



COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

**ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO PARA MICROPROYECTOS
DE RIEGO EN REGIONES IV Y V**

INFORME FINAL

OCTUBRE 2017

Arrau Ingeniería SpA

María Luisa Santander 0231, Providencia, Santiago, Chile.

Fono 22341 48 00 Fax 22274 5023 e-mail: oficina@arrauingenieria.cl



Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

REGISTRO DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS

José Lagos Rehfeld	Jefe de Proyecto
Felipe Espinoza Contreras	Coordinador de Proyecto
Wilson Ureta Parraguez	Especialista en Evaluación y Priorización de Proyectos
Rodrigo Alvear Contreras	Especialista en Transferencia y Seguimiento de Proyectos
Francisco Alamo Jadue	Especialista en Ley 18.450
Cristian Schmitt Magasich	Especialista Legal
Diego Mena Pardo	Especialista en ERNC
Andrés Contreras López	Asesor en ERNC
José Astudillo Henríquez	Encargado Trabajos de Terreno
Carlos Torres Barraza	Encargado de Cartografía y Planos
Denisse Santibañez Flores	Ingeniera de Proyecto
Cristóbal Mosqueira Baird-Kerr	Ingeniero de Proyecto
Mario Gómez Sol	Especialista en Diseño de Obras
Valeska Cárcamo Azócar	Especialista SIG
Claudia Lizana Zapata	Especialista en PAC
Luis Hernández Astudillo	Profesional Apoyo PAC

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE

Acápites	Descripción	Página
1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1-1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1-1
1.2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1-3
1.2.1.	Objetivo General	1-3
1.2.2.	Objetivos Específicos	1-3
1.3.	ETAPAS DEL ESTUDIO	1-3
1.4.	CONTENIDOS DEL INFORME	1-5
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	2-1
2.1.	ANTECEDENTES GENERALES	2-1
2.1.1.	Ubicación Geográfica	2-1
2.1.2.	División Político Administrativa	2-4
2.1.2.1.	Región de Coquimbo	2-4
2.1.2.2.	Región de Valparaíso	2-4
2.1.3.	Población	2-5
2.1.3.1.	Región de Coquimbo	2-5
2.1.3.2.	Región de Valparaíso	2-6
2.1.4.	Empleo	2-8
2.1.4.1.	Región de Coquimbo	2-8
2.1.4.2.	Región de Valparaíso	2-8
2.1.5.	Etnias	2-9
2.1.5.1.	Región de Coquimbo	2-9
2.1.5.2.	Región de Valparaíso	2-10
2.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	2-10
2.2.1.	Clima y Vegetación	2-10
2.2.1.1.	Región de Coquimbo	2-10
2.2.1.2.	Región de Valparaíso	2-11
2.2.2.	Geomorfología	2-12
2.2.2.1.	Región de Coquimbo	2-12
2.2.2.2.	Región de Valparaíso	2-13
2.2.3.	Geología	2-15
2.2.3.1.	Región de Coquimbo	2-15
2.2.3.2.	Región de Valparaíso	2-17
2.2.4.	Suelos	2-19
2.2.4.1.	Tipos de Suelos	2-19
2.2.4.2.	Usos de Suelos	2-21
2.2.4.3.	Capacidad de Uso de Suelos	2-26
2.2.5.	Hidrografía	2-27
2.2.5.1.	Región de Coquimbo	2-27
2.2.5.2.	Región de Valparaíso	2-29
2.2.6.	Pluviometría	2-31
2.2.6.1.	Región de Coquimbo	2-31
2.2.6.2.	Región de Valparaíso	2-33

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE

Acápites	Descripción	Página
2.2.7.	Hidrogeología	2-36
2.2.7.1.	Región de Coquimbo	2-36
2.2.7.2.	Región de Valparaíso	2-39
2.3.	ACTIVIDAD AGROPECUARIA	2-41
2.3.1.	Aspectos generales	2-41
2.3.1.1.	Región de Coquimbo	2-41
2.3.1.2.	Región de Valparaíso	2-41
2.3.2.	Explotaciones Agropecuarias	2-42
2.3.2.1.	Región de Coquimbo	2-42
2.3.2.2.	Región de Valparaíso	2-44
2.3.3.	Condición Jurídica de los Productores	2-48
2.3.3.1.	Región de Coquimbo	2-48
2.3.3.2.	Región de Valparaíso	2-49
2.3.4.	Cultivos	2-51
2.3.4.1.	Región de Coquimbo	2-51
2.3.4.2.	Región de Valparaíso	2-51
2.3.5.	Sistemas de Riego	2-53
2.3.5.1.	Región de Coquimbo	2-53
2.3.5.2.	Región de Valparaíso	2-55
3.	PRESELECCIÓN DE POTENCIALES BENEFICIARIOS	3-1
3.1.	INTRODUCCIÓN	3-1
3.2.	UNIVERSO DE ANÁLISIS	3-1
3.3.	INFORMACIÓN BASE	3-3
3.4.	METODOLOGÍA DE SELECCIÓN	3-5
3.4.1.	Aspectos Generales	3-5
3.4.2.	Modelo de Priorización de Usuarios	3-5
3.4.2.1.	Marco Teórico	3-5
3.4.2.2.	Criterios de Selección	3-10
3.4.2.3.	Pesos de los Criterios	3-11
3.4.2.4.	Jerarquización y Ranking	3-12
3.5.	FOCALIZACIÓN POR COMUNAS	3-16
3.6.	VALIDACIÓN DE RESULTADOS EN REGIONES	3-17
3.6.1.	Reuniones Informativas a Nivel Regional	3-17
3.6.1.1.	Alcances	3-17
3.6.1.2.	Reunión Dirección Regional INDAP, Región de Coquimbo	3-18
3.6.1.3.	Reunión Dirección Regional INDAP, Región de Valparaíso	3-18
3.6.2.	Reuniones Nivel Local: Unidades PRODESAL Y PADIS	3-18
3.6.2.1.	Alcances	3-18
3.6.2.2.	Región de Coquimbo	3-18
3.6.2.3.	Región de Valparaíso	3-20
3.6.3.	Conclusiones	3-21

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE

Acápites	Descripción	Página
4.	SELECCIÓN FINAL DE PROYECTOS	4-1
4.1.	INTRODUCCIÓN	4-1
4.2.	PRIMERA ETAPA: VISITAS INICIALES	4-1
4.2.1.	Objetivo	4-1
4.2.2.	Preparación de la Entrevista	4-1
4.2.3.	Aplicación de la Entrevista	4-2
4.2.4.	Resultados de la Entrevista	4-3
4.2.4.1.	Antecedentes Generales	4-3
4.2.4.2.	Región de Coquimbo	4-3
4.2.4.3.	Región de Valparaíso	4-7
4.3.	SEGUNDA ETAPA: PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS	4-10
4.3.1.	Alcances Generales	4-10
4.3.2.	Resultados	4-11
4.3.2.1.	Región de Coquimbo	4-11
4.3.2.2.	Región de Valparaíso	4-12
4.4.	TERCERA ETAPA: SEGUNDA VISITA TÉCNICA Y TRABAJOS DE TERRENO	4-12
4.5.	CUARTA ETAPA: REEMPLAZO DE PROYECTOS	4-13
4.6.	LISTADO DEFINITIVO DE PROYECTOS	4-15
5.	TIPOLOGÍA DE PROYECTOS	5-1
5.1.	INTRODUCCIÓN	5-1
5.2.	TIPOS DE OBRAS A DESARROLLAR	5-2
5.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	5-2
5.3.1.	Obras de Captación: Elevación Mecánica	5-2
5.3.1.1.	Descripción de la Obra	5-2
5.3.1.2.	Componentes de la Obra	5-3
5.3.1.3.	Dimensionamiento de una Bomba	5-5
5.3.2.	Conducción Entubada	5-7
5.3.2.1.	Descripción de la Obra	5-7
5.3.2.2.	Componentes de la Obra	5-8
5.3.2.3.	Dimensionamiento de las Obras	5-9
5.3.3.	Obras de Regulación: Estanques Acumuladores	5-13
5.3.3.1.	Descripción de la Obra	5-13
5.3.3.2.	Componentes de la Obra	5-15
5.3.3.3.	Variantes de Obras	5-16
5.3.4.	Revestimiento de Tranques con Geomembrana	5-17
5.3.4.1.	Descripción de la Obra	5-17
5.3.4.2.	Componentes de la Obra	5-17
5.3.4.3.	Tipos de Láminas	5-18
5.3.5.	Sistemas de Riego por Goteo	5-19
5.3.5.1.	Descripción de la Obra	5-19
5.3.5.2.	Componentes de la Obra	5-20
5.3.5.3.	Dimensionamiento de las Obras	5-21

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE

Acápites	Descripción	Página
5.3.6.	Sistemas de Bombeo con Energías Renovables: Sistema Fotovoltaico	5-22
5.3.6.1.	Descripción de la Obra	5-22
5.3.6.2.	Componentes de la Obra	5-24
5.3.6.3.	Elementos a Considerar en el Dimensionamiento de las Obras Sistemas Fotovoltaicos	5-25
6.	CARPETAS DE PROYECTOS	6-1
6.1.	INTRODUCCIÓN	6-1
6.2.	ANTECEDENTES LEGALES	6-1
6.2.1.	Aspectos Generales	6-1
6.2.2.	Metodología	6-2
6.2.3.	Resultados	6-3
6.3.	DISEÑO DE PROYECTOS	6-3
6.3.1.	Aspectos Generales	6-3
6.3.2.	Metodología	6-4
6.3.3.	Resultados	6-5
7.	PROYECTOS PILOTOS	7-1
7.1.	INTRODUCCIÓN	7-1
7.2.	REGION DE COQUIMBO	7-1
7.3.	REGION DE VALPARAÍSO	7-4
8.	PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y SEGUIMIENTO	8-1
8.1.	INTRODUCCIÓN	8-1
8.2.	NECESIDADES DE TRANSFERENCIA Y SEGUIMIENTO	8-1
8.2.1.	Necesidades de los Agricultores	8-1
8.2.2.	Necesidades de los Agentes de Transferencia	8-2
8.3.	LÍNEAS DE ACCIÓN	8-3
8.4.	MANUAL SOBRE OPERACIÓN, MANTENCIÓN Y REPARACIÓN DE OBRAS DE RIEGO	8-3
8.5.	DÍA DE CAMPO CON AGRICULTORES	8-5
8.5.1.	Aspectos Generales	8-5
8.5.2.	Desarrollo	8-6
8.5.3.	Evaluación	8-9
8.6.	JORNADA DE CAPACITACIÓN PARA PROFESIONALES DE PRODESAL	8-12
8.6.1.	Aspectos Generales	8-12
8.6.2.	Desarrollo	8-14
8.6.3.	Evaluación	8-15

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1.3-1	Etapas del Estudio	1-4
2.1.2.1-1	Contexto Político-Administrativo	2-4
2.1.2.2-1	Contexto Político-Administrativo	2-5
2.1.3.1-1	Antecedentes Población	2-6
2.1.3-2	Antecedentes Población Censo 2002	2-6
2.1.3.2-1	Antecedentes Población	2-7
2.1.3.2-2	Antecedentes Población Censo 2002	2-7
2.1.4.1-1	Mercado Laboral julio-agosto-septiembre de 2014 (Miles de Personas)	2-8
2.1.4.2-1	Mercado Laboral julio-agosto-septiembre de 2014 (Miles de Personas)	2-9
2.1.5.1-1	Población que Declara Pertenencia a Alguna Etnia	2-9
2.1.5.2-1	Población que Declara Pertenencia a Alguna Etnia	2-10
2.2.3.1-1	Principales Formaciones Rocosas	2-15
2.2.3.2-1	Principales Formaciones Rocosas	2-17
2.2.4.2-1	Usos Actuales de Suelo	2-22
2.2.4.2-2	Usos Actuales de Suelo	2-24
2.2.4.3-1	Clase de Capacidad de Uso de Suelo	2-26
2.2.4.3-2	Clase de Capacidad de Uso de Suelo	2-27
2.2.6.1-1	Estaciones Pluviométricas Vigentes	2-31
2.2.6.1-2	Precipitaciones Medias Mensuales Representativas	2-33
2.2.6.2-1	Estaciones Pluviométricas Vigentes	2-34
2.2.6.2-2	Precipitaciones Medias Mensuales Representativas	2-36
2.2.7.1-1	Descripción de las Formaciones Hidrogeológicas Presentes	2-37
2.2.7.2-1	Descripción de las Formaciones Hidrogeológicas Presentes	2-39
2.3.2.1-1	Número y Superficie de las Explotaciones Censadas por Tipo	2-42
2.3.2.1-2	Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra por Uso del Suelo	2-43
2.3.2.1-3	Número y Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra por Tamaño	2-43
2.3.2.2-1	Número y Superficie de las Explotaciones Censadas por Tipo	2-45
2.3.2.2-2	Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra por Uso del Suelo	2-46
2.3.2.2-3	Número y Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra por Tamaño	2-47
2.3.3.1-1	Número y Superficie de Explotaciones Agropecuarias por Condición Jurídica del Productor, por Provincia	2-48
2.3.3.2-1	Número y Superficie de Explotaciones Agropecuarias por Condición Jurídica del Productor, por Provincia	2-50
2.3.4.1-1	Superficie Total Sembrada y Plantada por Grupo de Cultivos, Según Provincia	2-51
2.3.4.2-1	Superficie Total Sembrada y Plantada por Grupo de Cultivos, Según Provincia	2-52
2.3.5.1-1	Superficie Regada en las Explotaciones Agropecuarias, Año Agrícola 2006/2007, por Sistemas de Riego, Según Provincia	2-54
2.3.5.2-1	Superficie Regada en las Explotaciones Agropecuarias, Año Agrícola 2006/2007, por Sistemas de Riego, Según Provincia	2-56
3.2-1	Usuarios PRODESAL y PADIS Región de Coquimbo	3-3
3.2-2	Usuarios PRODESAL y PADIS Región de Valparaíso	3-4
3.4.2.1-1	Escala de Saaty	3-7
3.4.2.3-1	Matriz de Saaty Consolidada	3-12

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
3.4.2.3-2	Pesos de Criterios para AHP	3-12
3.4.2.4-1	Escala de Criterios Generales	3-13
3.4.2.4-2	Escala de Criterios Perfil Tipo 1	3-14
3.4.2.4-3	Escala de Criterios Perfil Tipo 6	3-14
3.4.2.4-4	Distribución Comunal Usuarios Priorizados Región de Coquimbo	3-15
3.4.2.4-5	Distribución Comunal Usuarios Priorizados Región de Valparaíso	3-15
3.5-1	Focalización de Comunas Región de Coquimbo	3-17
3.5-2	Focalización de Comunas Región de Valparaíso	3-17
4.2.4.2-1	Distribución Entrevistas Aplicadas Región de Coquimbo	4-3
4.2.4.3-1	Distribución Entrevistas Aplicadas Región de Valparaíso	4-7
4.5-1	Reemplazo Final de Proyectos Región de Coquimbo	4-14
4.5-2	Reemplazo Final de Proyectos Región de Valparaíso	4-15
4.6-1	Distribución Definitiva Proyectos Región de Coquimbo	4-15
4.6-2	Distribución Definitiva Proyectos Región de Valparaíso	4-16
5.2-1	Tipología de Proyectos a Diseñar	5-2
5.3.1.2-1	Elementos de una Elevación Mecánica	5-4
5.3.2.2-1	Elementos de una Conducción Entubada	5-8
5.3.3.2-1	Elementos de un Estanque	5-15
5.3.5.2-1	Esquema de un Sistema de Riego por Goteo	5-21
5.3.6.2-1	Esquema de un Sistema Fotovoltaico	5-24
6.2.1-1	Antecedentes Legales y Administrativos Requeridos	6-1
6.3.1-1	Anexos Técnicos Requeridos	6-4
6.3.2-1	Instructivos Técnicos de Tecnificación ITT 2015	6-4
6.3.2-2	Documentos Técnicos DT 2015	6-5
8.4-1	Contenidos Manual Operación, Mantenimiento y Reparación de las Obras de Riego	8-5
8.5.2-1	Asistencia Día de Campo Región de Coquimbo	8-6
8.5.2-2	Asistencia Día de Campo Región de Valparaíso	8-9
8.6.1-1	Programa Capacitación Profesionales PRODESAL	8-13

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
2.1.1-1	Área de Estudio Región de Coquimbo	2-2
2.1.1-2	Área de Estudio Región de Valparaíso	2-3
2.2.3.1-1	Formaciones Rocosas Según Ambiente	2-16
2.2.3.2-1	Formaciones Rocosas Según Ambiente	2-18
2.2.5.1-1	Cuencas Hidrográficas	2-28
2.2.5.2-1	Cuencas Hidrográficas	2-30
2.2.6.1-1	Ubicación Estaciones Pluviométricas Existentes	2-32
2.2.6.1-2	Precipitaciones Medias Mensuales Representativas	2-33
2.2.6.2-1	Ubicación Estaciones Pluviométricas Existentes	2-35
2.2.6.2-2	Precipitaciones Medias Mensuales Representativas	2-36
2.2.7.1-1	Formaciones Hidrogeológicas de la Región	2-38
2.2.7.2-1	Formaciones Hidrogeológicas de la Región	2-40
3.4.2.1-1	Componentes Arbol de Decisiones	3-7
3.6.2.2-1	Imágenes Reuniones PRODESAL	3-20
4.2.4.2-1	Cuantificación de Predios por Rangos de Superficie (ha) Entrevistas Región de Coquimbo	4-4
4.2.4.2-2	Tenencia de la Tierra Entrevistas Región de Coquimbo	4-5
4.2.4.2-3	Fuentes de Agua Utilizadas para Riego Entrevistas Región de Coquimbo	4-6
4.2.4.3-1	Rangos de Superficie Predial Entrevistas Región de Valparaíso	4-8
4.2.4.3-2	Tenencia de la Tierra Entrevistas Región de Valparaíso	4-9
4.2.4.3-3	Fuentes de Agua Utilizadas para Riego Entrevistas Región de Valparaíso	4-9
5.3.1.1-1	Esquema de una Elevación Mecánica	5-3
5.3.2.1-1	Instalación de una Conducción Entubada	5-8
5.3.3.1-1	Esquema de un Estanque Rígido	5-14
5.3.3.1-2	Ejemplos de Tipos de Estanques	5-14
5.3.4.1-1	Ejemplos de Revestimientos con Geomembranas	5-17
5.3.5.1-1	Esquema de un Sistema de Riego por Goteo	5-20
2.3.5.1-2	Ejemplos de Sistema de Riego por Goteo	5-20
5.3.6.1-1	Esquema de un Sistema Fotovoltaico	5-23
5.3.6.1-2	Ejemplo de un Sistema Fotovoltaico	5-24
7.2-1	Visita a Terreno Proyecto Canela 07	7-2
7.3-1	Visita a Terreno Proyecto Catemu 30	7-5
8.5.2-1	Registro Fotográfico Día de Campo Región de Coquimbo	8-7
8.5.2-2	Registro Fotográfico Día de Campo Región de Valparaíso	8-8
8.5.3-1	Resultados Evaluación Día de Campo Región de Coquimbo	8-10
8.5.3-2	Resultados Evaluación Día de Campo Región de Valparaíso	8-11
8.6.2-1	Registro Fotográfico Jornada de Transferencia Región de Coquimbo	8-14
8.6.2-2	Registro Fotográfico Jornada de Transferencia Región de Valparaíso	8-15
8.6.3-1	Resultados Evaluación Jornada de Transferencia Región de Coquimbo	8-17
8.6.3-2	Resultados Evaluación Jornada de Transferencia Región de Valparaíso	8-18

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Informe Final

ÍNDICE ANEXOS

Anexo	Descripción
3-1	EVALUACIÓN MULTICRITERIO USUARIOS
3-2	LISTADO DE USUARIOS PRESELECCIONADOS
4-1	FORMULARIO FICHA DE VISITA INICIAL
4-2	MATERIAL DE RESPALDO VISITA INICIAL
4-3	LISTADO DE AGRICULTORES REGIÓN DE COQUIMBO
4-4	LISTADO DE AGRICULTORES REGIÓN DE VALPARAÍSO
6-1	INSTRUCTIVO DE DOCUMENTACIÓN LEGAL MICROPROYECTOS
6-2	CARPETAS TÉCNICAS Y LEGALES PROYECTOS REGIÓN DE COQUIMBO
6-3	CARPETAS TÉCNICAS Y LEGALES REGIÓN DE VALPARAÍSO
6-4	FICHAS RESÚMENES REGIÓN DE COQUIMBO
6-5	FICHAS RESÚMENES REGIÓN DE VALPARAÍSO
6-6	BASES DE DATOS ESPACIALES
8-1	INSTRUCTIVO PARA LA OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE OBRAS
8-2	MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENCIÓN Y REPARACIÓN DE OBRAS
8-3	DÍA DE CAMPO CON AGRICULTORES
8-4	JORNADA DE TRANSFERENCIA CON AGENTES PRODESAL

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe forma parte del estudio básico "**Diagnóstico Para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V**" de la Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura.

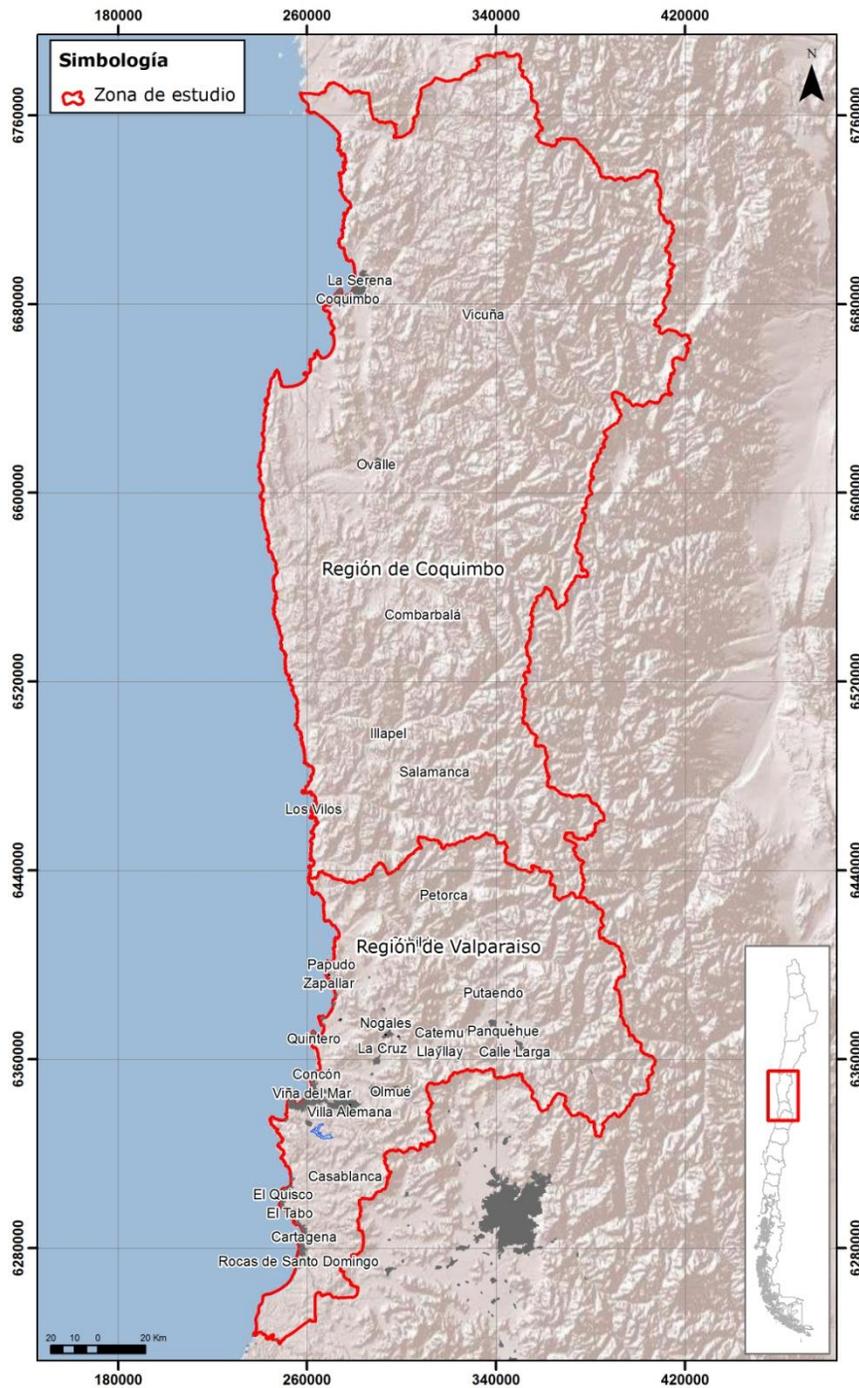
Uno de los aspectos más limitantes para el desarrollo de las actividades productivas de los pequeños productores agrícolas es la escasez en la disponibilidad del agua en relación al periodo de desarrollo del cultivo o bien una ineficiente utilización de ella. Esta situación ha sido crítica en el país, donde durante los últimos 5 a 6 años se ha evidenciado un periodo de bajas precipitaciones, impactando fuertemente en el sector agrícola, especialmente de secano, provocando pérdidas en empleos, volúmenes y calidad de producción, etc. Esto ha llevado al Estado, a través del Ministerio de Agricultura y sus servicios, a declarar emergencia agrícola en una cantidad importante de comunas a nivel país y desembolsar mayores recursos para apoyar al sector, específicamente a los pequeños agricultores.

La combinación de una agricultura con una capacidad productiva limitada, bajos niveles de capital social, dificultades al acceso a financiamiento de inversiones más estructurales y la escasez de oferta y/o acumulación del agua, configuran condiciones de precariedad productiva, social y económica que en muchos casos situaciones de pobreza y/o marginalidad.

El presente estudio pretende identificar y priorizar soluciones para el mejor aprovechamiento del agua a nivel intrapredial, en ámbitos tales como el mejoramiento de las captaciones, acumulación en pequeñas estructuras, distribución a los sectores de riego y su eficiente aplicación a los cultivos, instrucción en operación de los equipos y en buenas prácticas agrícolas, entre otras.

En la Figura 1.1-1 se presenta el mapa regional de cada región en estudio.

FIGURA 1.1-1
MAPA ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: IGM

1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.2.1. Objetivo General

El objetivo del presente estudio es generar una cartera de pequeños proyectos de riego con una inversión de hasta UF 400, cada uno, que permita determinar, priorizar y diseñar soluciones que contribuyan a mejorar la gestión del riego para pequeños productores agrícolas.

1.2.2. Objetivos Específicos

Teniendo en cuenta el objetivo general, los objetivos específicos de la consultoría son los siguientes:

- Caracterizar los potenciales beneficiarios, por tenencia de tierra, derechos de aguas, tamaño de explotación, tipo de proyecto, ubicación geográfica, desagregados por sexo y otros.
- Levantar e identificar necesidades de mejoramiento de obras ya existentes y/o proposición de nuevas ideas de proyectos individuales.
- Identificar las barreras y brechas que limitan su desarrollo.
- Establecer priorización de los proyectos de riego a desarrollar.
- Elaborar 100 proyectos de riego (50 proyectos por región), que incluyan los aspectos técnicos y legales, pre-aprobados por CNR, en condiciones de ser postulados a programas especiales de la Ley de Fomento 18.450.
- Construir 2 (dos) Unidades Demostrativas, a modo de Piloto, en el ámbito de las energías renovables no convencionales (ERNC) a partir de los proyectos diseñados, cuyo costo es de menos de UF 400.
- Desarrollar una propuesta de transferencia tecnológica y seguimiento para la mejor gestión de estos proyectos.

1.3. ETAPAS DEL ESTUDIO

El estudio se estructuró en tres etapas, cuyas actividades principales son las indicadas en el Cuadro 1.3-1.

**CUADRO 1.3-1
ETAPAS DEL ESTUDIO**

Etapa	Contenidos mínimos
<p align="center">Etapa 1 Identificación y priorización inicial de proyectos</p>	<p>a) Levantamiento, caracterización e identificación de necesidades de proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones INDAP-CNR-Consultor. • Búsqueda de información. • Selección inicial de beneficiarios y proyectos. • Elaboración de base de datos georeferenciada con iniciativas de proyectos. • Entrevistas con agricultores que permita detectar la necesidad de proyecto de acuerdo a sus necesidades. <p>b) Priorización de proyectos y beneficiarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de brechas. • Determinación de criterios. • Elaboración de modelo de priorización. • Elaboración de ranking y selección (100 beneficiarios, 50 por región). • Propuesta de selección de agricultores para instalación de pilotos en ERNC
<p align="center">Etapa 2a Elaboración de los Proyectos de Riego Parte 1</p>	<p>a) Avance 1 de los Antecedentes Técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agrupación de proyectos por localización y/o tipo de obra. • Visita técnica y validación en terreno en conjunto con beneficiario. • Topografía. • Diseño de obras. • Pre-Revisión. • Elaboración de Documento Técnico por Proyecto. <p>b) Avance 1 de los Antecedentes Legales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de antecedentes. • Pre-revisión. • Elaboración de carpeta legal. <p>c) Diseño de los pilotos de ERNC</p>
<p align="center">Etapa 2b Elaboración de los Proyectos de Riego Parte 2</p>	<p>a) Antecedentes Técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agrupación de proyectos por localización y/o tipo de obra. • Visita técnica y validación en terreno en conjunto con beneficiario. • Topografía. • Diseño de obras. • Pre-Revisión. • Elaboración de Documento Técnico por Proyecto. <p>b) Antecedentes Legales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de antecedentes. • Pre-revisión. • Elaboración de carpeta legal. • Instalación de los pilotos de ERNC • Ficha técnica resumen por proyecto • Elaboración de mapas en SIG con el despliegue espacial de los beneficiarios seleccionados, diferenciando por proyecto seleccionado y tipología.
<p align="center">Etapa 3 Diseño de Programas de Transferencia y Seguimiento</p>	<p>c) Determinación de necesidades de Transferencia y Seguimiento.</p> <p>d) Elaboración del programa de Transferencia y Seguimiento</p> <p>e) Día de campo para los pilotos en ERNC</p>
<p align="center">Borrador de Informe Final</p>	<p>El BIF corresponde a la integración y análisis de las distintas etapas que componen el estudio, aprobadas y que dan origen a los productos esperados en la presente Consultoría.</p>
<p align="center">Informe Final Impreso</p>	<p>El IFI corresponde al BIF en su versión final y en las condiciones de presentación que se indican en las Bases de Licitación.</p>

Fuente: Contrato de la licitación.

