



GOBIERNO DE CHILE

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

cf. conductor
564
↓
14/06/04
Conseguir 0

**MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA
IV Región de Coquimbo, Comunas de La Serena y Coquimbo**

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación

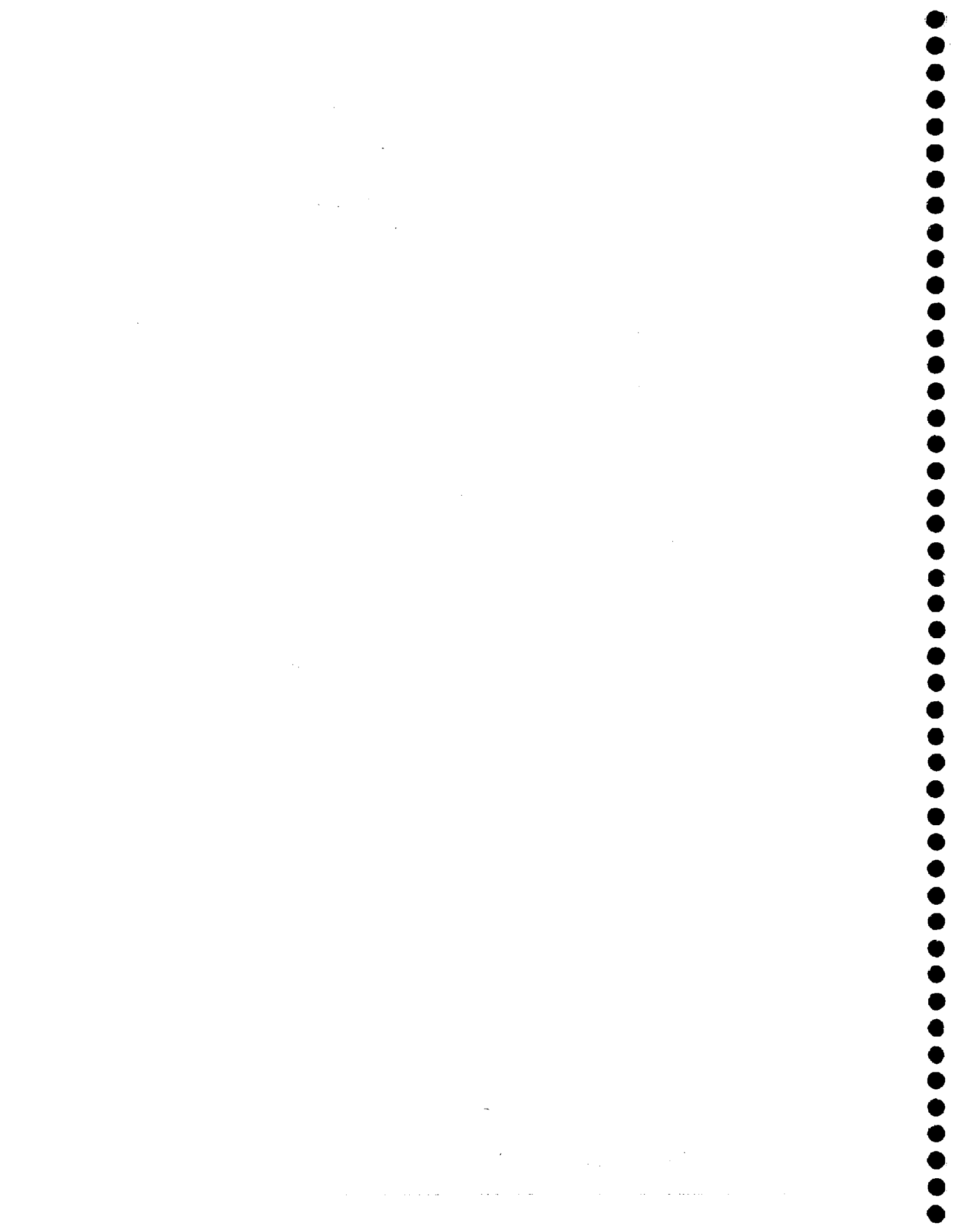
TEXTO

CONSULTOR: LUIS GUSTAVO ARRAU DEL CANTO

NOVIEMBRE DE 2000

MARÍA LUISA SANTANDER 0231, PROVIDENCIA, SANTIAGO
FONO: 341 4800 FAX: 269 2778

VG-0401-15



PR04-2829
v.2 c.1



GOBIERNO DE CHILE

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

**MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA
IV Región de Coquimbo, Comunas de La Serena y Coquimbo**

TEXTO

CONSULTOR: LUIS GUSTAVO ARRAU DEL CANTO

NOVIEMBRE DE 2000

**MARÍA LUISA SANTANDER 0231, PROVIDENCIA, SANTIAGO
FONO: 341 4800 FAX: 269 2778**



**CONSULTORÍA “MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGIÓN”**

ESTRUCTURA DEL INFORME FINAL

Volumen N° 1: Resumen Ejecutivo

Volumen N° 2: Texto

Volumen N° 3: Anexos (N° 1 al N° 6)

Volumen N° 4: Especificaciones Técnicas Especiales (ETE) y
Bases de Medición y Pago (BMP)

Volumen N° 5: Declaración de Impacto Ambiental

Volumen N° 6: Planos

Volumen N° 7: Anexos (N° 7 al N° 45)



**CONSULTORIA "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGION"**

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

Í N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES	4
3. ESTUDIO AGROECONÓMICO.....	6
3.1 Aspectos Generales.....	6
3.2 Muestreo de Calidad de las Aguas del canal Herradura realizado en el presente Estudio	7
3.3 Sectorización del Area en Estudio y Caracterización de la Situación Actual, Actual Optimizada y Futura.....	8
4. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA	10
4.1 Canal Bellavista	10
4.1.1 Obras del canal	10
4.1.2 Diagnóstico del Estado de los Túneles	11
4.2 Canal Herradura.....	12
4.2.1 Eje Hidráulico.....	12
4.2.2 Problemas Identificados y Soluciones Desarrolladas	13
5. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	14
5.1 Prospecciones en Obras del canal Bellavista.....	14
5.2 Prospecciones en los Túneles del canal Bellavista	14
5.3 Prospecciones en Obras del canal La Herradura	15
5.4 Estudio de Mecánica de Suelos de los canales By Pass de Sectores de Túneles del canal Bellavista	16
6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO	17
6.1 Alternativas de Abovedamiento canal La Herradura.....	17
6.2 Mejoramiento de Obras del canal Bellavista	17
6.2.1 Objetivos de las Obras de Mejoramiento en el canal Bellavista	17
6.2.2 Caudal de Diseño Adoptado	18
6.2.3 Alternativas de Revestimiento de los Túneles.....	18
6.2.4 Análisis de Alternativas de Ampliación de la Capacidad en sectores de túneles	19

Í N D I C E

	Pág.
7. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS.....	23
7.1 Proyectos de Mejoramiento en el canal Bellavista.....	23
7.2 Proyectos de Mejoramiento en el canal La Herradura.....	24
7.3 Presupuesto de las Obras	25
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	26
8.1 Descripción de los Escenarios de Evaluación	26
8.2 Evaluación Técnica – Económica del Proyecto.....	27
8.2.1 Definición de la Situación “sin” Proyecto	27
8.2.2 Situación “con” Proyecto.....	28
8.2.3 Supuestos Básicos de la Evaluación Económica	28
8.2.4 Indicadores Económicos.....	28
9. CONCLUSIONES.....	30
9.1 Proyectos Identificados y Desarrollados	30
9.2 Evaluación Económica	30
9.3 Análisis Ambiental del Proyecto	31

