Recurso Hídrico y de Control de Crecidas y Manejo del Cauce, los cuales fueron caracterizados en dicho estudio, además de plantear proyectos a nivel de prefactibilidad, para la solución de los mismos.

Efectivamente, en primer término, se detectó un déficit del recurso agua en la cuenca, tanto para agua potable como para riego. En esa misma etapa de diagnóstico, se detectó que en el Río San José se pierden al mar volúmenes considerables de agua en períodos de crecidas. Por ejemplo, para un año tipo 50%, se pierde un volumen del orden de 8,2 millones de m<sup>3</sup>, concentrándose la mayor parte de dicha pérdida en los meses estivales de crecidas. Además, se detectó un descenso sostenido de los niveles freáticos en el acuífero del valle de Azapa, producto de una sobreexplotación del recurso, ya que la extracción es superior a la recarga.

Por otra parte, en relación a la componente Control de Crecidas y Manejo del Cauce, se detectó el problema de daños ocasionados en el cauce del río San José como consecuencia de las crecidas del invierno altiplánico.

Ante la situación señalada, la fase de prefactibilidad del Estudio de Manejo de Cuencas, concluyó identificando un proyecto de embalse hacia el curso superior del río San José, el cual permitiría aportar soluciones a los problemas señalados.

Dicho embalse permitiría almacenar el volumen de los escurrimientos de las crecidas del río San José. Gran parte de este volumen sería infiltrado a la napa de agua subterránea en la cubeta misma del embalse con lo que se conseguiría una recarga más equilibrada con la



explotación del acuífero.

En el proyecto se contemplaba también obras especiales de recarga del acuífero, ubicadas aguas abajo del embalse y que podrían consistir en pretilos en el cauce y/o piletas laterales de infiltración.

En segundo término, el embalse tendría la capacidad de almacenar totalmente el volumen de una crecida de diseño, con lo que se minimizaría el problema de los daños ocasionados por crecidas en Arica y en el valle de Azapa.

Con un proyecto de esta naturaleza se beneficiaría directamente a la población de la ciudad de Arica, ya que se mejorarían las características de la fuente de aguas subterráneas, de la que se abastece de agua potable. La población actual es de unas 156.000 personas y para el año 2020 se proyecta una población de 230.000 habitantes. También se beneficiarían los agricultores del valle de Azapa que cuentan con derechos de aguas subterráneas, estimándose un total de 900 beneficiarios directos.

2

## OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

Los objetivos generales del presente trabajo, es desarrollar a nivel de factibilidad el estudio de un embalse en el río San José que permita regular las crecidas que afectan al Valle de Azapa y a la ciudad de Arica y servir de obra base de un sistema de recarga del acuífero del valle en conjunto con otras obras que permitan disponer de mayores recursos de aguas subterráneas y superficiales.

Los objetivos específicos del trabajo son :

- Desarrollar los estudios básicos necesarios para establecer la factibilidad técnica y económica del embalse (topográficos, geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos).
- Caracterizar el área de influencia del proyecto y establecer los requerimientos (demandas) que debe satisfacer y cumplir.
- Seleccionar la ubicación, tipo y capacidad del embalse.
- Seleccionar la ubicación y tipo de las obras de recarga.

- Desarrollar el diseño preliminar del embalse y de las obras de recarga y aprovechamiento de aguas abajo.
- Establecer la factibilidad económica y financiera del embalse.

Los trabajos se desarrollarán a nivel de factibilidad y de diseño preliminar de las obras y deberán establecer en forma clara y definitiva la viabilidad técnica y económica de un sistema de regulación-recarga.

### 3

#### ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Para lograr los objetivos generales y específicos planteados, el consultor deberá desarrollar a lo menos las siguientes actividades principales :

- Recopilación y análisis de antecedentes.
- Caracterización del área de influencia del proyecto.
- Ejecución de diferentes estudios básicos y de terreno (topográficos, geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos).
- Identificación y caracterización general de alternativas de emplazamiento del embalse y de las obras de recarga.
- Selección del emplazamiento y capacidad del embalse y de las obras de recarga.
- Diseño preliminar de las obras.
- Aspectos legales e institucionales.
- Evaluación económica del proyecto.
- Análisis financiero.
- Resumen, Conclusiones y Recomendaciones.