1.4. CONTENIDOS DEL INFORME

En este informe se compone de 8 Capítulos, los cuales se describen a continuación:

- **Capítulo 1:** Introducción.
- **Capítulo 2:** Descripción general del área de estudio, tendiente a caracterizar la zona.
- **Capítulo 3:** Preselección de usuarios. En este punto se describen los procesos de confección de la base inicial de usuarios.
- **Capítulo 4:** Se describe el proceso y los resultados de la selección final proyectos y usuarios en función de criterios preestablecidos por la CNR, obteniendo un listado de usuarios priorizados.
- **Capítulo 5:** Se describe la tipología de proyectos a generar en el contexto de los resultados del catastro de necesidades de los agricultores y los criterios preestablecidos por la CNR.
- **Capítulo 6:** Análisis de los proyectos con respecto a las carpetas técnicas y legales.
- **Capítulo 7:** Descripción de los Proyectos Piloto de ambas regiones.
- **Capítulo 8:** Descripción de las actividades relacionadas con el Programa de Transferencia Tecnológica y Seguimiento.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. ANTECEDENTES GENERALES

2.1.1. Ubicación Geográfica

El área de estudio está constituida por las Regiones de Coquimbo y Valparaíso. La primera de estas se ubica entre los 29° 02' y 32° 16' de latitud Sur y desde los 69° 49' de longitud hasta el Océano Pacífico y cuenta con una superficie de 40.579,9 km², lo que representa el 5,37% de Chile Americano e Insular. Su territorio se sitúa en la sección meridional de lo que tradicionalmente se ha conocido como "Norte Chico". En ella se ubica el ancho mínimo del territorio de Chile Americano, que es de 90 km en los 31° 37' Sur, situado entre el paso de la Casa de Piedra y Punta Amolanas. La capital de la región es la ciudad de La Serena, localizada a 29° 54' de latitud Sur y 71° 15' de longitud Oeste, junto a la desembocadura del río Elqui.

En cuanto a la Región de Valparaíso, su parte continental se ubica entre los 32° 02' y 33° 57' de latitud Sur y entre los 70° de longitud Oeste y el Océano Pacífico. Incluye, además, islas esporádicas como Isla de Pascua, Salas y Gómez, San Félix, San Ambrosio y el archipiélago Juan Fernández. Su superficie aproximada es de 16.396,1 km², incluidas las islas esporádicas. La superficie regional representa el 2,17% de Chile Americano e Insular. La capital regional es la ciudad de Valparaíso, puerto marítimo situado a 33° 03' de latitud Sur y 71° 38' de longitud Oeste.

En las Figuras 2.1.1-1 y 2.1.1-2 se muestra un mapa de ubicación geográfica de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, respectivamente.

FIGURA 2.1.1-1
ÁREA DE ESTUDIO
REGIÓN DE COQUIMBO



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional (2007).

FIGURA 2.1.1-2
ÁREA DE ESTUDIO
REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional (2007).

2.1.2. División Político Administrativa

2.1.2.1. Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo de acuerdo a su división político administrativa mantiene 3 Provincias: Elqui, Limarí y Choapa, las que en conjunto contienen 15 comunas, 6 en la Provincia del Elqui, 5 en la provincia de Limarí y 4 en la provincia de Choapa.

En el Cuadro 2.1.2.1-1 se presenta el detalle de las comunas ubicadas en cada división provincial de la Región.

**CUADRO 2.1.2.1-1
CONTEXTO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO**

Provincia	Comuna
Choapa	Canela
	Illapel
	Los Vilos
	Salamanca
Elqui	Andacollo
	Coquimbo
	La Higuera
	La Serena
	Paihuano
	Vicuña
Limarí	Combarbalá
	Monte Patria
	Ovalle
	Punitaqui
	Río Hurtado

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2.2. Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso en tanto, posee territorio tanto continental como insular, conformado por las siguientes Provincias: Isla de Pascua, Los Andes, Marga Marga, Petorca, Quillota, San Antonio, San Felipe de Aconcagua y Valparaíso, las que en conjunto contienen un total de 39 comunas. En el Cuadro 2.1.2.2-1 se presenta el detalle de las comunas ubicadas en cada división provincial de la Región.

**CUADRO 2.1.2.2-1
CONTEXTO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO**

Provincia	Comuna	Provincia	Comuna
Isla de Pascua	Isla de Pascua	San Antonio	Algarrobo
Los Andes	Calle Larga		Cartagena
	Los Andes		El Quisco
	Rinconada		El Tabo
	San Esteban		San Antonio
Marga Marga	Limache	Santo Domingo	
	Olmué	Catemu	
	Quilpué	Llay Llay	
	Villa Alemana	Panquehue	
Petorca	Cabildo	Putendo	
	La Ligua	San Felipe	
	Papudo	Santa María	
	Petorca	Casablanca	
	Zapallar	Concón	
Quillota	Hijuelas	Juan Fernández	
	La Calera	Puchuncaví	
	La Cruz	Quintero	
	Nogales	Valparaíso	
	Quillota	Viña del Mar	

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Población

2.1.3.1. Región de Coquimbo

De acuerdo a la actualización del número de habitantes realizada por INE al años 2012, la región de Coquimbo alcanzó a ese año una población total de 735.178 habitantes, lo que corresponde al 4,21%% de la población total en el país para ese entonces, con una variación de un 17,59% en relación a la cifra alcanzada para el Censo poblacional del año 2002. De acuerdo a estos datos, para el año 2012, del número de habitantes totales de la región, un 49,53% corresponden al sexo masculino y un 50,47% al femenino, registrándose el mayor número de habitantes en el rango etéreo entre los 15 y 59 años. En cuanto a la densidad poblacional en la región, esta alcanzó los 18,1 habitantes/km².

En el Cuadro 2.1.3.1-1 se presenta algunos indicadores derivados de las estimaciones y proyecciones de población registradas por INE, en tanto en el Cuadro 2.1.3.1-2 se muestra las cifras registradas en el último censo validado por INE del año 2002 según región, provincia y comuna.

**CUADRO 2.1.3.1-1
ANTECEDENTES POBLACIÓN**

Estructura de la Población	Año					
	2002	2005	2010	2012	2015	2020
Población						
Ambos sexos	625.228	654.361	710.780	735.178	771.085	827.953
Hombres	309.575	323.934	352.018	364.119	382.004	410.274
Mujeres	315.653	330.427	358.762	371.059	389.081	417.679
Índice de Masculinidad (hpcm)	98,07	98,03	98,12	98,13	98,18	98,23
Población por grandes grupos de edad						
0-14 años	173.604	166.803	159.854	160.391	162.470	169.300
15-59 años	381.800	409.300	455.618	471.475	491.267	513.342
60 o más años	69.824	78.258	95.308	103.312	117.348	145.311
Porcentaje de Población						
0-14 años	27,8	25,5	22,5	21,8	21,1	20,4
15-59 años	61,0	62,5	64,1	64,1	63,7	62,0
60 o más años	11,2	12,0	13,4	14,1	15,2	17,6
Índice de Adultos Mayores (pcm15)	40,22	46,92	59,62	64,41	72,23	85,83
Índice de Dependencia Demográfica (pcppa)	63,76	59,87	56,00	55,93	56,96	61,29

*hpcm: Número de hombres por cada cien mujeres ; pcm15: Número de adultos mayores (60 o más) por cada cien menores de 15 años (niños/as de 0-14 años) ; pcppa: Personas menores de 15 y de 60 o más (potencialmente inactivas) por cada cien personas de 15 a 59 años de edad (potencialmente activas).

Fuente: Elaboración propia, a partir de actualización poblacional en periodo 2002-2012 (INE, 2014).

**CUADRO 2.1.3-2
ANTECEDENTES POBLACIÓN CENSO 2002**

REGIÓN Y PROVINCIAS	Superficie (km ²)	Población Censo 2002			Viviendas Censo 2002		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
04 REGIÓN DE COQUIMBO	40.579,90	603.210	470.922	132.288	192.587	143.885	48.702
PROVINCIA ELQUI	16.895,10	365.371	325.565	39.806	113.454	98.276	15.178
PROVINCIA CHOAPA	10.131,60	81.681	49.118	32.563	28.611	17.163	11.448
PROVINCIA LIMARÍ	13.553,20	156.158	96.239	59.919	50.522	28.446	22.076

Fuente: Elaboración propia, a partir de Censo 2002.

2.1.3.2. Región de Valparaíso

En lo que respecta a la Región de Valparaíso, su población total según la actualización de la población realizada por INE para el periodo 2002-2012, es de 1.772.714 habitantes, lo que corresponde al 10,16% de la población total en el país para ese año y da cuenta de una variación de un 11,07% respecto al registro constatado en el Censo Poblacional del año 2002. De acuerdo a la actualización del población del año 2012, del total de habitantes de la región, un 49,11% corresponden al sexo masculino y un 50,89% al femenino, siendo el grupo etáreo entre los 15 y 59 años quienes predominan dentro de la

población total de la región . En cuanto a la densidad poblacional, esta se ha registrado para ese entonces en 108,1 habitantes/km².

En el Cuadro 2.1.3.2-1 se presenta algunos indicadores derivados de las estimaciones y proyecciones de población registradas por INE, en tanto en el Cuadro 2.1.3.2-2 se muestra las cifras registradas en el último censo validado por INE del año 2002 según región, provincia y comuna.

CUADRO 2.1.3.2-1 ANTECEDENTES POBLACIÓN

Estructura de la Población	Año					
	2002	2005	2010	2012	2015	2020
Población						
Ambos sexos	1.596.000	1.649.098	1.736.603	1.772.714	1.825.757	1.907.914
Hombres	784.289	810.408	852.817	870.552	896.720	937.488
Mujeres	811.711	838.690	883.786	902.162	929.037	970.426
Índice de Masculinidad (hpcm)	96,62	96,63	96,50	96,50	96,52	96,61
Población por grandes grupos de edad						
0-14 años	397.189	380.105	359.158	355.584	353.795	358.407
15-59 años	995.767	1.045.850	1.115.312	1.137.190	1.161.980	1.178.201
60 o más años	203.044	223.143	262.133	279.940	309.982	371.306
Porcentaje de Población						
0-14 años	24,9	23,0	20,7	20,1	19,4	18,8
15-59 años	62,4	63,5	64,2	64,1	63,6	61,7
60 o más años	12,7	13,5	15,1	15,8	17,0	19,5
Índice de Adultos Mayores (pcm15)	51,12	58,71	72,99	78,73	87,62	103,60
Índice de Dependencia Demográfica (pcppa)	60,28	57,68	55,71	55,89	57,12	61,93

*hpcm: Número de hombres por cada cien mujeres ; pcm15: Número de adultos mayores (60 o más) por cada cien menores de 15 años (niños/as de 0-14 años) ; pcppa: Personas menores de 15 y de 60 o más (potencialmente inactivas) por cada cien personas de 15 a 59 años de edad (potencialmente activas).

Fuente: Elaboración propia, a partir de actualización poblacional en periodo 2002-2012 (INE, 2014).

CUADRO 2.1.3.2-2 ANTECEDENTES POBLACIÓN CENSO 2002

REGIÓN Y PROVINCIAS	Superficie (km ²)	Población Censo 2002			Viviendas Censo 2002		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
REGIÓN DE VALPARAÍSO	16.396,10	1.539.852	1.409.902	129.950	532.641	489.120	43.521
PROVINCIA VALPARAÍSO	2.780,00	876.022	860.950	15.072	289.257	282.855	6.402
PROVINCIA ISLA DE PASCUA	163,6	3.791	3.304	487	1.416	1.195	221
PROVINCIA LOS ANDES	3.054,10	91.683	74.104	17.579	26.953	21.714	5.239
PROVINCIA PETORCA	4.588,90	70.610	50.289	20.321	26.783	20.502	6.281
PROVINCIA SAN ANTONIO	1.511,60	136.594	125.637	10.957	81.211	75.886	5.325
PROVINCIA SAN FELIPE DE ACONCAGUA	2.659,20	131.911	98.925	32.986	39.202	29.352	9.850

Fuente: Elaboración propia, a partir de Censo 2002.

2.1.4. Empleo

2.1.4.1. Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo, según las estadísticas extraídas del Instituto Nacional de Estadísticas, el último trimestre del año 2014 (Julio-Agosto-Septiembre) la población alcanzó un total de 771.832 personas, de las cuales, 610.284 son personas de 15 años o más. De estas personas, 370.093 están dentro de la Fuerza Laboral y 240.191 no están en la Fuerza Laboral. De las personas dentro de la Fuerza Laboral, 345.613 están ocupadas, y 24.479 están desocupados, presentando una tasa de desocupación de 6,61% En el Cuadro 2.1.4.1-1 se aprecian los datos anteriores.

**CUADRO 2.1.4.1-1
MERCADO LABORAL JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE DE 2014
(MILES DE PERSONAS)**

Sexo	En la Fuerza de Trabajo		Tasa de desocupación (%)	Tasa de cesantía (%)
	Total	Total Ocupados		
Hombres	218,95	204,11	6,78%	6,56%
Mujeres	151,15	141,51	6,38%	5,52%
Total	370,09	345,61	6,61%	6,13%

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2014.

Dentro de los rubros más importantes de la Región, el que posee el 21,1% de las personas ocupadas, es el Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos, seguido, después con un 21,0%, explotación de minas y canteras. En tercer lugar, con un 15%, están las actividades de agricultura, ganadería, caza y silvicultura. En cuarto lugar, la construcción con un 12%.

2.1.4.2. Región de Valparaíso

Por su parte, la Región de Valparaíso en el trimestre Julio-Agosto-Septiembre de 2014, un total de 788.620 personas se encuentran ocupadas, y 65.524 están desocupados, presentando una tasa de desocupación de 7,67% (Cuadro 2.1.4.2-1). La región se encuentra en la segunda posición de desempleo del país, lista que encabeza la Región de Bio-Bío con un 8,30% de desocupación.

El comercio es el rubro con mayor utilización de mano de obra con un 15% de la fuerza laboral.

**CUADRO 2.1.4.2-1
MERCADO LABORAL JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE DE 2014
(MILES DE PERSONAS)**

Sexo	En la Fuerza de Trabajo		Tasa de desocupación (%)	Tasa de cesantía (%)
	Total	Total Ocupados		
Hombres	502,01	468,22	6,73%	6,29%
Mujeres	352,14	320,40	9,01%	8,19%
Total	854,14	788,62	7,67%	7,07%

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2014.

2.1.5. Etnias

2.1.5.1. Región de Coquimbo

A partir de los antecedentes Censales registrados el año 2002, se observa que en la Región de Coquimbo el 0,86% de la población se reconoce como parte de alguna etnia, siendo de esta la población masculina, la que se encuentra en mayor proporción, con un 53,22%. En términos de número poblacional, la etnia con mayor presencia en la región corresponde a la Mapuche, la cual representa el 68,33% de la población total que se reconoce dentro de alguna etnia, seguida de Atacameños, Aimara y después, los Collas.

En el Cuadro 2.1.5.1-1 se presenta el número de población indígena registrado en el censo del año 2002 para la Región de Coquimbo.

**CUADRO 2.1.5.1-1
POBLACIÓN QUE DECLARA PERTENENCIA A ALGUNA
ETNIA**

Se considera perteneciente a:	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
1. Alacalufe (Kawashkar)	21	16	37
2. Atacameño	368	296	664
3. Aimara	223	227	450
4. Colla	175	150	325
5. Mapuche	1.883	1.666	3.549
6. Quechua	32	26	58
7. Rapa Nui	31	32	63
8. Yámana (Yagán)	31	17	48
9. Ninguna de las anteriores	294.393	303.623	598.016
Total	297.157	306.053	603.210

Fuente: Elaboración propia, a partir Censo 2002.

2.1.5.2. Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso el 1,22% de la población declara ser de alguna etnia, siendo el grupo mayoritario el mapuche. En el Cuadro 2.1.5.2-1 se presenta el número de población indígena registrado en el censo del año 2002 para la Región de Valparaíso.

**CUADRO 2.1.5.2-1
POBLACIÓN QUE DECLARA PERTENENCIA A ALGUNA
ETNIA**

Se considera perteneciente a:	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
1. Alacalufe (Kawashkar)	75	55	130
2. Atacameño	246	179	425
3. Aimara	292	272	564
4. Colla	42	32	74
5. Mapuche	7.394	7.354	14.748
6. Quechua	86	63	149
7. Rapa Nui	1.334	1.303	2.637
8. Yámana (Yagán)	59	52	111
9. Ninguna de las anteriores	743.300	777.714	1.521.014
Total	752.828	787.024	1.539.852

Fuente: Elaboración propia, a partir Censo 2002.

2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.2.1. Clima y Vegetación

2.2.1.1. Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo presenta diversos climas como el estepárico costero o nuboso, de estepa cálido y templado frío de altura. Es una región de transición ya que se encuentra entre las zonas desérticas y templada mediterránea.

A lo largo de toda la costa se presenta el clima de tipo estepárico costero o nuboso, el cual su influencia llega hasta el interior hasta 40 kilómetros, por medio de los valles transversales y quebradas. Su mayor característica es la abundante nubosidad; humedad, temperaturas moderadas, con un promedio de precipitaciones de 130 mm anuales con un período seco de ocho a nueve meses.

En la parte interior de la región, por sobre los 800 m.s.n.m., se sitúa el clima de estepa cálido que se caracteriza por ausencia de nubosidad y sequedad del aire. Sus temperaturas son mayores que en la costa, las precipitaciones no son tan abundantes y los períodos de sequía son característicos.

En la Cordillera de Los Andes, sobre los 3.000 m de altitud, se localiza el clima templado frío de altura con características de altas precipitaciones, temperaturas bajas y nieves permanentes que constituyen un aporte significativo de agua en el período estival.

La vegetación que presenta la región se conoce como estepa arbustiva abierta con predominio de la especie espinos (acacia caven). Estas características varían por factores climáticos y topográficos. Es así como podemos observar en las planicies litorales un matorral arbustivo costero poco denso con especies como cactáceas, espinos, y un tapiz herbáceo.

La abundante humedad que se presenta en la costa sur de la bahía de Tongoy y al norte del río Limarí permite la subsistencia de los bosques Fray Jorge y Altos del Talinay de categoría relictus (residual) del tipo selva valdiviana, con especies como olivillo, arrayán, canelo, boldos, peumos y litres. Al interior de la región, específicamente al norte de La Serena, se presenta una estepa abierta de acacia caven, baja, dispersa y asociadas a cactáceas y hierbas anuales. Hacia el sur aparecen especies mesófilas como boldo, peumo, chañar, molle y algarrobo.

En los cordones montañosos se presenta un matorral abierto andino entre aproximadamente los 1.000 y 2.000 m.s.n.m. de características bajas, cubierta de hierbas y arbustos muy dispersos con especies como el guayacán y *baccharis*. Por sobre los 2.000 m se presentan especies xerófitas adaptadas especialmente a climas de altura como festucas, stipas y arbustos pequeños.

2.2.1.2. Región de Valparaíso

Desde el punto de vista climático, la Región de Valparaíso presenta un clima templado mediterráneo, pero con algunas variaciones. Así como la semiaridez se presenta hacia el norte del río Aconcagua, es más húmedo o mediterráneo costero en el litoral y frío de altura hacia la cordillera.

Tanto el Océano Pacífico, en general, como la corriente de Humboldt, en particular, condicionan en gran medida la conducta de los elementos climáticos de la región. Las direcciones predominantes de los vientos, todas de componente oceánico y portadoras de humedad, explican la constante presencia de este factor en el clima regional.

El carácter frío de la corriente de Humboldt determina la existencia permanente de una banda de bajas temperaturas vecinas a la costa, contribuyendo al descenso de las temperaturas continentales.

En general se distinguen cuatro tipos de climas:

- **Clima de estepa cálido:** Ubicado al norte del río Aconcagua, se caracteriza por la escasa humedad atmosférica, cielos despejados y luminosidad alta, fuerte oscilación térmica diaria y temperaturas media anuales de 15 °C. Las precipitaciones alcanzan de 150 a 200 mm al año.

- **Clima templado de tipo mediterráneo costero:** Se presenta en toda la costa de la región y su influencia llega hasta el interior por medio de los valles. Las variaciones de temperaturas son menores por el influjo del océano, siendo más parejas durante el año con un promedio anual de 14°C. La humedad relativa es alta con un 75% y las precipitaciones son más abundantes alcanzando unos 450 mm.
- **Clima templado de tipo mediterráneo cálido:** Este clima se desarrolla desde el valle del río Aconcagua hacia el sur. Se caracteriza principalmente por ser más seco y con una variación térmica mayor que en la costa. La temperatura media anual es de 15,5 °C y las precipitaciones aumentan con la altitud variando desde unos 250 mm hasta 300 mm.
- **Clima frío de altura:** Se ubica en la Cordillera de los Andes por sobre los 3.000 m de altura. Hay un predominio de bajas temperaturas y de precipitaciones sólidas, especialmente en invierno.

La clasificación hecha para Chile permite ubicar a la Región de Valparaíso entre los límites de la denominada zona "mesomórfica".

La zona intermedia de la región se caracteriza por la estepa de arbustos espinosos donde predomina el espino. En los sectores más soleados, que miran al norte, se encuentran arbustos como el guayacán, algarrobo, quillay, molle y otros asociados al espino. En la zona costera se puede encontrar vegetación asociada a un matorral arbustivo costero formado por especies como el peumo, boldos y maitenes, junto a hierbas y gramíneas. En las áreas más húmedas como fondos de quebradas se pueden encontrar litres, quilas, pataguas. Sobre los 400 y 1.000 m.s.n.m., existe el denominado bosque esclerófilo. Este bosque está formado por especies arbóreas como quillay, litre, molle, belloto, boldo y peumo.

En los cerros La Campana y El Roble se desarrollan comunidades formadas por bosques de robles (*Nothofagus obliqua*) entre los 800 y 900 m de altura. Otra especie importante es la palma chilena que se encuentra en diferentes áreas, en pequeñas comunidades, en la Cordillera de la Costa donde se destaca el Parque Nacional La Campana. Su importancia económica es la obtención de la miel de palma y debido a su gran explotación hoy se encuentra en peligro de extinción.

En la zona cordillerana, sobre los 1.600 y 2.500 m.s.n.m., el paisaje está formado por la estepa arbustiva subandina adaptada a suelo pedregoso y condiciones extremas de vientos fuertes y acumulaciones de nieve. Por encima de los 2.500 m se encuentra la estepa andina de altura, que se caracteriza por su aspecto achaparrado de poca altura (40 cm).

2.2.2. Geomorfología

2.2.2.1. Región de Coquimbo

Según antecedentes de la biblioteca del Congreso Nacional, los principales rasgos de la Región de Coquimbo son la existencia de tres importantes valles transversales, que de

norte a sur se conocen como los valles de Elqui, Limarí y Choapa, cuya morfología permite el desarrollo de la actividad agrícola.

La Cordillera de los Andes en esta región se presenta bastante alta y maciza, con alturas aproximadamente de 6.252 m.s.n.m. (cerro Olivares). Hacia el sur de esta unidad las alturas comienzan a decrecer, predominando las cimas entre 3.000 y 4.000 m.s.n.m.

La cordillera andina en esta región se desplaza hacia el poniente acercándose mucho a la costa. A la latitud de Illapel se presenta la parte más angosta del territorio nacional con 95 km de ancho entre el litoral y la frontera con Argentina. Al poniente de la cordillera y de norte a sur el relieve es muy accidentado por la presencia de cordones o sierras montañosas que se desprenden del conjunto andino que se alternan con los valles transversales.

También se observa la presencia en esta región de los cordones transversales que se desprenden de la Cordillera de los Andes hasta entrar en contacto con las planicies litorales. Las alturas promedio de estos cordones varían entre 600 y 1.200 m.s.n.m.

El relieve de estos cordones se orientan de oeste a este. Estos cordones o sierras transversales se encuentran separados por los valles de los ríos Elqui, Limarí y Choapa. El valle del Elqui es uno de los más anchos y largos, se ubica hacia el norte de la región, mezclándose en la costa con las planicies costeras, las que penetran hacia el interior donde se emplaza la ciudad de La Serena. En el sector centro de la región se encuentra el valle del río Limarí, este valle es estrecho, presentándose encajonado en su curso superior, con laderas de pendientes muy abruptas. Al sur se encuentra el valle del río Choapa, siendo el más estrecho. En su curso medio se encajona para posteriormente formar un amplio sector de terrazas fluviales en su desembocadura.

Las planicies litorales en la Región de Coquimbo se presentan con amplio desarrollo y su modelado penetra hacia el interior, formando franjas de hasta 40 km de ancho, su altura varía hacia el nivel del mar y 200 m.s.n.m. En la desembocadura del río Elqui, Guanaqueros y la bahía de Tongoy se manifiestan, pero al sur desaparecen para dar paso a los relieves altos de Talinay, cuya principal característica es la costa elevada y abrupta que va descendiendo hacia el sur, donde nuevamente aparecen las planicies costera. Una de las mayores características de la costa sur de la región es la presencia de extensos campos de dunas litorales al norte de Los Vilos.

2.2.2.2. Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso está caracterizada por ser una zona de transición, desde el punto de vista morfológico y climático, ya que se presentan las últimas manifestaciones de los valles transversales del Norte Chico como son los ríos Petorca y La Ligua, además de no presentarse con claridad las unidades físicas orográficas que caracterizan al país especialmente el Valle Longitudinal o Depresión Intermedia que aparece reemplazada por una serie de cuencas tectónicas al pie occidental del cordón andino.

Dentro de la región se pueden distinguir cuatro unidades de relieve:

- **Cordillera de Los Andes:** Esta se presenta como un gran macizo que sobrepasa los 5.000 m.s.n.m. Dentro de sus principales alturas se encuentran el monte Los Leones de 5.960 m.s.n.m., cerros Tordillo de 4.670 m.s.n.m. y La Gloria de 4.760 m.s.n.m. Además existen numerosos portezuelos o pasos cordilleranos los que permiten tener comunicación con la República Argentina. El más importante de éstos es el paso Los Libertadores ya que su relieve permite la existencia de una vía férrea y carretera internacional. La retención de nieve en la alta cordillera permite el aporte de agua a los ríos en temporadas estivales y el desarrollo de centros turísticos invernales como Portillo. En el sector sur de la región la cordillera se desplaza hacia el este permitiendo la formación de la cuenca de San Felipe-Los Andes. De esta cordillera nacen numerosos ríos, siendo el más importante el Aconcagua.
- **Valles transversales:** Se pueden distinguir tres grandes valles que corresponden a los de los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua. Los dos primeros se encuentran al norte de la región y tienen su origen en la cordillera andina. Son angostos, con laderas de pendientes fuertes y se encuentran separados por un pequeño cordón de cerros en sentido transversal; ambos ríos desembocan juntos al norte de Punta La Ligua. El último valle hacia el sur es el río Aconcagua, que se une con otros afluentes y forma una cuenca de hundimiento con numerosas terrazas fluviales formadas por el depósito de rocas sedimentarias. Desde el borde occidental de la Cordillera de los Andes aparecen cordones transversales que se prolongan hasta la Cordillera de la Costa enmarcando de esa manera a estas cuencas interiores. Otro cordón importante es el de Chacabuco que se encuentra al sur de la región y que separa a ésta de la Región Metropolitana.
- **Cordillera de la Costa:** Este sistema de relieve aparece en el sector occidental del valle del Aconcagua con altitudes que alcanzan los 2.000 m.s.n.m. destacándose los cerros Chache con 2.333 m.s.n.m., El Roble con 2.222 m.s.n.m. y La Campana con 1.812 m.s.n.m. de altura, todo enmarcado en una cordillera alta y bien conformada a unos 35 a 40 km del litoral. El contacto de esta cordillera con la zona deprimida interior se hace a través de pequeñas cuencas delimitadas por serranías. Las principales cuencas son las de La Ligua, al norte del cordón montañoso del El Melón y separada por éste de la cuenca Catemu Nogales. Esta última está limitada al sur por el río Aconcagua y los cerros de la Calera. Las planicies litorales se realizan a través de colinajes suaves y onduladas que enmarcan cuencas tectónicas y valles modelados como lo son las cuencas Limache-Olmué (al surponiente del cerro La Campana), la cuenca Quilpué-Villa Alemana (al occidente) y las cuencas de Curacaví y Casablanca más al sur. Como la Cordillera de la Costa es notablemente más alta al sur de la región, de ella se desprenden numerosas hoyas hidrográficas que desembocan en el mar independiente de los sistemas hidrográficos andinos. Es así como se pueden

encontrar el estero Marga Marga, Casablanca, San Jerónimo, Puangue y Limache.

- **Planicies litorales:** Se desarrollan ampliamente en esta región y llegan a presentar hasta cuatro niveles de escalonamiento al pie de la Cordillera de la Costa confundiendo con las terrazas fluviales en los valles y desembocaduras. Esta unidad se presenta generalmente plana a ligeramente ondulada y su ancho máximo es de 20 a 30 km hacia el interior con altura de hasta 140 m.s.n.m. El nivel más bajo se encuentra cubierto por dunas, especialmente al sur de Quintero. Al norte de esta ciudad y especialmente en la costa de Horcones y Papudo las planicies se presentan aspecto de acantilado alcanzando niveles de 20 a 100 m. Diversas dunas y playas como Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena, San Antonio y Rocas de Santo Domingo se alternan con sectores de costa acantilada.

2.2.3. Geología

2.2.3.1. Región de Coquimbo

Las principales formaciones geológicas presentes en la región de Coquimbo se presentan en el Cuadro 2.2.3.1-1.

**CUADRO 2.2.3.1-1
PRINCIPALES FORMACIONES ROCOSAS**

Código	Descripción
CPg	Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita. En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a IV: Batolitos compuestos, 'stocks' y cuerpos hipabisales (Sierra Moreno, Cordillera de Domeyko, Batolito Elqui-Limarí); en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Batolito Panguipulli-Riñihue y 'Stock' Leones.
Jsg	Monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda. En la Cordillera de la Costa, regiones I a VI; en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Plutón Panguipulli y borde oriental del Batolito Norpatagónico; en la península Antártica.
Kiag	Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a IV, al este del Sistema de Fallas Atacama-El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria) y Cu-Au (Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones V a X.
MP1c	Secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales o fluviales: conglomerados, areniscas y limolitas. En las regiones I a IV: formaciones Huaylas, Lauca y Pastos Chicos, Gravas del Copiapó; en la región XI: Formación Galeras.
PEg	Monzodioritas de piroxeno y biotita, granodioritas y monzogranitos de hornblenda y biotita, dioritas, gabros y pórfidos riolíticos y dacíticos, asociados a mineralización de Cu-Au. En la Precordillera, regiones II y III: San Cristóbal, Inca de Oro; en la Cordillera Principal, región IV; en la Cordillera Patagónica, región XII: islas Hoste y Londonderry.
PTrg	Granitos hololeucocráticos, pórfidos graníticos y granodioritas de biotita. En la Cordillera Principal, regiones III y IV: Batolito Elqui-Limarí (Unidad Ingaguás); en Antártica.
Q1	Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvio-glaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.

