

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO EN RÍO SAN PEDRO, SAN PEDRO DE ATACAMA, REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**INDICE GENERAL**

- VOLUMEN I : INGENIERÍA**
- VOLUMEN II : TOPOGRAFÍA**
- VOLUMEN III : ESTUDIO AGROECONÓMICO**
- VOLUMEN IV : ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL**
- VOLUMEN V : PARTICIPACIÓN CIUDADANA**
- VOLUMEN VI : PLANOS**

**FEBRERO 2014**

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCION Y OBJETIVOS</b>	<b>1 - 1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN	1 - 1
1.2.	UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO	1 - 1
1.3.	IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1 - 2
1.4.	OBJETIVO GENERAL	1 - 4
1.5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1 - 4
1.6.	CONTENIDOS DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	1 - 5
<b>2</b>	<b>RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES</b>	<b>2 - 1</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN	2 - 1
2.2.	ANÁLISIS DE ESTUDIOS ANTERIORES	2 - 1
2.2.1.	Estudio de Factibilidad DOH-Arrau, 2000	2 - 1
2.2.2.	Diseño Definitivo (DOH -Luis San Martín, 2001)	2 - 3
2.2.2.1.	Embalse Coyil	2 - 3
2.2.2.2.	Análisis de Alternativas de Conducción del Río Salado y Diseño de Obras	2 - 7
2.2.3.	Mejoramiento del Regadío de San Pedro de Atacama, Informe Preliminar, Octubre de 1959, Fernando Dávila I., Ambrosio G. Huidobro E., Emilio Donoso D.	2 - 11
2.2.4.	Aprovechamiento Integral de los Recursos de Agua de San Pedro de Atacama, Fernando Dávila, Dirección de Riego, 1960.	2 - 13
2.2.5.	Diagnóstico Obras de Riego Pueblos Hoya Río Salado II Región, IRH Ltda., Mayo 1995, MOP Dirección de Riego.	2 - 16
2.2.6.	Manejo Experimental de la Cuenca del Río San Pedro de Atacama, II Región, R&Q Ingeniería Ltda., Noviembre 1995, MOP, Dirección de Riego	2 - 17
2.3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO	2 - 19
2.3.1.	Ubicación del Área de Proyecto	2 - 19
2.3.2.	Estructura Político – Administrativa	2 - 20
2.3.3.	Antecedentes Demográficos y Socioeconómicos	2 - 22
2.3.3.1.	Población	2 - 22
2.3.3.2.	Representación de Grupos Étnicos	2 - 25
2.3.3.3.	Pobreza y Desarrollo Humano	2 - 25
2.3.3.4.	Actividades Económicas y Empleo	2 - 26
2.3.4.	Condiciones de Vida de la Población	2 - 29
2.3.4.1.	Educación	2 - 29
2.3.4.2.	Salud	2 - 30
2.3.4.3.	Vivienda	2 - 31

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
2.3.4.4.	Agua Potable	2 - 32
2.3.4.5.	Electrificación	2 - 33
2.3.4.6.	Servicios	2 - 34
2.4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	2 - 35
2.4.1.	DESCRIPCIÓN AGROCLIMÁTICA GENERAL	2 - 35
2.4.2.	Descripción Agrológica General	2 - 37
2.4.3.	Tamaño de la Propiedad Agrícola	2 - 39
2.4.4.	Superficie Agrícola	2 - 40
2.4.5.	Características Climáticas	2 - 41
2.4.6.	Características de los Suelos	2 - 42
2.4.7.	Disponibilidad de Agua para Riego	2 - 43
2.4.7.1.	Aspectos Generales	2 - 43
2.4.7.2.	Río San Pedro de Atacama	2 - 43
2.4.7.3.	Río Vilama	2 - 44
2.4.8.	Características de las Aguas de Riego	2 - 46
2.4.9.	Caracterización de los Agricultores y Población de San Pedro de Atacama	2 - 46
2.5.	ANTECEDENTES PRODUCTIVOS	2 - 47
2.5.1.	Actividad Agrícola	2 - 47
2.5.2.	Actividad Ganadera	2 - 51
2.5.3.	Sistema de Riego Intrapredial	2 - 52
2.5.4.	Nivel Tecnológico de la Agricultura	2 - 52
2.5.5.	Instituciones y Organizaciones Vinculadas en El Desarrollo Agrícola	2 - 53
2.6.	ASPECTOS TECNICOS, LEGALES y AMBIENTALES	2 - 54
2.6.1.	Marco Legal y Administrativo	2 - 54
2.6.1.1.	Aspectos Generales	2 - 54
2.6.1.2.	Legislación Relacionada Con El Estudio	2 - 54
2.6.1.3.	Institucionalidad Competente en El Sector Público	2 - 56
2.6.2.	Derechos de Agua y Organizaciones de Usuario	2 - 60
2.6.2.1.	Aspectos Generales	2 - 60
2.6.2.2.	Antecedentes Históricos y Reconocimiento	2 - 60
2.6.2.3.	Listado de Usuarios	2 - 62
2.6.2.4.	Funcionamiento de las Organizaciones	2 - 62
2.7.	DAÑOS PRODUCIDOS POR CRECIDAS	2 - 63
2.7.1.	Aspectos Generales	2 - 63
2.7.2.	Revisión de Antecedentes de Prensa	2 - 63
2.7.3.	Daños Producidos	2 - 68