**CONSULTORIA “MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGION”**

INFORME FINAL

VOLUMEN Nº 2 : TEXTO

Í N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES.....	1-1
1.1 Introducción.....	1-1
1.2 Descripción General del Area de Estudio.....	1-3
1.2.1 Ubicación del Area de Estudio	1-3
1.2.2 Características Físicas.....	1-5
1.2.3 Clima.....	1-5
1.2.4 Suelos.....	1-7
1.2.5 Agricultura del Área	1-9
1.2.6 Hidrología.....	1-9
1.2.7 Población	1-10
1.3 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	1-10
1.3.1 Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas Huasco, Elqui, DGA, CONIC-BF	1-10
1.3.2 Diagnóstico de Pérdidas de Conducción y Operación en canales de los ríos Elqui y Cachapoal. Centro de Investigación de Recursos Naturales-Dirección de Obras Hidráulicas, 1998 EWE Chile ..	1-13
1.3.3 Prefactibilidad Unificación de canales La Herradura – Bellavista IV Región. Aquagro Consultores Ltda. 1998	1-22
1.3.4 Estudio del Esquema de la Red Actual de canales del Valle del Río Elqui y sus Afluentes.....	1-23
1.3.5 Estudio Integral de Riego. Valle Elqui. INA Ingenieros CNR 1997.....	1-24
1.3.6 Proyecto Puclaro. Capacidad de Embalse y Tipo de Presa. DOH. Consortio de Ingeniería Ingendesa - Edic Ltda. 1992.....	1-27
1.3.7 Proyecto Puclaro. Modelo de Simulación. DOH Ingendesa 1994.....	1-27
1.3.8 Manejo Integral del recurso Hídrico a nivel de Cuencas, cuenca del río Elqui INECON. MOP. DOH. 1997.....	1-28
1.3.9 Propuesta de Desarrollo para el Área de Influencia del embalse Puclaro en el Valle del Elqui. CNR 1997.....	1-28
1.3.10 Trabajos de Topografía de los Túneles. DOH.....	1-29
2. ESTUDIO AGROECONÓMICO.....	2-1
2.1 Introducción.....	2-1
2.2 Identificación y Caracterización de Predios Tipo.....	2-1
2.2.1 Encuesta Simple.....	2-2

Í N D I C E

Pág.

2.2.2	Caracterización de Predios Tipo	2-4
2.2.3	Encuesta Detallada.....	2-4
2.3	Diagnóstico de la Situación Actual.....	2-6
2.3.1	Clima.....	2-6
2.3.2	Suelos.....	2-10
2.3.3	Catastro de Usuarios del canal La Herradura	2-12
2.3.4	Calidad del Agua de Riego	2-16
2.3.5	Sectorización del Area.....	2-19
2.3.6	Uso Actual de la Tierra y Producción.....	2-20
2.3.7	Caracterización Productiva.....	2-21
2.3.8	Caracterización económica de la Producción	2-25
2.3.9	Mercado, Comercialización y Precios	2-25
2.3.10	Transferencia Tecnológica.....	2-27
2.4	Situación Agropecuaria Actual Optimizada	2-28
2.4.1	Supuestos y Criterios de Optimización.....	2-28
2.4.2	Caracterización Productiva y Económica de los Predios Tipo y Area de Proyecto en la Situación Optimizada.....	2-29
2.5	Situación Agropecuaria Futura	2-32
2.5.1	Supuestos de Proyección Situación Futura.....	2-32
2.5.2	Caracterización Productiva y Económica de los Predios Tipo y Area de Proyecto en la Situación Futura.....	2-33
2.6	Determinación de Costos y Beneficios.....	2-39
2.7	Demandas de Agua de los Cultivos	2-41
2.7.1	Determinación de la Evapotranspiración Potencial	2-41
2.7.2	Determinación de los Coeficientes Kc de los Cultivos	2-42
2.7.3	Determinación de la Evapotranspiración Real	2-42
2.7.4	Determinación de las Eficiencias de Riego	2-44
2.7.5	Determinación de Demandas de Agua Mensuales para cada Cultivo	2-44
3.	DIAGNÓSTICO DEL CANAL BELLAVISTA.....	3-1
3.1	Diagnóstico de las Obras	3-1
3.1.1	Aspectos Generales.....	3-1
3.1.2	Pretil Pelicana	3-1
3.1.3	Ubicación de Desripador	3-2
3.1.4	Compuerta Frontal de Inicio del canal.....	3-2
3.1.5	Obra de Medición de Caudal	3-2
3.1.6	Tramo Obra de Control – Quebrada El Arrayán	3-3
3.1.7	Quebrada El Arrayán	3-5
3.1.8	Compuerta de Descarga en Zona de la Quebrada de Las Ánimas.....	3-5
3.1.9	Marco Quilacán	3-5
3.1.10	Compuerta Sector San Francisco.....	3-5
3.1.11	Sector El Milagro, en Cerro Grande	3-5

Í N D I C E

Pág.

3.1.12	Sector para Obra de Descarga desde el canal Bellavista al Herradura	3-6
3.1.13	Obra de Cruce de Quebrada, Aguas Abajo del Túnel N°10	3-6
3.2	Diagnóstico del estado de los Túneles.....	3-6
3.2.1	Aspectos Generales.....	3-6
3.2.2	Consideraciones Geológicas y Geotécnicas	3-8
3.2.3	Diagnóstico Túnel N°1 Las Rojas.....	3-11
3.2.4	Diagnóstico Túnel N°2 Porvenir.....	3-13
3.2.5	Diagnóstico Túnel N°3 Las Animas	3-14
3.2.6	Diagnóstico Túnel N°4 sector La Cachina (Túnel 1 de 7).....	3-15
3.2.7	Diagnóstico Túnel N°5 sector La Cachina (Túnel 2 de 7).....	3-16
3.2.8	Diagnóstico Túnel N°6 sector La Cachina (Túnel 3 de 7).....	3-16
3.2.9	Diagnóstico Túnel N°7 sector La Cachina (Túnel 4 de 7).....	3-17
3.2.10	Diagnóstico Túnel N°8 sector La Cachina (Túnel 5 de 7).....	3-18
3.2.11	Diagnóstico Túnel N°9 sector La Cachina (Túnel 6 de 7).....	3-19
3.2.12	Diagnóstico Túnel N°10 sector La Cachina (Túnel 7 de 7).....	3-20
3.2.13	Resumen de Tipo de Material a Excavar	3-21
3.3	Análisis de la Capacidad de Conducción de los Túneles del canal Bellavista	3-22
3.3.1	Aspectos Generales y Objetivos	3-22
3.3.2	Antecedentes y Metodología	3-22
3.3.3	Estimación de los Coeficientes de Rugosidad de los Túneles.....	3-23
3.3.4	Análisis de Eje Hidráulico en la Situación Actual.....	3-25
4.	DIAGNÓSTICO DEL CANAL LA HERRADURA	4-1
4.1	Descripción General del canal	4-1
4.2	Descripción de las Obras	4-1
4.3	Diagnóstico del canal.....	4-8
4.3.1	Estado de sus Obras.....	4-8
4.3.2	Estado del canal Herradura.....	4-8
4.4	Trabajos de Topografía en canal La Herradura	4-11
4.4.1	Balizado del canal y Colocación de Puntos de Referencia.....	4-11
4.4.2	Nivelación de Puntos de Referencia y Estacas	4-12
4.4.3	Levantamiento de Perfiles Transversales	4-12
4.4.4	Errores de Cierre.....	4-12
4.5	Eje Hidráulico del canal en la Situación Actual	4-14
4.5.1	Cálculo Eje Hidráulico	4-14
4.5.2	Bases para el Cálculo del Eje Hidráulico	4-16
4.5.3	Conclusiones Generales.....	4-18
5.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	5-1
5.1	Prospecciones en Obras del canal Bellavista.....	5-1
5.1.1	Antecedentes Geológicos.....	5-2
5.1.2	Resultados de las Exploraciones.....	5-2