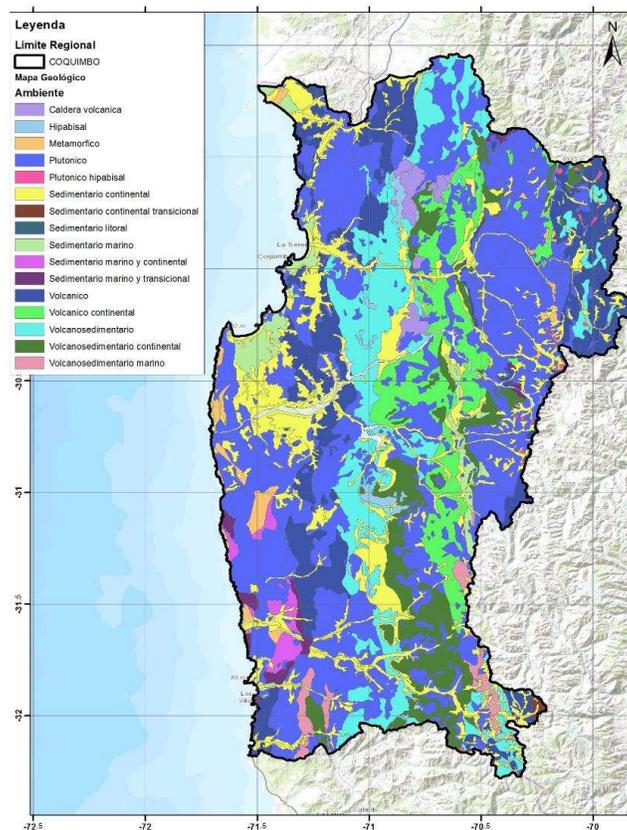
**CUADRO 2.2.3.1-1
PRINCIPALES FORMACIONES ROCOSAS**

Código	Descripción
Q1g	Depósitos morrénicos, fluvio-glaciales y glacialacustres: diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. En la Cordillera Principal, regiones I a IV. En la Depresión Central, regiones IX y X; en regiones XI y XII: lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales, abanicos fluvio-glaciales frontales o varves en la ribera de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del Pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Llanquihue (1; 35-14,2 ka); Santa María (2; 262-132 ka); Río Llico (3; 480-338 ka) o Caracol (4; 687-512 ka).
Qa	Depósitos aluviales, subordinadamente coluviales o lacustres: gravas, arenas y limos. En la Depresión Central, regiones I a III: abanicos aluviales.

Fuente: Mapa Geológico Escala 1:1000000, 2003.

Finalmente, en la Figura 2.2.3.1-1 se muestra una categorización general de las formaciones rocosas según su ambiente.

**FIGURA 2.2.3.1-1
FORMACIONES ROCOSAS SEGÚN AMBIENTE**



Fuente: Elaboración Propia a partir de Mapa Geológico Escala 1:1000000, 2003.

2.2.3.2. Región de Valparaíso

En el Cuadro 2.2.3.2-1 se muestran las principales formaciones de la región de Valparaíso.

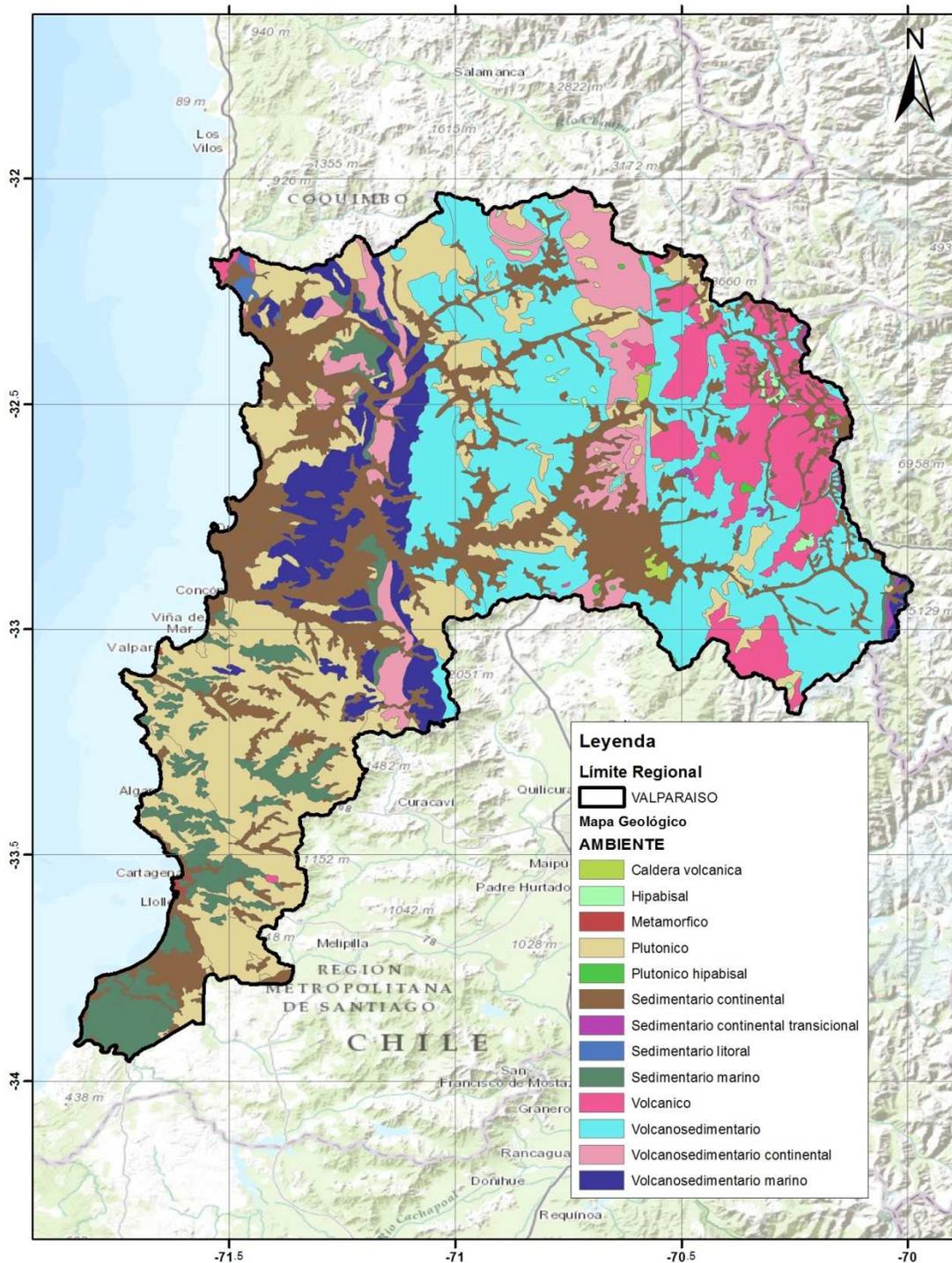
**CUADRO 2.2.3.2-1
PRINCIPALES FORMACIONES ROCOSAS**

Código	Descripción
J2m	Secuencias volcánicas y sedimentarias marinas: lavas y brechas, andesíticas y basálticas, calizas y areniscas marinas fosilíferas. En la Cordillera de la Costa, región I: Formación Caleta Ligate; en la Depresión Central, regiones II a III: formaciones Sierra Candeleros y Sierra Fraga.
Jsg	Monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda. En la Cordillera de la Costa, regiones I a VI; en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Plutón Panguipulli y borde oriental del Batolito Norpatagónico; en la península Antártica.
Ki2c	Secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoítas, conglomerados, areniscas, limolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base. En Cordillera de la Costa, regiones IV, V y Metropolitana: formaciones Quebrada Marquesa y Veta Negra.
Kiag	Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a IV, al este del Sistema de Fallas Atacama-El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria) y Cu-Au (Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones V a X.
KTg	Granodioritas, dioritas y pórfidos graníticos. Entre las cordilleras de la Costa y Principal, regiones I a IV; en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: granitoides y pórfidos de Puerto Ibañez e islas Evans. (a) Facies marginales de granodioritas y gabros del Batolito Surpatagónico: isla Riesco y estrecho de Magallanes.
M3i	Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas: lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesítico-basálticas a dacíticas. En la Cordillera Principal, regiones I a VIII: complejos volcánicos Doña Inés y Ojos de Maricunga; formaciones Cerro Las Tórtolas y Farellones.
MP1c	Secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales o fluviales: conglomerados, areniscas y limolitas. En las regiones I a IV: formaciones Huaylas, Lauca y Pastos Chicos, Gravas del Copiapó; en la región XI: Formación Galeras.
OM2c	Secuencias volcanosedimentarias: lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas. En la Cordillera Principal, regiones I a IX: formaciones Lupica, Escabroso, Abanico, Coya-Machalí, Cura-Mallín (inferior).
PPI1m	Depositos de Terrazas marinas
Q1	Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.
Q1g	Depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glacialacustres: diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. En la Cordillera Principal, regiones I a IV. En la Depresión Central, regiones IX y X; en regiones XI y XII: lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales, abanicos fluvioglaciales frontales o varves en la ribera de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del Pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Llanquihue (1; 35-14,2 ka); Santa María (2; 262-132 ka); Río Llico (3; 480-338 ka) o Caracol (4; 687-512 ka).
Qe	Depósitos eólicos: arenas finas a medias con intercalaciones bioclásticas en dunas y barjanas tanto activos como inactivos. En las regiones I a VII: dunas de Santo Domingo y Quivolgo.

Fuente: Mapa Geológico Escala 1_1000000, 2003.

Finalmente, en la Figura 2.2.2.2-2 se muestra una categorización general de las formaciones rocosas según su ambiente.

FIGURA 2.2.3.2-1
FORMACIONES ROCOSAS SEGÚN AMBIENTE



Fuente: Elaboración propia a partir de Mapa Geológico Escala 1:1000000, 2003.

2.2.4. Suelos

2.2.4.1. Tipos de Suelos

a) Región de Coquimbo

Los suelos de esta región se denominan suelos pardos. En la franja litoral se desarrollan suelos aluviales sobre terrazas marinas y fondos de valles fluviales; estos suelos han evolucionado a partir de sedimentos marinos y continentales. Se denominan suelos de praderas costeras o molisoles, son de color pardo, textura fina, compuestos por arenas y limos. En los niveles superiores de terrazas predominan las arcillas.

En la Provincia de Elqui, predominan los suelos rojos litosólicos que corresponden a una mezcla de arcilla y algunas segregaciones de limo en las grietas de las rocas subyacentes. En algunos sectores de la provincia es posible encontrar suelos rojos desérticos más desarrollados y bien diferenciados, ellos presentan en su primer horizonte (50 cm de profundidad) suelos de color pardo claro, de textura gruesa.

En el lecho del río Elqui, los suelos presentan texturas gruesas con gravas y piedras de aluviones. Litosoles en los sectores montañosos. En el curso medio del Valle de Elqui predominan los suelos aluviales denominados pardo-cálcicos o alfisoles, estos suelos tienen su origen tanto en sedimentos aportados por el río Elqui como también por materiales provenientes de los interfluvios montañosos.

En la zona central de la Provincia de Limarí, los suelos predominantes son los pardocalcálicos de pH neutro o ligeramente alcalino. En el fondo de los valles y sus terrazas aledañas se desarrollan suelos donde la salinidad no tiene carácter restrictivo, los que corresponden a suelos con una buena aptitud agrícola. Respecto de los materiales parentales, predominan limos y sedimentos recientes en contraposición a los suelos más arcillosos que es posible encontrar en las terrazas superiores.

Los suelos que se han formado en las terrazas más bajas y en la caja del río Limarí, son poco evolucionados, poco profundos y a causa de su baja fertilidad natural presentan limitaciones para la agricultura. En el caso de los suelos formados a partir de los depósitos antiguos de las terrazas altas, estos presentan un mayor grado de evolución y aunque existe gran diversidad según su distribución, tienen como característica general un alto contenido de arcilla, muy densos y por lo tanto con limitaciones para su manejo.

Respecto a las profundidades, estos suelos son moderadamente profundos. En cuanto a su fertilidad natural, esta varía de baja a media presentando problemas para la penetración de las raíces, por la alta presencia arcilla y de un hardpan calcáreo. Esta capa endurecida aparece a profundidades que varían entre los 30 y los 70 cm. La misma textura fina impone condiciones de drenaje interno deficiente en la mayoría de los casos.

En la Provincia del Choapa, las series de suelo más importantes de acuerdo a la superficie que abarcan corresponden a Guatulame y las subseries de Guatulame Paloma y Guatulame Terrazas Marinas. Además es posible encontrar la serie Mollaca y las subseries

Mollaca Canela y Mollaca Paloma, así como la serie Misceláneo (Quebrada, Duna, Coluvial, Cerro, Caja de río y Aluvial).

Respecto de la serie Guatulame y sus subseries (Paloma y Terrazas Marinas), así como Mollaca, tienen características similares, en ambos casos abarcan la mayor extensión en la zona baja del cauce del Río Choapa, presentando una alta capacidad de drenaje que inclusive se considera excesiva. En cuanto a su capacidad de Uso, esta se caracteriza por presentar limitaciones para el uso agrícola, específicamente con una inadecuada aptitud para el cultivo de frutales.

Por último, en el caso la serie Misceláneo y sus subseries, se localizan en las terrazas fluviales del sector bajo del río Choapa con las mismas características de las series de suelo anteriores: alta capacidad de drenaje, limitación del suelo para el uso agrícola e inadecuada aptitud frutal. En el caso de los suelos en el sector alto de la Provincia, estos presentan características diferentes, poseen aptitudes distintas a las descritas anteriormente. En las localidades de Choapa, Salamanca y El Tambo, los suelos presentan aptitudes frutales adecuadas para cultivo de frutales y su capacidad de uso no presenta limitaciones para el uso agrícola.

b) Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso, los suelos predominantes pertenecen a la categoría de los alfisoles, ubicados en sectores costeros y que presentan un buen grado de evolución. En la vertiente poniente de la Cordillera de la Costa estos suelos se han desarrollado directamente a partir de roca granítica, presentando un fuerte incremento del contenido de arcilla en profundidad. En la zona de la costa se identifica la presencia de Inceptisoles de desarrollo incipiente que forman inclusiones en toda la región, generalmente son derivados de terrazas marinas altas y de relieve plano a ligeramente inclinado, de colores pardo rojizos.

En la zona del valle central de la región dominan los Mollisoles que corresponden a suelos aluviales, y que en esta en la zona presentan un desarrollo moderado. Cabe mencionar que sobre estos suelos se desarrolla la mayor parte de la agricultura de riego de la zona.

Otra característica de los suelos presentes en la región, es la presencia de suelos con terrazas remanentes (localizados en los siguientes sectores: estero Pocuro, Curimón, Catemu, Las Chilcas y en La Calera), que constituyen los mejores suelos de la zona y se caracterizan principalmente, por presentar perfiles profundos, bien desarrollados, de texturas medias a finas, de buena estructura, planos suavemente ondulados. Estas características permiten un buen desarrollo de los cultivos y buena retención de humedad. Además, se ubican suelos aluviales recientes, con desarrollo incipiente de sus perfiles, de texturas medias a gruesas, con diversos grados de pedregosidad tanto en superficies como en el perfil; se ubican de modo preferente en los siguientes sectores de Chagres y Putaendo.

En el caso de los suelos del Valle del Aconcagua, el constante relleno del cauce del río con rodados, ha originado un solevantamiento de su lecho, dejando áreas

depressionarias ubicadas preferentemente próximas a los cerros. En estas zonas, además se encuentran suelos de materiales finos y orgánicos, como los tipos: Las Vegas, Quillota, Panquehue, entre otros. Las altas pendientes de los cerros y el continuo desprendimiento de sus materiales, ha originado grandes formaciones de piedemontes, a ambos lados del valle.

Los suelos de la cuenca del río La Ligua, están conformados por unidades taxonómicas similares a las del Valle del Aconcagua. Estas unidades corresponden básicamente a suelos anfisoles, inceptisoles y mollisoles que son característicos de la Región de Valparaíso. Por otra parte, en la cuenca es posible apreciar la presencia de suelos de terrazas remanentes, siendo estos los mejores suelos de la zona dado que presentan perfiles profundos, con buen desarrollo, texturas medias a finas, con una buena estructura y planos suavemente ondulados. .

2.2.4.2. Usos de Suelos

a) Región de Coquimbo

Los usos de suelo de la Región de Coquimbo, se encuentran dominados en cuanto a cobertura por los terrenos de vegetación natural, específicamente el Matorral muy abierto, que alcanza una superficie de 1.044.625 ha, equivalentes al 25,78% de la superficie regional y si se considera en conjunto con el Matorral Abierto, la superficie alcanza el 39,46% del total regional. El 50% de esta superficie corresponde a la Provincia de Elqui.

El segundo lugar en superficie de cobertura, corresponde a terrenos con cobertura que mezcla matorral y suculentas, esta vegetación alcanza un total del 20,19% de la superficie regional equivalente a un total de 818.225 ha. En cuanto a superficie, le siguen aquellos terrenos sobre el límite de vegetación con el 14,95% de la superficie en la región,

En cuanto a terrenos destinados al uso agrícola, este uso alcanza 128.791 ha en la región, lo que equivale al 3% de la superficie regional y se encuentra concentrado en la Provincia de Limarí con un 56% del total regional de suelos con uso para la agricultura.

En el Cuadro 2.2.4.2-1, se presentan los Usos actuales de suelo de la Región de Coquimbo.

**CUADRO 2.2.4.2-1
USOS ACTUALES DE SUELO**

USO ACTUAL DE SUELOS	PROVINCIAS			TOTAL
	Choapa	Elqui	Limarí	
Afloramientos Rocosos	603	15.861	3.075	19.539
Áreas Sobre Limite Vegetación	115.665	303.828	186.548	606.040
B.Nat-Exóticas Asilves.Abierto	106	-	-	106
Bofedales	-	304	-	304
Bosque Nativo Adulto Abierto	55	-	-	55
Bosque Nativo Adulto Denso	15	-	-	15
Bosque Nativo Adulto Semidenso	-	-	125	125
Cajas de Ríos	405	388	1.024	1.816
Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus.	1.617	6.964	2.182	10.762
Estepa Andina Norte	2.715	38.884	4.524	46.123
Lago-Laguna-Embalse-Tranque	246	449	3.891	4.586
Marismas Herbáceas	-	71	-	71
Matorral Abierto	205.453	148.026	201.080	554.559
Matorral Arbores. Muy Abierto	50.859	2.672	56.966	110.498
Matorral Arborescen. Semidenso	24.159	990	4.918	30.066
Matorral Arborescente	63	-	242	305
Matorral Arborescente Abierto	61.245	4.690	17.418	83.353
Matorral Arborescente Denso	2.342	43	-	2.385
Matorral Denso	6.754	2.632	1.267	10.653
Matorral Muy Abierto	86.980	657.154	300.491	1.044.625
Matorral Pradera Abierto	9.460	49.284	62.245	120.989
Matorral Pradera Muy Abierto	521	596	4.062	5.180
Matorral Pradera Semidenso	-	7.795	3.882	11.677
Matorral Semidenso	66.235	14.371	21.056	101.663
Matorral-Pradera	12	-	-	12
Matorral-Suculenta Muy Abierto	51.978	197.070	162.725	411.773
Matorral-Suculentas Abierto	121.775	135.377	149.301	406.453
Matorral-Suculentas Denso	188	1.010	374	1.572
Matorral-Suculentas Semidenso	14.088	36.304	18.475	68.867
Minería Industrial	230	3.122	272	3.623
Otros Terrenos Húmedos	39	130	31	199
Otros Terrenos Sin Vegetación	68.681	4.617	36.507	109.806
Planta.Joven-Recien Cosechada	207	63	27	296
Plantación	1.437	520	683	2.640
Plantación de Arbustos	25.413	9.942	9.832	45.187
Playas y Dunas	1.301	2.424	257	3.982
Praderas	3.684	-	1.026	4.709
Praderas Anuales	18.052	953	5.223	24.229
Praderas Perennes	8.681	909	8.190	17.779
Renoval	67	-	-	67
Renoval Abierto	21.742	7	2.920	24.670
Renoval Denso	46	23	-	69
Renoval Semidenso	6.085	-	180	6.265
Ríos	15	-	55	69
Rotación Cultivo-Pradera	26	1.233	2.094	3.352
Suculentas	66	3.409	4.292	7.768
Terrenos de Uso Agrícola	22.821	33.816	72.153	128.791
Vegas	8.569	84	3.878	12.531
Vegetación Herbácea en Orilla	11	2.227	207	2.444
Total general	1.010.712	1.688.239	1.353.694	4.052.646

Fuente: Catastro de Bosque Nativo, CONAF 1997-2013.

b) Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso, el uso de suelo con mayor área de cobertura corresponde a los terrenos con cobertura de Matorral abierto que alcanza un 12,28% de la superficie Regional y que equivale a 196.226 ha. Sin embargo si consideramos de forma conjunta Matorral Abierto, Muy Abierto y Semi denso, la cobertura total corresponde a 503.643 ha, equivalente a 31,52% de la superficie regional total.

El uso que le sigue en cuanto a cobertura es el uso de suelos clasificado como Terrenos de Uso Agrícola, que alcanza un total regional de 137.167 ha, correspondientes a un 8.58% de la superficie regional y que se encuentra principalmente ubicado en las Provincias de Quillota y de San Felipe, con un 25,71% y 25,43% de la superficie regional de terrenos de uso agrícola.

Se debe señalar que en esta Región el uso de terrenos para la rotación cultivo-praderas alcanza solamente un 3,3% del total regional.

En el Cuadro 2.2.4.2-2, se presentan los usos actuales de suelo de la Región de Valparaíso.

**CUADRO 2.2.4.2-2
USOS ACTUALES DE SUELO**

USO ACTUAL DE SUELOS	PROVINCIAS						TOTAL
	Los Andes	Petorca	Quillota	San Antonio	San Felipe	Valparaíso	
Afloramientos Rocosos	50509,8	34694,6	-	372,7	4652,4	37,8	90267,4
Aéreas Sobre Limite Vegetación	76851,5	4354,0	-	-	9595,2	-	90800,7
B.Nat.Achaparrado Abierto	-	-	-	-	-	813,7	813,7
B.Nat.Achaparrado Denso	-	1590,3	-	-	708,9	4,0	2303,3
B.Nat.Achaparrado Semidenso	-	612,3	-	-	-	-	612,3
B.Nat.Adulto-Renoval Denso	-	-	129,9	-	-	-	129,9
B.Nat.Adulto-Renoval Semidenso	-	-	76,4	-	-	-	76,4
B.Nativo-Plantación Abierto	-	-	-	65,1	-	-	65,1
B.Nativo-Plantación Semidenso	-	-	63,3	84,4	-	-	147,7
Bosque Nativo Adulto Denso	-	986,7	-	-	-	-	986,7
Bosque Nativo Adulto Semidenso	-	-	136,1	-	-	-	136,1
Bosques Achaparrados	-	5633,9	-	-	2410,4	-	8044,3
Bosques Exóticas Asilvestradas	-	-	288,7	-	-	185,5	474,1
Cajas de Ríos	413,0	2273,3	303,1	628,9	2598,5	-	6216,8
Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus.	1400,5	2206,0	3232,1	6432,6	2361,2	15306,5	30939,0
Derrumbes Sin Vegetación	1221,4	569,4	-	-	565,7	-	2356,5
Estepa Andina Central	8810,6	10422,4	-	-	6700,6	-	25933,6
Glaciares	6111,4	-	-	-	415,9	-	6527,2
Lago-Laguna-Embalse-Tranque	201,4	376,8	585,4	962,4	42,5	2050,9	4219,5
Matorral Abierto	36489,5	72548,7	24769,6	11263,1	32993,2	18162,0	196226,0
Matorral Arbores. Muy Abierto	2716,5	10456,7	1555,5	2941,6	3594,7	6661,0	27926,1
Matorral Arborescen. Semidenso	448,4	27115,7	16382,2	5685,6	4743,1	20265,0	74640,0
Matorral Arborescente Abierto	2778,8	9893,1	7772,7	3217,4	7735,3	22942,3	54339,6
Matorral Arborescente Denso	-	4133,7	6473,5	2876,4	2074,7	3622,2	19180,5
Matorral Denso	-	20472,4	7345,0	2497,1	1792,7	4700,3	36807,6
Matorral Muy Abierto	30982,2	56730,6	9403,6	11832,5	48558,3	15137,8	172644,9
Matorral Pradera Abierto	278,3	455,9	259,4	633,7	463,8	983,6	3074,7
Matorral Pradera Muy Abierto	-	8559,1	-	-	-	-	8559,1
Matorral Pradera Semidenso	-	2402,9	-	-	-	-	2402,9
Matorral Semidenso	7541,4	57003,4	17293,5	7695,4	29914,2	15324,6	134772,4
Matorral-Suculenta Muy Abierto	769,9	3824,2	841,1	97,7	1792,1	139,9	7465,0
Matorral-Suculentas Abierto	451,9	21976,9	2999,7	465,5	9079,4	993,8	35967,2
Matorral-Suculentas Denso	-	194,2	-	-	-	-	194,2
Matorral-Suculentas Semidenso	239,2	11770,0	1536,0	403,9	4676,8	1912,4	20538,3
Minería Industrial	685,6	375,6	520,4	-	25,7	1197,3	2804,7
Nieves	54404,5	1960,1	-	-	38782,5	-	95147,1
Otros Terrenos Húmedos	591,4	795,0	-	1248,3	890,0	-	3524,7
Otros Terrenos Sin Vegetación	3237,4	13467,3	43,3	95,0	7791,6	33,7	24668,3
Planta.Joven-Recién Cosechada	-	901,2	1397,2	4849,7	-	6497,3	13645,4

**CUADRO 2.2.4.2-2
USOS ACTUALES DE SUELO**

USO ACTUAL DE SUELOS	PROVINCIAS						TOTAL
	Los Andes	Petorca	Quillota	San Antonio	San Felipe	Valparaíso	
Plantación	12,1	5806,6	1030,6	18188,2	188,6	24736,8	49962,9
Playas y Dunas	-	1308,4	-	3596,5	-	1567,2	6472,1
Praderas	326,4	279,2	634,6	-	16,1	427,0	1683,2
Praderas Anuales	578,0	21011,4	685,4	5871,3	3052,7	14169,6	45368,4
Praderas Perennes	-	128,1	-	111,3	64,0	595,8	899,2
Renoval Abierto	199,2	2677,2	7410,7	5951,7	476,5	25705,7	42421,0
Renoval Denso	-	512,7	3360,8	130,5	118,3	2090,0	6212,3
Renoval Semidenso	98,4	12941,7	13376,2	1788,7	148,9	16071,1	44425,0
Ríos	-	35,3	-	1050,1	-	33,9	1119,2
Rotación Cultivo-Pradera	15,7	1490,7	252,2	43684,6	296,4	7099,5	52839,1
Suculentas	-	1571,5	-	-	-	-	1571,5
Terrenos de Uso Agrícola	16704,6	22387,0	35263,0	6564,2	34875,4	21373,0	137167,3
Vegas	552,0	636,1	-	209,1	394,5	520,7	2312,3
Total general	305.621,0	459.542,5	165.421,4	151.495,3	264.590,6	251.362,0	1.598.032,8

Fuente: Catastro de Bosque Nativo, CONAF 1997-2013.

2.2.4.3. Capacidad de Uso de Suelos

a) Región de Coquimbo

En la Región de Coquimbo, existen aproximadamente 1.557.000 ha con Clase de Capacidad de Uso de Suelo (CUS) estudiada. De ellas, 51.000 ha están entre las CUS de la I a la III, correspondientes a aquellos suelos más aptos para la actividad agrícola. A estas le siguen 32.000 ha con CUS IV, correspondientes a suelos con potencial agrícola pero con limitaciones. Las clases mayores a la IV, corresponden a suelos sin potencial agrícola en general pero que podrían explotarse bajo determinadas técnicas de manejo. En el Cuadro 2.2.4.3-1 se muestran las superficies según cada CUS.

**CUADRO 2.2.4.3-1
CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE SUELO**

Clase de Capacidad de Uso	Superficie (ha)
I	525
II	13.329
III	37.485
IV	32.036
VI	84.676
VII	1.101.793
VIII	287.520
Total general	1.557.364

Fuente: Elaboración propia a partir de SIIR-CNR.

b) Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso, existen aproximadamente 422.000 ha con Clase de Capacidad de Uso de Suelo (CUS) estudiada. De ellas, 100.000 ha están entre las CUS de la I a la III, correspondientes a aquellos suelos más aptos para la actividad agrícola. A estas le siguen 54.000 ha con CUS IV, correspondientes a suelos con potencial agrícola pero con limitaciones. Las clases mayores a la IV, corresponden a suelos sin potencial agrícola en general pero que podrían explotarse bajo determinadas técnicas de manejo. En el Cuadro 2.2.4.3-2 se muestran las superficies según cada CUS.

**CUADRO 2.2.4.3-2
CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE SUELO**

Clase de Capacidad de Uso	Superficie (ha)
I	20,923
II	30,171
III	49,613
IV	54,757
VI	73,801
VII	177,294
VIII	16,079
Total general	422,638

Fuente: Elaboración propia a partir de SIIR-CNR.

2.2.5. Hidrografía

2.2.5.1. Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo presenta tres importantes ríos: Elqui, Limarí y Choapa, todos ellos nacen en la Cordillera de Los Andes y desembocan en el mar. A los 815 m.s.n.m. en la Cordillera de Los Andes nace el río Elqui que posee una hoya hidrográfica de 794 km², un gasto medio de 15 m³/s y un régimen de alimentación mixta. Sus principales tributarios, en época de deshielo, son el río Turbio y Claro. La utilización de sus aguas es aprovechada principalmente en el regadío del valle del Elqui y para consumo humano de las principales ciudades de la región, La Serena, Coquimbo y Vicuña.

El río Elqui nace aguas arriba de Rivadavia, de la unión de los ríos Turbio y Claro o Derecho, desde allí (aproximadamente a 75 km de La Serena) el río se desarrolla en dirección de este a oeste y casi no recibe afluentes exceptuando algunas quebradas que solo aportan agua en caso de lluvia.