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

Acápite	Descripción	Página
<b>3</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>3 - 1</b>
3.1.	SITIOS DE EMBALSE	3 - 1
3.2.	DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	3 - 2
3.2.1.	Aspectos Generales	3 - 2
3.2.2.	Situación Actual de las Obras	3 - 3
3.2.2.1.	Bocatomas	3 - 3
3.2.2.2.	Red de Canales de Riego	3 - 3
3.2.2.3.	Canal Matriz	3 - 7
3.2.2.4.	Canales Secundarios	3 - 8
3.2.3.	Distribución del Agua	3 - 13
3.2.4.	Diagnóstico Detallado por Canales Sector Catarpe	3 - 15
3.2.4.1.	Canal Cuchabrache	3 - 15
3.2.4.2.	Canal Patilla	3 - 16
3.2.4.3.	Canal Naranjo	3 - 19
3.2.4.4.	Canal Catarpe	3 - 20
3.2.4.5.	Canal Tambillo	3 - 21
3.2.4.6.	Canal Bellavista	3 - 22
3.2.4.7.	Canal Guachar	3 - 23
3.2.5.	Diagnóstico Detallado por Canales Sector San Pedro	3 - 24
3.2.5.1.	Canal Matriz San Pedro	3 - 24
3.2.5.2.	Canal Solor	3 - 37
3.2.5.3.	Canal Coyo	3 - 37
3.3.	POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DEL DESARROLLO PRODUCTIVO	3 - 37
3.3.1.	Aspectos Generales	3 - 37
3.3.2.	Factores Limitantes	3 - 38
3.3.2.1.	Ámbito Técnico/Productivo	3 - 38
3.3.2.2.	Ámbito Mercado/Comercialización	3 - 39
3.3.2.3.	Ámbito Gestión/Asociatividad	3 - 39
3.3.3.	Lineamientos	3 - 40
3.3.3.1.	Aspectos Generales	3 - 40
3.3.3.2.	Ámbito Técnico/Productivo	3 - 40
3.3.3.3.	Ámbito Mercado/Comercialización	3 - 40
3.3.3.4.	Ámbito Gestión/Asociatividad	3 - 41
<b>4</b>	<b>TRABAJOS DE TERRENO</b>	<b>4 - 1</b>

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
4.1.	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS	4 - 1
4.1.1.	RESTITUCIÓN AEROFOTOGRAMÉTRICA	4 - 1
4.1.1.1.	ASPECTOS GENERALES	4 - 1
4.1.1.2.	OBJETIVO GENERAL	4 - 1
4.1.1.3.	Objetivos Específicos	4 - 1
4.1.2.	Topografía	4 - 2
4.2.	PROSPECCIONES y ENSAYOS	4 - 3
4.2.1.	Sondajes	4 - 3
4.2.1.1.	Sitio 1	4 - 3
4.2.1.2.	Sitio 2	4 - 4
4.2.1.3.	Ensayes en Terreno	4 - 5
4.2.1.4.	Criterios Adoptados para Ubicación y Profundidad de Exploración Recomendadas.	4 - 6
4.2.2.	Perfiles de Refracción Sísmica	4 - 8
4.2.2.1.	Sitio 1	4 - 8
4.2.2.2.	Sitio 2	4 - 10
4.2.2.3.	Análisis de Resultados Obtenidos	4 - 12
4.2.3.	Pozos de Exploración	4 - 13
4.2.3.1.	Prospecciones en Sitios del Eje del Muro	4 - 13
4.2.3.2.	Prospecciones en Zona de Canales	4 - 15
4.2.3.3.	Prospecciones en Zona de Yacimientos	4 - 16
4.2.3.4.	Análisis de Resultados Obtenidos	4 - 17
4.3.	ENSAYES DE LABORATORIO	4 - 17
<b>5</b>	<b>DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>5 - 1</b>
5.1.	GENERALIDADES	5 - 1
5.2.	ALTERNATIVA 1	5 - 3
5.3.	ALTERNATIVA 2	5 - 7
5.4.	ALTERNATIVA 3	5 - 11
5.5.	ALTERNATIVA 4	5 - 15
5.6.	ALTERNATIVA 5	5 - 19
<b>6</b>	<b>ESTUDIOS BÁSICOS</b>	<b>6 - 1</b>
6.1.	INTRODUCCIÓN	6 - 1
6.2.	ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	6 - 2
6.2.1.	Antecedentes Generales	6 - 2

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
6.2.2.	Marco Morfológico	6 - 3
6.2.3.	Marco Geológico	6 - 5
6.2.3.1.	Aspectos Generales	6 - 5
6.2.3.2.	Depósitos no Consolidados ó Suelos	6 - 5
6.2.3.3.	BASAMENTO ROCOSO	6 - 7
6.2.4.	Marco Estructural	6 - 11
6.2.5.	Riesgos Geológicos	6 - 12
6.2.5.1.	Aspectos Generales	6 - 12
6.2.5.2.	Diagnóstico de Riesgos Geológicos	6 - 12
6.2.6.	Hidrogeología	6 - 19
6.2.7.	Materiales de Empréstito: Agregados, Áridos, y Enrocados	6 - 20
6.2.7.1.	Agregados y Áridos	6 - 20
6.2.7.2.	Enrocados	6 - 28
6.2.8.	Análisis Geotécnico, Conclusiones y Recomendaciones Respecto de los Terrenos Comprometidos en El Emplazamiento de Obras del Proyecto	6 - 33
6.2.8.1.	Introducción	6 - 33
6.2.8.2.	Túneles de Trasvase (Características de los Túneles y Marco Morfogeológico de los Terrenos Comprometidos en Sus Desarrollos)	6 - 33
6.2.8.3.	Obras de Bocatoma Sobre Río Grande y Alternativas de Presas de Almacenamiento y Regulación Sobre El Río Salado	6 - 42
6.2.8.4.	Obras de Conducción en Tubería Presa Río Salado – Portal de Entrada Túnel Río Salado – Río Grande	6 - 52
6.2.8.5.	Alternativa de Conducción Única de Aguas Mediante Tubería Spiropecc Soterrada	6 - 53
6.2.8.6.	Conclusiones y Recomendaciones	6 - 54
6.2.8.7.	Presas de Control y Regulación de Crecidas en Río San Pedro	6 - 56
6.2.9.	Referencias	6 - 66
6.3.	ESTUDIO GEOTÉCNICO	6 - 67
6.3.1.	Introducción	6 - 67
6.3.2.	Presa de Acumulación	6 - 67
6.3.2.1.	Aspectos Generales	6 - 67
6.3.2.2.	Antecedentes de la Zona del Proyecto	6 - 67
6.3.2.3.	Sitio de Presa N°1	6 - 67
6.3.2.4.	Sitio de Presa N°2	6 - 68
6.3.2.5.	Conclusiones	6 - 69
6.3.3.	Presas de Control y Regulación de Crecidas en Río Grande	6 - 70