ÍNDICE

	Pág.
5.1.3	Modelo Estratigráfico y de Propiedades Mecánicas..... 5-11
5.1.4	Recomendaciones para Fundaciones 5-12
5.1.5	Inclinación de Taludes..... 5-18
5.2	Prospecciones en los Túneles del canal Bellavista 5-19
5.2.1	Muestreo y Ensayes Realizados..... 5-19
5.2.2	Resultados de los Ensayes 5-20
5.3	Prospecciones en Obras del canal La Herradura 5-26
5.3.1	Aspectos Generales..... 5-26
5.3.2	Antecedentes Geológicos..... 5-27
5.3.3	Resultados de las Exploraciones..... 5-27
5.3.4	Modelo Estratigráfico y de Propiedades Mecánicas..... 5-27
5.3.5	Análisis de Estabilidad de Terraplén 5-30
5.3.6	Empujes de Suelos sobre Muros de Contención..... 5-37
5.4	Estudio de Mecánica de Suelos de los canales By Pass de Sectores de Túneles del canal Bellavista 5-38
5.4.1	Antecedentes Utilizados 5-38
5.4.2	Introducción..... 5-38
5.4.3	Antecedentes Geológicos..... 5-39
5.4.4	Resultados de las Exploraciones..... 5-39
5.4.5	Modelo Estratigráfico y de Propiedades Mecánicas..... 5-56
5.4.6	Recomendaciones para Fundaciones 5-57
5.4.7	Inclinación de Taludes..... 5-63
5.4.8	Recomendaciones sobre Revestimientos..... 5-64
6.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO 6-1
6.1	Alternativas de Abovedamiento canal La Herradura..... 6-1
6.2	Mejoramiento de Obras del canal Bellavista 6-2
6.2.1	Objetivos de las Obras de Mejoramiento en el canal Bellavista 6-2
6.2.2	Caudal de Diseño del canal Bellavista..... 6-3
6.2.3	Descripción de Alternativas de Revestimiento de los Túneles..... 6-7
6.2.4	Análisis de Eje Hidráulico de las Alternativas de Revestimiento de los Túneles..... 6-18
6.2.5	Análisis de Alternativas de Ampliación de la Capacidad en Sectores de Túneles..... 6-25
7.	DISEÑOS DETALLADOS 7-1
7.1	Introducción y Resumen 7-1
7.1.1	Aspectos Generales..... 7-1
7.1.2	Proyectos de Mejoramiento en el canal Bellavista 7-1
7.1.3	Proyectos de Mejoramiento en el canal La Herradura..... 7-3
7.1.4	Trabajos de Terreno Realizados 7-4
7.1.5	Presupuesto de las Obras 7-5

ÍNDICE

	Pág.
7.2	Descripción de los Proyectos en el canal Bellavista..... 7-6
7.2.1	Canal de Aducción..... 7-6
7.2.2	Desripiador, Bocatoma y Sección de Control..... 7-6
7.2.3	Cambio y Motorización de Compuertas 7-7
7.2.4	Cruce de Quebrada El Arrayán..... 7-9
7.2.5	Mejoramiento de Compuertas..... 7-10
7.2.6	Obra de Mejoramiento Quebrada Cerro Grande 7-13
7.2.7	Obra de Enlace entre canal Bellavista y Herradura 7-13
7.2.8	Ampliación de Capacidad en Sectores de Túneles 7-14
7.3	Descripción de los Proyectos en el canal La Herradura 7-19
7.3.1	Aspectos Generales..... 7-19
7.3.2	Descripción de los Proyectos..... 7-20
7.4	Expropiaciones 7-21
7.5	Programa de Construcción..... 7-23
7.5.1	Canal Bellavista 7-23
7.5.2	Canal Herradura..... 7-24
7.5.3	Programa de Construcción y de Inversiones 7-24
7.6	Manual de Operación y Mantenimiento 7-27
7.6.1	Manual de Operación..... 7-27
7.6.2	Manual de Mantenimiento..... 7-27
8.	EVALUACIÓN ECONÓMICA..... 8-1
8.1	Descripción de los Escenarios de Evaluación 8-1
8.1.1	Aspectos Generales y Situación Actual 8-1
8.1.2	Proyecto N°1: Unificación con canal Bellavista..... 8-2
8.1.3	Proyecto N°2: Mejoramiento del canal Herradura..... 8-5
8.1.4	Proyecto N°3: Resumen de Costos 8-6
8.2	Balance Hídrico 8-7
8.2.1	Cálculo de la Disponibilidad de Agua en cada Sector..... 8-7
8.2.2	Cálculo del Balance Mensual 8-8
8.3.	Evaluación Técnica - Económica del Proyecto 8-17
8.3.1	Aspectos Generales..... 8-17
8.3.2	Metodología de Evaluación 8-17
8.3.3	Evaluación Privada y Social 8-20
8.3.4	Indicadores Económicos..... 8-22
8.3.5	Análisis de Resultados..... 8-24
8.3.6	Análisis de Sensibilidad..... 8-25
8.4	Aspectos Agronómicos..... 8-30
8.4.1	Período de Transición para el Cambio..... 8-30
8.4.2	Programas de Apoyo..... 8-31
8.4.3	Aspectos Técnicos para Evaluación 8-33

**CONSULTORIA “MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGION”**

INFORME FINAL

VOLUMEN N° 3

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO N° 1	CUBICACIONES Y PRESUPUESTO DETALLADO: CUBICACIONES, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS, ANÁLISIS DE INCIDENCIA.....0001
ANEXO N° 2	PROYECTO INSTALACIONES ELECTRICAS Y COMPUERTAS MOTORIZADAS BOCATOMA CANAL BELLAVISTA.....0101
ANEXO N° 3	MEMORIAS DE CALCULO HIDRÁULICO OBRAS: OBRA DE TOMA Y CONTROL CANAL BELLAVISTA, SIFÓN ARRAYÁN-CANAL BELLAVISTA, UNIFICACIÓN BELLAVISTA- LA HERRADURA, ABOVEDAMIENTO KM 2.600 CANAL LA HERRADURA, CANALES BY PASS EN TÚNELES CANAL BELLAVISTA.....0127
ANEXO N° 4	MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL OBRAS: BOCATOMA CANAL BELLAVISTA, BOCATOMA SIFÓN QUEBRADA EL ARRAYÁN, MEJORAMIENTO DE COMPUERTAS DE DESCARGA SAN FRANCISCO Y LAS ÁNIMAS, UNIFICACIÓN BELLAVISTA - LA HERRADURA, ALCANTARILLA BAJO CAMINO.....0237
ANEXO N° 5	MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL OBRAS: ENTRADA Y LLEGADA LAS ROJAS, ENTRADA Y LLEGADA LA CACHINA, CANOAS CANAL BELLAVISTA.....0363
ANEXO N° 6	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS EN CANALES BY PASS DE TÚNELES DEL CANAL BELLAVISTA.....0467

**CONSULTORIA "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGION"**

INFORME FINAL

**VOLUMEN Nº 4 : ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES (E. T. E.) Y
BASES DE MEDICIÓN Y PAGO**

ÍNDICE

BASES DE MEDICIÓN Y PAGO

1. Generalidades	1
2. Precios Unitarios	1
3. Medición y Pago	2
3.1. Instalación de faenas	3
3.2. Roce y descepe	3
3.3. Hormigón simple (170 Kg cem / m3)	4
3.4. Emplantillado en túnel (e = 5cm)	4
3.5. Hormigón pobre (3 sacos de cemento / m3) en canal	4
3.6. Hormigón pobre H5 (2 sacos de cemento / m3)	5
3.7. Radier en canal	5
3.8. Hormigón H20	6
3.9. Hormigón H25	6
3.10. Hormigón H30	6
3.11. Acero de construcción	7
3.12. Excavación material común	8
3.13. Excavación y perfilado terreno semi-duro	9
3.14. Desquinche y Excavación en túnel o canal, suelo compacto o roca alterada	9
3.15. Empedrado de Protección	10
3.16. Albañilería de piedra	11
3.17. Rellenos	11
3.18. Colocación de compuertas metálicas	12
3.19. Tuberías de Polietileno (Spiropecc y Gran Flujo)	12
3.20. Demoliciones	13
3.21. Suministro, Transporte y Colocación de Roca	13
3.22. Remoción de rocas en canal	14
3.23. Polietileno en taludes	15
3.24. Electrificación y motorización de compuertas	15
3.25. Fortificación de túneles con shotcrete reforzado y pernos de anclaje.	16
3.26. Impermeabilización con SICA TOP o similar	16
3.27. Colocación de Pasarelas en compuertas San Francisco y Las Animas.	17
3.28. Colocación cable de salvataje y accesorios	17
3.29. Colocación de Tubería Tecnopecc D=0.40 m	18
3.30. Sobretransporte.	18
3.31. Juntas de dilatación	19
3.32. Losa de piso y radier en tramo de salida del túnel Porvenir	19

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES

INDICE

01	Generalidades	1
02	Normas	2
03	Prioridad de documentos	3
04	Permisos	3
05	Instalación de faenas	4
06	Agua	4
07	Alcantarillado	4
08	Energía	5
09	Replanteos	5
10	Empréstitos	6
11	Escombreras	6
12	Caminos de acceso y de servicio	7
13	Agotamiento	7
14	Protección y control del medio ambiente	7
15	Expropiaciones	9