En la parte central de la región, también en la Cordillera de Los Andes, nace el río Limarí que posee numerosos tributarios dentro de los cuales están los ríos Hurtado, Grande y Guatulame. Posee una hoya hidrográfica de 11.927 km² con un gasto medio de 25 m³/s. Destacan en su estructura la regulación de sus aguas por los embalses de Recoleta, La Paloma y Cogotí. Estas se utilizan para el riego de los cultivos que se desarrollan en los valles y en la producción de hidroenergía en la central Los Molles.

Hacia el sur de la región se encuentra ubicado el río Choapa que tiene su nacimiento aproximadamente los 1.000 m.s.n.m. en la Cordillera de Los Andes a unos 140 km del mar y presenta una hoya hidrográfica de 8.239 km² con un caudal medio de 30 m³/s y con un régimen de alimentación mixta. El Río Choapa se origina por la confluencia de los tributarios Totoral, Leiva y del Valle. Aguas abajo recibe las aguas de los ríos Cuncumén y Chalinga, todo aún en el área cordillerana. En su curso medio recibe como afluente al río Illapel desde el norte y de algunos esteros menores.

**FIGURA 2.2.5.1-1
CUENCAS HIDROGRÁFICAS**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG-DGA.

2.2.5.2. Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso presenta numerosos cursos de agua, debido principalmente a su relieve y precipitaciones. Los cursos principales que se identifican por su importancia en el sistema hidrográfico regional son los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua y la desembocadura del río Maipo, en el extremo meridional de la Región de Valparaíso. Existen además hoyas hidrográficas menores que nacen en la Cordillera de la Costa y que son de alimentación pluvial.

El río Petorca se localiza cercano al límite septentrional de la Región de Valparaíso con la Región de Coquimbo. Nace en la Cordillera de Los Andes y se genera de la confluencia en el sector precordillerano de Chincolco, de los ríos Pedernal y el Sobrante. Su cuenca tiene una extensión aproximada de 2.669 km². Su pendiente es de 3,22% con una dirección general hacia el sudoeste y desemboca en el mar en la bahía de La Ligua; sus aguas se utilizan para el riego en el Valle de Petorca.

El río La Ligua se ubica al sur del río Petorca desembocando juntos en la bahía de La Ligua. Tiene una superficie de 1.900 km². Nace en la Cordillera de Los Andes de la unión de los ríos Alicahue y el estero Cajón de los Ángeles. Tiene un curso de 162 km, con una dirección sudoeste en su curso superior y en curso medio e inferior, hacia el oeste. El río La Ligua presenta un régimen mixto, y permite el riego en un sector del valle del mismo nombre.

El río Aconcagua da origen al último de los valles transversales del norte chico y se encuentra ubicado en el extremo sur de la región. El río Aconcagua se genera de la confluencia de los ríos Juncal y Blanco en la Cordillera de los Andes y recibe el nombre de Aconcagua a partir de la junta con el Blanco.

En la cuenca de San Felipe se le une el río Putaendo y antes de su desembocadura en Concón se le une el estero Limache. Su recorrido, incluyendo el río Juncal, es de 177 km y su cuenca tiene una superficie de 7.163 km² con un rumbo general que va de oriente a poniente. Su régimen es mixto por lo que presenta crecidas en primavera producto de los deshielos cordilleranos y en invierno por las precipitaciones. Sus aguas son ocupadas en actividades mineras, especialmente cuprífera; riego del valle a lo largo de todo su recorrido; instalaciones industriales; abastecimiento de agua potable al área intercomunal de Valparaíso.

El río Maipo, si bien integra el sistema hidrográfico regional, ello sólo ocurre en la parte meridional de la provincia de San Antonio y prácticamente en su desembocadura.

**FIGURA 2.2.5.2-1
CUENCAS HIDROGRÁFICAS**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG-DGA.

2.2.6. Pluviometría

2.2.6.1. Región de Coquimbo

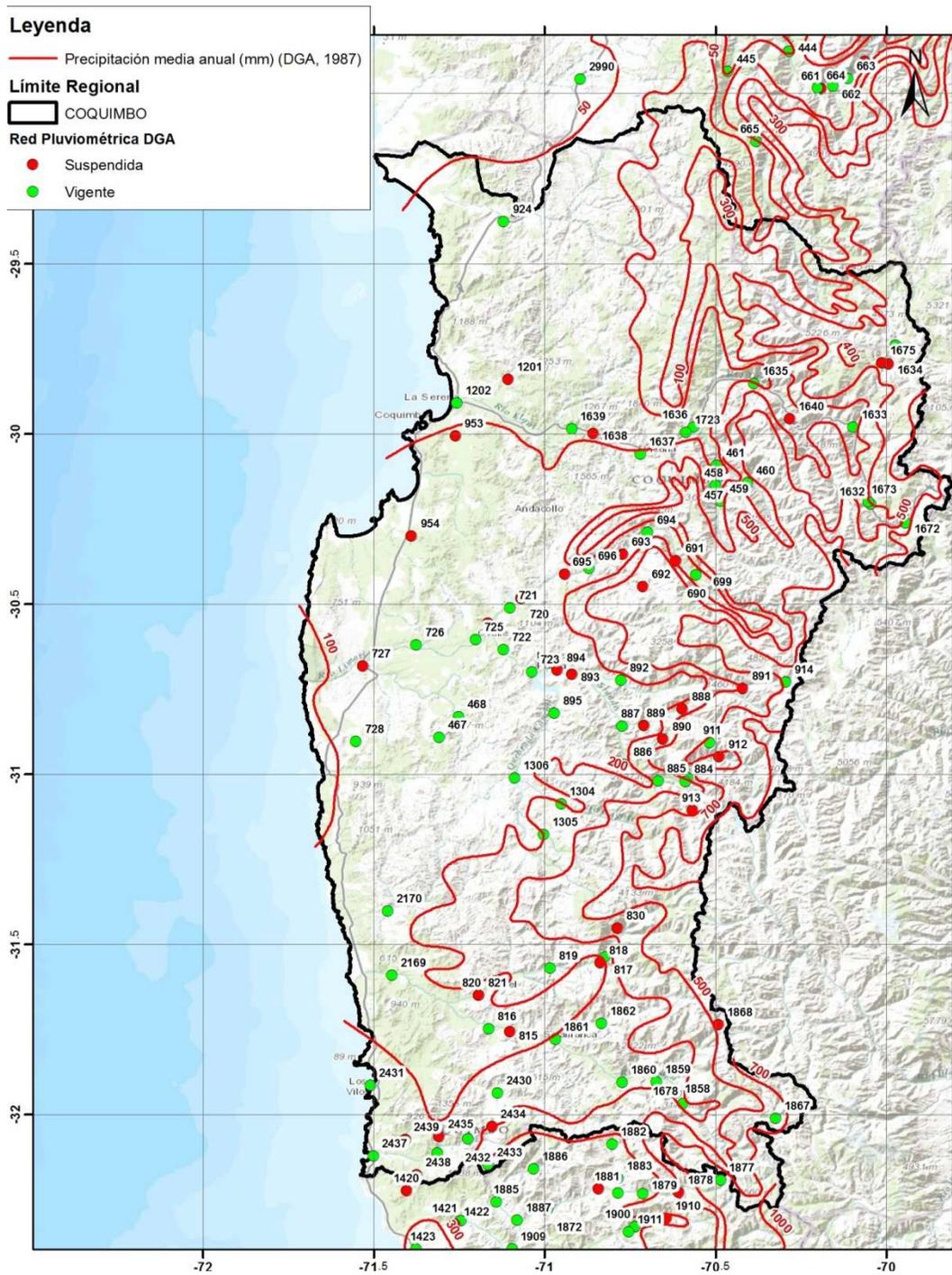
En el Cuadro 2.2.6.1-1 se muestra un listado con las estaciones pluviométricas existentes en el BNA (DGA). Posteriormente en la Figura 2.2.6.1-1, se muestra la ubicación de las mencionadas estaciones en la región de acuerdo al indicador numérico "ID Figura" del Cuadro 2.2.6.1-1, junto con las Isoyetas de precipitación media anual de la DGA (1987).

**CUADRO 2.2.6.1-1
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS VIGENTES**

ID	COD BNA	Estación	ID	COD BNA	Estación
457	04311003-9	Pisco Elqui DMC	911	04511004-4	Cerro vega negra
458	04311004-7	Los nichos	914	04520006-K	Quebrada larga cota 3500
459	04311005-5	La ortiga	924	04120001-4	El trapiche
460	04313003-K	Cochiguaz	1202	04335002-1	La serena (escuela agrícola)
461	04314003-5	Monte grande	1304	04531003-5	Cogotí 18
467	04554003-0	La placilla	1305	04532006-5	Combarbalá
468	04555001-K	Punitaqui	1306	04535001-0	Cogoti embalse
690	04501003-1	Pabellón	1632	04301005-0	La laguna embalse
694	04502005-3	Hurtado	1633	04302014-5	Juntas
696	04503003-2	Pichasca	1635	04306002-3	Huanta
721	04506007-1	Recoleta embalse	1636	04308003-2	Rivadavia
722	04540005-0	Sotaqui	1637	04320003-8	Vicuña (inia)
723	04540006-9	Paloma embalse	1639	04323007-7	Almendral
725	04551005-0	Ovalle DGA	1672	04300001-2	Cerro olivares
726	04552002-1	La torre	1673	04301006-9	Meseta de la laguna
728	04610001-8	Peña blanca	1674	04302015-3	Mina el indio
799	04511002-8	Rio grande en las ramadas	1678	04703002-1	Rio Choapa en Cuncumén
816	04716005-7	Limahuida	1723	04320001-1	Rio Elqui en algarrobal
817	04721002-K	Las burras	1858	04703003-K	Cuncumén
819	04723002-0	Huintil	1859	04710001-1	La tranquila
820	04726003-5	Illapel DGA	1860	04711003-3	Coirón
884	04511003-6	Las ramadas	1861	04711004-1	Salamanca
885	04512002-3	Tascadero	1862	04713004-2	San Agustín
886	04513003-7	Tulahuén	1867	04700002-5	El soldado
887	04513004-5	Carén	2169	04730004-5	Mincha norte
892	04522003-6	Rapel	2170	04732001-1	La canela DMC
895	04537003-8	El tome	2430	04810003-1	Caimanes
2433	04900003-0	Quelón	2431	04820001-K	Los vilos DMC
2436	04902002-3	Los cóndores	2437	04902003-1	Quilimarí

Fuente: Elaboración propia a partir de información DGA.

FIGURA 2.2.6.1-1
UBICACIÓN ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EXISTENTES



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG-DGA.

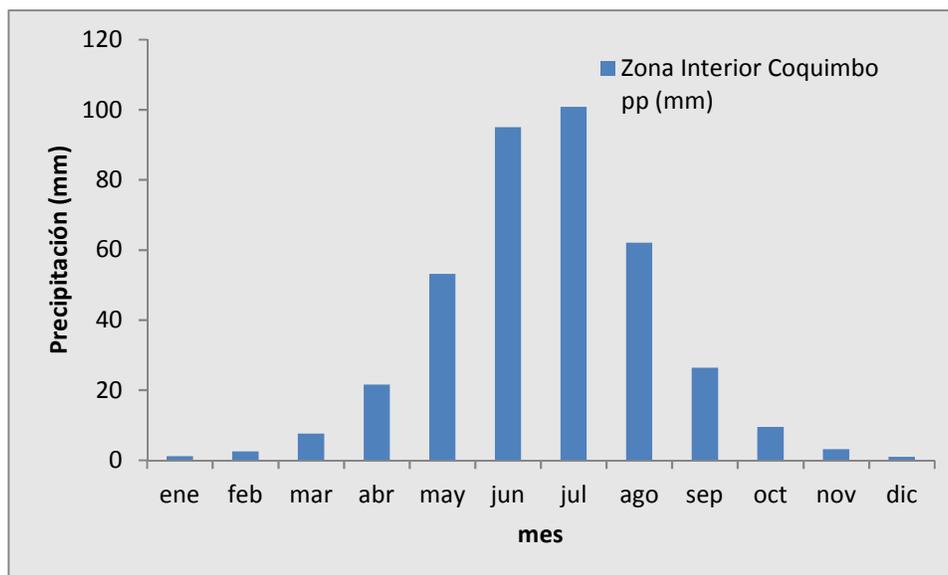
En el Cuadro 2.2.6.1-2 y la Figura 2.2.6.1-2 se muestra la precipitación promedio mensual de las estaciones de los distritos bioclimáticos representativos de las zonas costera e interior de ambas regiones.

**CUADRO 2.2.6.1-2
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REPRESENTATIVAS**

Mes	Pp (mm)	Mes	Pp (mm)
Enero	0	Julio	25
Febrero	0,1	Agosto	13,6
Marzo	0,5	Septiembre	4,3
Abril	2,2	Octubre	1,1
Mayo	7,8	Noviembre	0,3
Junio	20	Diciembre	0,1
Anual		75	

Fuente: Atlas Bioclimático de Chile (2012).

**FIGURA 2.2.6.1-2
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REPRESENTATIVAS**



Fuente: Atlas Bioclimático de Chile (2012).

2.2.6.2. Región de Valparaíso

En el Cuadro 2.2.6.2-1 se muestra un listado con las estaciones pluviométricas existentes en el BNA (DGA). Posteriormente en la Figura 2.2.6.2-1, se muestra la ubicación de las mencionadas estaciones en la región de acuerdo al indicador numérico "ID" del Cuadro 2.2.6.2-1, junto con las Isoyetas de precipitación media anual de la DGA (1987)

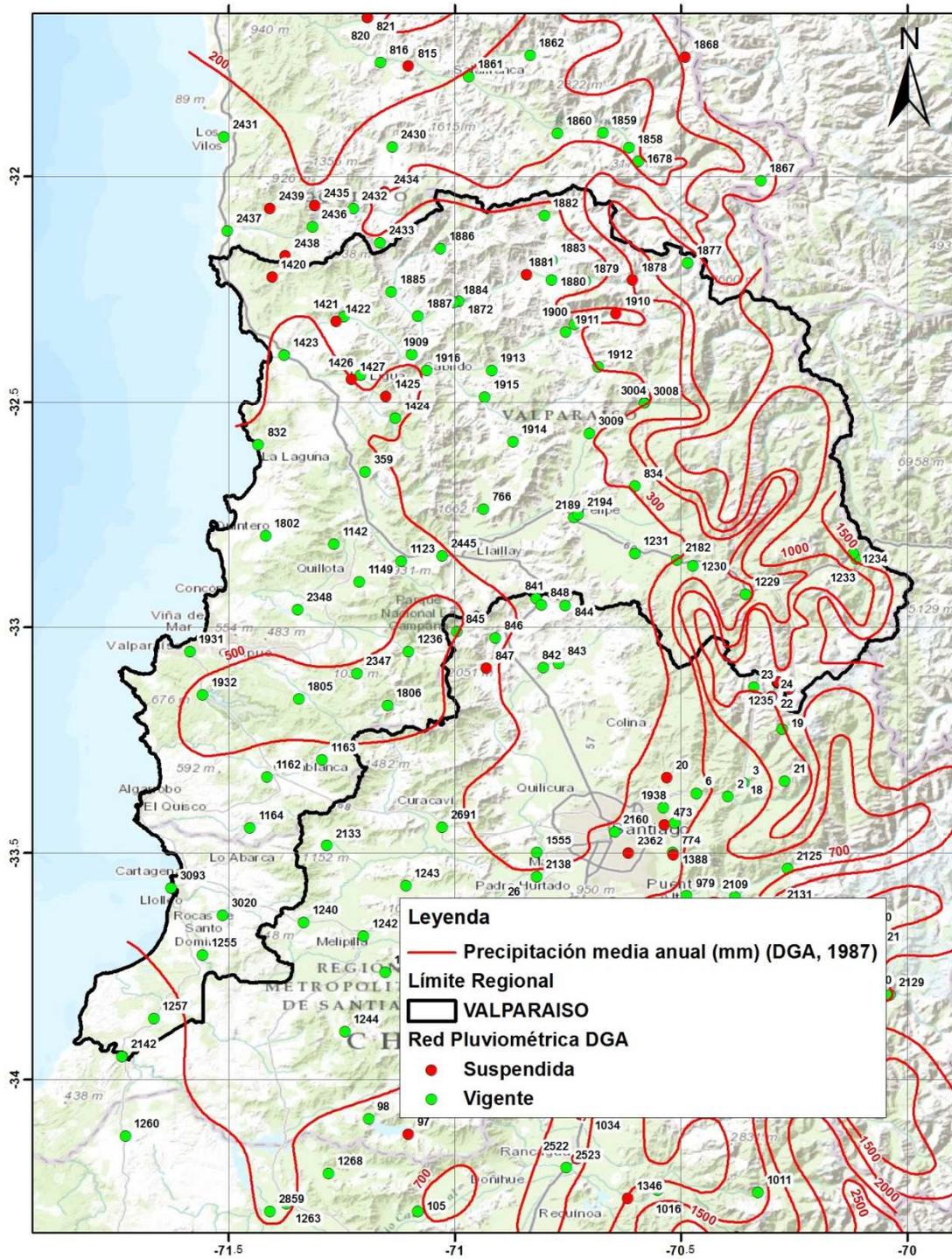
**CUADRO 2.2.6.2-1
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS VIGENTES**

ID	COBNA	Estación	ID	COBNA	Estación
359	05424005-8	El cobre	1880	05100006-4	El sobrante hacienda
766	05421005-1	Catemu	1882	05101005-1	Pedernal hacienda
832	05310001-5	Laguna de zapallar	1883	05101006-K	Chalaco
834	05415004-0	Jahuel	1884	05110003-4	Hierro viejo
1123	05423013-3	Estero rabuco	1885	05111001-3	Palquico
1142	05425003-7	Lo rojas	1886	05111002-1	Frutillar alto
1149	05426004-0	Quillota	1887	05111004-8	El salvador
1162	05520001-7	Casablanca	1900	05200001-7	Rio alicahue en colliguay
1163	05520002-5	Tapihue	1909	05120003-9	Artificio
1164	05530003-8	Lagunillas	1911	05200006-8	Alicahue
1229	05403006-1	Riecillos	1912	05200007-6	La mostaza
1230	05410006-K	Vilcuya	1913	05210002-K	La viña
1231	05410007-8	Los andes	1914	05211003-3	Mina cerro negro
1233	05401007-9	Portillo	1915	05211004-1	Las puertas
1234	05702010-5	Portillo	1916	05220006-7	Chacrilla
1236	05427008-9	Quebrada alvarado	1931	05510001-2	Rodelillo
1255	05748001-7	Rio maipo en cabimbao	1932	05510002-0	Lago peñuelas
1257	05800002-7	Fundo las dos puertas	2182	05410002-7	Rio aconcagua en
1421	05120004-7	Las colmenas	2189	05410005-1	Rio aconcagua en san felipe
1423	05120006-3	Longotoma	2194	05410008-6	San felipe
1424	05220007-5	Las pataguas	2347	05427006-2	Lliu-lliu embalse
1426	05221005-4	Valle hermoso	2348	05427007-0	Los aromos
1802	05320001-K	Estero quintero en valle	2445	05423003-6	Rio aconcagua en romeral
1805	05500001-8	Las piedras	3004	05414001-0	Rio putaendo en resguardo los
1806	05741002-7	Colliguay	3008	05414004-5	Resguardo los patos
1872	05110002-6	Rio petorca en peñon o	3009	05414005-3	El tartaro
1877	05100003-K	Nacimiento del sobrante	3020	05748003-3	Cerrillos de leyda
1879	05100005-6	El trapiche			

Fuente: Elaboración propia a partir de información DGA.

En el Cuadro 2.2.6.2-2 y la Figura 2.2.6.2-2 se muestra la precipitación promedio mensual de las estaciones de los distritos bioclimáticos representativos de las zonas costera e interior de ambas regiones.

FIGURA 2.2.6.2-1
UBICACIÓN ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EXISTENTES



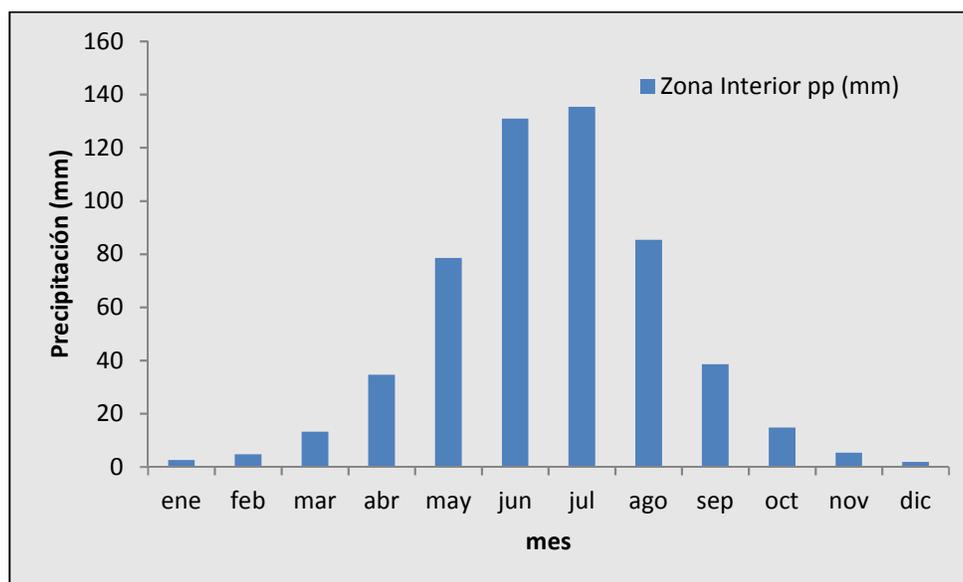
Fuente: Elaboración propia a partir de SIG-DGA.

**CUADRO 2.2.6.2-2
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REPRESENTATIVAS**

Mes	Pp (mm)	Mes	Pp (mm)
Enero	1	Julio	102
Febrero	2,2	Agosto	62
Marzo	6,87	Septiembre	25,7
Abril	20,1	Octubre	8,9
Mayo	51,3	Noviembre	2,9
Junio	94,7	Diciembre	0,9
Anual		378,57	

Fuente: Atlas Bioclimático de Chile (2012).

**FIGURA 2.2.6.2-2
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REPRESENTATIVAS**



Fuente: Atlas Bioclimático de Chile (2012).

2.2.7. Hidrogeología

2.2.7.1. Región de Coquimbo

De acuerdo con el Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1986), la Región de Coquimbo presenta las formaciones hidrogeológicas que se muestran y describen en la Figura 2.2.7.1-1 y el Cuadro 2.2.7.1-1.

**CUADRO 2.2.7.1-1
DESCRIPCIÓN DE LAS FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS PRESENTES**

Principales formaciones	Litología general	Características generales
Pz	Rocas metamórficas. Metareniscas, pizarras, filitas, esquistos, gneises, anfibolitas.	Se considera basamento impermeable
Q, Qv, T	Depósitos no consolidados. Rellenos sedimentarios fluviales, glaciales, aluviales, lacustres, aluvionales, eólicos	Acuíferos de extensión variable, generalmente estratificados. Napas libres a semiconfinadas; se capta por lo general a profundidades no mayores que 100m. Permeabilidad variable, calidad química variable.
Qv, TQ, C, Cz, J, K	Rocas volcánicas. Coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos, asociados a volcanes antiguos bien conservados o activos.	En general no presentan características acuíferas.
TQ, T, Cz	Rocas volcánicas fracturadas. Coladas, tobas y brechas andesíticas, con intercalaciones de sedimentos clásticos continentales. Ignimbritas riolíticas y dacíticas.	Acuíferos poco explorados, de extensión e importancias poco conocidos.
TQ, T, KT, K, M, J, PzM	Rocas mixtas sedimentario-volcánicas. Coladas, brechas e ignimbritas, con intercalaciones de lutitas, areniscas y conglomerados.	En general impermeables. Se consideran basamento de los rellenos acuíferos.
Tg,JKg,JTg,Jg,KTg,Pzg, Kg,Mg.	Rocas plutónicas e hipabisales. Intrusivos graníticos y granodioritas.	Se considera un basamento impermeable

Fuente: Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1986).

2.2.7.2. Región de Valparaíso

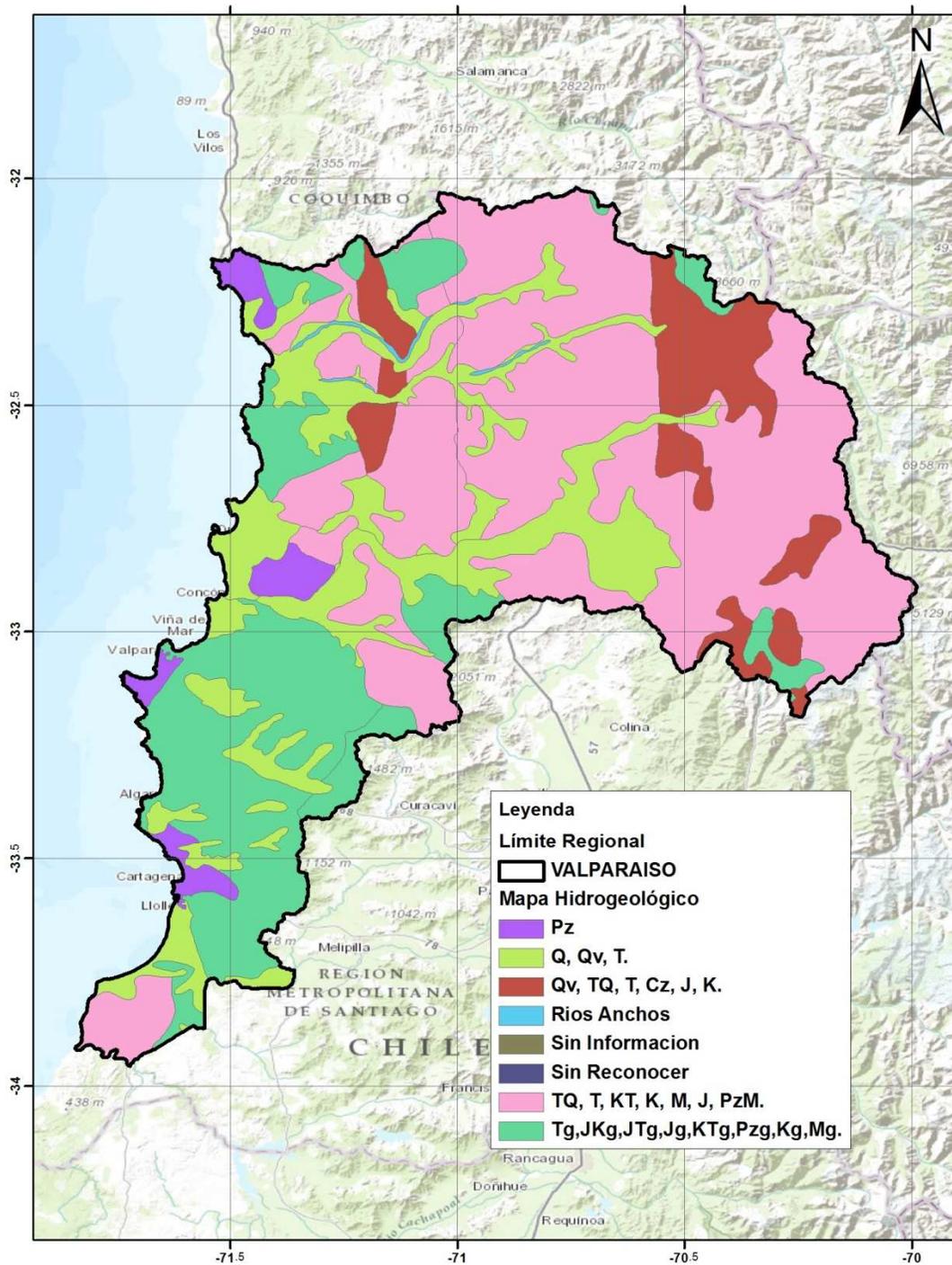
De acuerdo con el Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1986), la Región de Valparaíso presenta las formaciones hidrogeológicas que se muestran y describen en la Figura 2.2.7.2-1 y el Cuadro 2.2.7.2-1.

**CUADRO 2.2.7.2-1
DESCRIPCIÓN DE LAS FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS PRESENTES**

Principales formaciones	Litología general	Características generales
Pz	Rocas metamórficas. Metareniscas, pizarras, filitas, esquistos, gneises, anfibolitas.	Se considera basamento impermeable
Q, Qv, T	Depósitos no consolidados. Rellenos sedimentarios fluviales, glaciales, aluviales, lacustres, aluvionales, eólicos	Acuíferos de extensión variable, generalmente estratificados. Napas libres a semiconfinadas; se capta por lo general a profundidades no mayores que 100m. Permeabilidad variable, calidad química variable.
Qv, TQ, C, Cz, J, K	Rocas volcánicas. Coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos, asociados a volcanes antiguos bien conservados o activos.	En general no presentan características acuíferas.
TQ, T, Cz	Rocas volcánicas fracturadas. Coladas, tobas y brechas andesíticas, con intercalaciones de sedimentos clásticos continentales. Ignimbritas riolíticas y dacíticas.	Acuíferos poco explorados, de extensión e importancias poco conocidos.
TQ, T, KT, K, M, J, PzM	Rocas mixtas sedimentario-volcánicas. Coladas, brechas e ignimbritas, con intercalaciones de lutitas, areniscas y conglomerados.	En general impermeables. Se consideran basamento de los rellenos acuíferos.
Tg,JKg,JTg,Jg,KTg,Pzg, Kg,Mg.	Rocas plutónicas e hipabisales. Intrusivos graníticos y granodioritas.	Se considera un basamento impermeable

Fuente: Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1986).

FIGURA 2.2.7.2-1
FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA REGIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG-DGA.

2.3. ACTIVIDAD AGROPECUARIA

2.3.1. Aspectos generales

2.3.1.1. Región de Coquimbo

Según el Ministerio de Agricultura, la Región de Coquimbo posee un clima privilegiado, con temperaturas agradables durante la mayor parte del año, la región de Coquimbo es una de las zonas líderes en la producción agrícola del país, siendo este rubro un actor fundamental de la economía regional.

Sus valles, Elqui, Limarí y Choapa, son el lugar ideal para el cultivo de viñedos, frutas, cítricos y hortalizas. Según el "Catastro Frutícola Región de Coquimbo" realizado por CIREN en el año 2011, nuestra región registró una superficie frutícola total de 29.808 ha, donde la provincia de Limarí alcanzó las 19.240 ha plantadas con frutales. La provincia de Elqui registró 7.141 ha, mientras que la provincia de Choapa tuvo 3.427 de hectáreas frutales.