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
6.3.3.1.	Introducción	6 - 70
6.3.3.2.	Sitio Muro	6 - 70
6.3.3.3.	Conclusiones Campaña de Exploración	6 - 70
6.4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	6 - 71
6.4.1.	Introducción	6 - 71
6.4.2.	Objetivos	6 - 72
6.4.3.	Antecedentes y Área de Estudio	6 - 73
6.4.3.1.	Aspectos Generales	6 - 73
6.4.3.2.	Antecedentes Hidrometeorológicos	6 - 74
6.4.4.	Análisis de Estadística Hidro-Meteorológica	6 - 76
6.4.4.1.	Pluviometría	6 - 76
6.4.4.2.	Registros Evaporación	6 - 80
6.4.4.3.	Precipitación Máxima San Pedro de Atacama	6 - 81
6.4.5.	Fluviometría	6 - 83
6.4.5.1.	Caudales Medios Mensuales	6 - 83
6.4.5.2.	Campañas de Aforos Chi-535, Dga 1978	6 - 91
6.4.5.3.	Campaña Aforos 1995	6 - 94
6.4.5.4.	Campaña Aforos 2013	6 - 95
6.4.5.5.	Coeficientes de Trasposición y Caudales Medios Adoptados	6 - 96
6.4.6.	Caudales Máximos	6 - 98
6.4.6.1.	Ajuste de Frecuencia	6 - 98
6.4.6.2.	Fórmula Racional	6 - 103
6.4.6.3.	Verni King	6 - 106
6.4.6.4.	Hidrograma Unitario Sintético	6 - 107
6.4.6.5.	Caudales Adoptados	6 - 111
6.4.6.6.	Precipitación Máxima Probable y Crecida Máxima Probable	6 - 113
6.5.	ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO	6 - 118
6.5.1.	Aspectos Generales	6 - 118
6.5.2.	Gasto Sólido Suspendido	6 - 119
6.5.2.1.	Método MUSLE	6 - 119
6.5.2.2.	Tasa Ayquina	6 - 120
6.5.2.3.	Método USBR	6 - 121
6.5.2.4.	Gasto Arrastre de Fondo	6 - 122
6.5.2.5.	Volumen Sólido Suspendido y de Fondo Adoptados	6 - 123
6.6.	EVALUACIÓN DE CRECIDAS EN LOS CANALES	6 - 124
6.6.1.	Aspectos Generales	6 - 124

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
6.6.2.	Cálculo del Caudal	6 - 126
6.6.2.1.	Aspectos Generales	6 - 126
6.6.2.2.	Método Racional	6 - 126
6.6.2.3.	Método de Verni King	6 - 126
6.6.2.4.	Coeficientes de Escorrentía	6 - 127
6.6.3.	Caudales de Diseño	6 - 127
6.6.4.	Proposición de Obras	6 - 128
6.6.4.1.	Aspectos Generales	6 - 128
6.6.4.2.	Punto Q1	6 - 129
6.6.4.3.	Punto Q2	6 - 129
6.6.4.4.	Punto Q3 y Q4	6 - 129
6.6.4.5.	Punto Q5	6 - 129
6.6.4.6.	Otros Lugares	6 - 130
6.7.	ESTUDIOS BÁSICOS DEL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN SAN PEDRO DE ATACAMA	6 - 130
6.7.1.	Generalidades	6 - 130
6.7.2.	Revisión Catastro Antiguo	6 - 131
6.7.3.	Diagnóstico de Infraestructura y Mejoramientos Propuestos	6 - 132
6.7.3.1.	Canal Cuchabrachi	6 - 132
6.7.3.2.	Canal Patilla	6 - 136
6.7.3.3.	Canal Catarpe	6 - 141
6.7.3.4.	Canal Tambillo	6 - 143
6.7.3.5.	Canal Naranjo	6 - 146
6.7.3.6.	Canal Huachar	6 - 148
6.7.3.7.	Canal Bellavista	6 - 149
6.7.3.8.	Canal San Pedro	6 - 152
6.7.4.	Mejoramiento de la Red de Distribución	6 - 158
6.7.4.1.	Introducción	6 - 158
6.7.4.2.	Tranques de Regulación Nocturna	6 - 158
6.7.4.3.	Sifones y Canales de Enlace	6 - 162
6.8.	ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL TRASVASE DE AGUAS DESDE EL RÍO SALADO AL RÍO GRANDE (TÚNEL SAN BARTOLO)	6 - 166
6.8.1.	Dimensiones de la Sección del Túnel y del Ducto de Conducción	6 - 166
6.8.1.1.	Aspectos Generales	6 - 166
6.8.1.2.	Bocatoma San Bartolo en El Río Salado	6 - 166
6.8.1.3.	Geología del Túnel	6 - 167

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
6.8.1.4.	Ducto de Conducción	6 - 167
6.8.2.	Portal de Salida del Túnel y Minicentral	6 - 168
6.8.3.	Conducción por Canal Bartolo	6 - 169
6.9.	ESTUDIOS DE CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS DEL RÍO GRANDE	6 - 170
6.10.	Estudio Red de Canales de Distribución	6 - 171
6.10.1.	Introducción	6 - 171
6.10.2.	Criterios de la Modelación Hidráulica	6 - 172
6.10.2.1.	Definición del Caudal A Transportar	6 - 172
6.10.2.2.	Rugosidad de Manning	6 - 174
6.10.2.3.	Condiciones de Borde	6 - 176
6.10.2.4.	Procedimiento de Modelación	6 - 176
6.10.3.	Resultados	6 - 176
6.10.3.1.	Aspectos Generales	6 - 176
6.10.3.2.	Canal Cuchabrachi	6 - 176
6.10.3.3.	Canal Patilla	6 - 177
6.10.3.4.	Canal Catarpe	6 - 177
6.10.3.5.	Canal Bellavista	6 - 177
6.10.3.6.	Canal San Pedro	6 - 178
6.10.3.7.	Canal Coyo	6 - 178
6.10.3.8.	Canal Solor	6 - 179
6.11.	Estudio Hidráulico del Cauce de los Ríos Grande y San Pedro para Control de Crecidas (Situación Sin Embalse)	6 - 180
6.11.1.	Introducción	6 - 180
6.11.2.	Simulación del Eje Hidráulico	6 - 181
6.11.3.	Resultados	6 - 185
6.12.	Estudio Efecto Regulador de los Embalses	6 - 185
6.12.1.	Introducción	6 - 185
6.12.2.	Metodología del Efecto Regulador de Un Embalse	6 - 186
6.12.2.1.	Objetivo	6 - 186
6.12.2.2.	Consideraciones Generales	6 - 186
6.12.2.3.	Procedimiento de Cálculo	6 - 186
6.12.2.4.	Método de Balance	6 - 187
6.12.3.	Resultados Efecto Regulador Embalse Río Grande	6 - 189
6.12.4.	Conclusiones	6 - 191
6.13.	Estudio Hidráulico de los Cauces de los Ríos Grande, Salado y San Pedro (Situación Con Embalse)	6 - 192