A continuación, se señala el contenido general y los alcances que el consultor deberá tener en cuenta para ejecutar dichas actividades y las subactividades que de ellas se deriven.

### 3.1 Recopilación y análisis de antecedentes

El Consultor deberá recopilar todos aquellos antecedentes disponibles relacionados con el área del estudio, y que sean pertinentes a los objetivos y alcances del trabajo a ejecutar.

Dichos antecedentes deberán ser analizados críticamente para establecer su validez, idoneidad y vigencia. Para estos efectos, al inicio del trabajo, el Consultor deberá realizar reconocimientos preliminares de terreno, y mantener reuniones con los representantes de las instituciones y organismos relacionados con la zona y temas de este trabajo, tales como D. de Riego; DGA; ESSAT; Comunidades y Asociaciones de Regantes; SERPLAC; INDAP; etc.

En su oferta, el Consultor indicará cómo se utilizaría la información recolectada en las diversas etapas del estudio.

### 3.2 Caracterización del área de influencia del proyecto

El Consultor deberá realizar una caracterización del área de influencia del proyecto, que contemple todos aquellos aspectos técnicos, económicos y sociales que permitan establecer los requerimientos al proyecto para solucionar los problemas planteados y su factibilidad económica.

Esta caracterización deberá contemplar a lo menos aspectos tales como los siguientes :

- Descripción del área del proyecto
- Causas y consecuencias de los problemas de crecidas y de la evolución de los recursos de aguas subterráneas.
- Actividades productivas o de servicio actuales y previstas.
- Situación agroeconómica del valle de Azapa.
- Aspectos sociales y demográficos.
- Consumos actuales y demandas actuales y futuras urbanas y agrícolas de agua.



- Aspectos legales e institucionales.
- Actuales obras de captación de aguas superficiales y subterráneas.
- Acciones, Programas y Proyectos Públicos y Privados relacionados al área y que tengan objetivos complementarios o eventualmente conflictivos.

La caracterización requerida, deberá poder establecer los requerimientos y demandas al proyecto y cuantificar el impacto que tendría en la solución de los problemas planteados de acuerdo a los objetivos buscados en este trabajo.

En su oferta, el Consultor deberá indicar cómo procederá para establecer la caracterización del área del proyecto según los aspectos señalados, indicando qué tipo de información utilizará para ello, y cuál será el tipo de resultado o producto que entregará al respecto.

### **3.3 Ejecución de Estudios Básicos y trabajo de terreno**

El Consultor deberá desarrollar diferentes tipos de Estudios Básicos y trabajos de terreno que permitan basar en ellos los análisis necesarios para fijar la ubicación, capacidad y factibilidad técnica de las obras del proyecto.

Los estudios y trabajos básicos a ejecutar son los siguientes :

- Trabajos de restitución aerofotogramétrica
- Trabajos topográficos de detalle
- Estudio Hidrológico
- Estudio Hidrogeológico
- Estudio y prospecciones geotécnicas

En el punto 4 próximo, se definen los contenidos mínimos de estos estudios, los alcances que ellos deberán tener y los resultados esperados de los mismos.

### **3.4 Identificación y caracterización de alternativas de emplazamiento de las obras**

Las dos obras fundamentales del proyecto están constituidas por el embalse y el sistema de recarga en el valle de Azapa.



### 3.4.1 Identificación de alternativas de ubicación del embalse

El Consultor deberá identificar a lo menos tres alternativas de emplazamiento de embalse en la Quebrada de Azapa, entre la bocatoma del canal Azapa y el sector de confluencia con el río o Quebrada Seca, aproximadamente.

Junto a dicha identificación, el Consultor deberá caracterizar cada alternativa de emplazamiento con todos los antecedentes necesarios para efectuar una recomendación al respecto y orientar la decisión final de la DGA. Esta caracterización deberá ser hecha considerando los siguientes aspectos, a lo menos :

- Características y eventuales restricciones geológicas y geotécnicas del emplazamiento de la presa.
- Características topográficas de la sección de la presa y de la cubeta. (Curva de almacenamiento del embalse).
- Condiciones de acceso al lugar.
- Condicionamientos y restricciones constructivas (empréstitos, movimientos de maquinaria, etc.).