El estudio demostró que las especies de mayor superficie se encuentran: Vid de Mesa, Palto, Olivo, Mandarino, Nogal, Almendro y Limonero.

De las viñas nace el Pisco de Chile, nuestro producto estrella y que poco a poco comienza a ganar terreno en los mercados internacionales con el apoyo de los programas de PRO-CHILE y "Nuestro Pisco" de INIA". Los productores, agrupados en la Asociación Gremial Pisco Chile A.G desean internacionalizar el Pisco como un licor Premium que sirva de base para cocktails gourmet. Los principales destinos de este producto son Francia (46,4%), Estados Unidos (40,5%), México (3,5%), España (3,2%), Alemania (2,8) y Canadá (1,8%).

Otro rubro importante de la región lo constituye el ganado caprino con 400 mil cabezas de ganado en superficie de más 3 millones de hectáreas, que representa el 76% del total regional. Los principales productos generados por los cerca de 10 mil crianceros son: carne, leche, queso y charqui.

La región de Coquimbo además es productora de gran variedad de hortalizas entre las que destacan las alcachofas que son procesadas y exportadas en un alto valor. La variedad de productos de la zona permite que abastezca al mercado interno regional así como el Gran Santiago.

2.3.1.2. Región de Valparaíso

Según antecedentes del Gobierno Regional de Valparaíso, los suelos de la región son favorables para la agricultura, contando con un suministro de agua de riego que se distribuye a través de canales y embalses. Los más importantes son: el de Peñuelas, Lo Orozco, Lo Ovalle, Catapilco, Chepical, Las Palmas y Pitana. El 30% de la producción agrícola se destina a la agroindustria y el 70% al consumo fresco.

Últimamente se ha dado un gran aumento en la exportación, especialmente de uva de mesa. La región aporta el 29,7% de la producción nacional de la uva y el 30% de la producción total de duraznos. También produce kiwis, nectarines, damascos, nueces, almendras y limones. En sus zonas de microclimas produce el 41% del total de paltas del país y gran parte de la producción de chirimoyas. También destaca la producción de legumbres, papas y cultivos orientales como tabaco, maravilla y cáñamo. Ganadería: 109.350 bovinos, 91.080 ovinos, y 56.130 porcinos. Gracias al pino insigne (sectores costeros y en San Antonio) el sector forestal ha tenido un gran crecimiento.

2.3.2. Explotaciones Agropecuarias

2.3.2.1. Región de Coquimbo

En el Cuadro 2.3.2.1-1, se presentan los resúmenes de la información censal referida al número y superficie de explotaciones por tipo para la Región de Coquimbo. En este caso la superficie forestal no tiene relevancia en términos numéricos y casi la totalidad de las explotaciones declaran poseer actividad agropecuaria. Esta superficie, según se observa se distribuye uniformemente entre sus tres provincias, aunque en cuanto a número de explotaciones la que lleva la delantera es la provincia de Limarí.

**CUADRO 2.3.2.1-1
NÚMERO Y SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES
CENSADAS POR TIPO**

Tipo Explotaciones	Choapa		Elqui		Limarí		TOTAL	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup (ha)
Agropecuarias	5.100	1.015.646,1	2.740	1.639.090,2	7.911	1.335.612,4	15.751	3.990.348,6
Con Tierra	4.922	1.015.646,1	2.496	1.639.090,2	7.703	1.335.612,4	15.121	3.990.348,6
Con Actividad	4.889	1.015.108,7	2.486	1.637.545,8	7.637	1.334.690,2	15.012	3.987.344,6
Temporalmente sin Actividad	33	537,4	10	1.544,4	66	922,2	109	3.004,0
Sin tierra	178	-	244	-	208	-	630	-
Explotaciones Forestales	15	946,9	1	5,0	6	96,4	22	1.048,3
Total Censadas	5.115	1.016.593,0	2.741	1.639.095,2	7.917	1.335.708,8	15.773	3.991.396,9

Fuente: Censo Agropecuario INE, 2007.

En el Cuadro 2.3.2.1-2 se presentan las cifras relacionadas a la superficie regional de explotaciones con tierra, un resumen de la información por tipo de uso agrícola, destacando dentro de la categoría otros suelos, la gran cantidad de superficie destinada a praderas naturales y de matorrales.

En la Región de Coquimbo existe una importante superficie de forrajeras permanentes y de rotación porcentualmente mucho mayor, relacionado con la orientación ganadera de esta región.

**CUADRO 2.3.2.1-2
SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS CON TIERRA
POR USO DEL SUELO**

Superficie agropecuaria según uso del suelo	Sup. (ha)			
	Choapa	Elqui	Limarí	TOTAL
Total suelos de cultivo	54.979,5	44.794,6	131.039,8	230.813,9
Cultivos anuales y permanentes	7.839,7	17.504,2	35.806,4	61.150,2
Forrajeras permanentes y de rotación	36.264,4	19.700,6	25.142,8	81.107,9
En barbecho y descanso	10.875,4	7.589,8	70.090,6	88.555,8
Total otros suelos	960.666,6	1.594.295,6	1.204.572,6	3.759.534,7
Praderas mejoradas	5.423,7	1.263,6	8.203,8	14.891,1
Praderas naturales	826.251,5	1.231.016,9	936.701,8	2.993.970,1
Plantaciones forestales	2.500,8	1.434,1	2.275,7	6.210,5
Bosque nativo	25.765,9	33,8	4.157,7	29.957,4
Matorrales	19.780,9	1.009,9	84.129,6	104.920,4
Infraestructura	2.097,4	1.415,1	9.040,0	12.552,6
Terrenos estériles	78.846,3	358.122,3	160.064,0	597.032,6
Total	1.015.646,1	1.639.090,2	1.335.612,4	2.974.702,5

Fuente: Censo Agropecuario INE, 2007.

Se puede observar en la información presentada en el Cuadro 2.3.2.1-3, que el 91,8% de las explotaciones agropecuarias en la Región tienen menos de 50 ha de superficie, sumando 76.115 ha de superficie, mientras que el número de explotaciones de más de 2.000 ha son solo un 2% de la superficie total en Coquimbo, pero abarcan el 89,2% del total de superficie agropecuaria.

**CUADRO 2.3.2.1-3
NÚMERO Y SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS
CON TIERRA POR TAMAÑO**

Rango de tamaño (ha)	Choapa		Elqui		Limarí		TOTAL	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)
Menores de 1	968	451,5	547	275,0	1.383	727,9	2.898	1.454,5
De 1 a menos de 5	2.223	5.117,0	847	1.795,2	3.439	7.575,5	6.509	14.487,7
De 5 a menos de 10	763	5.289,6	346	2.310,2	1.029	6.822,1	2.138	14.421,9
De 10 a menos de 20	470	6.255,9	263	3.519,8	681	9.150,8	1.414	18.926,5
De 20 a menos de 50	234	6.504,2	164	5.001,2	523	15.319,1	921	26.824,5
De 50 a menos de 100	70	4.930,7	82	5.414,8	159	10.842,4	311	21.187,9
De 100 a menos de 200	53	7.902,9	59	8.046,5	117	16.117,4	229	32.066,8
De 200 a menos de 500	27	8.995,3	41	12.155,5	102	32.109,1	170	53.259,9
De 500 a menos de 1000	24	17.398,3	27	18.411,4	71	48.628,9	122	84.438,6
De 1000 a menos de 2000	21	27.447,5	26	38.247,8	66	97.966,5	113	163.661,8
De 2000 y más	69	925.353,1	94	1.543.912,8	133	1.090.352,6	296	3.559.618,5
Total	4.922	1.015.646,1	2.496	1.639.090,2	7.703	1.335.612,4	15.121	3.990.348,6

Fuente: Censo Agropecuario INE, 2007.

2.3.2.2. Región de Valparaíso

En el Cuadro 2.3.2.2-1 se presentan los resúmenes de la información censal, referida al número y superficie de explotaciones por tipo, para la Región de Valparaíso.

En este caso se observa que la superficie con actividad agropecuaria triplica a la superficie forestal, tendencia que proviene del nivel provincial excepto en las provincias de Marga Marga, Quillota y Valparaíso. Casi en su totalidad las explotaciones con tierra en esta región declaran tener actividad agrícola.

En el Cuadro 2.3.2.2-2 se presentan las cifras relacionadas a la superficie regional de explotaciones con tierra, un resumen de la información por tipo de uso agrícola, destacando dentro de la categoría otros suelos, la gran cantidad de superficie destinada a praderas naturales y de matorrales.

Dentro de la superficie de cultivo en la región de Valparaíso, destaca el hecho que en su mayoría son suelos con cultivos anuales y frutales, mientras que las praderas artificiales tienen poca relevancia en términos numéricos.

Se puede observar en la información presentada en el Cuadro 2.3.2.2-3, que la región de Valparaíso el 86,8% de las explotaciones agropecuarias y tienen menos de 50 ha de superficie, sumando 146.458 ha de superficie, mientras que el número de explotaciones de más de 2.000 ha son solo 0,32% pero abarcan el 47% del total de superficie agropecuaria.

**CUADRO 2.3.2.2-1
NÚMERO Y SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES
CENSADAS POR TIPO**

Tipo Explotaciones	Isla de Pascua		Los Andes		Marga Marga		Petorca		Quillota		San Antonio		San Felipe de Aconcagua		Valparaíso		TOTAL	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup (ha)
Agropecuarias	236	6.024,5	1.255	216.493,4	1.836	66.864,8	3.113	350.668,7	49.865	49.864,7	117.928	117.928,3	185.301	185.300,8	507.941	507.941,2	867.475	1.501.086,5
Con Tierra	236	6.024,5	1.233	216.493,4	1.820	66.864,8	2.999	350.668,7	49.865	49.864,7	117.928	117.928,3	185.301	185.300,8	507.941	507.941,2	867.323	1.501.086,5
Con Actividad	233	6.010,0	1.204	216.321,0	1.679	66.509,2	2.909	350.450,4	49.694	49.694,2	117.472	117.471,9	184.973	184.973,3	507.906	507.905,5	866.070	1.499.335,5
Temporalmente sin Actividad	3	14,5	29	172,4	141	355,6	90	218,3	171	170,5	456	456,4	328	327,5	36	35,7	1.253	1.750,9
Sin tierra	0	-	22	-	16	-	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152	-
Explotaciones Forestales	102	585,2	55	27.914,4	524	41.750,3	88	53.168,9	40.727	40.727,4	13.152	13.151,6	52.713	52.713,4	270.275	270.274,7	377.636	500.285,9
Total Censadas	338	6.609,7	1.310	244.407,8	2.360	108.615,1	3.201	403.837,6	90.592	90.592,1	131.080	131.079,9	238.014	238.014,2	778.216	778.215,9	1.245.111	2.001.372,4

Fuente: Censo Agropecuario INE, 2007.

**CUADRO 2.3.2.2-2
SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS CON TIERRA
POR USO DEL SUELO**

Superficie agropecuaria según uso del suelo	Sup. (ha)								
	Isla de Pascua	Los Andes	Marga Marga	Petorca	Quillota	San Antonio	San Felipe de Aconcagua	Valparaíso	TOTAL
Total suelos de cultivo	220,6	12.843,2	5.860,0	20.641,8	19.127,7	19.331,1	28.210,3	13.096,9	119.331,5
Cultivos anuales y permanentes	167,9	10.157,1	3.195,7	13.422,6	15.961,6	8.648,5	21.870,5	8.373,6	81.797,3
Forrajeras permanentes y de rotación	0,0	1.210,8	306,7	691,3	1.011,2	1.548,5	3.271,8	2.572,2	10.612,5
En barbecho y descanso	52,8	1.475,3	2.357,7	6.527,9	2.154,9	9.134,1	3.068,0	2.151,1	26.921,7
Total otros suelos	5.803,9	203.650,2	61.004,8	330.027,0	30.737,0	98.597,3	157.090,5	110.571,2	997.481,8
Praderas mejoradas	0,0	1.087,8	6.104,7	13.541,2	1.632,3	3.228,6	517,9	4.060,4	30.172,8
Praderas naturales	5.368,8	39.485,1	11.592,7	120.443,1	10.736,9	46.859,3	8.050,9	39.648,5	282.185,4
Plantaciones forestales	136,9	32,6	3.268,0	2.457,1	402,1	16.112,2	528,3	15.019,2	37.956,4
Bosque nativo	0,0	12.285,8	16.846,9	52.019,7	4.269,3	13.461,3	2.093,6	30.993,5	131.970,1
Matorrales	169,6	40.327,1	16.424,7	94.073,7	9.026,6	13.892,8	58.480,9	16.102,6	248.498,0
Infraestructura	5,8	3.697,9	716,0	1.682,1	1.520,6	3.540,2	2.033,0	2.871,9	16.067,6
Terrenos estériles	122,8	106.733,9	6.051,8	45.810,1	3.149,2	1.502,9	85.385,9	1.875,1	250.631,6
Total	6.024,5	216.493,4	66.864,8	350.668,7	49.864,7	117.928,3	185.300,8	123.668,0	1.116.813,3

Fuente: Censo Agropecuario INE, 2007.

**CUADRO 2.3.2.2-3
NÚMERO Y SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS
CON TIERRA POR TAMAÑO**

Rango de tamaño (ha)	Isla de Pascua		Los Andes		Marga Marga		Petorca		Quillota		San Antonio		San Felipe de Aconcagua		Valparaíso		TOTAL	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)
Menores de 1	10	6,8	263	154,0	470	269,1	983	426,2	803	442,6	59	34,5	862	488,5	155	96,3	3.605	1.918,0
De 1 a menos de 5	90	359,8	420	952,8	810	1.763,5	1.040	2.431,6	1.333	3.300,3	311	773,9	1.229	2.850,7	1.521	4.149,5	6.754	16.582,2
De 5 a menos de 10	110	630,0	216	1.448,6	197	1.338,3	426	2.851,4	514	3.504,2	170	1.199,1	512	3.530,3	1.149	8.185,9	3.294	22.687,8
De 10 a menos de 20	19	245,9	134	1.877,3	138	1.911,4	166	2.260,7	243	3.254,6	191	2.723,2	310	4.208,8	1.282	17.906,4	2.483	34.388,4
De 20 a menos de 50	5	134,5	123	3.849,1	109	3.403,1	123	3.815,1	156	4.644,8	226	7.229,4	233	6.983,2	1.296	40.822,7	2.271	70.881,9
De 50 a menos de 100	1	50,4	35	2.311,4	50	3.343,6	74	4.700,5	64	4.384,5	141	9.416,7	63	4.246,9	642	44.936,0	1.070	73.390,0
De 100 a menos de 200	0	0,0	19	2.384,7	16	2.373,6	40	5.517,8	32	4.926,7	76	10.449,6	34	4.724,8	508	71.408,0	725	101.785,2
De 200 a menos de 500	0	0,0	9	3.143,9	10	3.220,7	71	22.733,5	22	7.754,3	51	16.186,3	64	17.394,0	418	128.713,5	645	199.146,2
De 500 a menos de 1000	0	0,0	4	2.700,7	10	7.082,3	26	19.221,4	10	8.188,8	27	19.724,0	14	10.206,7	122	83.751,5	213	150.875,4
De 1000 a menos de 2000	0	0,0	3	4.922,8	6	8.408,1	23	32.087,2	2	2.887,8	15	19.938,5	9	13.537,5	32	42.071,9	90	123.853,8
De 2000 y más	1	4.597,2	7	192.748,0	4	33.751,1	27	254.623,3	3	6.576,0	9	30.253,1	8	117.129,3	9	65.899,5	68	705.577,5
Total	236	6.024,5	1.233	216.493,4	1.820	66.864,8	2.999	350.668,7	3.182	49.864,7	1.276	117.928,3	3.338	185.300,8	7.134	507.941,2	21.218	1.501.086,5

Fuente: Censo Agropecuario INE, 2007.

2.3.3. Condición Jurídica de los Productores

2.3.3.1. Región de Coquimbo

Respecto a la condición jurídica de los productores con tierra, las personas naturales alcanzan los 14.744 informantes en la Región en la de Coquimbo, los que poseen un total de 1.218.695 ha.

En la región de Coquimbo, las personas naturales ocupan un 30,5% del total de la superficie regional, mientras que las jurídicas ocupan el otro 69,5%. En el caso de las personas naturales, el 68,11% corresponden a productores individuales, 5,6% a sucesiones y sociedades y un 26,3% corresponde a productores comuneros, característica relevante en relación a la tenencia del agua de riego. Por otro lado, las personas jurídicas se concentran en más del 88% en Sociedades anónimas y de responsabilidad limitada, dividiéndose el restante porcentaje entre, Instituciones Fiscales y Municipales, Otras sociedades con contrato legal (órdenes religiosas, escuelas técnicas, universidades privadas, etc.) y Comunidades indígenas.

En el Cuadro 2.3.3.1-1 se detallan las cifras antes analizadas, para la Región de Coquimbo.

**CUADRO 2.3.3.1-1
NÚMERO Y SUPERFICIE DE EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS
POR CONDICIÓN JURÍDICA DEL PRODUCTOR, POR PROVINCIA**

	Choapa		Elqui		Limarí		TOTAL	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)
Personas naturales								
Productor individual	3.477	114.526,5	1.904	425.640,2	4.683	473.978,0	10.064	1.014.144,6
Sucesiones y sociedades	327	79.698,1	127	70.774,0	371	33.455,3	825	183.927,4
Productor comunero	1.156	4.184,0	424	2.445,5	2.305	13.993,5	3.885	20.623,0
Total	4.960	198.408,6	2.455	498.859,7	7.359	521.426,8	14.774	1.218.695,0
Personas jurídicas								
Instituciones fiscales o municipales	7	181,6	10	15.822,9	11	3.810,7	28	19.815,2
Sociedades anónimas y de responsabilidad limitada	87	467.009,0	226	471.027,8	417	421.111,6	730	1.359.148,4
Otras sociedades con contrato legal	15	201.709,2	18	206.501,1	9	2.307,5	42	410.517,8
Comunidades agrícolas históricas	31	148.337,7	30	446.632,0	115	386.955,8	176	981.925,5
Comunidades indígenas	0	0,0	1	246,7	0	0,0	1	246,7
Total	140	817.237,5	285	1.140.230,5	552	814.185,6	977	2.771.653,6

Fuente: Elaboración propia con base en VII Censo Agropecuario (INE, 2007)

2.3.3.2. Región de Valparaíso

Respecto a la condición jurídica de los productores con tierra, las personas naturales alcanzan los 19.668 informantes en la Región de Valparaíso, los que poseen un total de 607.031 ha.

En la región de Valparaíso, las personas naturales ocupan un 40% de la superficie y un 60% las jurídicas, en el caso de las personas naturales, el 91% corresponden a productores individuales, el 8,5% a sucesiones y sociedades y un 0,45% solamente corresponde a productores comuneros. Por otro lado, las personas jurídicas se concentran en más del 85% en Sociedades anónimas y de responsabilidad limitada, dividiéndose el restante porcentaje entre, Instituciones Fiscales y Municipales, Otras sociedades con contrato legal (órdenes religiosas, escuelas técnicas, universidades privadas, etc.) y Comunidades indígenas.

En el Cuadro 2.3.3.2-1 se detallan las cifras antes analizadas.

**CUADRO 2.3.3.2-1
NÚMERO Y SUPERFICIE DE EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS POR CONDICIÓN JURÍDICA DEL PRODUCTOR, POR
PROVINCIA**

Condición	Isla de Pascua		Los Andes		Marga Marga		Petorca		Quillota		San Antonio		San Felipe de Aconcagua		Valparaíso		TOTAL	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)
Personas naturales																		
Productor individual	231	1.385,3	971	15.117,8	1.403	18.217,3	2.708	42.210,7	2.672	21.189,8	1.017	58.531,8	2.717	68.231,6	6.188	316.513,3	17.907	541.397,5
Sucesiones y sociedades	3	26,1	107	1.348,0	257	3.577,9	168	13.702,0	209	1.819,2	149	4.744,0	373	17.385,5	406	18.808,6	1.672	61.411,4
Productor comunero	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	89	4.222,6	89	4.222,6
Total	234	1.411,4	1.078	16.465,8	1.660	21.795,2	2.876	55.912,7	2.881	23.009,0	1.166	63.275,8	3.090	85.617,1	6.683	339.544,5	19.668	607.031,5
Personas jurídicas																		
Instituciones fiscales o municipales	1	4.597,2	1	10,4	3	39,4	1	3.026,5	0	0,0	0	0,0	2	36,5	7	1.089,9	15	8.799,9
Sociedades anónimas y de responsabilidad limitada	1	16,0	168	48.259,1	149	37.752,2	216	261.996,6	290	25.055,7	115	52.784,6	307	94.637,1	408	160.235,5	1.654	680.736,8
Otras sociedades con contrato legal	0	0,0	8	151.758,1	23	3.406,9	20	29.732,9	17	1.800,0	17	1.867,9	17	5.010,1	17	4.773,2	119	198.349,1
Comunidad des agrícolas históricas	0	0,0	0	0,0	1	3.871,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3.871,1
Comunidades indígenas	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	19	2.298,1	19	2.298,1
Total	2	4.613,2	177	200.027,6	176	45.069,6	237	294.756,0	307	26.855,7	132	54.652,5	326	99.683,7	451	168.396,7	1.808	894.055,0

Fuente: Elaboración propia con base en VII Censo Agropecuario (INE, 2007).

2.3.4. Cultivos

2.3.4.1. Región de Coquimbo

La superficie total plantada y sembrada en la región de Coquimbo, informada en el último Censo Agropecuario, asciende a 145.673 ha. Aquí, las plantas forrajeras son las que ocupan una mayor superficie, alcanzando 56,8% de ella, seguida por los frutales con 21,8% y las viñas viníferas con un 8,2%.

Se presenta a continuación en el Cuadro 2.3.4.1-1 la información anteriormente analizada para la Región de Coquimbo.

**CUADRO 2.3.4.1-1
SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA Y PLANTADA
POR GRUPO DE CULTIVOS, SEGÚN PROVINCIA**

Cultivo	Choapa		Elqui		Limarí		TOTAL	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Cereales	876,3	1,9	56,5	0,1	2.125,4	3,4	3.058	2,1
Leguminosas y tubérculos	426,1	0,9	2.683,5	6,9	442,4	0,7	3.552	2,4
Cultivos industriales	69,9	0,2	317,9	0,8	13,6	0,0	401	0,3
Hortalizas	677,3	1,5	5.969,0	15,4	4.753,0	7,7	11.399	7,8
Flores	4,5	0,0	36,9	0,1	362,0	0,6	403	0,3
Plantas forrajeras	37.507,1	83,3	19.786,2	50,9	25.455,7	41,2	82.749	56,8
Frutales	3.546,9	7,9	8.041,8	20,7	20.151,5	32,6	31.740	21,8
Viñas y parronales viníferos	1.926,6	4,3	1.921,2	4,9	8.353,0	13,5	12.201	8,4
Viveros	2,0	0,0	8,2	0,0	42,0	0,1	52	0,0
Semilleros	6,4	0,0	27,8	0,1	82,7	0,1	117	0,1
Total	45.043,1	100,0	38.849,0	100,0	61.781,4	100,0	145.673	100,0

Fuente: VII Censo Agropecuario (INE, 2007).

2.3.4.2. Región de Valparaíso

La superficie total plantada y sembrada en la región de Valparaíso, informada en el último censo agropecuario corresponde a 152.199 ha.

Los frutales son el cultivo que ocupa la mayor superficie en la región de Valparaíso ocupando un 37,6% de la superficie señalada anteriormente y en segundo plano le siguen las forrajeras con un 34,2% de la superficie. Cultivos como los cereales, leguminosas y tubérculos, cultivos industriales y flores tienen menor representación pero podrían ser una alternativa agrícola a futuro en esta región. De esta forma se presenta a continuación en el Cuadro 2.3.4.2-1 la información anteriormente analizada para la Región de Valparaíso.

**CUADRO 2.3.4.2-1
SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA Y PLANTADA
POR GRUPO DE CULTIVOS, SEGÚN PROVINCIA**

Método de Riego	Isla de Pascua		Los Andes		Marga Marga		Petorca		Quillota		San Antonio		San Felipe de Aconcagua		Valparaíso		TOTAL	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Riego gravitacional	10,2	83,6	6.255,6	51,0	1.439,0	37,1	3.391,5	24,2	6.168,5	35,8	2.012,8	41,2	14.727,6	57,8	25,8	0,8	34.031	42,0
Tendido	10,2	83,6	2.749,6	22,4	832,3	21,5	1.832,1	13,1	3.210,9	18,6	1.440,5	29,5	5.049,1	19,8	21,0	0,6	15.146	18,7
Surco	0,0	0,0	3.480,6	28,4	568,5	14,7	1.436,5	10,2	2.920,1	16,9	529,8	10,8	9.496,6	37,2	4,0	0,1	18.436	22,7
Otro tradicional	0,0	0,0	25,4	0,2	38,2	1,0	122,9	0,9	37,6	0,2	42,6	0,9	181,9	0,7	0,8	0,0	449	0,6
Mecánico mayor	0,0	0,0	444,3	3,6	137,3	3,5	82,2	0,6	488,6	2,8	341,3	7,0	425,3	1,7	1.938,4	60,0	3.857	4,8
Aspersión tradicional	0,0	0,0	279,3	2,3	125,2	3,2	76,6	0,5	488,1	2,8	60,2	1,2	368,6	1,4	1.346,4	41,7	2.744	3,4
Carrete o pivote	0,0	0,0	165,0	1,3	12,1	0,3	5,6	0,0	0,5	0,0	281,1	5,8	56,7	0,2	592,0	18,3	1.113	1,4
Microriego	2,0	16,4	5.565,1	45,4	2.301,0	59,3	10.559,1	75,2	10.591,3	61,4	2.533,3	51,8	10.343,4	40,6	1.267,7	39,2	43.163	53,3
Goteo y cinta	2,0	16,4	5.172,4	42,2	1.967,6	50,7	3.706,0	26,4	5.282,8	30,6	2.279,9	46,6	8.958,8	35,1	1.264,0	39,1	28.634	35,3
Microaspersión y microjet	0,0	0,0	392,7	3,2	333,4	8,6	6.853,1	48,8	5.308,4	30,8	253,4	5,2	1.384,6	5,4	3,7	0,1	14.529	17,9
Total Superficie Regada	12,2	100,0	12.265,0	100,0	3.877,3	100,0	14.032,7	100,0	17.248,3	100,0	4.887,5	100,0	25.496,3	100,0	3.231,9	100,0	81.051	100,0

Fuente: VII Censo Agropecuario (INE, 2007).

2.3.5. Sistemas de Riego

2.3.5.1. Región de Coquimbo

La superficie cultivos anuales, permanentes y forrajeras permanentes y de rotación informada para la Región de Coquimbo, el 53,2% corresponde a superficie bajo riego, siendo la provincia de Limarí la que presenta mayor superficie bajo riego informada, que alcanza un total de 44.047 (ha) que corresponde a un 58,2% de la superficie bajo riego de la Región.

En la región de Coquimbo en tanto, predominan los sistemas gravitacionales, asociado a la orientación frutal y hortalicera de la región, pero en un contexto general de menos tecnificación, seguidos por sistemas de microriego asociados principalmente a frutales como paltos, cítricos y nogales.

El riego mecánico mayor tiene poca relevancia dado que el cultivo de frutales y hortalizas supera en superficie al de forrajeras regadas, ya que la ganadería en especial porque en esta Región se desarrolla mayoritariamente en condiciones de secano.

En el Cuadro 2.3.5.1-1 se detallan las superficies en hectáreas para los diferentes sistemas de riego a nivel provincial.

**CUADRO 2.3.5.1-1
SUPERFICIE REGADA EN LAS EXPLOTACIONES
AGROPECUARIAS, AÑO AGRÍCOLA 2006/2007, POR SISTEMAS
DE RIEGO, SEGÚN PROVINCIA**

Método de Riego	Choapa		Elqui		Limarí		TOTAL	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Riego gravitacional	10.454,8	77,7	8.179,7	44,9	19.797,0	44,9	38.432	50,8
Tendido	6.755,6	50,2	1.099,6	6,0	11.629,5	26,4	19.485	25,7
Surco	3.588,0	26,7	6.793,5	37,3	7.778,4	17,7	18.160	24,0
Otro tradicional	111,2	0,8	286,6	1,6	389,1	0,9	787	1,0
Mecánico mayor	115,8	0,9	562,0	3,1	493,2	1,1	1.171	1,5
Aspersión tradicional	52,1	0,4	127,8	0,7	93,2	0,2	273	0,4
Carrete o pivote	63,7	0,5	434,2	2,4	400,0	0,9	898	1,2
Microriego	2.892,8	21,5	9.456,3	52,0	23.757,1	53,9	36.106	47,7
Goteo y cinta	2.448,9	18,2	9.288,0	51,0	23.271,5	52,8	35.008	46,2
Microaspersión y microjet	443,9	3,3	168,3	0,9	485,6	1,1	1.098	1,4
Total Superficie Regada	13.463,3	100,0	18.198,0	100,0	44.047,3	100,0	75.709	100,0

Fuente: VII Censo Agropecuario (INE, 2007).

2.3.5.2. Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso el 87,7% de la superficie de cultivos anuales, permanentes y forrajeras permanentes y de rotación se encuentra bajo riego, siendo las provincias de Quillota y San Felipe las que presentan mayor superficie de riego informada, alcanzando un 52,7% de la superficie bajo riego de la región.

El microriego en la región de Valparaíso, representa un 53,3%, asociado a la orientación frutícola de esta zona, seguida del riego gravitacional, que en su mayoría corresponde a riego por surcos, lo que se asocia también a una orientación frutal y hortalicera de la región.

Al igual que en la Región de Coquimbo el riego mecánico mayor tiene poca relevancia dado que el cultivo de frutales y hortalizas supera en superficie al de forrajeras regadas.

En el Cuadro 2.3.5.2-1, se detallan las superficies en hectáreas para los diferentes sistemas de riego en la Región y a nivel provincial.