GRUPO A OBRAS DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN CANALES

A - 1 ROCE, DESCEPE Y DEMOLICIONES

01	Roce	10
02	Descepe	10
03	Demoliciones	10

A - 2 OBRAS DE ARTE

01	Alcance	11
02	Excavaciones para obras de arte	11

A - 3 CONSTRUCCIÓN DE CANALES

01	Generalidades	11
02	Excavaciones	11
03	Confección de terraplenes	12

A - 4 RELLENOS

01	Generalidades	14
02	Clasificación de los rellenos	14
03	Materiales	14
04	Colocación y compactación	14
05	Excavación Mínima para rellenos en Radier	15

GRUPO C OBRAS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EN CANALES

C - 1 OBRAS DE HORMIGÓN EN GENERAL

01	Generalidades	15
02	Referencias y normas	16
03	Armaduras	17
04	Hormigones	19

C - 2 CONSTRUCCIÓN DE CANALES CON REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN Y/O ALBAÑILERÍA DE PIEDRA

01	Generalidades	32
02	Trazado, perfiles longitudinales y transversales	32
03	Excavaciones	33
04	Rellenos	33
05	Hormigonado del revestimiento	34
06	Empedrados de protección	35
07	Albañilería de piedra	35

GRUPO D MONTAJES

D - 1 MONTAJES DE EQUIPOS Y TUBERÍAS METÁLICAS

01	Generalidades	37
----	---------------	----

D - 2 TUBERÍAS PARA ABOVEDAMIENTOS (ADICIONAL)

01	Generalidades	38
02	Tuberías de Gran Flujo	40
03	Tuberías Spiropec	41

D-3 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN LIMNÍMETROS (ADICIONAL)

01	Descripción	41
02	Especificaciones	41

D-4 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN CABLE DE SEGURIDAD (ADICIONAL)

01	Descripción	43
02	Especificaciones	43

GRUPO E SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE ROCA (ADICIONAL)

01	Descripción	43
02	Especificaciones	44

GRUPO F OBRAS EN TÚNEL (ADICIONAL)

F - 1 EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

01	Alcance	46
02	Límites de excavación	46
03	Protección de las superficies excavadas	46
04	Disposición de los materiales excavados	47
05	Drenaje, iluminación y ventilación de las excavaciones	47
06	Protección de los portales	48
07	Informes de avance	49
08	Métodos de excavación	49
09	Tratamientos de fallas menores y grietas	49
10	Geometría de las secciones excavadas	49
11	Excavaciones para estructuras	49
12	Recepción de las excavaciones	50
13	Límites de excavación y tolerancias	51
14	Desquinche	51
15	Rellenos en Túneles	51

F - 2 HORMIGONES EN TÚNEL

01	Generalidades	52
02	Armaduras	52
03	Hormigones	52

GRUPO G OBRAS SUBTERRÁNEAS COMPLEMENTARIAS (ADICIONAL)

01	Generalidades	53
02	Sobreexcavaciones autorizadas por la I.F.	54
03	Derrumbes	54
04	Rellenos autorizados por la I.F.	54

GRUPO H TRONADURAS DE ROCAS EN CANAL (ADICIONAL)

01	Aspectos generales	55
02	Precauciones de tronadura	55
03	Métodos de tronadura	55

GRUPO I MOTORIZACIÓN DE COMPUERTAS (ADICIONAL)

01	Alcance	55
02	Descripción de los trabajos	56
03	Aspectos generales	56
04	Especificaciones detalladas	57
05	Elaboración de un Manual de Operación y Mantenimiento Específico.	63

**CONSULTORÍA “MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGION”**

INFORME FINAL

VOLUMEN N° 5: DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

	Pag.
1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO	1
2. TIPO DE PROYECTO O ACTIVIDAD QUE SE TRATA	2
2.1 Presentación.....	2
2.2 Justificación.....	2
2.3 Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	3
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	5
3.1 Ubicación del Area de Estudio	5
3.2 Objetivos del Proyecto	7
3.3 Area de Influencia del Proyecto	7
3.4 Descripción de las Obras que Comprende el Proyecto.....	8
3.4.1 Proyectos de Mejoramiento en el Canal Bellavista	8
3.4.2 Proyectos de Mejoramiento en el Canal La Herradura.....	12
3.5 Presupuestos de las Obras	13
3.6 Descripción de la Construcción del Sifón	14
3.6.1 Descripción de las Actividades más Relevantes.....	14
3.6.2 Emisiones, Efluentes y Residuos Generados Durante la Construcción del Sifón.....	16
4. MARCO LEGAL.....	19
4.1 Legislación de Carácter General.....	19
4.2 Normativas de Carácter Específico	19
4.2.1 Emisiones Atmosféricas	19
4.2.2 Generación de Ruidos.....	21
4.2.3 Efluentes Líquidos	21
4.2.4 Residuos Sólidos	22
4.2.5 Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables	23
4.2.6 Uso de Combustibles	23
4.3 Permisos Ambientales Sectoriales.....	24
4.4 Calificación Ambiental.....	24
4.5 Resumen de la Normativa Aplicable al Proyecto	25

ÍNDICE (Continuación)

	Pág.
5. ANTECEDENTES NECESARIOS PARA DETERMINAR QUE EL IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERARA EL PROYECTO SE AJUSTA A LAS NORMAS AMBIENTALES VIGENTES.....	27
6. ANTECEDENTES NECESARIOS PARA DETERMINAR QUE EL PROYECTO NO REQUIERE DE LA PRESENTACION DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	32
7. PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES	42
8. CONCLUSIONES	43
9. COMPROMISOS AMBIENTALES VOLUNTARIOS.....	44
10. FIRMA DE LA DECLARACION.....	45

ANEXOS

ANEXO N°1 : ACREDITACION DE LA REPRESENTACION LEGAL DEL TITULAR

ANEXO N°2 . ESTADO DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA ZONA DE ESTUDIO

ANEXO N°3 : IDENTIFICACION Y ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES

ANEXO N°4 : MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL

PLANOS

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
Y UBICACION DE LUGARES DE INTERES AMBIENTAL, ESCALA 1:50.000

PLANTA GENERAL SIFÓN DE CRUCE QUEBRADA EL ARRAYÁN.