Para la identificación de las alternativas de emplazamiento, especialistas calificados del Consultor, deberán efectuar un detallado reconocimiento de la Q. de Azapa en el tramo señalado, para calificar adecuadamente los aspectos señalados, recopilando la información que al respecto se refiera.

### 3.4.2 Identificación de alternativas de ubicación de obras de recarga

Mediante detallados reconocimientos de terreno, en los que participarán los especialistas pertinentes, el Consultor deberá identificar diversos posibles sectores donde podrían implantarse diferentes tipos de obras de recarga de la napa.

Cada lugar de emplazamiento de estas obras, deberá ser adecuadamente caracterizado por el Consultor, con los suficientes antecedentes como para poder hacer una recomendación justificada al respecto y posteriormente orientar la decisión del mandante.

Dicha identificación y caracterización deberá ser hecha a lo menos teniendo en cuenta los siguientes antecedentes :

- Interferencias de las obras con las crecidas del río.
- Grado de efectividad hidrogeológica de la ubicación.
- Interferencias con obras o explotaciones productivas existentes o previstas.
- Aspectos de propiedad y tenencia de los emplazamientos.

### 3.5 Selección del emplazamiento y capacidad del embalse y de las obras de recarga

Sobre la base de los antecedentes de identificación y caracterización de las diferentes alternativas de ubicación de embalse y de sectores donde emplazar las obras de recarga, el Consultor efectuará un análisis técnico preliminar de dichas alternativas, teniendo en consideración su factibilidad, efectividad, ventajas, limitaciones y potencialidades, efectuando una recomendación documentada al respecto.

Estos antecedentes, serán analizados y discutidos con el mandante, luego de una visita conjunta al terreno, para efectuar una selección final de la alternativa más adecuada.

Por otro lado, sobre la base de los estudios hidrológicos y de terreno, y a la caracterización y demandas del área de influencia del proyecto, el Consultor procederá a seleccionar la capacidad del embalse. En otras palabras, el Consultor deberá proceder a comparar los recursos embalsables disponibles (crecidas de diversas probabilidades de ocurrencia), la curva de almacenamiento del emplazamiento, y los requerimientos de demandas de entrega directa, de recarga y control de crecidas, para proponer una capacidad de óptima efectividad técnica del embalse. En su oferta, el Consultor deberá explicar cómo procederá metodológicamente para proponer dicha "capacidad de óptima efectividad".



Análogamente y de acuerdo a los antecedentes hidrogeológicos y a los resultados de la selección de la capacidad del embalse, el Consultor procederá a seleccionar la capacidad de recarga de los diferentes sitios de recarga. En su oferta, el Consultor explicará cómo procederá al respecto.

### **3.6 Diseño preliminar de las obras**

#### **3.6.1 Diseño preliminar del embalse**

Habiendo seleccionado la ubicación y capacidad del embalse, el Consultor procederá a desarrollar el diseño preliminar de la presa y de las obras hidráulicas correspondientes (vertedero; obras de entrega o de salida; obras de desvío durante la construcción).

Con respecto al tipo de presa, el Consultor deberá considerar a lo menos dos alternativas. Para cada alternativa, se desarrollará un diseño preliminar, presentándose un plano de disposición general de obras y de plantas y cortes típicos del muro, obras principales y fundaciones. Dichos antecedentes permitirán ubicar y costear las soluciones a nivel de factibilidad general. Lógicamente, el diseño de la presa deberá tener en cuenta las condiciones y restricciones geotécnicas del sitio, como así también la disponibilidad de empréstitos idóneos de materiales.

En dichos diseños preliminares, deberán quedar claramente establecidas la ubicación, tipo y disposición del vertedero, como así también el tipo de solución para el desvío del río durante la construcción y para las obras de entrega.