**CUADRO 2.3.5.2-1
SUPERFICIE REGADA EN LAS EXPLOTACIONES
AGROPECUARIAS, AÑO AGRÍCOLA 2006/2007, POR SISTEMAS
DE RIEGO, SEGÚN PROVINCIA**

Metodo de Riego	Isla de Pascua		Los Andes		Marga Marga		Petorca		Quillota		San Antonio		San Felipe de Aconcagua		Valparaíso		TOTAL	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Riego gravitacional	10,2	83,6	6.255,6	51,0	1.439,0	37,1	3.391,5	24,2	6.168,5	35,8	2.012,8	41,2	14.727,6	57,8	25,8	0,8	34.031	42,0
Tendido	10,2	83,6	2.749,6	22,4	832,3	21,5	1.832,1	13,1	3.210,9	18,6	1.440,5	29,5	5.049,1	19,8	21,0	0,6	15.146	18,7
Surco	0,0	0,0	3.480,6	28,4	568,5	14,7	1.436,5	10,2	2.920,1	16,9	529,8	10,8	9.496,6	37,2	4,0	0,1	18.436	22,7
Otro tradicional	0,0	0,0	25,4	0,2	38,2	1,0	122,9	0,9	37,6	0,2	42,6	0,9	181,9	0,7	0,8	0,0	449	0,6
Mecánico mayor	0,0	0,0	444,3	3,6	137,3	3,5	82,2	0,6	488,6	2,8	341,3	7,0	425,3	1,7	1.938,4	60,0	3.857	4,8
Aspersión tradicional	0,0	0,0	279,3	2,3	125,2	3,2	76,6	0,5	488,1	2,8	60,2	1,2	368,6	1,4	1.346,4	41,7	2.744	3,4
Carrete o pivote	0,0	0,0	165,0	1,3	12,1	0,3	5,6	0,0	0,5	0,0	281,1	5,8	56,7	0,2	592,0	18,3	1.113	1,4
Microriego	2,0	16,4	5.565,1	45,4	2.301,0	59,3	10.559,1	75,2	10.591,3	61,4	2.533,3	51,8	10.343,4	40,6	1.267,7	39,2	43.163	53,3
Goteo y cinta	2,0	16,4	5.172,4	42,2	1.967,6	50,7	3.706,0	26,4	5.282,8	30,6	2.279,9	46,6	8.958,8	35,1	1.264,0	39,1	28.634	35,3
Microaspersión y microjet	0,0	0,0	392,7	3,2	333,4	8,6	6.853,1	48,8	5.308,4	30,8	253,4	5,2	1.384,6	5,4	3,7	0,1	14.529	17,9
Total Superficie Regada	12,2	100,0	12.265,0	100,0	3.877,3	100,0	14.032,7	100,0	17.248,3	100,0	4.887,5	100,0	25.496,3	100,0	3.231,9	100,0	81.051	100,0

Fuente: VII Censo Agropecuario (INE, 2007).

3. PRESELECCIÓN DE POTENCIALES BENEFICIARIOS

3.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente capítulo presenta los principales aspectos de preselección de potenciales beneficiarios, la que tiene por objetivo disponer de un listado más acotado y focalizado para realizar las entrevistas en terreno y la posterior selección final de beneficiarios y proyectos en forma eficiente.

3.2. UNIVERSO DE ANÁLISIS

El universo de análisis del presente estudio corresponde a los usuarios del Programa de Desarrollo Local PRODESAL y el Programa Agropecuario para el Desarrollo Integral de los Pequeños Campesinos del Secano de la región de Coquimbo PADIS (en la región de Coquimbo), ambos del INDAP. De este modo, el requisito fundamental que debe cumplir es ser beneficiario de dichos programas y por ende cumplir con los requisitos que estos exigen.

El PRODESAL es un programa de INDAP ejecutado preferentemente a través de las Municipalidades a las que INDAP transfiere recursos por medio de un convenio de colaboración, los que se complementan con los recursos que aportan dichas entidades ejecutoras y tiene como objetivo “apoyar a los pequeños productores agrícolas y sus familias que desarrollan actividades silvoagropecuarias, para fortalecer sus sistemas productivos y actividades conexas, procurando aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida”.

Los Equipos Técnicos realizan un diagnóstico de cada agricultor, en base a los cuáles segmentan a los agricultores y elaboran un plan de intervención. Los segmentos se encuentran definidos en la Resolución Exenta N°85014, del 17 de junio de 2014 emitida por INDAP (Aprueba y modifica Normas técnicas y procedimientos operativos del Programa de Desarrollo Local, PRODESAL) y se rigen por las siguientes descripciones:

- **Segmento uno, Autoconsumo y subsistencia:** el objetivo de la intervención es desarrollar capacidades para generar y/o recolectar productos silvoagropecuarios, procurando satisfacer las necesidades básicas de las familias, generar eficiencia en la producción, mantener o mejorar su sistema de producción y potenciar la venta de sus excedentes.
- **Segmento dos, Producción de excedentes para la venta y/o desarrollo de competencias emprendedoras:** el objetivo de la intervención es desarrollar capacidades técnicas y de gestión que permitan mejorar sus sistemas productivos, y orientar su producción a diversos mercados, en base a una estrategia comercial que potencie las oportunidades de los agricultores. (En este segmento se agrupan los antiguos segmentos 2 y 3).

Para ser beneficiario de este Programa, y por consecuencia ser candidato para participar en este Estudio los requisitos a cumplir son:

- Ser pequeño productor agrícola,
- No explotar más de 5 ha de riego básico
- Que más del 50% de sus ingresos provengan de la actividad agrícola.

Particularidades como la propiedad de la tierra, la tenencia del agua y otros antecedentes productivos específicos del agricultor fueron evaluadas luego de la visita y utilizados al momento de clasificar y seleccionar los proyectos.

Por su parte el PADIS busca apoyar a las familias rurales de la región de Coquimbo para fortalecer sus actividades silvoagropecuarias y asociadas, a través de la entrega de asesoría técnica y fondos de inversión, permitiéndoles aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida. Está orientado a apoyar a los pequeños productores agrícolas, campesinos, sus familias y organizaciones, entregando incentivos económicos destinados a cofinanciar asesorías técnicas, inversiones y capital de trabajo en los ámbitos de la producción silvoagropecuaria y actividades conexas, atendiendo a sus objetivos de desarrollo, intereses y necesidades.

Los usuarios se organizan en Unidades Operativas Comunales, la que estará conformada por un número variable de Grupos organizados territorialmente por localidades, homogeneidad y criterios de afinidad de sus actividades. Estas agrupaciones, junto con compartir una cierta vecindad geográfica y similitud en cuanto a estrategias de desarrollo, servirá además como espacio de participación, coordinación y diálogo entre los usuarios, en la perspectiva de ampliar el capital social y económico de los territorios.

El Programa entrega de manera articulada y diferenciada asesorías técnicas orientadas hacia los siguientes ámbitos de apoyo:

- Desarrollo de capacidades productivas.
- Incubación y mejoramiento de emprendimientos económicos y vinculación al mercado,
- Articulación con otros programas de financiamiento a través de incentivos y/o créditos.
- Mejoramiento del capital social, la asociatividad y la participación en las comunidades rurales.
- Articulación con la red pública y privada.
- Promoción de un desarrollo sustentable.

El Programa PADIS es un programa de INDAP ejecutado preferentemente a través de las Municipalidades a las que INDAP transfiere recursos por medio de un convenio de colaboración, los que se complementan con los recursos que aportan las entidades ejecutoras.

3.3. INFORMACIÓN BASE

Se utilizaron bases de datos de los usuarios/as de los PRODESAL y PADIS de cada comuna de la región, las que fueron proporcionadas por la CNR.

Para las regiones en estudio, la base de datos consta de la siguiente información que caracteriza a cada usuario, información que es recabada por los técnicos PRODESAL-PADIS respectivos en base a encuestas:

- Área INDAP.
- Comuna.
- Unidad Operativa PRODESAL o PADIS.
- Identificación del Usuario: Nombre y sexo.
- Identificación del Predio: Id del predio y Rol SII.
- Ubicación geográfica UTM.
- Características del Predio: Superficie y tenencia.
- Segmento Usuario PRODESAL-PADIS.
- Característica del agua: Tenencia de derechos de aprovechamiento, fuente, situación jurídica y suficiencia del recurso.
- Existencia de beneficio por proyectos: En caso de existir nombre del proyecto y tipo de obra.

La distribución de los usuarios por provincia y comuna se presenta en los Cuadros 3.2-1 y 3.2-2 para cada región.

**CUADRO 3.2-1
USUARIOS PRODESAL Y PADIS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Choapa	Canela	327
	Illapel	183
	Los Vilos	185
	Salamanca	356
	Total Choapa	1.051
Elqui	Andacollo	104
	Coquimbo	222
	La Higuera	60
	La Serena	180
	Vicuña	111
	Total Elqui	677

**CUADRO 3.2-1
USUARIOS PRODESAL Y PADIS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Limarí	Combarbalá	361
	Monte Patria	228
	Ovalle	402
	Punitaqui	217
	Río Hurtado	175
	Total Limarí	1.383
Total General		3.111

Fuente: Bases de datos INDAP.

**CUADRO 3.2-2
USUARIOS PRODESAL Y PADIS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Los Andes	Calle Larga	152
	Los Andes	104
	Rinconada	109
	San Esteban	221
	Total Los Andes	586
Marga Marga	Limache	248
	Olmué	128
	Quilpué	146
	Total Marga Marga	522
Petorca	Cabildo	299
	La Ligua	435
	Papudo	157
	Petorca	290
	Zapallar	174
	Total Petorca	1.355
Quillota	Calera	69
	Hijuelas	266
	La Cruz	126
	Nogales	159
	Quillota	288
	Total Quillota	908
San Antonio	Cartagena	141
	San Antonio	141
	Santo Domingo	238
	Total San Antonio	520
San Felipe de Aconcagua	Catemu	309
	Llay Llay	217
	Panquehue	72
	Putendo	251

**CUADRO 3.2-2
USUARIOS PRODESAL Y PADIS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
San Felipe de Aconcagua	San Felipe	264
	Santa María	186
	Total San Felipe de Aconcagua	1.299
Valparaíso	Algarrobo	116
	Casablanca	276
	Puchuncaví	118
	Quintero	114
	Total Valparaíso	624
Total General		5.814

Fuente: Bases de datos INDAP.

3.4. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN

3.4.1. Aspectos Generales

La preselección de usuarios se realizó en tres etapas, las que se detallan en los Acápites siguientes:

1. **Aplicación de un modelo de priorización de usuarios**, según perfiles tipo deseables, a través de un Proceso de Análisis Jerárquico AHP.
2. **Focalización por comunas** en conjunto con la CNR.
3. **Validación de resultados y recomendaciones:**
 - De las comunas seleccionadas por parte de las autoridades y funcionarios de los INDAP regionales
 - De los usuarios específicos por parte de los PRODESAL o PADIS respectivos.

3.4.2. Modelo de Priorización de Usuarios

3.4.2.1. Marco Teórico

El procedimiento aplicado está diseñado para resolver problemas complejos de múltiples criterios. El proceso requiere que quien tome las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. Con este fin, se propone utilizar el modelo AHP, propuesto por Thomas Saaty en el año 1980, en la publicación ***“The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation”***.

El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas).
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos o comparación entre pares.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de "pesos".
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis.
- Análisis de Sensibilidad.

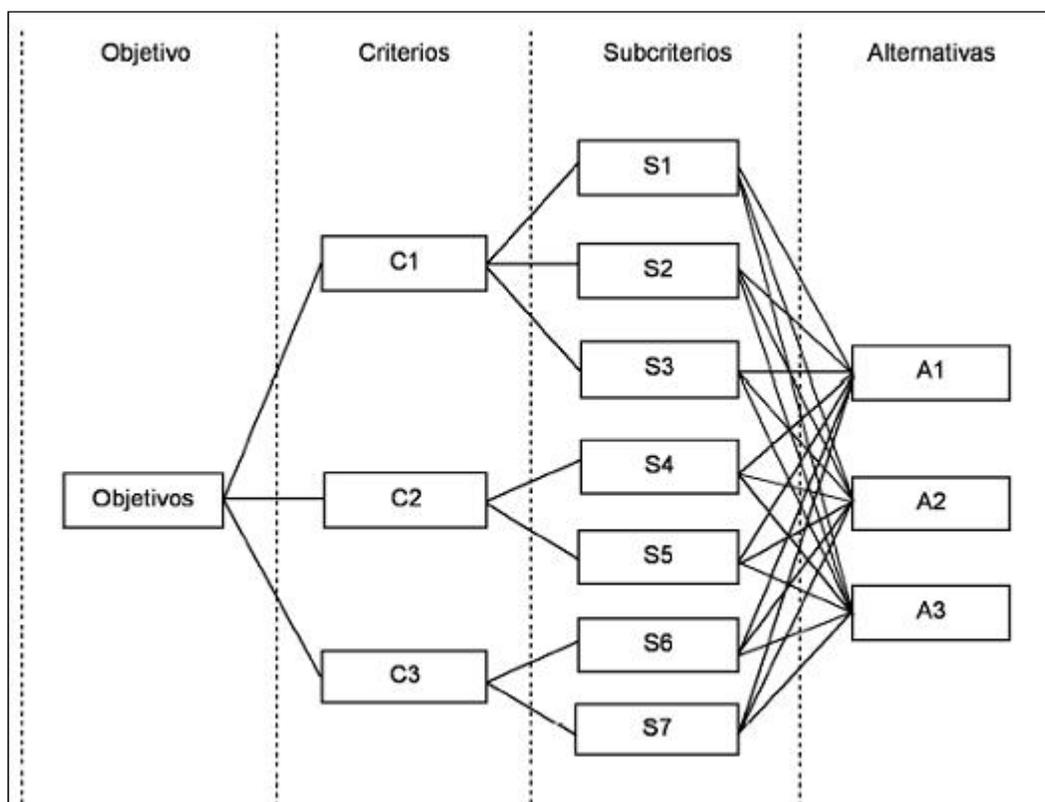
En la Figura 3.4.2.1-1 se muestra un ejemplo típico del árbol de decisiones, en el que se identifican el objetivo, los criterios, los sub-criterios (si existen) y las alternativas.

El AHP requiere, por parte de quien toma las decisiones, señalar una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Teniendo la información sobre la importancia relativa y las preferencias, se utiliza el proceso matemático denominado síntesis, para resumir la información y para proporcionar una jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global.

Es importante mencionar que este procedimiento es muy utilizado a nivel internacional, y en Chile diferentes Universidades e Instituciones lo consideran para la selección de objetivos, acciones, y proyectos.

Una de las bases fundamentales del AHP son las comparaciones pareadas. El AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los dos elementos (Escala de Saaty). Se presentan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el tomador de decisiones. Investigaciones anteriores han determinado que está es una escala razonable para distinguir las preferencias entre dos alternativas tal como se muestra en la Cuadro 3.4.2.1-1.

**FIGURA 3.4.2.1-1
COMPONENTES ARBOL DE DECISIONES**



Fuente: La utilidad de Los métodos de Decisión Multicriterio (como el AHP) en un Entorno de Competitividad Creciente. Cuad. Adm. v.20 n.34 Bogotá jul./dez. 2007

**CUADRO 3.4.2.1-1
ESCALA DE SAATY**

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento de la actividad
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente una actividad sobre otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se mostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij} = a_{ji}$	Hipótesis del método

Fuente: The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation Thomas Saaty, 1980.

Las comparaciones pareadas de los criterios se analizan a través de una matriz de comparaciones pareadas (A, matriz nxn). Sea a_{ij} el elemento (i, j) de A, para $i = 1, 2, \dots, n$, y $j = 1, 2, \dots, n$. Decimos que "A" es una matriz de comparaciones pareadas de "n" alternativas, si " a_{ij} " es la medida de la preferencia de la alternativa en el renglón "i" cuando se le compara con la alternativa de la columna "j". Cuando $i = j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se está comparando la alternativa consigo misma.

En general, la matriz A se expresa con la Ecuación (1):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & L & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & L & a_{2n} \\ M & M & O & M \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & L & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Una consideración importante en términos de la calidad de la decisión final se refiere a la consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. En este sentido, cabe destacar que el AHP ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el tomador de decisiones. Si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión. Si el grado de consistencia es inaceptable, quien toma las decisiones debe reconsiderar y posiblemente modificar sus juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

De forma matemática, decimos que una matriz de comparación A nxn es consistente si: $a_{i,j} a_{j,k} = a_{i,k}$, para $i, j, k = 1, 2, \dots, n$. Esta propiedad requiere que todas las columnas (y renglones) de A sean linealmente dependientes. En particular, las columnas de cualquier matriz de comparación 2X2 son dependientes y, por tanto una matriz 2x2 siempre es consistente.

Para determinar si un nivel de consistencia es o no "razonable", necesitamos desarrollar una medida cuantificable para la matriz de comparación A nxn (donde n es el número de alternativas a comparar). Se sabe que si la matriz A es perfectamente consistente produce una matriz N nxn normalizada, de elementos w_{ij} (para $i, j = 1, 2, \dots, n$), tal que todas las columnas son idénticas, es decir, $w_{ij} = w_i$, lo que se muestra en la Ecuación (2):

$$A = \begin{pmatrix} w_1 & w_1 & L & w_1 \\ w_2 & w_2 & L & w_2 \\ M & M & O & M \\ w_n & w_n & L & w_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

Se concluye entonces que la matriz de comparación correspondiente A, se puede determinar a partir de N, dividiendo los elementos de la columna i entre w_i (que es el proceso inverso de determinación de N a partir de A). Entonces se tiene la Ecuación (3):

$$N = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & L & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & L & w_2/w_n \\ M & M & O & M \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & L & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

De la definición dada de A, se tiene el resultado presentado en la Ecuación (4):

$$\begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & L & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & L & w_2/w_n \\ M & M & O & M \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & L & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ M \\ w_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ M \\ w_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

De forma más compacta, decimos que A es consistente si y sólo si, $Aw = nw$. Donde w es un vector columna de pesos relativos o prioridades w_i , ($j = 1, 2, \dots, n$) se aproxima con el promedio de los n elementos del renglón en la matriz normalizada N. Haciendo w el estimado calculado, se puede mostrar el resultado de la Ecuación (5):

$$A w = n_{\text{máx}} w \quad (5)$$

Donde $n_{\text{máx}} \geq n$. En este caso, entre más cercana sea $n_{\text{máx}}$ a n, más consistente será la matriz de comparación A. Como resultado, el AHP calcula la razón de consistencia (RC) como el cociente entre el índice de consistencia de A y el índice de consistencia aleatorio, tal como se muestra en la Ecuación (6):

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (6)$$

Donde IC es el índice de consistencia de A y se calcula con la Ecuación (7):

$$IC = \frac{n_{\text{máx}} - 1}{n - 1} \quad (7)$$

El valor de $n_{\text{máx}}$ se calcula usando la Ecuación (5), observando que la i-ésima componente es la presentada en la Ecuación (8):

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = n_{\text{máx}} w_i \quad (8)$$

Sumando sobre el índice "i", y que la suma de las prioridades es "1", se tiene que el valor de $n_{\text{máx}}$ se puede calcular con la Ecuación (9):

$$n_{\text{máx}} \sum_{i=1}^n w_i = n_{\text{máx}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (9)$$

IA es el índice de consistencia aleatoria de A, es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria. Se puede mostrar que el IA depende del número de elementos que se comparan, y asume los siguientes valores:

$$IA = 1,98 \frac{n-2}{n} \quad (10)$$

Se calcula la razón de consistencia (RC). Esta razón o cociente está diseñado de manera que los valores que exceden de 0,10 son señal de juicios inconsistentes; es probable que en estos casos el tomador de decisiones desee reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas. Se considera que los valores de la razón de consistencia de 0,10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas:

$$RC = \begin{cases} \leq 0,10 & \text{Consistencia Razonable} \\ > 0,10 & \text{Inconsistencia} \end{cases} \quad (11)$$

3.4.2.2. Criterios de Selección

Se realizó un análisis de las variables presentes en las bases de datos de usuarios PRODESAL Y PADIS para identificar las que podrían ser utilizadas como criterios de selección, acordando con las CNR los siguientes:

1. Tenencia de la tierra.
2. Situación jurídica del agua.
3. Suficiencia del agua.
4. Segmento Usuario PRODESAL Y PADIS.
5. Existencia de beneficio anterior por proyectos INDAP.

En términos generales se consideró que estas eran las únicas variables en las que se pueden establecer preferencias entre las categorías que cada una contiene. Por este motivo, otras como la superficie, la comuna o el sexo del usuario fueron descartadas para la aplicación del AHP.

3.4.2.3. Pesos de los Criterios

En concordancia con el Acápito 3.4.2.1, los pesos de los criterios a utilizar en la priorización se determinaron en base a la participación de los siguientes profesionales de la CNR y del equipo consultor:

1. Leonardo Machuca, CNR.
2. Álvaro Espinoza, CNR.
3. Javiera Herrera, CNR.
4. Cristián Jordán, CNR.
5. Catalina Eastman, Equipo Consultor.
6. Valeska Cárcamo, Equipo Consultor.
7. Claudia Lizana, Equipo Consultor.
8. Felipe Espinoza, Equipo Consultor.
9. Francisco Camus, Equipo Consultor.
10. Rodrigo Alvear, Equipo Consultor.
11. José Astudillo, Equipo Consultor.
12. Wilson Ureta, Equipo Consultor.

A cada uno de ellos se les entregó un cuestionario que permita determinar las opiniones en términos de pares de comparaciones. De esta forma se obtuvieron 12 matrices de Saaty de 5 filas y 5 columnas (5x5). En este caso el Consultor no encontró inconsistencias significativas, en términos de la razón de consistencia RC en ninguna matriz.

La matriz consolidada que se presenta en el Cuadro 3.4.2.3-1 se determinó con la media geométrica de las opiniones recibidas, con la que posteriormente se calcularon los pesos de cada criterio (Cuadro 3.4.2.3-2). Cabe destacar el alto nivel de consenso y consistencia (RC) alcanzado, 68,5%, y 0,5%, respectivamente.

Los criterios con más importancia relativa fueron los relacionados con la propiedad de los recursos, lo que se puede relacionar con una noción de aptitud del usuario para participar en los proyectos relacionados con la ley 18.450 y con la factibilidad legal y técnica para efectivamente construir un proyecto que perdure en el mediano plazo, más allá del tamaño o tipo de obra en base a la disponibilidad de agua.

La determinación de la matriz de Saaty y los pesos por usuario y consolidados se encuentran en el Anexo 3-1.

**CUADRO 3.4.2.3-1
MATRIZ DE SAATY CONSOLIDADA**

	Tenencia del Predio	Situación Jurídica Agua	Disponibilidad de Agua	Segmento PRODESAL Y PADIS	Beneficiado Anteriormente
Tenencia del Predio	1,00	1,23	1,21	2,28	4,11
Situación Jurídica Agua	0,81	1,00	1,39	2,23	3,63
Disponibilidad de Agua	0,82	0,72	1,00	1,47	2,52
Segmento PRODESAL Y PADIS	0,44	0,45	0,68	1,00	2,31
Beneficiado Anteriormente	0,24	0,28	0,40	0,43	1,00

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 3.4.2.3-2
PESOS DE CRITERIOS PARA AHP**

Crterios	Peso (%)
Tenencia del Predio	30,1
Situación Jurídica Agua	27,7
Disponibilidad de Agua	20,8
Segmento PRODESAL Y PADIS	14,1
Beneficiado Anteriormente	7,3

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.4. Jerarquización y Ranking

La preselección se realizó priorizando dos perfiles tipo de usuarios, los que la CNR determinó en base a los lineamientos estratégicos establecidos para los estudios de este tipo para los años 2014 y 2015.

- Tipo 1: Propietario, derechos de aprovechamiento de aguas inscritos, abastecimiento de agua suficiente, segmento 3 (actual 2 según la última modificación de categorías) de PRODESAL Y PADIS y beneficiado por INDAP.
- Tipo 6: Propietario, derechos de aprovechamiento de aguas inscritos, abastecimiento de agua suficiente, segmento 1 de PRODESAL Y PADIS y no beneficiado por INDAP.

Definidos los perfiles de tipo de usuarios, es necesario establecer escalas de jerarquía para las categorías contenidas en cada criterio utilizado, las que posteriormente deben estandarizadas para ser comparables entre sí.

Como se puede observar para todos los casos el beneficiario priorizado es un propietario con derechos de aprovechamiento de aguas debidamente inscritos. Por ello para estos dos criterios, la escala de jerarquía es la misma para los dos perfiles, bajando el

puntaje en la medida que la condición de propiedad de la tierra sea más precaria y que el derecho de agua no esté inscrito, tal como se puede apreciar en el Cuadro 3.4.2.4-1.

En este sentido cabe destacar que en las directrices del presente estudio por parte de la CNR exige que solo se consideren como potenciales beneficiarios personas con derechos de aprovechamiento de aguas en trámite de constitución, regularización o inscripción. Respecto de los predios se permitirá la postulación de propietarios, arrendatarios y demás titularidades señaladas en el Art. 2 de la Ley 18.450.

Para los criterios de disponibilidad de agua, segmento PRODESAL Y PADIS y existencia de beneficio anterior de INDAP el ideal varía con respecto al perfil tipo, por lo que la escala de jerarquía también lo hace (Cuadros 3.4.2.4-2 y 3.4.2.4-3). Por ejemplo, en el caso del perfil tipo 1 el segmento PRODESAL Y PADIS preferido es el 3 (2 actual), que corresponde a los agricultores con mayor capacidad empresarial¹, en tanto que el perfil tipo 6 se centra en el segmento 1, constituido por los agricultores de subsistencia.

**CUADRO 3.4.2.4-1
ESCALA DE CRITERIOS GENERALES**

Tenencia de la Tierra	Puntaje	
	Escala	Z
Propiedad	4	1,00
Derecho Real de Uso	4	1,00
Comunero	4	1,00
Cesionario	3	0,75
Usufructuario	3	0,75
Comodatario	2	0,50
Arrendatario	2	0,50
Mediero	0	0,00
Herederero Sin Posesión Efectiva	0	0,00
Ocupante	0	0,00
Poseedor	0	0,00

Situación Jurídica Agua	Puntaje	
	Escala	Z
Inscrita	2	1,00
En trámite	1	0,50
Arrienda	1	0,50
No tiene	0	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Con todos los parámetros determinados (criterios, pesos y escalas de jerarquía), se procedió a realizar la priorización en dos pasos:

- **Cálculo del puntaje ponderado de cada usuario**, en términos de la suma del puntaje obtenido por el usuario en cada criterio multiplicado por su peso respectivo.
- **Construcción de un ranking de usuarios**, de mayor a menor puntaje.

¹ En el contexto del PRODESAL Y PADIS, que trabaja con la pequeña agricultura campesina.

**CUADRO 3.4.2.4-2
ESCALA DE CRITERIOS PERFIL TIPO 1**

Disponibilidad de Agua	Puntaje	
	Escala	Z
Suficiente	2	1,00
Insuficiente	1	0,50
No tiene	0	0,00

Segmento PRODESAL Y PADIS	Puntaje	
	Escala	Z
1	1	0,50
2	2	1,00
3	2	1,00

Beneficiado INDAP	Puntaje	
	Escala	Z
SI	1	1,00
No	0	0,00

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 3.4.2.4-3
ESCALA DE CRITERIOS PERFIL TIPO 6**

Disponibilidad de Agua	Puntaje	
	Escala	Z
Suficiente	2	1,00
Insuficiente	1	0,50
No tiene	0	0,00

Segmento PRODESAL Y PADIS	Puntaje	
	Escala	Z
1	2	1,00
2	2	1,00
3	1	0,50

Beneficiado INDAP	Puntaje	
	Escala	Z
SI	0	0,00
No	1	1,00

Fuente: Elaboración propia.

Cada perfil priorizó por separado, es decir se realizó un AHP a la lista general de usuarios de PRODESAL Y PADIS dos veces para cada región. Finalmente se fusionaron los mejores puntajes de cada evaluación² en un listado único para iniciar las entrevistas en terreno.

El resultado del modelo de priorización a nivel de comuna se muestra en los Cuadros 3.4.2.4-4 y 3.4.2.4-5.

² Respetando los quiebres de puntajes que permitieran disponer de un listado acotado para llevar a cabo las entrevistas en terreno.

**CUADRO 3.4.2.4-4
DISTRIBUCIÓN COMUNAL USUARIOS PRIORIZADOS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Provincia	Comuna	Total PRODESAL Y PADIS	Seleccionados AHP		
			Lista Tipo 1	Lista Tipo 6	Total
Choapa	Canela	327	6	27	33
	Illapel	183	1	1	2
	Los Vilos	185	4	5	9
	Salamanca	356	24	112	136
	Total Choapa	1.051	35	145	180
Elqui	Andacollo	104	0	0	0
	Coquimbo	222	10	8	18
	La Higuera	60	2	0	2
	La Serena	180	2	5	7
	Vicuña	111	18	50	68
	Total Elqui	677	32	63	95
Limarí	Combarbalá	361	27	62	89
	Monte Patria	228	31	26	57
	Ovalle	402	51	11	62
	Punitaqui	217	4	2	6
	Río Hurtado	175	27	70	97
	Total Limarí	1.383	140	171	311
Total general		3.111	207	379	586

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 3.4.2.4-5
DISTRIBUCIÓN COMUNAL USUARIOS PRIORIZADOS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	Total PRODESAL Y PADIS	Seleccionados AHP		
			Lista Tipo 1	Lista Tipo 6	Total
Los Andes	Calle Larga	152	9	13	22
	Los Andes	104	9	14	23
	Rinconada	109	9	13	22
	San Esteban	221	21	30	51
	Total Los Andes	586	48	70	118
Marga Marga	Limache	248	4	11	15
	Olmué	128	5	6	11
	Quilpué	146	4	5	9
	Total Marga Marga	522	13	22	35
Petorca	Cabildo	299	6	39	45
	La Ligua	435	8	27	35
	Papudo	157	1	10	11
	Petorca	290	4	17	21
	Zapallar	174	0	1	1
	Total Petorca	1.355	19	94	113
Quillota	Calera	69	13	2	15
	Hijuelas	266	38	38	76
	La Cruz	126	18	20	38
	Nogales	159	17	9	26

**CUADRO 3.4.2.4-5
DISTRIBUCIÓN COMUNAL USUARIOS PRIORIZADOS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	Total PRODESAL Y PADIS	Seleccionados AHP		
			Lista Tipo 1	Lista Tipo 6	Total
Quillota	Quillota	288	19	22	41
	Total Quillota	908	105	91	196
San Antonio	Cartagena	141	6	6	12
	San Antonio	141	4	3	7
	Santo Domingo	238	15	6	21
	Total San Antonio	520	25	15	40
San Felipe de Aconcagua	Catemu	309	46	72	118
	Llay Llay	217	54	28	82
	Panquehue	72	7	8	15
	Putendo	251	11	23	34
	San Felipe	264	11	27	38
	Santa María	186	22	20	42
	Total San Felipe de Aconcagua	1.299	151	178	329
Valparaíso	Algarrobo	116	6	5	11
	Casablanca	276	19	28	47
	Puchuncaví	118	6	1	7
	Quintero	114	10	22	32
	Total Valparaíso	624	41	56	97
Total general		5.814	402	526	928

Fuente: Elaboración propia.