**CONSULTORÍA "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGIÓN "**

INFORME FINAL

VOLUMEN N° 6 : INDICE DE PLANOS

N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL PLANO
		PLANOS GENERALES
1	334-PG-1-1/1	PLANO GENERAL DEL PROYECTO
		PLANOS INGENIERIA CIVIL
2	334-CI-1-1/4	MEJORAMIENTO CANAL ADUCCIÓN, BOCATOMA Y SECCION DE CONTROL PROYECTO MEJORAMIENTO CANAL ADUCCIÓN BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL, PLANO DE PLANTA Y LONGITUDINALES
3	334-CI-1-2/4	PROYECTO MEJORAMIENTO CANAL ADUCCIÓN BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL, PLANTA Y SECCIONES - FORMAS.
4	334-CI-1-3/4	PROYECTO MEJORAMIENTO CANAL ADUCCIÓN BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL, DETALLES Y SECCIONES - FORMAS.
5	334-CI-1-4/4	PROYECTO MEJORAMIENTO CANAL ADUCCIÓN BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL, SECCIONES - ARMADURAS.
6	334-CI-2-1/3	SIFON QUEBRADA EL ARRAYAN PROYECTO SIFÓN QUEBRADA EL ARRAYÁN, PLANTAS Y PERFILES.
7	334-CI-2-2/3	PROYECTO SIFÓN QUEBRADA EL ARRAYÁN, PLANTA - SECCIONES (FORMA Y ARMADURAS)
8	334-CI-2-3/3	PROYECTO SIFÓN QUEBRADA EL ARRAYÁN, PERFIL LONGITUDINAL Y TRANSVERSALES KM 0 089 - KM 1.245
9	334-CI-3-1/3	MEJORAMIENTO COMPUERTAS PROYECTO MEJORAMIENTO COMPUERTAS SAN FRANCISCO, PLANTA - MACHÓN Y PASARELAS.
10	334-CI-3-2/3	PROYECTO MEJORAMIENTO COMPUERTAS SAN FRANCISCO, DESPIECE COMPUERTAS.
11	334-CI-3-3/3	PROYECTO MEJORAMIENTO COMPUERTAS LAS ÁNIMAS, PLANTA Y PASARELAS - DESPIECE COMPUERTAS.
12	334-CI-4-1/27	GENERAL BY PASS LAS ROJAS Y LA CACHINA PLANTA GENERAL OBRAS DE ENTRADA Y SALIDA BY PASS LA ROJAS Y LA CACHINA
13	334-CI-4-2/27	AMPLIACION DE CAPACIDAD SECTOR LAS ROJAS PLANTA CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS Q= 3,8 M3/S, CANAL BELLA VISTA
14	334-CI-4-3/27	PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TIPO CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS Q= 3,8 M3/S, CANAL BELLAVISTA.
15	334-CI-4-4/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS Q= 3,8 M3/S (KM 0 00 - KM 475,20), CANAL BELLAVISTA.
16	334-CI-4-5/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS Q= 3,8 M3/S (KM 499.74 - KM 936,92), CANAL BELLAVISTA.
17	334-CI-4-6/27	CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS OBRA DE ENTRADA - OBRA DE SALIDA Y CANOA KM 0,353 - FORMAS DE HORMIGÓN
18	334-CI-4-7/27	CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS CANOA KM 0,560 - FORMAS DE HORMIGÓN Y ARMADURAS.
19	334-CI-4-8/27	CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS OBRA DE ENTRADA - OBRA DE SALIDA Y CANOA KM 0,353 - FORMAS DE HORMIGÓN
20	334-CI-4-9/27	CANAL BY PASS TÚNEL LAS ROJAS OBRA DE ENTRADA - ARMADURAS CANAL BELLAVISTA.
21	334-CI-4-10/27	AMPLIACION DE CAPACIDAD SECTOR LA CACHINA PLANTA CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q=3,7 M3/S , CANAL BELLA VISTA
22	334-CI-4-11/27	PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TIPO CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q= 3,7 M3/S, CANAL BELLAVISTA
23	334-CI-4-12/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q = 3,7 M3/S (KM 0 00 - KM 0 551,47); CANAL BELLAVISTA.
24	334-CI-4-13/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q = 3,7 M3/S (KM 0 573,05- KM 1.136,06); CANAL BELLAVISTA.
25	334-CI-4-14/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q = 3,7 M3/S (KM 1.161,61- KM 1.731,32); CANAL BELLAVISTA.
26	334-CI-4-15/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q = 3,7 M3/S (KM 1 756,05 - KM 2 224,49); CANAL BELLAVISTA.
27	334-CI-4-16/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q = 3,7 M3/S (KM 2 250,36 - KM 2.713,99), CANAL BELLAVISTA.
28	334-CI-4-17/27	PERFILES TRANSVERSALES CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA Q = 3,7 M3/S (KM 2 739,16 - KM 3 190,26), CANAL BELLAVISTA

Nº	CODIGO	DESCRIPCION DEL PLANO
29	334-CI-4-18/27	CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA -OBRA DE ENTRADA - OBRA DE SALIDA - FORMAS DE HORMIGÓN, CANAL BELLAVISTA
30	334-CI-4-19/27	CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA -OBRA DE ENTRADA - ARMADURAS CANAL BELLAVISTA.
31	334-CI-4-20/27	CANAL BY PASS TÚNEL LA CACHINA - OBRA DE SALIDA - ARMADURAS; CANAL BELLAVISTA
32	334-CI-4-21/27	AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD SECTOR PORVENIR PLANTA CANAL BY PASS DE CONSTRUCCIÓN TÚNEL PORVENIR Q= 3,0 M3/S (KM 1.550,00 - KM 3.700,00). CANAL BELLAVISTA.
33	334-CI-4-22/27	PLANTA CANAL BY PASS DE CONSTRUCCIÓN TÚNEL PORVENIR Q= 3,0 M3/S (KM 3.700,00 - KM 4.500,00). CANAL BELLAVISTA.
34	334-CI-4-23/27	PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TIPO CANAL BY PASS DE CONSTRUCCIÓN TÚNEL PORVENIR Q= 3,0 M3/S (KM 0,00 - KM 2.214,10) CANAL BELLAVISTA.
35	334-CI-4-24/27	PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TIPO CANAL BY PASS DE CONSTRUCCIÓN TÚNEL PORVENIR Q= 3,0 M3/S (KM 2.214,10 - KM 4.392,38) CANAL BELLAVISTA
36	334-CI-4-25/27	PERFILES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES ANTEPROYECTO AMPLIACIÓN TÚNEL PORVENIR Q= 5,7 M3/S. CANAL BELLAVISTA.
37	334-CI-4-26/27	CANAL BY PASS TÚNEL EL PORVENIR - FORMAS Y ENFIERRADURAS ALCANTARILLA BAJO CAMINO, CANAL BELLAVISTA.
38	334-CI-4-27/27	CANAL BY PASS TÚNEL EL PORVENIR ZONA COLCHÓN - FORMAS Y ARMADURAS.
39	334-CI-5-1/1	MEJORAMIENTO QUEBRADA CERRO GRANDE PROYECTOS PROTECCIÓN QUEBRADA CERRO GRANDE
40	334-CI-6-1/4	ENLACE ENTRE CANAL BELLAVISTA Y LA HERRADURA PROYECTO UNIFICACIÓN CANALES BELLA VISTA - HERRADURA. PLANTA - SECCIONES Y CRUCE REGUERO.
41	334-CI-6-2/4	PROYECTO UNIFICACIÓN CANALES BELLAVISTA - HERRADURA - FORMAS.
42	334-CI-6-3/4	PROYECTO UNIFICACIÓN CANALES BELLAVISTA - HERRADURA - SECCIONES - ARMADURAS.
43	334-CI-6-4/4	PROYECTO UNIFICACIÓN CANALES BELLAVISTA - HERRADURA - DISEÑO DE COMPUERTAS.
44	334-CI-7-1/4	ABOVEDAMIENTO CANAL LA HERRADURA CANAL LA HERRADURA, PROYECTO DE ABOVEDAMIENTO (KM 2.650 - KM 3.000)
45	334-CI-7-2/4	CANAL LA HERRADURA, PROYECTO DE ABOVEDAMIENTO. (KM 3.450 - KM 4.950)
46	334-CI-7-3/4	CANAL LA HERRADURA, PROYECTO DE ABOVEDAMIENTO. (KM 5.600 - KM 6.350)
47	334-CI-7-4/4	CANAL LA HERRADURA , PERFILAMIENTO TALUDES DE MESA (KM 6.750 - KM 7.400)
48	334-CI-8-1/3	EXPROPIACIONES PLANO DE EXPROPIACIONES BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL.
49	334-CI-8-2/3	PLANO DE EXPROPIACIONES CRUCE ESTERO ARRAYAN
50	334-CI-8-3/3	PLANO DE EXPROPIACIONES UNIFICACIÓN CANALES BELLAVISTA LA HERRADURA
51	334-EL-1-1/2	PLANOS INGENIERÍA ELÉCTRICA ADUCCIÓN, BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL PLANTA GENERAL CANAL BELLA VISTA . CUADRO DE CARGA DE FUERZAS Y ALUMBRADO.
52	334-EL-1-2/2	CUADRO DE MATERIALES DE MALLA A.T. Y DETALLES DE COMPUERTAS. TABLERO DE COMANDO LOCAL.
53	334-ME-1-1/6	PLANOS INGENIERÍA MECÁNICA ADUCCIÓN, BOCATOMA Y SECCIÓN DE CONTROL DESPIECE MECÁNICO - PLANTA GENERAL COMPUERTA
54	334-ME-1-2/6	ELEVACIÓN TUERCA VÁSTAGO CORONA - EJE SIN FIN PARA COMPUERTA- PERFIL TUERCA VÁSTAGO CORONA- LUNETAS DE RETENCIÓN - SUPLE PORTA SELLOS PARA PLACA COMPUERTA INFERIOR.
55	334-ME-1-3/6	CAJA DE PROTECCIÓN SISTEMA MOTRIZ CONJUNTO COMPUERTA- PLATAFORMA SOPORTE MOTRIZ - CONJUNTO COMPUERTA 2 X 1.
56	334-ME-1-4/6	DESPIECE DE CONJUNTO - VÁSTAGO GUÍA PLACA COMPUERTA - CONJUNTO COMPUERTA - REGLETA GUÍA PLACA COMPUERTA - GANCHOS DE ANCLAJES PARA MARCOS DE COMPUERTAS.
57	334-ME-1-5/6	CONJUNTO - DETALLE SOLDADO ESTRUCTURA- MARCOS Y GUÍA PLACA DE COMPUERTA.
58	334-ME-1-6/6	HOJA COMPUERTA - SELLO COMPUERTA- SELLO COMPUERTA DESRIPIADORA - MANIVELA.
59	334-GE-1/1	PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS TÚNELES CANAL BELLAVISTA