Finalmente, el diseño preliminar deberá contemplar el del camino de acceso al embalse, para dar solución a este importante aspecto tanto durante la construcción como en la operación de las obras.

Los documentos técnicos de diseño preliminar, fuera de una memoria descriptiva y planos de diseño, deberán incluir una ubicación y presupuesto estimativo de las obras, explicitando los ítems y partidas más importantes. Deberán fundamentarse los precios y costos unitarios de dichas partidas, sobre la base de las condiciones regionales y locales propias de la obra.



### 3.6.2 Diseño preliminar de las obras de recarga de la napa

De acuerdo a la posible ubicación de las obras de recarga de la napa, se procederá al diseño preliminar de las mismas, sobre la base de situaciones tipificadas según las diferentes condiciones de emplazamiento y capacidades generales requeridas. El Consultor deberá considerar diferentes alternativas de las mismas : pozos de recarga; piletas o lagunas de percolación; zanjas o canalones de percolación; obras para inducir percolación en el cauce, etc.

En dichos diseños preliminares, se deberá contemplar las condicionantes y modalidades de operación de los diferentes tipos de obras.

El diseño preliminar de las obras deberá también contemplar la seguridad física de las mismas ante las crecidas no reguladas del río y sus requerimientos de mantención.

El Consultor deberá entregar un plano general de ubicación de las obras de recarga, señalando el tipo de obra para cada situación.

Los planos de diseño preliminar, deberán contener para cada situación tipo, la disposición general de obras y las plantas y cortes típicos que correspondan para definir la solución y efectuar las cubicaciones pertinentes.

Las cubicaciones deberán explicitar los items o partidas más importantes y para los presupuestos correspondientes, se deberá fundamentar los precios y costos unitarios de dichas partidas, teniendo en cuenta las condiciones regionales y locales propias del área.

### 3.7 Aspectos legales e institucionales

En relación a la utilización de las aguas relacionadas con los sistemas de recarga de la napa, el Consultor deberá efectuar un análisis legal e institucional que a lo menos analice los siguientes aspectos :

- Derechos sobre el agua recargada.
- Propiedad de la capacidad de almacenamiento en un acuífero y definición legal de este bien.

- Implicancias legales de las externalidades positivas de los sistemas de recarga.
- Exigencias de seguridad a las aguas recargadas, es decir, garantías para su uso posterior por los que financian el proyecto.

El Consultor deberá señalar en su oferta qué tipo de análisis y alcances desarrollará sobre estos aspectos y de otros que él proponga identificar.

### **3.8 Análisis Económico del Proyecto**

#### **3.8.1 Beneficios y Costos**

Primeramente, el Consultor deberá identificar y caracterizar el escenario base para la evaluación, es decir, la situación "sin proyecto". En su oferta, el Consultor deberá anticipar una proposición general al respecto.

Dado el uso múltiple del proyecto : principalmente control de crecidas y recarga de la napa para su uso fundamentalmente en agua potable, el Consultor deberá hacer una exhaustiva identificación y cuantificación (a nivel de factibilidad) de los beneficios y costos del proyecto.

Entre los beneficios del proyecto, deberá analizar a lo menos los siguientes :

- Posibilidad de almacenar agua de crecidas, que en caso contrario, se perdería en el mar, aumentando consecuentemente las disponibilidades para su uso en agua potable.
- Reducción de las alturas de elevación de los pozos existentes.
- Reducción de los niveles de intrusión salina.
- Reducción de perjuicios provocados por crecidas.
- Extensión de la vida útil del acuífero de Arica.

Entre los costos del proyecto, deberán considerarse los siguientes, como mínimo :

- Costos de inversión y operación de las obras.
- Eventuales costos de reposición de algunas obras de recarga durante el horizonte del proyecto.
- Costos de los terrenos donde se implantarán las obras.
- Eventuales costos de energía (posibles pozos de inyección).

Finalmente, el Consultor deberá identificar, caracterizar y cuantificar en lo que sea posible, las externalidades tanto positivas como negativas del proyecto. Con respecto a ello, en la oferta, el Consultor deberá anticipar algunas de éstas, y la metodología que usaría para poder cuantificar aquellas externalidades, en que por su naturaleza, ello es posible.