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
6.13.1.	Análisis de Alternativas del Muro Controlador de Crecidas	6 - 192
6.13.2.	Resultados Efecto Regulador Embalse Río Salado	6 - 195
6.13.2.1.	Aspectos Generales	6 - 195
6.13.2.2.	Consideraciones Previas	6 - 195
6.13.2.3.	Conclusiones	6 - 195
6.13.3.	Análisis de la Caja del Río San Pedro	6 - 196
6.13.3.1.	Introducción	6 - 196
6.13.3.2.	Determinación del Caudal Máximo Soportado por El Río	6 - 196
6.13.3.3.	Análisis para Otros Caudales	6 - 198
6.13.3.4.	Obras de Control	6 - 198
6.13.3.5.	Curva de Costos	6 - 202
6.13.4.	Efecto Regulador de los Embalses en Río San Pedro	6 - 203
6.14.	Determinación de la Relación Daños Provocados V/S Niveles de Inundación	6 - 204
6.14.1.	Introducción	6 - 204
6.14.2.	Metodología	6 - 205
6.14.3.	Determinación Curva de Daños Base	6 - 206
6.14.4.	Determinación Daños Situación Actual	6 - 208
6.14.4.1.	Introducción	6 - 208
6.14.4.2.	Valorización de Daños	6 - 209
6.14.4.3.	Daños Directos	6 - 209
6.14.4.4.	Daños Indirectos	6 - 215
6.14.4.5.	Intangibles	6 - 215
6.14.4.6.	Daño Total Estimado para la Crecida del Año 2012 (Crecida de 40 Años de Período de Retorno en Situación Actual)	6 - 216
6.14.4.7.	Daño Esperado en Situación Actual	6 - 216
6.14.5.	Cálculo Daño Evitado por Mejoramiento Caja del Río Grande	6 - 217
6.14.6.	Cálculo Daño Evitado por Embalse Controlador de Crecidas Río Grande	6 - 218
6.14.7.	Cálculo Daño Evitado por Embalse de Riego en Río Salado	6 - 220
6.14.8.	Cálculo Daño Evitado por Embalse de Riego en Río Salado y de Control de Crecidas en Río Grande	6 - 223
6.15.	Estudio Legal de los Derechos de Agua	6 - 229
6.15.1.	Antecedentes Históricos y Reconocimiento	6 - 229
6.15.2.	Organizaciones Existentes Ligadas A la Distribución del Recurso Hídrico	6 - 231
6.15.3.	Derechos de Agua Existentes, Permanentes y Eventuales	6 - 233
6.15.3.1.	Aspectos Generales	6 - 233

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápites</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
6.15.3.2.	Comunidad Atacameña de Río Grande y A la Asoc. Atacameña de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama	6 - 233
6.15.3.3.	Otros Propietarios	6 - 234
6.15.3.4.	Resumen de la Información	6 - 236
6.15.4.	Derechos de Agua en Trámite de Otorgamiento	6 - 241
6.15.5.	Análisis Legal de las Alternativas	6 - 242
6.15.5.1.	Aspectos Generales	6 - 242
6.15.5.2.	Río Grande	6 - 242
6.15.5.3.	Río Salado	6 - 242
6.15.5.4.	Río San Pedro	6 - 243
6.15.6.	Solicitud de Derechos	6 - 243
<b>7</b>	<b>MODELO DE SIMULACIÓN Y OPERACIÓN SAN PEDRO</b>	<b>7 - 1</b>
7.1.	ANTECEDENTES GENERALES	7 - 1
7.2.	CAUDALES MEDIOS RÍO SAN PEDRO	7 - 2
7.3.	TASAS DE EVAPORACIÓN	7 - 3
7.4.	EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN	7 - 4
7.5.	CURVA DE EMBALSE	7 - 5
7.6.	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS Y DEMANDAS DE AGUA	7 - 6
7.7.	EVALUACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL y FUTURA	7 - 6
7.7.1.	Situación Actual	7 - 6
7.7.2.	Alternativa 1	7 - 8
7.7.3.	Alternativa 2	7 - 8
7.7.4.	Alternativa 3	7 - 9
7.7.5.	Alternativa 4	7 - 10
7.7.6.	Alternativa 5	7 - 11
7.8.	COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	7 - 12
<b>8</b>	<b>ESTUDIO AGROECONÓMICO</b>	<b>8 - 1</b>
8.1.	INTRODUCCIÓN	8 - 1
8.2.	ÁREA DE INFLUENCIA Y SECTORES DE RIEGO	8 - 1
8.3.	ASPECTOS CLIMÁTICOS	8 - 1
8.4.	ASPECTOS AGROLÓGICOS	8 - 2
8.5.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA	8 - 3
8.5.1.	Listado de Agricultores y Estructura de la Propiedad Agrícola	8 - 3
8.5.2.	Encuesta Agropecuaria y Estudios de Caso	8 - 5

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
8.5.3.	Resultados Situación Actual Agropecuaria	8 - 5
8.6.	SITUACIÓN SIN PROYECTO	8 - 6
8.7.	SITUACIÓN CON PROYECTO	8 - 7
8.7.1.	Caracterización Productiva	8 - 7
8.7.2.	Costos Indirectos y Gastos Generales	8 - 12
8.7.3.	Inversiones en Tecnificación del Riego	8 - 13
8.7.4.	Habilitación de Terrenos	8 - 13
8.7.5.	Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica	8 - 13
8.8.	DEMANDAS DE AGUA	8 - 14
8.9.	BENEFICIOS AGRÍCOLAS NETOS DEL PROYECTO	8 - 14
8.9.1.	Determinación de Flujos Agroeconómicos	8 - 14
8.9.2.	Balance de Mano de Obra	8 - 21
<b>9</b>	<b>CALIDAD DE AGUAS</b>	<b>9 - 1</b>
9.1.	INTRODUCCIÓN	9 - 1
9.2.	DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DE ESTUDIO	9 - 2
9.2.1.	Introducción	9 - 2
9.2.2.	Parámetros Físico-Químicos y Biológicos	9 - 2
9.2.2.1.	Generalidades	9 - 2
9.2.2.2.	Datos de Calidad de Aguas Estación Río San Pedro en Cuchabrachi	9 - 2
9.2.2.3.	Datos de Calidad de Muestras Puntuales	9 - 4
9.2.2.4.	Datos de Calidad de Agua Muestreo In Situ	9 - 9
9.2.2.5.	Parámetros Seleccionados	9 - 10
9.2.3.	Análisis Territorial de las Aguas para Riego	9 - 11
9.2.3.1.	Generalidades	9 - 11
9.2.3.2.	Río Salado	9 - 12
9.2.3.3.	Río Grande	9 - 16
9.2.3.4.	Río San Pedro	9 - 20
9.2.3.5.	Sector Pueblo San Pedro de Atacama	9 - 25
9.2.3.6.	Síntesis de la Información	9 - 29
9.3.	DIAGNÓSTICO BASE PARA EL TRATAMIENTO DE SALINIDAD DE LAS AGUAS EN HOYA DEL RÍO SAN PEDRO	9 - 35
9.3.1.	Introducción	9 - 35
9.3.1.1.	Objetivos	9 - 35
9.3.1.2.	Metodología	9 - 35
9.3.2.	Diagnóstico Salinidad Río Salado	9 - 37