**CONSULTORIA "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS CANALES
BELLAVISTA Y LA HERRADURA IV REGION"**

INFORME FINAL

VOLUMEN Nº 7

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO Nº 7 ENCUESTA AGRÍCOLA SIMPLE.....	0001
ANEXO Nº 8 ENCUESTA AGRÍCOLA DETALLADA.....	0005
ANEXO Nº 9 CARACTERIZACIÓN DE PREDIOS SEGÚN MODELOS DE PREDIOS TIPO.....	0019
ANEXO Nº 10 MEDICIONES DE CALIDAD DE AGUAS SERVICIO DE SALUD COQUIMBO IV REGIÓN.....	0023
ANEXO Nº 11 INFORME ENSAYO DE AGUA DE RIEGO SEGÚN NORMA NCH 1.333/78.....	0029
ANEXO Nº 12 FICHAS TECNICAS SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA. PRECIOS PRIVADOS - PRECIOS SOCIALES.....	0035
ANEXO Nº 13 FICHAS TECNICAS SITUACIÓN FUTURA. PRECIOS PRIVADOS - PRECIOS SOCIALES.....	0071
ANEXO Nº 14 DEMANDAS DE AGUA.....	0103
ANEXO Nº 15 EJES HIDRÁULICOS TÚNELES SITUACIÓN ACTUAL.....	0109
ANEXO Nº 16 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS DE TÚNELES.....	0133
ANEXO Nº 17 EJE HIDRÁULICO CANAL LA HERRADURA.....	0139
ANEXO Nº 18 MONOGRAFÍAS DE P.R. CANAL LA HERRADURA.....	0151
ANEXO Nº 19 ESTRATIGRAFÍA DE POZOS DE EXPLORACIÓN CANAL BELLAVISTA.....	0163
ANEXO Nº 20 CERTIFICADO DE ENSAYES PROSPECCIONES EN OBRAS CANAL BELLAVISTA.....	0173

VOLUMEN N° 7

INDICE DE ANEXOS (Continuación)

	Pág.
ANEXO N° 21	FOTOGRAFÍAS DE LA EXPLORACIÓN CANAL BELLAVISTA.0179
ANEXO N° 22	CERTIFICADO DE ENSAYES PROSPECCIONES EN TÚNELES. CANAL BELLAVISTA.....0193
ANEXO N° 23	PROSPECCIONES Y ANÁLISIS ESTABILIDAD TERRAPLEN CANAL HERRADURA.....0199
ANEXO N° 24	CERTIFICADO DE ENSAYE N° 43.424 DE TECNOLAB.0203
ANEXO N° 25	FOTOGRAFÍAS DE LA EXPLORACIÓN.....0209
ANEXO N° 26	PERFILES TOPOGRÁFICOS.0221
ANEXO N° 27	RESULTADOS DEL PROGRAMA STABL – TALUD ACTUAL.0235
ANEXO N° 28	DESPLAZAMIENTO SISMICO TALUD ACTUAL SEGÚN MAKDISI Y SEED.0243
ANEXO N° 29	RESULTADOS DEL PROGRAMA STABL TALUD REPARADO H: V = 3:20247
ANEXO N° 30	DESPLAZAMIENTO SISMICO TALUD REPARADO SEGÚN MAKDISI Y SEED.0263
ANEXO N° 31	ESTRATIGRAFÍA DE POZOS DE EXPLORACIÓN.0267
ANEXO N° 32	CERTIFICADO DE ENSAYE N° 44.021 DE TECNOLAB.0277
ANEXO N° 33	ENSAYES DE INFILTRACIÓN.0289
ANEXO N° 34	EJES HIDRÁULICOS TÚNELES CON ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO.....0299
ANEXO N° 35	CUBICACIONES ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DE TÚNELES.0333
ANEXO N° 36	ESQUEMA DE UBICACIÓN EN PLANTA DE CANALES BY PASS TÚNELES BELLAVISTA.....0355

VOLUMEN N° 7

INDICE DE ANEXOS (Continuación)

	Pág.
ANEXO N° 37	CARTA SOBRE PROPIEDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DE CANALES BY PASS TÚNELES BELLAVISTA.....0359
ANEXO N° 38	MEMORIAS EXPLICATIVAS – ALTERNATIVAS DE AMPLIACIÓN CANAL BELLAVISTA SECTOR TÚNEL N° 1 “LAS ROJAS”.....0363
ANEXO N° 39	MEMORIAS EXPLICATIVAS - ALTERNATIVAS DE AMPLIACIÓN CANAL BELLAVISTA SECTOR TÚNEL N° 2 “PORVENIR”.....0439
ANEXO N° 40	MEMORIAS EXPLICATIVAS – ALTERNATIVAS DE AMPLIACIÓN CANAL BELLAVISTA SECTOR TÚNELES N° 4 AL N° 10 “ LA CACHINA”.....0523
ANEXO N° 41	ESTIMACIÓN DEL COSTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL BELLAVISTA.....0593
ANEXO N° 42	COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO; MANTENCIÓN Y OPERACIÓN.....0599
ANEXO N° 43	DETALLE DE LA SESIBILIZACIÓN DEL PROYECTO, FLUJOS PRIVADOS Y SOCIALES.....0605
ANEXO N° 44	FLUJOS BENEFICIOS AGRÍCOLAS NETOS. EVALUACIÓN A PRECIOS PRIVADOS.....0635
ANEXO N° 45	FLUJOS BENEFICIOS AGRÍCOLAS NETOS. EVALUACIÓN A PRECIOS SOCIALES.....0645



1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al informe final de la Consultoría "Mejoramiento Integral de los Canales Bellavista y La Herradura IV Región", para la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. Este estudio fue adjudicado al Consultor Luis Gustavo Arrau Del Canto, en virtud de la Resolución DOH N° 52 de fecha 13 de octubre de 1998, modificada Resolución DOH N° 73 de fecha 12 de agosto de 1999.

La zona en estudio está ubicada en la ribera sur del río Elqui que se encuentra bajo la cota de los canales Bellavista y La Herradura, en las comunas de La Serena y Coquimbo, provincia de Elqui, IV Región.

El canal Bellavista es un canal no revestido que tiene su captación en la ribera sur del río Elqui, en el sector denominado Quilacán, ubicado a unos 15 km de La Serena. Este canal tiene una longitud de aproximadamente 60 km y riega una superficie de aproximadamente 5.200 hectáreas.

El canal La Herradura también es un canal no revestido que capta las aguas desde la ribera sur del río Elqui, a unos 10 km aguas abajo de la bocatoma del canal Bellavista, en un sector denominado Las Rojas. Este canal tiene una longitud de aproximadamente 53 km y riega una superficie que bordea las 660 hectáreas.

Hasta el kilómetro 50 del canal Bellavista, ambos canales tienen un recorrido relativamente paralelo, con el canal Bellavista a una cota superior. El Bellavista se desarrolla por las laderas del valle, mientras que el canal La Herradura los hace por terrenos planos, pasando incluso por zonas pobladas. El canal Bellavista se encuentra en buenas condiciones, salvo por algunos problemas puntuales. Por el contrario, el canal La Herradura presenta serios problemas de filtración, a lo cual se suma la gran cantidad de basuras que recibe de los sectores poblados, lo que obliga a realizar varias limpiezas durante el año. La superficie servida por el canal La Herradura en este sector es pequeña y está inmersa dentro del área de riego del canal Bellavista.