### 3.8.2 Evaluación económica

El Consultor deberá efectuar los siguientes tres tipos de evaluación económica :

- Evaluación privada a precios y condiciones privadas.
- Evaluación social a precios sociales.
- Evaluación social a precios privados.

Para la evaluación privada a precios y condiciones privadas, se deberá proceder suponiendo que un ente privado aborde el proceso de financiar y operar el proyecto como un negocio privado.

Para la evaluación social, tanto a precios privados como sociales, se procederá de acuerdo las pautas, criterios y estándares actualmente establecidos por MIDEPLAN para estos efectos.

Para cada tipo de evaluación se determinarán los indicadores usuales de evaluación : tales como el VAN y el TIR, efectuándose las sensibilizaciones que correspondan.

El Consultor en su oferta, deberá indicar claramente la metodología y alcances que ofrece para efectuar la evaluación económica del proyecto.



### 3.9 Análisis financiero

El Consultor analizará a nivel de factibilidad general, los diferentes aspectos particulares de este proyecto que originan problemas especiales de cobro y recuperación de costos por los usuarios, según sean las opciones de financiamiento del mismo.

Se deberá en consecuencia, identificar dichos problemas, según sea la proposición de diferentes esquemas de financiamiento, analizándose en general la factibilidad de ellos.

Finalmente, deberá proponer un esquema de financiamiento que se visualice viable por los entes interesados en el proyecto y por los usuarios del mismo.

### 3.10 Resumen, conclusiones y recomendaciones

Además de entregar un informe final del trabajo, en los términos habituales a la naturaleza del mismo, el Consultor deberá preparar en texto separado, un Informe Ejecutivo que contenga un Resumen de las actividades, análisis y resultados obtenidos, y las conclusiones y recomendaciones que se deriven del estudio.

## 4 ESTUDIOS BASICOS

Los estudios básicos a desarrollar por el Consultor serían los siguientes :

- Trabajos de restitución aerofotogramétrica
- Trabajos topográficos de detalle
- Estudio Hidrológico
- Estudio Hidrogeológico
- Estudios y Prospecciones Geotécnicas

En los puntos siguientes se indican los objetivos, contenidos mínimos y alcances de estos estudios.

### 4.1 Trabajos de restitución aerofotogramétrica

El Consultor deberá contemplar en su oferta una restitución aerofotogramétrica a Escala 1:2500 sólo del valle de Azapa (hasta Ausipar) en aquellos sectores del

valle en que sea de interés identificar áreas de implantación de obras de recarga. Para efectos de comparación, el Consultor cotizará en su oferta económica sólo una superficie de referencia de 3500 Hás.

Para el sector de posibles emplazamientos de alternativas de embalse, se deberá contemplar una restitución a Esc. 1:5000.

Una vez identificada y decidida la alternativa para emplazar un embalse, el consultor deberá efectuar una restitución aerofotogramétrica Escala 1:2000, tanto del sector de la cubeta del embalse como del área que sea de interés para desarrollar el camino de acceso. Para estos efectos, el Consultor cotizará en su oferta económica, una superficie de referencia de 1500 a Esc. 1:5000 y de 200 Hás. para la Escala 1:2000.

#### 4.2 Levantamientos topográficos de detalle

El Consultor deberá analizar en su oferta, la necesidad o conveniencia de contemplar algún levantamiento topográfico (taquimétrico, nivelación y perfiles) de detalle en el sector de la presa del embalse cuya ubicación haya sido seleccionada.

La decisión de incluir o no dichos levantamientos, deberá ser justificada por el Consultor en su oferta técnica. En caso que decida ejecutarlos, deberá a su vez especificar dichos levantamientos y cotizarlos explícitamente y en forma separada en un Anexo en su Oferta Económica.

#### 4.3 Estudio hidrológico

Se deberá efectuar un estudio hidrológico completo, cuyos objetivos específicos sean fundamentalmente los siguientes :

- Caracterizar probabilísticamente el régimen natural de crecidas en el Valle y Quebrada de Azapa.
- Evaluar los caudales afluentes al embalse, incluyendo los aportes del Canal Lauca, además de los recursos propios de la cuenca del río San José.
- Caracterizar el régimen de pérdidas y recuperaciones a lo largo de la Quebrada de Azapa.