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
9.3.3.	Diagnóstico Salinidad Río Grande	9 - 39
9.3.4.	Diagnóstico Salinidad Río San Pedro	9 - 42
9.3.5.	Diagnóstico de la Calidad del Agua en Régimen de Crecidas	9 - 43
9.4.	<b>MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>	9 - 44
9.4.1.	Introducción	9 - 44
9.4.2.	Mejoramiento A Través de Tecnologías de Desalación	9 - 45
9.4.2.1.	Generalidades	9 - 45
9.4.2.2.	Antecedentes Bibliográficos	9 - 46
9.4.2.3.	Procesos Termales	9 - 47
9.4.2.4.	Tecnologías de Membranas	9 - 50
9.4.2.5.	Evolución del Costo de los Procesos de Desalación	9 - 54
9.4.2.6.	Análisis Comparativo de los Métodos de Desalación de Aguas	9 - 54
9.4.3.	Análisis del Tratamiento de las Aguas del Río San Pedro	9 - 58
9.4.3.1.	Introducción	9 - 58
9.4.3.2.	Breve Caracterización Calidad de Aguas por Tramo	9 - 59
9.4.3.3.	Evaluación Preliminar de Costos	9 - 59
9.4.3.4.	Proposición de Tratamiento	9 - 60
9.4.4.	Mejoramiento A Través de Alternativas de Obras	9 - 61
9.4.4.1.	Introducción	9 - 61
9.4.4.2.	Elementos Que Forman Parte de las Alternativas	9 - 61
9.4.4.3.	Evaluación de Alternativas	9 - 61
9.4.5.	Mejoramiento A Través de la Lixiviación para Disminuir la Salinidad	9 - 67
9.5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	9 - 68
<b>10</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO GENERAL Y CÁLCULO HIDRÁULICO</b>	<b>10 - 1</b>
10.1.	INTRODUCCIÓN	10 - 1
10.2.	DISEÑOS ALTERNATIVA 1	10 - 1
10.2.1.	Aspectos Generales	10 - 1
10.2.2.	Obra de Toma en Río Salado	10 - 1
10.2.2.1.	Consideraciones Básicas	10 - 1
10.2.2.2.	Características de Una Captación Tipo Sumidero	10 - 2
10.2.3.	Diseño Túnel 2 (Túnel San Bartolo)	10 - 4
10.2.3.1.	Introducción	10 - 4
10.2.3.2.	Antecedentes de Diseño	10 - 4
10.2.3.3.	Túnel	10 - 4
10.2.3.4.	Obra de Salida	10 - 5

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
10.2.4.	Conducción Río Grande	10 - 5
10.2.4.1.	Consideraciones Básicas	10 - 5
10.2.4.2.	Diseño Conducciones en Presión	10 - 6
10.2.4.3.	Conducciones en Acueducto	10 - 7
10.3.	DISEÑOS ALTERNATIVA 2	10 - 7
10.3.1.	Aspectos Generales	10 - 7
10.3.2.	Obra de Toma en Río Salado	10 - 8
10.3.3.	Diseño Conducción Río Salado	10 - 8
10.3.3.1.	Condiciones de Diseño	10 - 8
10.3.3.2.	Diseño en Canal Abierto	10 - 8
10.3.3.3.	Diseño en Tubería Acueducto	10 - 9
10.3.3.4.	Diseño en Tubería Presurizada	10 - 9
10.3.4.	Muro Controlador de Crecidas	10 - 10
10.4.	DISEÑOS ALTERNATIVA 3	10 - 10
10.4.1.	Aspectos Generales	10 - 10
10.4.2.	Obra de Toma en Río Grande	10 - 10
10.4.3.	Diseño Túnel 1	10 - 10
10.4.4.	Diseño Conducción Río Salado	10 - 10
10.5.	DISEÑOS ALTERNATIVA 4	10 - 11
10.5.1.	Aspectos Generales	10 - 11
10.5.2.	Obra de Toma Río Grande	10 - 12
10.5.3.	Conducción Río Grande	10 - 12
10.6.	DISEÑOS ALTERNATIVA 5	10 - 12
10.7.	DISEÑO MURO CONTROLADOR DE CRECIDAS RÍO GRANDE	10 - 13
10.7.1.	Introducción	10 - 13
10.7.2.	Antecedentes Utilizados	10 - 14
10.7.3.	Propiedades del Suelo de Fundación	10 - 15
10.7.3.1.	Antecedentes Geológicos	10 - 15
10.7.3.2.	Estratigrafía Sector Muro	10 - 19
10.7.3.3.	Estratigrafía Sector Yacimientos	10 - 19
10.7.3.4.	Ensayes de Infiltración	10 - 20
10.7.3.5.	Conclusiones de la Exploración y de los Ensayes	10 - 24
10.7.4.	Diseño Hidráulico	10 - 24
10.7.5.	Diseño Estructural	10 - 26
10.7.5.1.	Cálculo de Estabilidad de la Presa	10 - 26
10.7.5.2.	Comportamiento de las Laderas del Embalse	10 - 30