Los problemas indicados anteriormente han llevado a pensar que la mejor solución sería unificar ambos canales, lo que significaría un ahorro en obras de mejoramiento del canal La Herradura y en los costos de mantención. Sin embargo, debido a que el canal Bellavista no puede dejar de funcionar, es imposible actualmente pensar en su secado para realizar los trabajos de topografía necesarios para el estudio de su capacidad.

En vista de lo anterior, la Dirección de Obras Hidráulicas ha reformulado el proyecto original de unificación, por un proyecto de mejoramiento de canales, que permita facilitar la unificación a futuro pero no durante esta consultoría. Por esta razón las obras de mejoramiento del canal Bellavista serán diseñadas para el caudal de unificación y algunas de ellas tendrán como objetivo aumentar su capacidad en sectores donde se sabe a priori que ésta no es suficiente. En el caso del canal La Herradura, las obras de mejoramiento se concentrarán en el tramo de canal ubicado aguas abajo del punto de unión con el canal Bellavista.

Los objetivos de este estudio son:

- Diseñar las obras de mejoramiento que permitan al canal Bellavista mejorar al máximo su capacidad de conducción de los recursos captados en el río Elqui.

Estos mejoramientos son:

- * Diseño de un desarenador para evitar el embancamiento del canal.
- * Diseño de una nueva compuerta de toma, con el fin de mejorar y modernizar la que actualmente existe.
- * Mejoramiento del diseño de la sección de aforo, para evitar la ondulación excesiva que se produce frente a la reglilla de medición de caudal.
- * Diseño de una obra definitiva para que el canal cruce la Quebrada Arrayán, ya que todos los años debe reconstruirse, generalmente más de una vez en la temporada, el pretil a río que este canal tiene para cruzar la quebrada. Además el objetivo de esta obra es disminuir las pérdidas de agua que se originan en el atraveso de la quebrada.
- * Ampliación de la capacidad de unos 10 túneles que el canal tiene en su trazado, sobretodo ahora que deberá llevar además las aguas del canal Herradura. El diseño de ampliación de los túneles lleva aparejado la habilitación de los by-pass correspondientes (antiguo trazado del canal) para que se conduzcan por ahí las aguas mientras se amplían los túneles.
- * Reforzamiento del talud a río del canal en el sector de Pelicana.
- * Finalmente la obra más importante ha diseñar en este estudio que es la obra de entrega al canal La Herradura, que sería donde se separarían ambos canales a la altura del Km. 50 del canal Bellavista.
- Efectuar proyectos en el canal La Herradura a partir de la obra de entrega desde el canal Bellavista de modo de obtener los siguientes objetivos:

- * Disminuir al máximo las perdidas por filtración que se producen en su recorrido.
- * Diseñar los abovedamientos necesarios para evitar que el canal sea contaminado con basuras al cruzar las poblaciones y que se convierta en un peligro para los habitantes, sobretodo niños, de estas poblaciones.
- * Diseñar los mejoramientos necesarios en sus obras de arte con el fin de asegurar su estanqueidad y estabilidad.
- * Analizar la posibilidad de efectuar algunos mejoramientos puntuales de su trazado para mejorar el escurrimiento de las aguas.

El presente informe final consta de siete volúmenes, a saber:

- Volumen N° 1: Resumen Ejecutivo.
- Volumen N° 2: Texto
- Volumen N° 3: Anexos (del N°1 al N°6)
- Volumen N° 4: Especificaciones Técnicas Especiales (ETE) y Bases de Medición y Pago (BMP)
- Volumen N° 5: Declaración de Impacto Ambiental (DIA)
- Volumen N° 6: Planos.
- Volumen N° 7: Anexos (del N°7 al N°45)

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.2.1 Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio se encuentra ubicada entre las latitudes 29°53' y 30°07' sur y entre las longitudes 71° y 71°15' oeste, en la IV Región de Coquimbo, provincia de Elqui, comunas de La Serena y Coquimbo. Comprende todo el sector de la ribera sur del río Elqui que se encuentra bajo la cota de los canales Bellavista y La Herradura. En la Figura 1.2.1-1 siguiente se ilustra la ubicación general del área de estudio y se adjunta al presente volumen el mapa base del proyecto en escala 1:50.000.

El río Elqui, como recurso hídrico, está dividido en tres secciones cuyos límites son los siguientes:

- Primera sección: comprende desde el sector de Algarrobal hasta la desembocadura de las quebradas El Tambo por el sur y Maitencillo por el norte
- Segunda sección: desde las desembocaduras de las quebradas El Tambo y Maitencillo hasta la bocatoma del canal Casuto,
- Tercera sección : desde la bocatoma del canal Casuto hasta el Océano Pacífico.

En este estudio se considera la tercera sección del Río Elqui donde se encuentra ubicado el sistema de regadío Canales Bellavista y La Herradura.

El Canal Bellavista, es uno de los más importantes canales de la tercera sección del río Elqui. Tiene su bocatoma en la ribera sur del río Elqui y cubre un área que se extiende desde el sector de Quilacán, 10 a 15 Km. al este de la ciudad de La Serena, hasta el sector de Cerrillos- Nueva Vida 25 Km. al sur de La Serena por la ruta que une a esta ciudad con Ovalle. El límite oeste del área está dado por el trazado del canal La Herradura.

El Canal La Herradura tiene también su bocatoma en la ribera sur del río Elqui en el sector de Las Rojas, unos 10 Km. aguas debajo de la bocatoma del canal Bellavista. El área de influencia comprende desde el sector de Algarrobito, unos 7 Km. al este de la ciudad de la Serena, hasta el sector de El Sauce, ubicado al este del puerto de Coquimbo, al este de la Bahía de La Herradura. El límite oeste del área servida por este canal está dado por el trazado del canal Pampa.