- Aportar todos los antecedentes hidrológicos que permitan decidir la capacidad del embalse.
- Determinar la crecida de diseño del vertedero del embalse.
- Estimar los aportes de sedimentos al embalse.

Para lograr los objetivos y resultados planteados, el Consultor deberá hacer una exhaustiva recopilación y análisis de la información hidrológica básica disponible y de los estudios anteriores que sean pertinentes, a fin de establecer su idoneidad, vigencia y/o necesidad de complementación.

A continuación se exponen los alcances y resultados buscados para lograr cada uno de los objetivos indicados más arriba.

#### **4.3.1 Caracterización probabilística de crecidas**

El Consultor deberá proceder a desarrollar un completo análisis hidrológico del régimen de crecidas de la cuenca del río San José, incluyendo un análisis probabilístico de los gastos máximos instantáneos, del volumen total de las crecidas y de la duración de las mismas.

Se deberá desarrollar también un análisis estocástico de los intervalos de tiempo entre crecidas.

El estudio de crecidas incluirá la estimación económica de los daños ocasionados por crecidas de diferentes magnitudes en diferentes sectores críticos del valle.

Finalmente, se deberá estudiar el efecto regulador del embalse para diferentes normas o criterios de operación.

El Consultor en su oferta, explicará el enfoque y procedimientos metodológicos para abordar estos temas.

#### **4.3.2 Evaluación de caudales afluentes al embalse**

El Consultor deberá desarrollar un análisis sobre los caudales "normales" y de crecidas afluentes al



embalse, y sobre esa base, aportar diferentes criterios y relaciones que permitan decidir la capacidad más adecuada del embalse, para diferentes objetivos de caudales (regulados) de entrega.

En su oferta técnica, el Consultor deberá indicar explícitamente cómo procederá metodológicamente para alcanzar el objetivo señalado.

#### **4.3.3 Estudio de pérdidas y recuperaciones**

A objeto de aportar antecedentes para la selección de la ubicación, tipo y capacidad de las obras de recarga de la napa, el Consultor deberá proceder a caracterizar el régimen de pérdidas y recuperaciones de agua en el cauce. Además, interesa conocer dichos procesos en otros sectores más altos de la quebrada, a objeto de aportar antecedentes para planificar la gestión del recurso hídrico entre diferentes sectores de la cuenca (sectores pre-altiplánicos y sector Valle de Azapa).

El tramo de interés donde deberán desarrollarse los estudios de pérdidas y recuperaciones, es extenderá entre los aportes al río San José de las Quebradas de Tignamar y Seca, y la ciudad de Arica.

Este estudio deberá desarrollarse primeramente sobre la base de un análisis de estudios anteriores y de nuevas corridas especiales de aforo que el Consultor debe ejecutar a lo largo del río.

En su oferta técnica, el Consultor deberá señalar cómo procederá para efectuar las corridas de aforo (procedimiento logístico, lugares y frecuencias) y cómo interpretará y analizará los resultados para establecer el régimen de pérdidas y recuperaciones del río.

#### **4.3.4 Crecida de Diseño del Vertedero**

Se deberá desarrollar un análisis especial en relación a la crecida de diseño del vertedero. El Consultor en su oferta técnica, señalará el o los procedimientos que utilizará para la determinación de dicha crecida y el tipo de información base que utilizará para ello.

#### **4.3.5 Evaluación de aportes de sedimentos al embalse**

El Consultor deberá efectuar un análisis del arrastre de sedimentos en el río, tanto los en suspensión como por arrastre de fondo. Estas evaluaciones tendrán por objetivo, decidir el volumen de sedimentos que se podría acumular durante la vida útil del embalse, y por lo tanto incidirá en el estudio de selección de la capacidad total que deberá contemplarse para el embalse.