**INDICE INFORME FINAL**

**VOLUMEN I: INGENIERÍA**

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
10.7.5.3.	Seguimiento de la Socavación del Cauce del Río	10 - 30
10.7.6.	Excavaciones y Recomendaciones de Construcción	10 - 30
10.7.7.	Selección del Sitio de Embalse	10 - 32
10.7.7.1.	Conclusiones Geológicas	10 - 32
10.7.7.2.	Conclusiones Geotécnicas	10 - 32
10.7.7.3.	Análisis de Costos	10 - 33
10.7.7.4.	Conclusión Final y Selección	10 - 34
10.8.	DISEÑO EMBALSE REGULADOR RIEGO RÍO SALADO	10 - 34
10.8.1.	Introducción	10 - 34
10.8.2.	Antecedentes Utilizados	10 - 34
10.8.3.	Propiedades del Suelo de Fundación	10 - 35
10.8.3.1.	Antecedentes Geológicos	10 - 35
10.8.3.2.	Estratigrafía Sector Muro	10 - 36
10.8.4.	Conclusiones	10 - 36
10.8.5.	Propiedades Mecánicas	10 - 37
10.8.6.	Diseño Estructural	10 - 38
10.8.6.1.	Ancho de Coronamiento	10 - 38
10.8.6.2.	Cálculo de Estabilidad de la Presa	10 - 39
10.8.6.3.	Makdisi y Seed	10 - 40
10.8.6.4.	Inyecciones	10 - 41
10.8.7.	Diseño Hidráulico	10 - 42
10.9.	DISEÑO RED DE CANALES	10 - 44
10.9.1.	Alternativas de Diseño	10 - 44
10.9.2.	Tipo de Obras A Mejorar	10 - 44
10.9.3.	Criterios de Diseño	10 - 45
10.9.4.	Mejoramiento de Infraestructura Alternativas Sin Embalse	10 - 48
10.9.5.	Mejoramiento de Infraestructura Alternativas Con Embalse	10 - 48
10.9.6.	Mejoramiento Red Secundaria	10 - 51
10.10.	Diseño Tranques Nocturnos	10 - 52
10.11.	Mini Centrales Hidroeléctricas	10 - 57
10.11.1.	Introducción	10 - 57
10.11.2.	Cálculo de Potencia Eléctrica Estimada	10 - 57
10.11.3.	Cálculo Potencial Asociado A Diferentes Alternativas	10 - 59
10.11.4.	Costos	10 - 60
10.11.5.	Factibilidad de la Generación Hidroeléctrica	10 - 61
10.11.6.	Modelo de Negocios	10 - 62

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
10.11.7.	Conclusiones	10 - 62
10.12.	Desalación de Aguas	10 - 63
10.12.1.	Introducción	10 - 63
10.12.2.	Osmosis Inversa	10 - 63
10.12.3.	Conclusiones	10 - 63
10.13.	Diseño de Sistema de Aforo Remoto de Caudales	10 - 64
10.13.1.	Introducción	10 - 64
10.13.2.	Diseño Hidráulico Preliminar Aforadores	10 - 69
10.13.2.1.	Aforador Canal Matriz	10 - 69
10.13.2.2.	Recomendación de Construcción	10 - 72
10.13.2.3.	Aforador Marco Partidor Mamani	10 - 74
10.13.2.4.	Recomendación de Construcción	10 - 75
10.13.2.5.	Aforadores de Red Secundaria	10 - 76
10.13.3.	Sistema de Conexión Remoto	10 - 78
<b>11</b>	<b>EXPROPIACIONES</b>	<b>11 - 1</b>
11.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS TERRENOS A EXPROPIAR: EMBALSES Y OBRAS ANEXAS	11 - 1
11.1.1.	Introducción	11 - 1
11.1.2.	Retenedor de Crecidas	11 - 1
11.1.3.	Obras por Alternativa	11 - 1
11.2.	COSTOS DE EXPROPIACIÓN	11 - 30
11.3.	PLANOS DE EXPROPIACIONES	11 - 31
<b>12</b>	<b>PRESUPUESTOS</b>	<b>12 - 1</b>
12.1.	ASPECTOS GENERALES	12 - 1
12.2.	PRECIOS UNITARIOS	12 - 1
12.3.	RESUMEN PRESUPUESTOS POR OBRAS	12 - 3
12.3.1.	Generalidades	12 - 3
12.3.2.	Túneles	12 - 3
12.3.3.	Conducción Aguas Río Grande	12 - 4
12.3.4.	Conducción Aguas Río Salado	12 - 7
12.3.5.	Embalse de Riego Río Salado	12 - 9
12.3.6.	Embalse de Control de Crecidas	12 - 13
12.3.7.	Mejoramiento y Ampliación Red Primaria	12 - 14
12.3.8.	Mejoramiento y Ampliación Red Secundaria	12 - 15
12.3.9.	Presupuestos Aforadores Remotos	12 - 15

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
12.3.10.	Presupuestos Conducción de Aguas de Mala Calidad	12 - 16
12.3.11.	Presupuestos Mejoramiento de la Caja del Río San Pedro	12 - 16
12.3.12.	Presupuestos Mini Centrales Hidroeléctricas	12 - 16
12.3.13.	Presupuestos Planta Desalación de Aguas	12 - 17
12.4.	RESUMEN PRESUPUESTOS POR ALTERNATIVA	12 - 17
<b>13</b>	<b>ESTUDIO DE ANALISIS AMBIENTAL</b>	<b>13 - 1</b>
<b>14</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>14 - 1</b>
14.1.	INTRODUCCIÓN	14 - 1
14.2.	INDICADORES DE RENTABILIDAD	14 - 1
14.3.	CONDICIONES DE EVALUACIÓN	14 - 2
14.4.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN	14 - 3
14.5.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO A EVALUAR	14 - 4
14.6.	COSTOS	14 - 6
14.6.1.	Introducción	14 - 6
14.6.2.	Obras Civiles: Costo Obras y Operación y Mantenimiento	14 - 6
14.6.2.1.	Aspectos Generales	14 - 6
14.6.2.2.	Costos de Componentes de las Alternativas	14 - 6
14.6.3.	Costo de Operación	14 - 8
14.6.4.	Expropiaciones	14 - 8
14.6.5.	Mejoramiento Caja del Río	14 - 9
14.6.6.	Costos Mini Central Hidroeléctrica	14 - 9
14.6.7.	Costos Ambientales	14 - 10
14.6.8.	Presupuesto de Obras por Alternativa	14 - 11
14.7.	BENEFICIOS	14 - 12
14.7.1.	Generalidades	14 - 12
14.7.2.	Beneficios Derivados del Riego	14 - 12
14.7.2.1.	Beneficios Según Método del Presupuesto	14 - 12
14.7.2.2.	Beneficio Asociado El Valor Incremental de la Tierra	14 - 23
14.7.2.3.	Beneficio Asociado A las Transacciones de los Derechos de Aguas	14 - 24
14.7.3.	Beneficio Asociado A la Generación Hidroeléctrica	14 - 25
14.7.4.	Beneficios Asociados Al Control de Crecidas	14 - 25
14.8.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	14 - 26
14.8.1.	Aspectos Generales	14 - 26
14.8.2.	Evaluación Proyecto Mejoramiento Caja del Río	14 - 27