3.5. FOCALIZACIÓN POR COMUNAS

La priorización anterior fue discutida en reuniones de trabajo durante el mes de Noviembre de 2014 con el equipo de la CNR para los estudios de Microproyectos, acordando la necesidad de focalizar el área de estudio a las comunas del área de estudio que cumplieran con los siguientes requisitos:

- Interés para el desarrollo de la política de riego de la CNR con respecto a los estudios de microproyectos. En este sentido, por ejemplo, se privilegiaron zonas en donde se posee información de mayor demanda a la CNR por microproyectos
- Presencia de todos los perfiles tipos definidos en el Acápite 3.4.2.4. y de los segmentos de PRODESAL y PADIS y sector del usuario, con el fin de representarlos de la forma más equitativa posible en las entrevistas y finalmente en los proyectos seleccionados, dentro de las posibilidades técnicas que se detecten en terreno.
- Cercanía de las comunas, con el objetivo de que al momento de postulación de los proyectos a un concurso de las ley 18.450, se puedan reunir paquetes de proyectos económicamente atractivos para un consultor acreditado por INDAP, de modo de viabilizar su construcción.

La focalización resultante se presenta en los Cuadros 3.5-1 y 3.5-2, en donde destacar la gran representatividad alcanzada con respecto al total de usuarios seleccionados en el modelo de priorización AHP para la región de Coquimbo, a diferencia de lo que sucede en la región de Valparaíso, en este último caso debido a la gran cantidad de comunas presentes.

**CUADRO 3.5-1
FOCALIZACIÓN DE COMUNAS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Provincia	Comuna	N°
Choapa	Salamanca	136
Limarí	Monte Patria	57
	Ovalle	62
	Río Hurtado	97
Total		352
Representatividad		60,1%

Fuente: Elaboración conjunta Consultor-CNR.

**CUADRO 3.5-2
FOCALIZACIÓN DE COMUNAS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	N°
Petorca	La Ligua	35
Quillota	Hijuelas	76
	La Cruz	38
San Felipe de Aconcagua	Catemu	118
	Llay Llay	82
Total		349
Representatividad		37,6%

Fuente: Elaboración conjunta Consultor-CNR.

Los listados de preseleccionados en estas comunas se presentan para ambas regiones en el Anexo 3-2.

3.6. VALIDACIÓN DE RESULTADOS EN REGIONES

3.6.1. Reuniones Informativas a Nivel Regional

3.6.1.1. Alcances

Una vez seleccionadas las comunas a visitar en el Estudio, se agendaron reuniones a través del Coordinador del Estudio con los representantes de INDAP y CNR de cada una de las respectivas regiones. Estas reuniones tuvieron como objetivos principales:

- Presentar el estudio y sus alcances
- Dar cuenta del proceso de priorización, criterios utilizados y comunas seleccionadas para el Estudio
- Solicitar a INDAP su colaboración a través de las unidades PRODESAL y PADIS de las comunas seleccionadas, entregando mayores antecedentes de los agricultores preseleccionados e información que facilitara las visitas.

3.6.1.2. Reunión Dirección Regional INDAP, Región de Coquimbo

Los contactos iniciales orientados a la coordinación general del estudio, entre la Comisión Nacional de Riego y el INDAP regional fueron realizadas por la Coordinadora CNR, quien presentó las comunas focalizadas (Ovalle, Río Hurtado, Salamanca y Monte Patria), obteniendo un completo acuerdo al respecto.

3.6.1.3. Reunión Dirección Regional INDAP, Región de Valparaíso

Al igual que en la región de Coquimbo, en la región de Valparaíso la Coordinadora CNR realizó todas las gestiones con el INDAP regional respectivo, obteniendo una respuesta satisfactoria a la propuesta elaborada por el consultor. No existieron otras dudas sobre el estudio.

3.6.2. Reuniones Nivel Local: Unidades PRODESAL Y PADIS

3.6.2.1. Alcances

Para cada una de las comunas seleccionadas, se agendaron reuniones con las diferentes unidades PRODESAL- PADIS, las cuales tenían como objetivos:

- Presentar los alcances del Estudio
- Especificar el perfil de proyectos que se busca identificar, y el tipo de agricultores que componen el público objetivo.
- Solicitar colaboración para la revisión de la lista de preselección y antecedentes que faciliten la visita en terreno.

3.6.2.2. Región de Coquimbo

El día 24 de Noviembre se realizó la primera reunión con la unidad PRODESAL de la comuna de Ovalle, dirigida por los Jefes Técnicos Gloria Cortés, Mauricio Díaz y Sandra Vera, quienes acogieron de excelente forma la iniciativa y dispusieron sus tiempos y esfuerzos para tratar de visitar a todos aquellos agricultores que cumplieran con los requisitos que exige el estudio, además de apoyar directamente en la logística para la búsqueda de cada uno de ellos.

El mismo día se llevó a cabo la segunda reunión en la comuna de Monte Patria. El equipo Consultor fue recibido por los Jefes Técnicos Julio Taborga y Jorge Álvarez. Si bien los alcances del estudio fueron comprendidos, no se logró mayor acogida de parte de dicha

Unidad, dado que en la actualidad ya se encuentran desarrollando proyectos de riego a través de herramientas proporcionadas por INDAP (Programas de riego Asociativo e Intraprediales; PRA - PRI), por lo cual el presente Estudio, sus alcances y plazos no serían atractivos para los agricultores que ellos atienden.

El 26 de Noviembre, se realizó la reunión con las Unidades PRODESAL de la comuna de Río Hurtado representada por los Jefes Técnicos Maricarmen Pizarro y Rodrigo Corral, quienes junto con acoger los expuesto, mostraron desde un principio su disposición a colaborar con su tiempo y apoyo para la búsqueda y visita a los agricultores que cumpliesen con los requisitos básicos dispuestos para participar de la iniciativa.

Posteriormente, el día 01 de Diciembre se llevó a cabo la reunión correspondiente con las Unidades PRODESAL de la comuna de Salamanca, representadas en aquella oportunidad por los Jefes Técnicos Rocío Gajardo, Pía Barrios y Paolo Vega. Al igual que los acontecidos en Ovalle y Río Hurtado, se mostró gran interés por el estudio y se comprometió el apoyo logístico necesario para la búsqueda y visita a los agricultores que requieran de algún tipo de proyecto de riego y cumplan con los requisitos que el estudio contempla.

Finalmente, dado el bajo interés que generó la iniciativa en cuestión en la comuna de Monte Patria, se informó esta situación al equipo consultor, quienes en conjunto con la unidad Coordinadora de CNR, se decidió orientar los esfuerzos hacia otra zona, específicamente a la comuna de Canela, propuesta que fue aprobada por la CNR. Se contactó inmediatamente a la oficina PRODESAL respectiva y se coordinó una reunión para el día lunes 15 de diciembre con los profesionales Patricio Pereira y Rodrigo Rojas.

**FIGURA 3.6.2.2-1
IMÁGENES REUNIONES PRODESAL³**



Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.3. Región de Valparaíso

Siguiendo la misma metodología de trabajo, se realizaron reuniones con las unidades de PRODESAL de las diferentes comunas que forman el área de estudio. El objetivo de estas reuniones era explicar a los equipos de profesionales, el objetivo de este trabajo y sus alcances, además se solicitó su colaboración en la revisión de los listados de agricultores, en la preselección de las visitas y en datos que facilitarían el trabajo en terreno.

Entre los días 3 y 9 de diciembre se sostuvieron reuniones con los equipos de PRODESAL de las comunas de Catemu, Llay Llay y La Cruz con el objetivo de revisar la base de datos y seleccionar a los agricultores para realizar las visitas. Además en estas instancias se acordó como criterio dar prioridad a quienes tuvieran la documentación

³ No se cuenta con imágenes de las reuniones realizadas en las dependencias de PRODESAL de cada comuna, por lo que se presentan imágenes del trabajo realizado en compañía de los profesionales PRODESAL en cada comuna.

regularizada (en cuanto a propiedad de tierra y agua), las necesidades de riego y la opinión de los profesionales de PRODESAL respecto al agricultor y sus características productivas.

En aquellos casos en que no fue posible concertar una reunión producto del alto nivel de trabajo con que se encontraban los profesionales y técnicos de PRODESAL producto del cierre de año, se sostuvieron contactos telefónicos y se intercambiaron correos electrónicos. Esto sucedió en el caso de la comuna de La Ligua y el sector de Longotoma específicamente.

3.6.3. Conclusiones

Uno de los objetivos de las reuniones fue presentar y validar de la propuesta de preselección de potenciales beneficiarios en las comunas focalizadas.

En términos generales, a nivel regional existió completo consenso en la focalización de comunas, sin mayores recomendaciones al respecto.

Este escenario favorable cambió en forma radical en las reuniones con los funcionarios de los PRODESAL y PADIS de las comunas focalizadas, los que destacaron la inconveniencia de regirse únicamente por los listados de preselección elaboradas, debido a problemas en dos ámbitos.

- El listado no se encuentra actualizado. Por ejemplo aparecen personas fallecidas o que ya no son usuarios entre los seleccionados.
- Imprecisiones en la información que aparece en las bases de datos, ya que corresponde a declaraciones de los usuarios, sin comprobación en fuentes oficiales. En este sentido se hizo especial énfasis en la tenencia de derechos de aprovechamiento de aguas, tópico en el cual no se realiza una revisión en el catastro público de aguas de la Dirección General de Aguas.

En base a lo anterior, se acordó con la CNR construir los listados definitivos en conjunto con los equipos técnicos de PRODESAL-PADIS de cada comuna.

Finalmente, en la reunión sostenida con los funcionarios del PRODESAL y PADIS de la comuna de Monte Patria, éstos manifestaron que ya disponían de líneas de proyectos para los agricultores que atienden, porque no estaban mayormente interesados en el presente estudio. Debido a esto, y en acuerdo con la CNR, se decidió incorporar al estudio la comuna de Canela, en desmedro de la mencionada Monte Patria.

4. SELECCIÓN FINAL DE PROYECTOS

4.1. INTRODUCCIÓN

Luego de la preselección de potenciales beneficiarios (Capítulo 3), la confección del listado definitivo de beneficiarios para el diseño de microproyectos de riego se realizó en 4 Etapas:

1. Visitas Iniciales a los agricultores preseleccionados desde las bases de datos de INDAP y las recomendaciones de los equipos técnicos de PRODESAL-PADIS en cada comuna.
2. Priorización de proyectos a partir de la información recopilada en las visitas iniciales.
3. Segunda visita a terreno con el fin de evaluar la factibilidad técnica y recopilar la información legal de cada proyecto priorizado. En esta actividad también se incluyen los trabajos topográficos.
4. Reemplazo de usuarios renunciados o de proyectos no factibles técnica o legalmente.

4.2. PRIMERA ETAPA: VISITAS INICIALES

4.2.1. Objetivo

El objetivo de la entrevista inicial a los agricultores fue obtener información técnica y legal necesaria para priorizar un listado final de 70 proyectos, 50 seleccionados y 20 de reserva para cada región. Además resulta clave conocer el interés y el potencial emprendedor del agricultor para realizar un proyecto de riego bajo las condiciones de la ley 18.450.

Cabe recordar que los usuarios entrevistados provienen de los listados de preselección elaborados bajo la metodología del Capítulo 3, en complemento con las recomendaciones realizadas por los equipos técnicos de PRODESAL-PADIS de las comunas focalizadas.

4.2.2. Preparación de la Entrevista

En estricto rigor, el trabajo realizado fue una combinación de entrevista y catastro de terreno, ya que la información recabada es de diversa índole. Esto se expresa en la ficha de visita elaborada por el equipo Consultor y aprobada por la CNR (Anexo 4-1), la cual contiene los siguientes tópicos:

1. Identificación del usuario: Nombre, edad, teléfono, programa INDAP

2. Datos del predio: Rol SII, ubicación geográfica, plano de acceso, superficie, tenencia.
3. Recursos hídricos: Situación de los derechos de aprovechamiento de aguas, problemas de abastecimiento.
4. Caracterización productiva: cultivos actuales, métodos de riego y obras.
5. Idea general del proyecto: tipo de obra, componentes, ubicación, interferencias, singularidades.
6. Disposición a participar en capacitaciones y transferencias tecnológicas

Además se elaboró un registro fotográfico de los hitos de relevancia del predio y el proyecto.

4.2.3. Aplicación de la Entrevista

La aplicación contempló las siguientes actividades:

- Reuniones logísticas del equipo consultor.
- Reuniones de coordinación con los profesionales de PRODESAL-PADIS (detalles en Capítulo 3).
- Visitas a terreno idealmente con los profesionales de PRODESAL-PADIS.
- Realización de una marcha blanca con el fin de evaluar la calidad y pertinencia de las preguntas.
- Revisión y análisis de consistencia lógica y calidad de la información recopilada. Esto fue realizado en terreno por el encuestador y en gabinete por el jefe de terreno.
- Sistematización de toda la información en bases de datos en formato Excel.
- Verificación de entrevistas dudosas mediante la reaplicación de la encuesta en terreno.
- Revisión final de la sistematización.
- Digitalización (escaneo) de todas las fichas de visita.

4.2.4. Resultados de la Entrevista

4.2.4.1. Antecedentes Generales

En adelante se describe para la regiones de Coquimbo y Valparaíso, los principales resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizadas a los agricultores. En tanto los respaldos fotográficos, fichas y comprobantes de cada entrevista se presentan en el Anexo 4-2.

4.2.4.2. Región de Coquimbo

En la región de Coquimbo se inició la campaña en terreno el día 24 de Noviembre de 2014, culminándose el día 14 de Enero de 2015. A partir de esta campaña de terreno, fue posible realizar 93 entrevistas, cuya distribución por comunas se aprecia en el Cuadro 4.2.4.2-1.

**CUADRO 4.2.4.2-1
DISTRIBUCIÓN ENTREVISTAS APLICADAS
REGIÓN DE COQUIMBO**

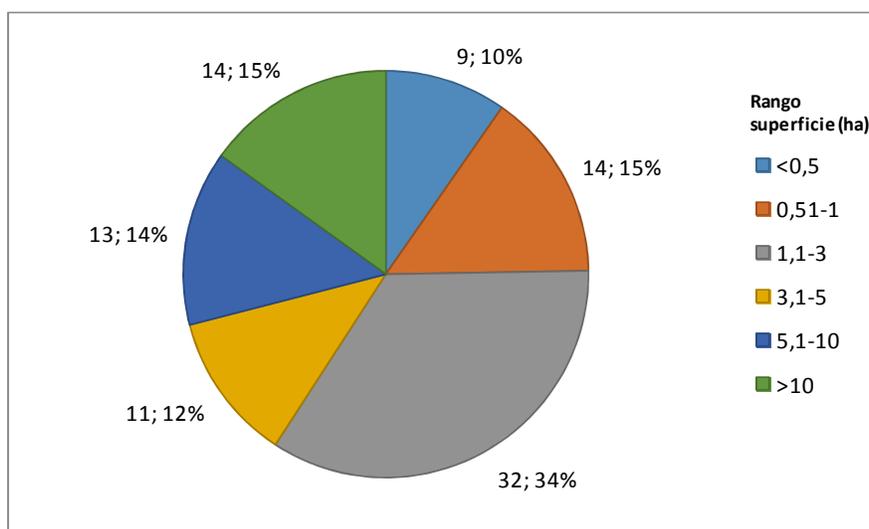
Provincia	Comuna	Entrevistas
Choapa	Canela	21
	Salamanca	21
Limarí	Ovalle	28
	Río Hurtado	23
Total General		93

Fuente: Elaboración propia.

Los entrevistados en cuestión pertenecen en su conjunto al PRODESAL y PADIS y de las comunas de Canela y Salamanca en la provincia del Choapa; junto con las comunas de Ovalle y Río Hurtado en la provincia del Limarí. Los rangos de edades de los propietarios fluctúan entre los 31 y 85 años, existiendo una mayor proporción de personas sobre los 60 años. Del total de agricultores entrevistados, descartando sucesiones y sociedades, se registra que la mayor proporción se ve representada por el género masculino, con un 78% del total; en tanto el género femenino por el 22% restante.

Las superficies prediales registradas en las entrevistas están asociadas en su gran mayoría a sitios en un rango de superficie entre 1,1 y 3 ha. Estos sitios están destinados esencialmente a una agricultura que cubre las necesidades de consumo familiar y permite la comercialización de excedentes productivos. En la Figura 4.2.4.2-1 es posible apreciar una cuantificación de predios entrevistados, según diferentes rangos de superficie predial.

FIGURA 4.2.4.2-1
CUANTIFICACIÓN DE PREDIOS POR RANGOS DE SUPERFICIE (ha)
ENTREVISTAS REGIÓN DE COQUIMBO



Fuente: Elaboración propia.

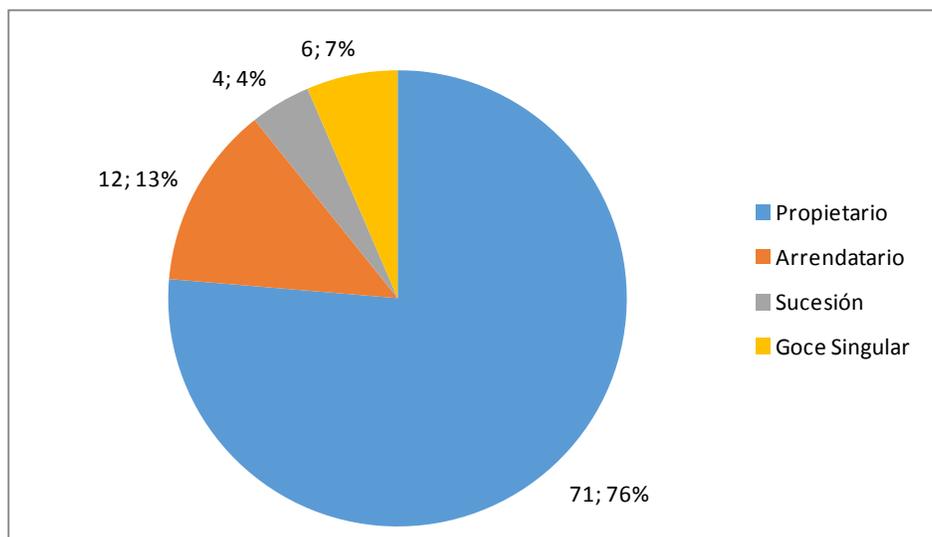
La categorización del tipo de agricultor, de acuerdo a los criterios de gestión y nivel productivo registrados por el PRODESAL-PADIS, dan cuenta de dos Segmentos de agricultores: El Segmento 1, asociado a agricultores de autoconsumo y subsistencia; y el Segmento 2, referidos a agricultores con producción de excedentes para la venta y/o desarrollo de competencias emprendedoras. En este contexto es posible señalar, a partir de la información contenida en la base de datos¹ utilizada, que del total de entrevistados, un 41% corresponde al Segmento 1 y un 59% restante al Segmento 2, predominando en este caso, una mayor proporción de entrevistados que desarrollan una actividad agrícola a pequeña escala, con venta de excedentes y en muchos casos con intención de emprendimiento. Cabe destacar que los entrevistados asociados al Segmento 2, y algunos pertenecientes al Segmento 1, si bien mantienen recursos que les ha permitido ampliar su capacidad productiva, todos requieren soluciones a problemáticas de riego que limitan el poder alcanzar y mantener un mayor nivel de producción.

En cuanto a la tenencia de la tierra de los agricultores, mayoritariamente corresponden a "Propietarios", cubriendo en este caso un 76% del universo de entrevistados, seguido de situaciones de "Arriendo" con un 13% y tan sólo un 7% de casos en situación de "Sucesión". Se destaca de forma particular el registro hecho en la comuna de Canela, donde un porcentaje importante de los agricultores mantienen la figura de "Goce singular", lo cual corresponde a un 29% del total entrevistado en dicha comuna (6 entrevistados). Este tipo de tenencia de la tierra y en particular, del total de entrevistados que mantienen esta figura de

¹ Base de datos aportada por la Comisión Nacional de Riego, la cual se tuvo que ajustar a una nueva las modificaciones señaladas en la Resolución N° 085014 de INDAP (2014), a partir de la cual se agrupa los antiguos segmentos 2 y 3 en un único segmento 2. De esta forma se consideran sólo los Segmentos 1 y 2.

título, son parte de comunidades agrícolas que de acuerdo a sus propio estatutos, pueden hacer uso del territorio individualizado entre sus integrantes (Ver Figura 4.2.4.2-2).

**FIGURA 4.2.4.2-2
TENENCIA DE LA TIERRA
ENTREVISTAS REGIÓN DE COQUIMBO**



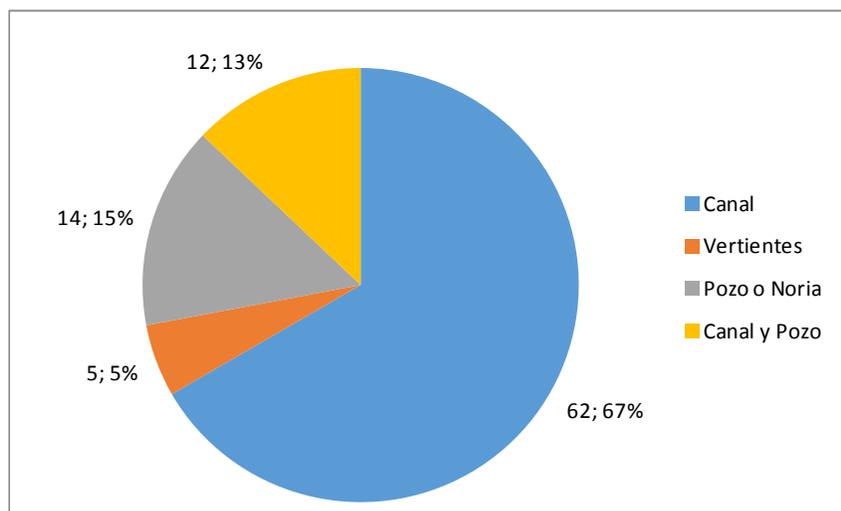
Fuente: Elaboración propia.

Los cultivos con mayor presencia registrados en el periodo de entrevistas corresponden a frutales, entre ellos; parronales, nogales, damasco, paltos y huertos frutales en general; seguidos de hortalizas, entre ellas: tomates, papas, cebollas, alcachofas y otros; y en menor medida la presencia de praderas artificiales, en especial alfalfa.

En cuanto al acceso a agua para riego, destaca el abastecimiento sólo de aguas superficiales en un 72% de los entrevistados, y un 15% de estos con un abastecimiento sólo de agua subterránea. En tanto un 13% señala que el abastecimiento de agua para uso agrícola lo lleva a cabo conjuntamente a partir de agua superficial y subterránea (Ver Figura 4.2.4.2-3).

De los 93 casos entrevistados, 91 de ellos mantiene inscrito derechos de agua de algún tipo de fuente, mientras tan sólo dos de ellos no han concretado dicha tramitación. De estos últimos, uno se encuentra en proceso de inscripción y el otro no lo ha iniciado por ser la fuente de agua una vertiente que se encuentra dentro de los límites del predio. Resulta necesario precisar, que dado el uso de fuentes superficiales y subterráneas de forma conjunta en algunos casos, y la falta de regularización de alguna de ellas, se contemplará como criterio de análisis para los proyectos, sólo la fuente de agua debidamente inscrita y que tenga sus derechos regularizados o en proceso de regularización e inscripción.

FIGURA 4.2.4.2-3
FUENTES DE AGUA UTILIZADAS PARA RIEGO
ENTREVISTAS REGIÓN DE COQUIMBO



Fuente: Elaboración propia.

En general, la principal problemática respecto al riego en esta región tiene que ver con la poca seguridad de riego que los agricultores tienen durante el año. Esto sumado a la escasa tecnificación del riego, lo cual dificulta la optimizar el recurso hídrico.

Al consultar respecto a las expectativas de mejoramiento de riego que abordaría si, se mejoraran las problemáticas antes señaladas, los agricultores en general se inclinan por aumentar las superficies de riego y mejorar las ya existentes, lo que se ve reflejado en un 61% de los entrevistados, mientras un 34% señala expresamente sólo una intención por mejorar el riego en la superficie cultivada actualmente, y tan sólo un 4% indica la posibilidad de poder iniciar, bajo estas condiciones, una producción agrícola que actualmente no se desarrolla por falta de agua.

Dada la información recogida en las entrevistas, y como aproximación inicial, se puede señalar que de las 199 ha de riego actualmente utilizadas por los agricultores, podrían incorporarse 104 ha de cultivos, si se mejoran las actuales condiciones de riego en los términos expresados por los propios agricultores.

En este contexto, es que se ha identificado a partir de las entrevistas realizadas, la necesidad de llevar a cabo diferentes proyectos de mejoramiento de riego, considerándose de forma integral las necesidades particulares de cada agricultor. De esta forma se ha registrado una serie de componentes que podrían constituir los proyectos en cuestión, entre ellos: tranques acumulador de agua; paneles fotovoltaicos; equipamiento para sistemas de riego por aspersión o cinta (estos en sus modalidades móviles o fijos); desarenadores, entre otros.

En términos generales, los componentes de proyectos más requeridos por los agricultores entrevistados corresponden a: Implementación de Sistemas de Riego, solicitado en un 82% de los casos; y la Construcción de Tranques Acumuladores de Agua, solicitado en un 65% de los casos. En menor proporción se solicitó el Revestimiento de Tranques Acumuladores, seguidos de Conducción de Tuberías y Pozos Dren.

4.2.4.3. Región de Valparaíso

Las entrevistas realizadas en la región de Valparaíso, se llevaron a cabo entre los días 3 de Diciembre de 2014 y 5 de Enero de 2015, con lo cual se concretaron 90 entrevistas en diversas comunas de la región (Ver Cuadro 4.2.4.3-1).

**CUADRO 4.2.4.3-1
DISTRIBUCIÓN ENTREVISTAS APLICADAS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	N°
Petorca	La Ligua	8
Quillota	Hijuelas	15
	La Cruz	17
San Felipe de Aconcagua	Catemu	30
	Llay Llay	20
Total		90

Fuente: Elaboración propia.

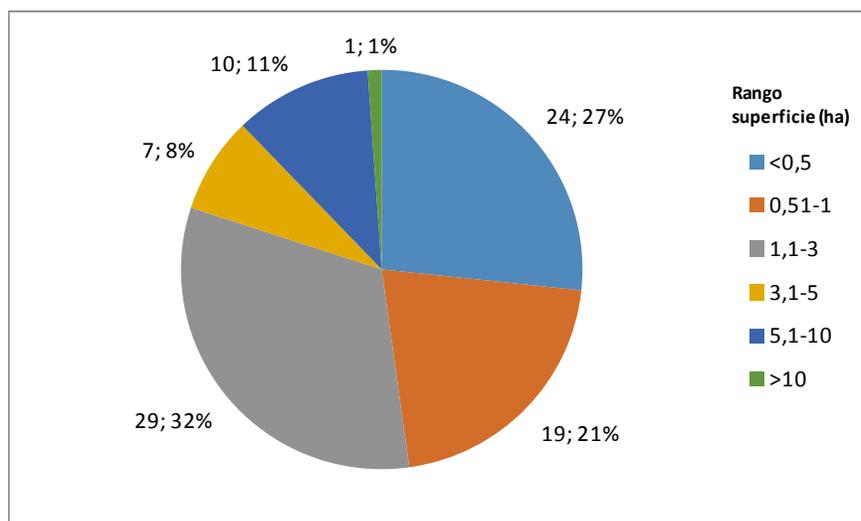
Al Igual que en la región de Coquimbo, los agricultores entrevistados en esta región forman parte del PRODESAL, estos en las comunas de La Ligua, en la provincia de Petorca; Hijuela y La Cruz en la provincia de Quillota; y Catemu y Llay Llay en la provincia de San Felipe de Aconcagua. Los rangos de edades de los entrevistados fluctúan entre los 34 y 80 años, predominando agricultores entre los 41 y 60 años. Descartando los entrevistados que representan a sucesiones, la condición de género se ve reflejada por un 57% de agricultores del género masculinos y un 43% restante de agricultores del género femenino.

En la región de Valparaíso, las superficies prediales registradas están asociadas en su gran mayoría, al igual que en la región de Coquimbo, a sitios pequeños destinados a una agricultura con fines esencialmente de autoconsumo y venta de excedentes, esto principalmente en sitios bajo las 3 ha de superficie. En la Figura 4.2.4.3-1 es posible apreciar una cuantificación de predios entrevistados, según diferentes rangos de superficie predial.

Al considerar las categorías de segmentación de los agricultores del PRODESAL, de acuerdo a criterios de gestión y nivel productivo de estos, es posible señalar que del total de entrevistados un 46% corresponde al Segmento 1 (agricultores de autoconsumo y subsistencia) y un 54% restante al Segmento 2 (agricultores con venta de excedentes y/o desarrollo de competencias emprendedoras) , predominando en este caso, al igual que en la región de Coquimbo, una mayor proporción de entrevistados que desarrollan una actividad agrícola a pequeña escala con venta de excedentes. Esta información se desprende al igual que para la región de Coquimbo, a partir de antecedentes contenidos en la base de datos

aportada por la Comisión Nacional de Riego, la cual se ajustó a los cambios señalados en la Resolución N° 085014 de INDAP (2014), en relación a los criterios segmentación² a utilizar.

FIGURA 4.2.4.3-1
RANGOS DE SUPERFICIE PREDIAL
ENTREVISTAS REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Elaboración propia.

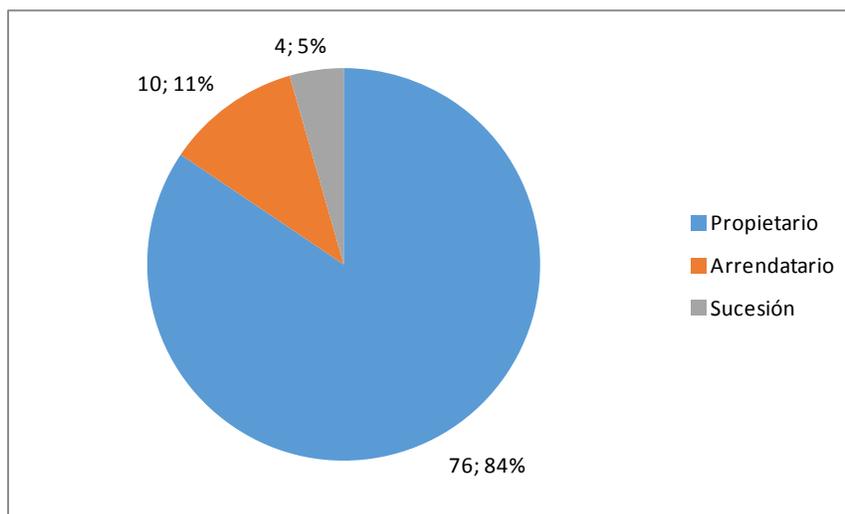
Cabe destacar que los entrevistados asociados al Segmento 2, y algunos pertenecientes al Segmento 1, al igual que en la región de Coquimbo, si bien mantienen recursos que les ha permitido ampliar su capacidad productiva, todos requieren soluciones a problemáticas de riego que limitan el poder alcanzar y mantener un mayor nivel de producción.