El Consultor en su oferta deberá señalar qué métodos y procedimientos utilizará para efectuar estas estimaciones, qué información utilizará para ello, y qué criterios utilizará para seleccionar el volumen muerto del embalse.

#### **4.4 Estudio hidrogeológico**

El objetivo fundamental del estudio hidrogeológico es desarrollar los antecedentes necesarios que permitan analizar y tomar decisiones en relación a los siguientes aspectos :

- Identificación de los sectores más propicios para implantar las obras de recarga de la napa.
- Tipo de sistemas de recarga que serían de interés.
- Modalidades de operación del sistema de recarga.
- Efectividad potencial de la recarga y procedimientos para cuantificarla durante la operación real del sistema.

Para lograr estos objetivos, el Consultor deberá usar toda la información disponible que sea pertinente. En caso que el Consultor estime conveniente que debe obtener o procesar información nueva adicional o elaborar herramientas metodológicas adicionales, deberá explicar en su oferta técnica, a qué tipo de información y métodos se refiere, cómo procederá para ello y qué uso específico hará de ello.

#### **4.5 Estudios y prospecciones geotécnicas**

Para la identificación y selección de sitios de embalse y para el diseño preliminar de la presa y sus



obras hidráulicas, el Consultor deberá proceder a ejecutar las prospecciones que correspondan a esta etapa y los estudios geotécnicos y geológicos pertinentes.

Efectivamente, se espera que a lo menos un geólogo aplicado y un ingeniero geotécnico especialista en presas, efectúen un reconocimiento detallado del río San José entre Ausipar y Quebrada Seca, a objeto de poder identificar las alternativas de ubicación que sean más idóneas geotécnicamente y poder caracterizarlas adecuadamente bajo el punto de vista de dichas especialidades.

Luego, para la alternativa de ubicación que se decida y de acuerdo a los tipos de presa que corresponda analizar, se efectuará un reconocimiento geológico y geotécnico más afinado del sector, a objeto de evaluar las condicionantes y restricciones relacionadas con estos aspectos y que puedan inducir a consideraciones especiales en el prediseño y/o costos de las obras (encastramientos y fundaciones del muro y su relación con las obras hidráulicas respectivas).

Se espera que el Consultor efectúe prospecciones geotécnicas, sólo para la alternativa de ubicación elegida. A este respecto, teniendo en cuenta las dificultades de acceso a los posibles lugares de mayor interés para implantar la presa, se espera que dichas prospecciones correspondan sólo a calicatas o pozos de reconocimiento y eventualmente a pequeñas galerías excavadas a mano.

A objeto de normalizar la comparación de ofertas, el Consultor deberá cotizar sólo las siguientes prospecciones :

- 2 calicatas de 10 m de profundidad en el lecho del cauce.
- Dos calicatas o pequeña galería de 5 m, en cada encastramiento de la presa.

Los ensayos a ejecutar en las muestras a extraer en dichas calicatas, deberán ser propuestas por el Consultor en su oferta.

En caso que el Consultor estime necesario efectuar un número mayor de calicatas o bien ejecutar otro tipo de prospecciones (sondajes, geofísica, etc.), deberá detallarlas y justificarlas en su oferta técnica y cotizarlas separada y explícitamente en un anexo de su oferta económica.



**ETAPAS E INFORMES DE LA CONSULTORIA**

El trabajo de consultoría se desarrollará en cuatro etapas, durante las cuales se deberán desarrollar las siguientes actividades principales, cuyos objetivos, contenidos y alcances se señalaron en los puntos 3 y 4 precedentes :

**Etapa 1 :**

- Recopilación de Antecedentes
- Caracterización del Area de Influencia del Proyecto
- Identificación alternativas de ubicación de embalses
- Restituciones aerofotogramétricas
- Informe de caracterización geológica y geotécnica de alternativas de embalse

**Etapa 2 :**

- Estudios hidrológicos (excepto crecida de diseño del vertedero)
- Estudio hidrogeológico
- Identificación sitios de obras de recarga
- Selección ubicación del embalse y de sitios de recarga
- Selección de la capacidad del embalse
- Selección de la capacidad de obras de recarga
- Aspectos legales
- Aspectos financieros generales
- Restitución aerofotogramétrica ubicación embalse