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
14.8.3.	Evaluación Embalse Control de Crecidas	14 - 28
14.8.4.	Mini Central Hidroeléctrica	14 - 28
14.8.5.	Evaluación Económica Alternativas Propuestas	14 - 29
14.9.	EVALUACIÓN POTENCIAL HIDROELÉCTRICO	14 - 33
14.10.	MÉTODOS ALTERNATIVOS	14 - 33
14.11.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROYECTO DE RIEGO + CONTROL DE CRECIDAS	14 - 35
14.12.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROYECTO MULTIPROPÓSITO: RIEGO + CONTROL DE CRECIDAS + HIDROELECTRICIDAD	14 - 42
14.13.	EVALUACIONES COMPLEMENTARIAS	14 - 43
14.13.1.	Aspectos Generales	14 - 43
14.13.2.	Mejoramiento Red Primaria	14 - 44
14.13.3.	Mejoramiento Red Secundaria	14 - 44
14.13.4.	Proyecto Íntegro	14 - 44
14.14.	INDICADORES ADICIONALES	14 - 45
14.14.1.	Generación de Empleo	14 - 45
14.14.2.	Rentabilidad por Hectárea Productiva	14 - 46
14.14.3.	Ingreso Per Cápita Asignable Al Sector Agropecuario	14 - 46
14.14.4.	Generación de Impuestos	14 - 47
14.15.	MOMENTO ÓPTIMO DE LA INVERSIÓN	14 - 47
14.16.	ANÁLISIS FINANCIERO Y DISPOSICIÓN DE PAGO	14 - 48
14.17.	RECOMENDACIÓN DEL PROYECTO	14 - 50
<b>15</b>	<b>PARTICIPACIÓN CIUDADANA</b>	<b>15 - 1</b>
15.1.	INTRODUCCIÓN	15 - 1
15.2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	15 - 2
15.3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15 - 2
15.4.	PRINCIPALES RESULTADOS	15 - 2
15.4.1.	Introducción	15 - 2
15.4.2.	Descripción del Área del Proyecto	15 - 3
15.4.3.	Diagnóstico del Territorio	15 - 3
15.4.4.	Plan de Actividades de Participación Ciudadana	15 - 13
15.4.4.1.	Componente de Género	15 - 13
15.5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15 - 13

## INDICE INFORME FINAL

### VOLUMEN I: INGENIERÍA

Acápite	Descripción	Página
16	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16 - 1
16.1.	CONCLUSIONES	16 - 1
16.2.	RECOMENDACIONES	16 - 7

---

### INDICE DE ANEXOS

#### ANEXOS CAPITULO 3 DIAGNÓSTICOS

- 3 - 1 CATASTRO DE CANALES
- 3 - 2 ESTUDIO CRECIDAS AÑO HIDROLÓGICO
- 3 - 3 ANTECEDENTES HIDROQUÍMICOS

#### ANEXOS CAPÍTULO 4 TRABAJOS DE TERRENO

- 4 - 1 SONDAJES
- 4 - 2 PERFILES SÍSMICOS
- 4 - 3 POZOS DE EXPLORACIÓN
- 4 - 4 FOTOGRAFÍAS CALICATAS
- 4 - 5 ENSAYES DE LABORATORIO

#### ANEXOS CAPÍTULO 5 DEFINICION DE ALTERNATIVAS

OBRAS SAN PEDRO

#### ANEXOS CAPITULO 6

- 6 - 1 ESTUDIO HIDROLÓGICO
- 6 - 2 ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO
- 6 - 3 ESTUDIO DE CRECIDAS EN CANALES
- 6 - 4 BASE DE DATOS CANALES
- 6 - 5 RESUMEN CATASTRO ESTUDIO DE R&Q
- 6 - 6 FICHAS CANALES
- 6 - 7 ESTUDIO RED DE CANALES DE DISTRIBUCIÓN
- 6 - 8 ESTUDIO HIDRÁULICO RÍO GRANDE Y RÍO SAN PEDRO (SIN EMBALSE)
- 6 - 9 EFECTO REGULADOR

- 6 - 10 ESTUDIO HIDRAULICO RÍO SAN PEDRO (CON EMBALSE)
- 6 - 11 EVALUACION DE DAÑOS POR CRECIDAS
- 6 - 15 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS SEGÚN DERECHOS DE AGUAS

#### **ANEXOS CAPITULO 7**

- 7 - 1 MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL

#### **ANEXOS CAPITULO 9**

- 9 - 1 DATOS ESTACION CUCHABRACHI
- 9 - 2 RESULTADOS LABORATORIO
- 9 - 3 PUNTOS DE MUESTREO
- 9 - 4 ANTECEDENTES HIDROQUIMICOS
- 9 - 5 ESTUDIO DE CRECIDAS AÑO HIDROLÓGICO
- 9 - 6 BIBLIOGRAFIA DESALACION DE AGUAS
- 9 - 7 COSTO TRATAMIENTO

#### **ANEXOS CAPITULO 10 DIMENSIONAMIENTO GENERAL Y CÁLCULO HIDRÁULICO**

- 10 - 1 DISEÑOS HIDRÁULICOS CONDUCCIONES
- 10 - 2 DISEÑOS HIDRAULICOS EMBALSES
- 10 - 3 DISEÑO ESTRUCTURAL EMBALSES
- 10 - 4 ANÁLISIS DE COSTO SITIOS EMBALSE RÍO GRANDE
- 10 - 5 SOCAVACION SIFONES
- 10 - 6 MEJORAMIENTO CANALES
- 10 - 7 HIDROGENERACIÓN
- 10 - 8 AFORADORES REMOTOS

#### **ANEXOS CAPÍTULO 11 EXPROPIACIONES**

- 11 - 1 TABLA DE EXPROPIACIONES

#### **ANEXOS CAPÍTULO 12 PRESUPUESTOS Y CUBICACIONES**

- COTIZACIONES
- CUADRO DE EXPROPIACIONES SAN PEDRO
- CUBICACIONES ALTERNATIVAS 1 Y 2 RÍO GRANDE
- CUBICACIONES EMBALSE SALADO
- CUBICACIONES TÚNELES
- ESTIMACION COSTO DE GAVIONES
- PRESUPUESTO COMPLETO DE OBRS PRECIOS PRIVADOS