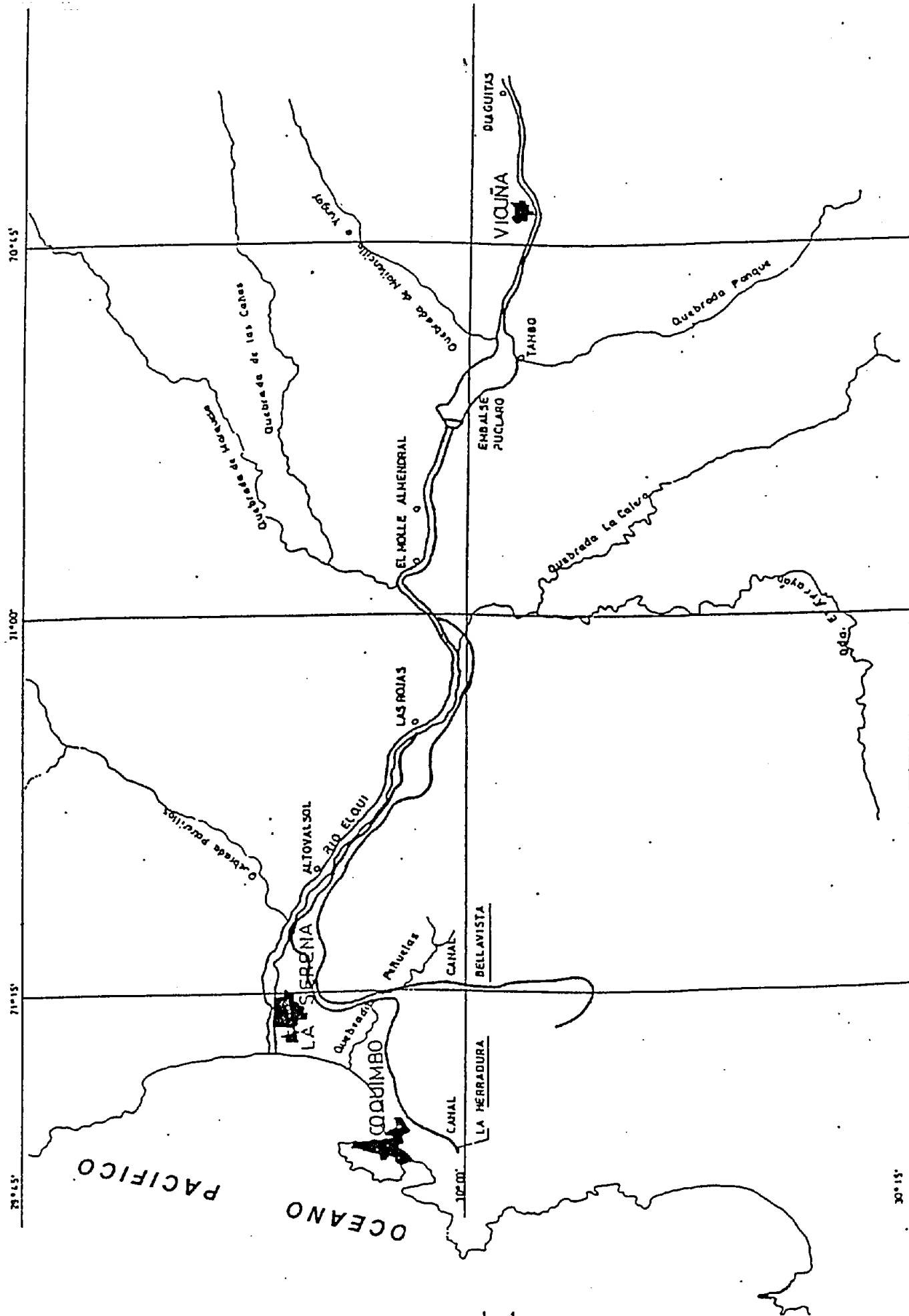


Figura 1.2.1-1: Ubicación general del área de estudio canales Bellavista y La Herradura

1.2.2 Características físicas

Hidrografía

La región de Coquimbo pertenece a la zona de "ríos en torrente de régimen mixto en la zona semiárida de Chile" que abarca desde la provincia de Atacama por el norte hasta parte de Valparaíso por el sur.

Entre las cuencas andinas más importantes de la región se encuentran las de los ríos Elqui, Limarí y Choapa, cuyas superficies son de 9.657, 11.760 y 8.124 km² respectivamente, comprendiendo un 73% de la superficie total regional.

El río Elqui, la principal fuente de agua para el riego, es un río de régimen mixto, es decir que mantiene un caudal debido a las precipitaciones en los meses de invierno y a los derretimientos de nieve que se producen en la alta cordillera, los cuales se ven incrementados por caudales que entrega el embalse La Laguna.

Este río se forma por la confluencia de los ríos Turbio y Claro en el sector de Algarrobal, ubicado a 2 Km. al oriente de la localidad de Rivadavia y luego de recorrer alrededor de 80 Km. desemboca en el océano al norte de La Serena.

Geología y Geomorfología

La zona de estudio se divide en dos grandes formaciones geomorfológicas con respecto al cauce del río.

La primera corresponde al valle entre Marquesa hasta La Serena. En esta sección el valle del río Elqui se ensancha pasando de 1,5 a 6,0 Km. Existiendo algunos estrangulamientos provocados por afloramientos rocosos. En general se aprecian cuatro niveles de terrazas en este sector.

La segunda corresponde al punto en que el río Elqui alcanza el Océano. En los alrededores de la Bahía y La Herradura son notables los escalonamientos de niveles marinos antiguos. La topografía en este sector se caracteriza por una serie de gradas que se elevan hasta casi un centenar de metros de altitud al pie de cordones montañosos. Los cerros están constituidos por rocas de tipo andesita, calcáreos marinos, conglomerados y areniscas continentales que presentan formas simples de crestas agudas.

1.2.3 Clima

Estaciones Meteorológicas

De acuerdo con los antecedentes del estudio, en el área se ubican tres estaciones meteorológicas las cuales se indican en el Cuadro 1.2.3-1

CUADRO 1.2.3-1
UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS
EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ESTACIÓN	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTITUD m.s.n.m.
PUNTA TORTUGA	29°56''	71°21''	25
PARCELA EXPERIMENTAL INIA	30°4''	71°14''	70
LA SERENA AEROPUERTO	29°54''	71°12''	132

Clasificación climática

De acuerdo con los antecedentes entregados en el informe de AQUAGRO el clima se clasifica como Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWn), según la clasificación de Köppen, que se interna hasta unos 30 Km. al este de La Serena. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, lo clasifica como Mediterráneo Subtropical Semiárido, perteneciente al Distrito Agroclimático La Serena.

Las lluvias están concentradas en el período frío del año y la estación seca en el cálido. Las precipitaciones en general no superan los 100 mm/año en promedio.

Variables climáticas

En el Cuadro 1.2.3-2 se indica los registros de las variables climáticas consideradas en el estudio, referidas a la Estación Experimental Pan de Azúcar, INIA. Estas variables son: temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación de bandeja, nubosidad, horas de sol, radiación solar y viento.

CUADRO 1.2.3-2
VARIABLES CLIMÁTICAS

VARIABLES CLIMÁTICAS	UNID	MESES												PROM.	AÑO
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
Tª MEDIA	°C	14,60	14,25	13,75	12,25	11,00	9,70	9,00	9,20	10,70	11,45	12,65	14,20	11,90	---
Tª MAXIMA	°C	17,80	17,70	16,80	15,50	14,30	13,10	12,60	12,80	13,80	15,00	16,00	17,80	15,30	---
Tª MINIMA	°C	11,40	10,80	10,70	9,00	7,70	6,30	5,40	5,60	7,60	7,90	9,30	10,60	8,50	---
PRECIPITACIÓN	mm	0	0	3,1	1,1	4,7	47,2	8,5	4,8	1,1	0,2	0	0	---	70,7
HUMED. RELAT.	%	76	77	80	82	82	85	84	83	81	77	75,4	74	79,6	---
EVAP.DE BAND	mm	151,5	119,9	95,1	66,2	47,9	33,0	37,9	51,5	68,0	106,0	118,5	156,3	87,7	1.051,8
NUBOSIDAD	décimos	3,0	3,2	3,8	3,8	4,1	4,4	4,0	4,0	4,1	3,3	3,1	2,8	3,6	---
HORAS DE SOL	hrs.	8,4	7,1	6,0	5,6	5,2	4,2	5,1	5,6	5,4	7,7	8,1	8,2	---	76,6
RADIACIÓN SOLAR	Prom cal/cm ² /día	600	515	410	316	236	176	213	285	357	519	580	601	400,7	---
VIENTOS	km/hr	5,6	5,1	3,9	3,4	3,0	2,6	2,4	3,2	3,8	5,1	5,2	5,6	4,1	---

Variables Agroclimáticas

Las variables agroclimáticas del área de estudio se presentan en el Cuadro 1.2.3-3 y son las siguientes: grados día en base a 10° C, horas de frío, período libre de heladas, índice de humedad, pluviometría efectiva, evapotranspiración potencial o de referencia y los períodos de crecimiento y receso vegetativo.

**CUADRO 1.2.3-3
VARIABLES AGRO CLIMÁTICAS**

VARIABLES AGROCLIM.	UNID	MESES												PROM.	AÑO
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
DG	Base 10° C	200	1.168	148	122	85	49	38	39	92	95	128	178		1.342
HF	hrs ° <7°C	0	0	0	14,3	120,6	97,4	149,5	97,9	35,8	41,1	6,7	0,3		546
PLH	meses														12
IH		0	0	0,03	0,02	0,1	1,43	0,22	0,09	0,02	0	0	0		
PLUV. EFECTIVA	mm	0	0	0	0	0	23,21	0	0	0	0	0	0		23,21
ETP o ETo	mm	113,6	99,9	71,3	49,7	35,9	24,8	28,4	38,6	51,0	79,5	88,9	117,2	65,7	788,9
PCV	meses														12
PRV	meses														0

Nomenclatura :

Días Grado	DG (días-grado)
Horas Frío	HF (horas)
Período Libre de Heladas	PLH (meses)
Índice de Humedad	IHI (Pp/ETP)
Pluviometría efectiva	PE (mm)
Evapotranspiración potencial	ETP o ETo
Período de Crecimiento Vegetativo	PCV (meses)
Período de Receso Vegetativo	PRV (meses)

1.2.4 Suelos

Superficie de suelo según Capacidad de Uso

La superficie total corresponde a 6.480,82 há de las cuales 5.787,73 há corresponden al canal Bellavista y 693,12 há al canal La Herradura.

En el Cuadro 1.2.4-1 se indica la Clasificación de los suelos según su Capacidad de Uso.