**Etapa 3 :**

- Diseño preliminar del embalse
- Diseño preliminar obras de recarga
- Crecida de diseño del vertedero
- Informe geotécnico final del embalse

**Etapa 4 :**

- Análisis económicos
- Análisis financiero final
- Informe final y resumen ejecutivo

Al término de cada etapa, el Consultor deberá entregar un "Informe de Etapa", que contenga en forma completa, los antecedentes, análisis, resultados,

conclusiones y recomendaciones correspondientes a cada una de las actividades contenidas en dicha etapa, según la denominación señalada más arriba.

El Mandante dispondrá de un plazo de 15 días corridos para emitir por escrito sus observaciones al informe de cada la etapa. La forma cómo el Consultor procederá a atender dichas observaciones, deberá ser acordada por las partes en los próximos 10 días corridos. La atención de dichas observaciones no dará origen a la edición de un nuevo informe de etapa, sino que deberán ser tenidas en cuenta en las etapas posteriores y sólo implementadas cuando se edite el Informe Final.

El Informe Final de la Consultoría debe contener :

- Informe Ejecutivo (1 separata)
- Informe Resumen, Conclusiones y Recomendaciones (1 volumen)
- Anexos. Varios Volúmenes con los Informes de las Etapa 1 a 4, corregidos
- Album de Planos y Láminas

6

#### PLAZOS PARCIALES Y TOTALES PARA EJECUTAR EL ESTUDIO

Los plazos parciales para ejecutar cada una de las etapas previstas para el estudio, serán propuestas por el Consultor en su Oferta Técnica de acuerdo al programa de trabajo que ofrezca.

En todo caso, el plazo total para desarrollar el estudio no deberá exceder de 12 meses, incluyendo en cada etapa, 15 días corridos para que se emitan observaciones al informe de la etapa respectiva y luego 10 días corridos para acordar cómo se atenderán.

7

**COSTOS DEL ESTUDIO**

El costo del desarrollo del presente estudio, se compone del valor de los honorarios y el costo de los gastos directos que ocasione el trabajo. El desglose y detalle de estos montos se estima de la siguiente manera:

**7.1 Honorarios Profesionales**

<b>Categoría</b>	<b>Horas</b>	<b>Valor Unit. (US\$)</b>	<b>Total (US\$)</b>
- Jefe de Proyecto	1000	40	40.000
- Asesores Especialistas:			
. Hidrólogo	400	35	14.000
. Hidrogeólogo	400	35	14.000
. Geólogo	200	35	7.000
. Geotécnico	300	35	10.500
. Agrónomo	400	35	14.000
. Abogado	250	35	8.750
. Economista	580	35	20.300
- Ingeniero A	1800	30	54.000
- Ingeniero B	1800	25	45.000
- Ingeniero C	1600	20	32.000
- Dibujante	600	15	9.000
- Secretaria	400	15	6.000
			-----
<b>SUBTOTAL HONORARIOS</b>			<b>US\$ 274.050</b>
			<b>UF 10.159</b>



## 7.2 Gastos Directos

	US\$
- Levantamientos Aerofotogramétricos (5500 Has)	12.420
- Corridas de Aforo (3 corridas en 20 secciones)	4.050
- Viajes al Terreno (16 pasajes aéreos; 38 h día de hotel y 71 h día viático)	9.045
- Arriendo de vehículo (18 días)	1.755
- Aerofotografías (100 fotos)	1.215
- Calicatas (2 de 10 m y 4 de 5 m)	5.400
- Análisis de suelo (global)	2.430
- Edición Informes Parciales y Final	6.075
- Copias de Planos (31 originales y 25 copias)	1.000
- Boleta de Garantía	2.295
- Financiamiento	4.770
	-----
SUBTOTAL GASTOS DIRECTOS	US\$ 50.455
	UF 1.870

## 7.3 Resumen Final

	US\$	UF
HONORARIOS	274.050	10.159
GASTOS	50.455	1.870
	-----	-----
TOTAL	324.505	12.029

Santiago, Julio de 1995.