PRESUPUESTO COMPLETO DE OBRS PRECIOS SOCIALES  
PRECIOS UNITARIOS GAVIONES

**ANEXOS CAPÍTULO 14 EVALUACION ECONÓMICA**

- 14 - 1 ESTUDIO TARIFARIO AGUAS ANTOFAGASTA 2006-2011
- 14 - 2 MEJORAMIENTO CAJA RÍO
- 14 - 3 CC
- 14 - 4 MCH
- 14 - 5 ALT 1
- 14 - 6 ALT 2
- 14 - 7 ALT 3
- 14 - 8 ALT 4
- 14 - 9 SENSIBILIDAD ALTERNATIVA 3
- 14 -10 SENSIBILIDAD ALTERNATIVA 3 + MCH
- 14 -11 RED PRIMARIA
- 14 -12 RED SECUNDARIA
- 14 -13 PROYECTO TOTAL
- 14 -14 ANÁLISIS FINANCIERO

<b>INDICE DE PLANOS DE INGENIERIA</b>		
<b>Nº</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE</b>
1	GN-SPA-01	PLANTA GENERAL ÁREA DE ESTUDIO
2	GEO-SPA-01	PLANTA ESTUDIO GEOLÓGICO PRELIMINAR
3	ALT-SPA-01	PLANTA Y DETALLES EJE EMBALSE SAN BARTOLO MURO 35 Mts
4	ALT-SPA-02	PLANTA Y DETALLES EJE EMBALSE SAN BARTOLO MURO 45 Mts
5	ALT-SPA-03	PLANTA Y DETALLES EJE EMBALSE SAN BARTOLO MURO 50 Mts
6	ALT-SPA-04	Planta Muro Control Crecida 1
7	ALT-SPA-05	Planta Muro Control Crecida 2
8	OBR-SPA-01	PLANO DE OBRAS ALTERNATIVA Nº1
9	OBR-SPA-02	PLANO DE OBRAS ALTERNATIVA Nº2
10	OBR-SPA-03	PLANO DE OBRAS ALTERNATIVA Nº3
11	OBR-SPA-04	PLANO DE OBRAS ALTERNATIVA Nº4
12	OBR-SPA-05	PLANO DE OBRAS ALTERNATIVA Nº5
13	OBR-SPA-06	PLANTA DE TRAZADO TUBERÍA CONDUCCIÓN AGUAS SALINAS
14	TUN-SPA-01	PLANTA Y DETALLES PORTAL DE ENTRADA Y PORTAL DE SALIDA TUNEL 1
15	TUN-SPA-02	PLANTA Y DETALLES PORTAL DE ENTRADA Y PORTAL DE SALIDA TUNEL 2
16	ETH-SPA-01	AREA INUNDACION RIO GRANDE Y RIO SAN PEDRO LAMINA 1
17	ETH-SPA-02	AREA INUNDACION RIO GRANDE Y RIO SAN PEDRO LAMINA 2
18	ETH-SPA-03	AREA INUNDACION RIO GRANDE Y RIO SAN PEDRO LAMINA 3

<b>INDICE DE PLANOS DE INGENIERIA</b>		
<b>Nº</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE</b>
19	ETH-SPA-04	AREA INUNDACION RIO GRANDE Y RIO SAN PEDRO LAMINA 4
20	ETH-SPA-05	AREA INUNDACION RIO GRANDE Y RIO SAN PEDRO LAMINA 5
21	MJC-SPA-01	MEJORAMIENTO CANAL CUCHABRACHE
22	MJC-SPA-02	MEJORAMIENTO CANAL PATILLA 1_3
23	MJC-SPA-03	MEJORAMIENTO CANAL PATILLA 2_3
24	MJC-SPA-04	MEJORAMIENTO CANAL PATILLA 3_3
25	MJC-SPA-05	MEJORAMIENTO CANAL CATARPE
26	MJC-SPA-06	MEJORAMIENTO CANAL NARANJO
27	MJC-SPA-07	MEJORAMIENTO CANAL TAMBILLO 1_2
28	MJC-SPA-08	MEJORAMIENTO CANAL TAMBILLO 2_2
29	MJC-SPA-09	MEJORAMIENTO CANAL BELLAVISTA
30	MJC-SPA-10	MEJORAMIENTO CANAL SAN PEDRO TRAMO 1 Y CANAL HUACHAR
31	MJC-SPA-11	MEJORAMIENTO canal San Pedro 1_6
32	MJC-SPA-12	MEJORAMIENTO canal San Pedro 2_6
33	MJC-SPA-13	MEJORAMIENTO canal San Pedro 3_6
34	MJC-SPA-14	MEJORAMIENTO canal San Pedro 4_6
35	MJC-SPA-15	MEJORAMIENTO canal San Pedro 5_6
36	MJC-SPA-16	MEJORAMIENTO canal San Pedro 6_6
37	EXP-SPA-01	EXPROPIACIONES ZONA DE INUNDACIÓN Y MURO ALTERNATIVA CONTROL DE CRECIDA Nº1
38	EXP-SPA-02	EXPROPIACIONES ZONA DE INUNDACIÓN Y MURO ALTERNATIVA CONTROL DE CRECIDA Nº2
39	EXP-SPA-03	EXPROPIACIONES ZONA DE INUNDACIÓN Y MURO EMBALSE REGULADOR PARA RIEGO EN RÍO SALADO
40	EXP-SPA-04	EXPROPIACIONES CONDUCCIÓN RIO GRANDE
41	EXP-SPA-05	EXPROPIACIONES CONDUCCIÓN RIO SALADO
42	EXP-SPA-06	EXPROPIACIONES TUNEL 1
43	EXP-SPA-07	EXPROPIACIONES TUNEL 2 SAN BARTOLO
44	EXP-SPA-08	EXPROPIACIONES TRANQUES DE REGULACIÓN NOCTURNOS EN CANAL CUCHABRACHE Y CANAL SAN PEDRO
45	EXP-SPA-09	EXPROPIACIONES CONDUCCIÓN AGUAS SALINAS
46	AFO-SPA-01	PLANTA Y DETALLES TIPO AFORADORES