Respecto a la tenencia de la Tierra, cabe señalar que la situación predominante corresponde a la de "Propietario", con un 84% de los casos registrados, seguido de una situación de "Arriendo" con un 11% y en menor proporción una situación de sucesión con un 5%. En la Figura 4.2.4.3-2 se grafica los resultados de tenencia de la tierra que se desprenden de las entrevistas realizadas en la Región de Valparaíso.

De la panorámica visualizada en el periodo de entrevistas, fue posible percatarse que los cultivos con mayor presencia en los sitios entrevistados corresponden a; frutales, entre los que destacan: Paltos, nogales, cítricos, olivos, almendros y otros; Seguido de Hortalizas en general: entre ellas, Tomate, lechuga, papa cebolla y otros; y en menor medida cultivo de praderas artificiales, en especial alfalfa.

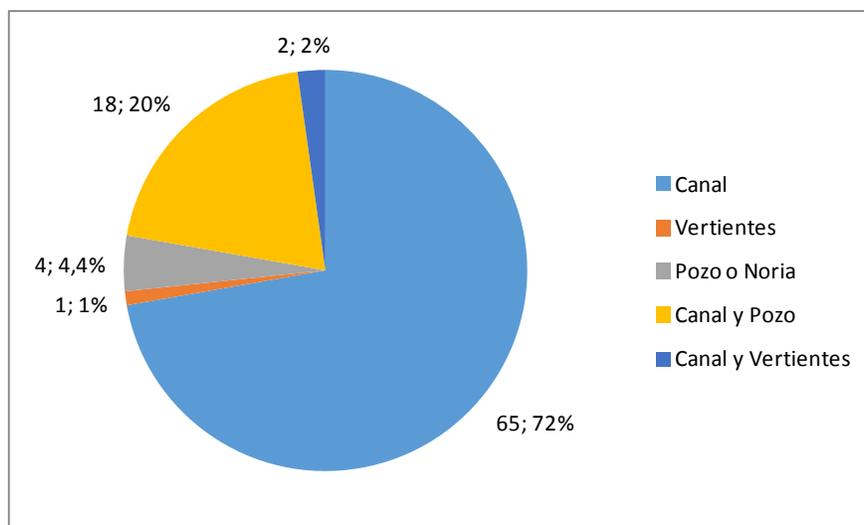
² En este caso, los Segmento 2 y 3, fueron agrupados en un sólo segmento De esta forma se consideran sólo los Segmentos 1 y 2.

**FIGURA 4.2.4.3-2
TENENCIA DE LA TIERRA
ENTREVISTAS REGIÓN DE VALPARAÍSO**



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 4.2.4.3-3
FUENTES DE AGUA UTILIZADAS PARA RIEGO
ENTREVISTAS REGIÓN DE VALPARAÍSO**



Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al registro de derechos de agua inscritos, cabe señalar que, sólo 1 de 90 casos entrevistados no tiene inscrito al menos uno de sus derechos de agua, correspondiendo este caso en particular a una fuente de agua proveniente de una vertiente ubicada dentro del predio en producción. Resulta común, al igual que en el registro hecho para la región de Valparaíso, que los agricultores con más de una fuente de agua para riego, no tengan inscritas y regularizada la totalidad de ellas, condiciones que como se ha dicho en

el acápite anterior, serán consideradas para el análisis y evaluación de cada caso de proyecto.

A modo general, los entrevistados aluden que la principal problemática referida al riego se asocia al poco suministro de agua para esta actividad, lo cual se atribuye a la escasez general del recurso hídrico en la Región. Esta situación, al igual que lo registrado en la región de Coquimbo, resulta una problemática que se agudiza con la falta de equipamiento tecnológico para riego, impidiendo así la optimización del recurso.

En este contexto, al consultar respecto a las expectativas de mejoramiento de riego que abordaría si, se mejoraran las problemáticas antes señaladas, los entrevistados indican mayoritariamente que tenderían a mejorar las superficies de cultivo que actualmente poseen, presentándose sólo un 12,2% de los casos en que incorporarían una nueva superficie de riego a las ya cultivadas. De forma particular se destaca la presencia de algunos casos en que la superficie de riego tecnificado proyectada, es menor a la superficie actual de riego, lo que da cuenta de ciertos agricultores con una posición conservadora respecto a la incorporación de nuevas tecnologías de riego, teniendo la voluntad de incorporarlas de forma paulatina. Bajo esta situación es que se estaría en condiciones, según las pretensiones y posibilidades de los propios entrevistados, de incorporar 9 ha a la superficie actual de riego registradas en las entrevistas (125 ha), presentándose un porcentaje de incorporación de nuevas superficies de riego de un 7,2% del total actual, valor mucho menor a lo que se presenta en los registros en la Región de Coquimbo, en la que se incorporaría una superficie de riego de un 52,2% a la actual superficie registrada.

Los proyectos de mejoramiento de riego contemplados en la región de Valparaíso, según las necesidades manifestadas por los propios entrevistados, consideran los siguientes componentes: Bomba y Panel Fotovoltaico, Mejoramiento de Compuertas, Sistema de riego tecnificado, Tranque acumulador y Revestimiento de tranques. De estos, los más requeridos, corresponden a: Bomba y panel Fotovoltaico, solicitado en un 86% de los casos; Sistemas de riego tecnificado, en un 76% de los casos; y Construcción de Tranques acumuladores de agua, en un 62% de los casos.

4.3. SEGUNDA ETAPA: PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

4.3.1. Alcances Generales

Los criterios de selección fueron principalmente la aptitud del agricultor para la realización efectiva del proyecto y la factibilidad técnica de este. Para conocer la aptitud se analizó la tenencia y condición jurídica de la tierra y el agua declarada por el agricultor, el problema detectado, expectativas futuras y, con especial atención, el interés por llevar a cabo el proyecto. La factibilidad técnica se obtuvo de las características del predio en términos del tamaño de la propiedad³, la consistencia entre la forma del terreno y la ubicación de los elementos del proyecto, la complejidad del mismo y la disponibilidad de agua para llevarlo a cabo.

³ Específicamente que exista terreno suficiente para instalar el proyecto y un sector para regar.

El proceso de priorización tuvo tres fases:

1. Evaluación en terreno al momento de realizar la entrevista inicial al agricultor. En la mayor parte de los casos se contó con la asistencia del profesional de PRODESAL o PADIS respectivo. En este momento se asigna la primera nota de recomendación, cuya escala es de 1 (poco recomendado) a 4 (muy recomendado).
2. Revisión en gabinete por parte de otro profesional del equipo consultor, clasificando los proyectos según categoría y analizando la consistencia de la información recopilada. Se corrigió la nota de recomendación en algunos casos. Además se realizó el primer ranking, en el cual se ordenaron los proyectos de mayor a menor nota, a fin de discriminar proyectos seleccionados titulares (50), reservas (20) y no seleccionados (el resto). Se tuvo especial cuidado con los proyectos con nota 3, que son los que se encuentran en el límite del lugar 50 del ranking y los proyectos con nota 2, que aparecen alrededor del lugar 70. En estos casos los proyectos fueron ordenados en primer lugar según la aparente potencialidad de los proyectos requeridos, privilegiando proyectos que logran un cambio más radical en la realidad agrícola actual del agricultor, en concordancia con un uso eficaz de la mayor parte de los recursos disponibles⁴ y luego por el interés expresado por el agricultor.
3. Revisión final por parte del jefe del equipo consultor de toda la caracterización y ranking.

Luego de la priorización, el equipo consultor en conjunto revisó los antecedentes y seleccionó los dos proyectos pilotos de energía renovable no convencional (ERNC), uno en cada región los cuales se deben construir antes del final de la consultoría. Para tomar la decisión, además de la aptitud del agricultor y la factibilidad técnica, se tomó consideró la complejidad e integralidad del proyecto, una capacidad emprendedora del agricultor y la facilidad de acceso al predio, para que sirva como parcela demostrativa. El detalle de estos proyectos se encuentra en el Capítulo 7.

4.3.2. Resultados

4.3.2.1. Región de Coquimbo

De la priorización de 50 proyectos Titulares en la Región de Coquimbo, es posible señalar que 15 de ellos se encuentran en la comuna de Salamanca, 14 en Ovalle, 12 en Canela y 9 en río Hurtado.

Los proyectos consisten en su mayoría en un sistema de riego tecnificado abastecido por energía solar y con un estanque o pequeño tranque para acumular el agua de

⁴ Es decir, que el proyecto se aproxime lo más posible a las 400 UF, esto en forma preliminar, ya que aún no se dispone de costos.

turnos de riego. En algunos casos se postula mejorar la capacidad y eficiencia de tranques existentes y el acondicionamiento de las redes de distribución existentes.

4.3.2.2. Región de Valparaíso

En la Región de Valparaíso, los proyectos priorizados se presentan en cinco comunas, 22 de estos proyectos en la comuna de Catemu, 12 en la comuna de Hijuelas, 10 en la Comuna de Llay Llay, 4 en la comuna de La Cruz y 2 en la comuna de La Ligua.

Al igual que en la Región de Coquimbo, los proyectos son preferentemente sistemas de riego tecnificado abastecidos por energía solar y con un estanque o pequeño tranque. Además se contemplan mejoramientos de compuertas y rehabilitación de tranques.

4.4. TERCERA ETAPA: SEGUNDA VISITA TÉCNICA Y TRABAJOS DE TERRENO

En primer lugar, para los 50 proyectos priorizados como titulares, el equipo de la CNR realizó un levantamiento topográfico según los requerimientos de bases técnicas de los concursos de la ley 18.450 y la Unidad de Pequeña Agricultura y Pueblos Originarios (UPAPOR), registrando en forma detallada las obras de captación, almacenamiento y distribución de riego existentes, además de las zonas en donde se proyectan las nuevas obras y las zonas de riego potencialmente beneficiadas por éstas, utilizando como información de referencia las visitas técnicas iniciales realizadas en la Etapa 1 del estudio y las indicaciones posteriores de los agricultores involucrados.

Con la información topográfica procesada y disponible en planos base, el equipo Consultor realizó una segunda visita técnica a cada predio, con la finalidad de realizar un análisis más acabado de la factibilidad del proyecto y de las obras necesarias de incorporar en el diseño del mismo, definiendo además su ubicación, trazado y tamaño aproximado en el plano.

La metodología de preparación y aplicación de la entrevista es análoga a la expuesta en los Acápites 4.2.2 y 4.2.3, pero con un mayor detalle en los datos a recopilar. De esta forma se obtuvo información cuantitativa y cualitativa de relevancia para el diseño agronómico e hidráulico, tanto de la situación actual como de la proyectada:

- Especies y marco de plantación de los cultivos.
- Sistemas de riego y sectorización del área de riego.
- Suelos.
- Fuentes de agua y turnos de riego.
- Acumulación del agua.
- Capacidad de extracción de agua superficial y subterránea.

- Bombeo y electrificación.

Además se elaboró un registro fotográfico detallado de los hitos de relevancia del predio y el proyecto.

4.5. CUARTA ETAPA: REEMPLAZO DE PROYECTOS

En ambas regiones se registraron numerosos desistimientos de usuarios inicialmente considerados y que contaban con levantamiento topográfico, visita técnica e incluso en algunos casos con diseño del proyecto. Las principales causas informadas para la renuncia del agricultor son la postulación a concursos de la Unidad de Pequeña Agricultura y Pueblos Originarios de la CNR (UPAPOR-CNR) y de INDAP, motivos personales no declarados y la no autorización del propietario del predio (arrendatarios).

Por otra parte, luego de la segunda visita técnica y la revisión de los antecedentes legales se tuvo que reemplazar usuarios que no cumplieron con los requisitos técnicos o legales mínimos para el diseño del proyecto.

En todos estos casos fue necesario buscar y acordar con los distintos equipos de PRODESAL-PADIS nuevos agricultores para ser incorporados a los 50 seleccionados. En estos casos solo se realizó una visita técnica específica.

Un caso particular es lo ocurrido en la Región de Valparaíso, en la cual por falta de candidatos aptos en las comunas originalmente consideradas, se tomó contacto con el equipo PRODESAL de la comuna de Quillota de manera exitosa, por lo que se hicieron las visitas técnicas, respectivas.

En los Cuadros 4.5-1 y 4.5-2 se especifican los reemplazos finales para las regiones de Coquimbo y Valparaíso respectivamente, especificando los motivos de la renuncia de cada proyecto.

**CUADRO 4.5-1
REEMPLAZO FINAL DE PROYECTOS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Proyecto Original	Causa Renuncia	Proyecto Reemplazo
CANELA 05	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 13
CANELA 06	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 14
CANELA 09	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 15
CANELA 10	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 16
CANELA 21	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 28
OVALLE 01	Seleccionado Proyecto INDAP	RÍO HURTADO 12
OVALLE 02	Seleccionado Proyecto INDAP	RÍO HURTADO 14
OVALLE 05	Fallecimiento	RÍO HURTADO 15
OVALLE 06	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	OVALLE 16
OVALLE 07	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	OVALLE 20
OVALLE 08	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	OVALLE 24
OVALLE 09	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	OVALLE 25
OVALLE 10	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	OVALLE 26
OVALLE 12	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 17
OVALLE 13	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 18
OVALLE 21	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 19
OVALLE 22	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	CANELA 20
OVALLE 27	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 25
OVALLE 28	Falta de capital	RÍO HURTADO 26
RÍO HURTADO 27	No autorizado por propietario	RÍO HURTADO 29
SALAMANCA 05	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	SALAMANCA 16
SALAMANCA 11	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	SALAMANCA 17
SALAMANCA 12	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	SALAMANCA 18
SALAMANCA 13	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 19
SALAMANCA 14	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 24
SALAMANCA 19	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 21
SALAMANCA 20	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 22
SALAMANCA 21	Seleccionado Proyecto UPAPOR CNR	RÍO HURTADO 23

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 4.5-2
REEMPLAZO FINAL DE PROYECTOS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Proyecto Original	Causa Renuncia	Proyecto Reemplazo
CATEMU 06	Problemas legales predio	HIJUELAS 14
CATEMU 07	No declarado	HIJUELAS 15
CATEMU 19	No declarado	QUILLOTA 01
CATEMU 26	Seleccionado Proyecto INDAP	QUILLOTA 02
HIJUELAS 04	Enfermedad	QUILLOTA 03
HIJUELAS 08	Venta de terreno	QUILLOTA 04
HIJUELAS 13	No autorizado por propietario	QUILLOTA 05
LA CRUZ 08	No Declarado	QUILLOTA 06
LA CRUZ 09	Seleccionado Proyecto INDAP	LA CRUZ 19
LA CRUZ 18	No declarado	LA CRUZ 20
LLAYLLAY 03	No declarado	HIJUELAS 11
LLAYLLAY 07	Problemas legales agua	QUILLOTA 07
LLAYLLAY 15	No autorizado por propietario	QUILLOTA 08
LLAYLLAY 16	Seleccionado Proyecto INDAP	LLAYLLAY 19

Fuente: Elaboración propia.

4.6. LISTADO DEFINITIVO DE PROYECTOS

Luego de las actividades mencionadas, se logró confeccionar el listado definitivo de agricultores y proyectos del presente estudio. En los Anexos 4-3 y 4-4 se presentan los listados completos considerados para cada región. Además en los Cuadros 4.6-1 y 4.6-2 se presenta la distribución por comuna de los mismos.

**CUADRO 4.6-1
DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA PROYECTOS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Comuna	Nº de Proyectos
Canela	14
Ovalle	8
Río Hurtado	19
Salamanca	9
Total	50

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4.6-2
DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA PROYECTOS
REGIÓN DE VALPARAÍSO

Comuna	Nº de Proyectos
Catemu	16
Hijuelas	9
La Cruz	8
La Ligua	2
Llay Llay	7
Quillota	8
Total	50

Fuente: Elaboración propia.

5. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS

5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los antecedentes y metodologías específicas para el desarrollo de los proyectos de las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

En general se puede destacar que los regantes seleccionados en ambas regiones tienen la particularidad que la mayoría de ellos extrae recursos hídricos de fuentes superficiales, que en este caso de canales de regadío. En este caso el proyecto típico corresponde a una captación desde el canal con un acumulador dependiendo del balance oferta/demanda y los turnos de riego que exista en la organización de usuarios de agua (OUA) respectiva. Cabe destacar que actualmente existen canales en los cuales los turnos entre un riego y el siguiente incluso sobrepasan los 15 días.

Un aspecto destacable es que, por lo general, los canales en estas regiones transitan por laderas de cerro, dejando la superficie a riego bajo cota de canal con un desnivel de varios metros, lo que, dependiendo de cada caso, podría sustentar la presión a un sistema de riego tecnificado solo por la carga gravitacional y, por ende, prescindir del uso de una bomba de impulsión.

Por otra parte, existen agricultores cuyos recursos disponibles son fuentes subterráneas o de vertientes, existiendo un tratamiento distinto para cada tipo detectado, en base a lo descrito a continuación:

- **Pozos norias y vertientes con derecho de aprovechamiento de aguas inscrito.**
- **Pozos norias sin derecho de aprovechamiento de aguas inscrito:** Para pequeñas captaciones identificadas en las visitas técnicas, se definió un uso doméstico del proyecto (cultivos sin destino comercial), de acuerdo al Artículo 56 del Código de Aguas. Además, en concordancia con las indicaciones de la CNR, en este tipo de proyectos el caudal de diseño se determinó en base al cálculo de su capacidad de extracción, con un valor máximo permitido de 0,9 L/s.
- **Para vertientes que nacen y mueren en el mismo predio:** Se aplicó el Artículo 20 del Código de Aguas que permite su uso sin un derecho de aprovechamiento constituido. El caudal de diseño se determinó de la misma forma que en el caso anterior.

Para estos tipos la solución propuesta es una elevación mecánica desde la noria o vertiente a un estanque en altura que de la presión suficiente para regar una superficie inferior a 1 ha.

Se debe destacar que, debido a que los proyectos deben tener costos de operación bajos, se optó por utilizar energías renovables no convencionales (ERNC), a través de paneles fotovoltaicos, para alimentar las impulsiones para acumulación y riego tecnificado.

5.2. TIPOS DE OBRAS A DESARROLLAR

Los proyectos típicos a ejecutar se muestran en el Cuadro 5.2-1.

**CUADRO 5.2-1
TIPOLOGÍA DE PROYECTOS A DISEÑAR**

Obras de Captación	Elevación mecánica
Canales y Obras de Arte	Conducción entubada
Obras de Regulación	Estanques
Sistemas de Riego	Sistema de riego por goteo
	Sistema de riego por cintas
	Sistema de riego por Aspersión
Sistemas de Bombeo Con Energías Renovables	Sistema fotovoltaico

Fuente: Elaboración propia.

5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

5.3.1. Obras de Captación: Elevación Mecánica

5.3.1.1. Descripción de la Obra

La elevación mecánica es una obra de impulsión de agua mediante bombeo desde una fuente hídrica ubicada bajo el nivel de los terrenos a regar. Esta situación ocurre en todos los casos de captación de aguas subterráneas y cuando el bombeo se efectúa desde un canal o tranque para regar terrenos ubicados en una cota superior.

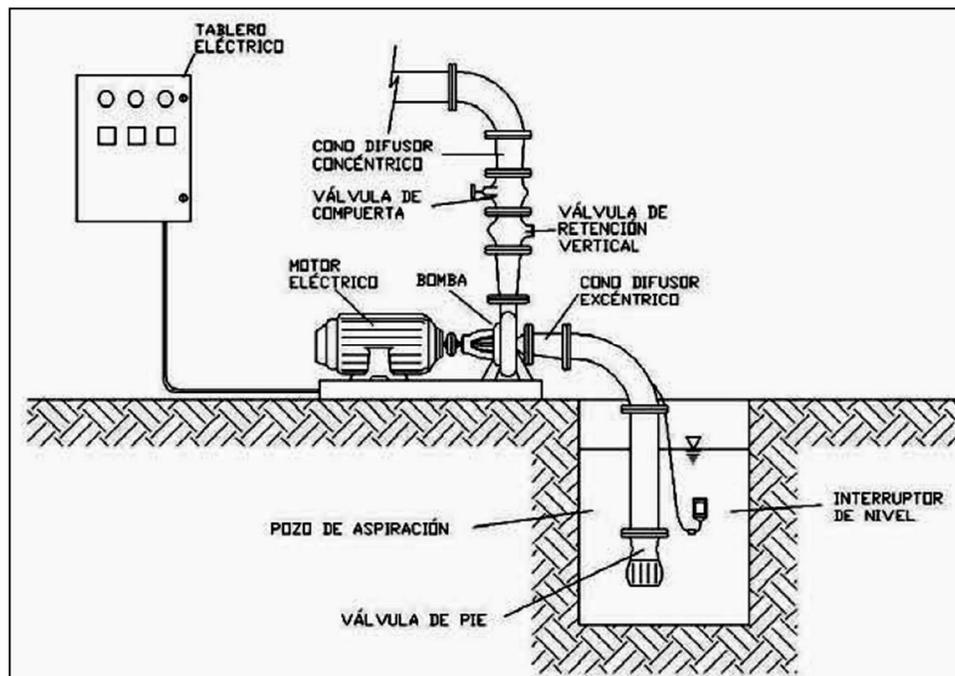
En la mayoría de los casos, el agua bombeada se descarga directamente a un canal o acequia de distribución del agua de riego, que se encuentra a una cota más elevada. En otros casos, el sistema de elevación mecánica se utiliza para llenar un tranque acumulador ubicado en una ladera alta, con el cual se riega por gravedad los terrenos que se encuentran bajo cota de la obra de toma. Una tercera posibilidad es que el agua depositada en un tranque (después de la elevación mecánica) sea reimpulsada a presión con otra motobomba para regar terrenos sobre la cota del tranque o, simplemente, para operar un sistema de riego localizado.

En general, se habla de equipos de impulsión cuando los equipos de bombeo están diseñados para entregar el agua a presión en una red de tuberías, como es el caso de los sistemas de goteo y aspersión, sin importar el nivel o cota de los terrenos que se riegan.

Se denomina sistema de riego mecánico a la combinación de una obra de captación e impulsión del agua mediante bombeo, no importando si existe desnivel topográfico entre la fuente y la superficie de riego. Para los fines del Manual, en este capítulo se analizará lo referido al segundo componente, es decir, impulsión.

La obra de impulsión o elevación mecánica propiamente tal consiste básicamente en una cámara de aspiración, una unidad de bombeo diseñada para cubrir los requerimientos de caudal y presión del sistema, y una tubería de impulsión hasta el punto de toma o de derivación (Figura 5.3.1.1-1).

**FIGURA 5.3.1.1-1
ESQUEMA DE UNA ELEVACIÓN MECÁNICA**



Fuente: Manual de Pequeñas Obras de Riego en la Agricultura Familiar Campesina (INDAP, 2010).

5.3.1.2. Componentes de la Obra

El sistema de riego con elevación mecánica consiste en los elementos mostrados en el Cuadro 5.3.1.2-1.

**CUADRO 5.3.1.2-1
ELEMENTOS DE UNA ELEVACIÓN MECÁNICA**

Obra de Captación	Estas obras pueden ser pozos profundos, norias, acumulación de vertientes o drenes. En el caso de aguas superficiales (ríos, esteros, canales), se construye una cámara de aspiración para el equipo de bombeo, construida directamente sobre la fuente, o bien conectada a ella mediante una tubería de aducción o tomas laterales.
Caseta de Bombas	Ésta es una construcción destinada a proteger el equipo de elevación mecánica, válvulas, piezas especiales de acoplamiento, tableros eléctricos y otros elementos y accesorios contra la intemperie y acción de terceros (vandalismo). Este recinto debe ser ventilado y mantenerse limpio para evitar que se acumulen humedad, polvo, aceite, etc., que deterioran la maquinaria en breve plazo. Dependiendo de la disponibilidad de materiales y costo de la mano de obra, la caseta puede ser de madera, de ladrillo, de estructura metálica con malla, etc.
Equipo de Elevación Mecánica	<p>Es el componente principal en este tipo de obras. El equipo de elevación mecánica está compuesto básicamente de dos elementos: bomba hidráulica y motor. Las bombas que se utilizan en la elevación mecánica son de dos tipos: Bombas centrífugas de eje horizontal y bombas de pozo profundo.</p> <p>Dentro de las bombas centrífugas de eje horizontal se encuentran las bombas de alta presión, que impulsan bajos caudales a gran altura y las bombas de baja presión (conocidas como bombas de caudal), que impulsan grandes caudales a baja presión.</p> <p>En el riego mecánico se emplean dos tipos de motores: los accionados por electricidad y los de combustión interna. Los motores eléctricos de baja potencia (hasta 2 HP), pueden funcionar con la corriente eléctrica domiciliaria (monofásica de 220 V); los motores de mayor potencia (sobre 3 HP), funcionan con corriente trifásica de 380 V. Los motores de combustión interna de baja potencia funcionan con gasolina; los de potencia media a alta funcionan con petróleo diesel. También existen bombas centrífugas especialmente diseñadas para ser acopladas al eje toma fuerza del tractor.</p> <p>El mercado ofrece una gran variedad de marcas y modelos de bombas, con distintas combinaciones de motores, diámetro de rodete⁶ y número de etapas⁷. Siendo éste un tema técnico muy especializado, hemos preferido describir y caracterizar los equipos de bombeo, agrupándolos en tres categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo I: Bombas centrífugas con motor de combustión interna - Grupo II: Bombas centrífugas con motor eléctrico - Grupo III: Bombas de pozo profundo con motor sumergido
Interconexiones Hidráulicas	Las interconexiones hidráulicas consisten en los siguientes elementos: Cañería de aspiración; válvula de pie; curvas y terminales; válvula de retención; válvula de corta; y cañería de impulsión.
Instalaciones Eléctricas	<p>Las instalaciones eléctricas necesarias para operar una obra de elevación mecánica, con bombas centrífugas y motores eléctricos, son las siguientes: Extensión de línea de alta tensión; subestación eléctrica y transformador; empalme aéreo, equipos de medida y línea de enlace; tablero de comando de fuerza; y líneas de alimentación del motor.</p> <p>En motores de combustión interna habrá que disponer de tambores para el almacenamiento de combustible.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

5.3.1.3. Dimensionamiento de una Bomba

Para dimensionar una bomba los parámetros a determinar son:

➤ Caudal

Es el volumen de agua bombeada por unidad de tiempo. Los catálogos de los fabricantes de bombas normalmente expresan el caudal en litros por minuto. El caudal es un dato básico para seleccionar una bomba.

➤ Presión

Es la altura dinámica total (H) o carga manométrica del agua impulsada por la bomba. Se expresa comúnmente en metros de columna de agua (m.c.a.) o bar. Es el segundo dato de importancia para elegir una bomba. Existe una relación inversa entre caudal y presión.

Para su cálculo se deben considerar las siguientes partidas, que sumadas corresponden a la altura dinámica total de la bomba:

PF = Pérdidas friccionales en la tubería (m.c.a.).

PS = Pérdidas singulares del sistema (m.c.a.).

PSuc = Pérdidas friccional y singular de la succión de la bomba. (m.c.a.).

Hs = Altura de succión de la bomba (m).

Filtro = Pérdida de carga del filtro tapado (m.c.a.).

ΔTopo = Diferencia de cota entre la bomba y el sector de riego. (m)

Presión Emisor = Presión de funcionamiento del emisor.

Matemáticamente lo anterior se resume como:

Presión requerida (Hb) = PF + PS + PSuc + Hs + ΔTopo + Presión Emisor

➤ Selección de una Bomba

Se debe determinar primeramente el caudal máximo (Q.) y la altura dinámica total (H) del sistema de riego. Luego, con estos dos datos (Q. - H) se busca el modelo de bomba que presente la curva característica más conveniente desde el punto de vista de la eficiencia. Para cada modelo de bomba se presenta la relación caudal-presión para diferentes tamaños

de impulsor o rodete, y niveles de eficiencia expresada como porcentaje. Las curvas que representan estas relaciones se denominan "curvas de descarga de la bomba". Con respecto a la eficiencia de la bomba, se debe buscar el modelo que entregue el mayor valor.

➤ **Potencia**

Corresponde a la potencia requerida de la bomba centrífuga para poder levantar un determinado caudal a una determinada altura manométrica. La expresión general para calcular este valor es:

$$Pot = \frac{\rho g H_b Q_b}{\eta}$$

Donde:

ρ = Peso específico del agua (kg/m³)

g = Aceleración de gravedad (m/s²)

H_b = Altura requerida por la bomba. (m)

Q_b = Caudal requerido (m³/s)

η = Eficiencia de la bomba

➤ **Velocidad**

Se expresa en revoluciones por minuto (RPM.). Los motores eléctricos vienen en dos presentaciones, en 1.450 RPM y 2.900 RPM. Los de mayor velocidad se utilizan para aumentar la altura de elevación en una misma bomba.

➤ **Eficiencia**

Se expresa como porcentaje (%). La eficiencia de las bombas centrífugas varía con el caudal y la presión, existiendo para cada modelo un punto de operación donde la eficiencia es óptima, normalmente entre 65 y 75%. La mayoría de los fabricantes de bombas entrega junto al catálogo la curva característica de cada modelo, incluyendo datos de Q, H, potencia, eficiencia, NPSH y amperaje. Los motores eléctricos tienen una eficiencia elevada (93-95%). La eficiencia del conjunto motobomba es el producto de ambas eficiencias. Ejemplo: eficiencia de la bomba 70%; eficiencia del motor eléctrico: 93%. Eficiencia global: 65% (0,70 x 0,93 = 0,65).

5.3.2. Conducción Entubada

5.3.2.1. Descripción de la Obra

Estas obras consisten en la utilización de tuberías para la conducción y distribución de agua. Es una tecnología muy difundida entre los pequeños productores, utilizando materiales como la tubería de polietileno de alta densidad y los tubos de PVC, que se comercializan en todo el país, en diámetros y espesores normalizados, lo cual facilita la instalación de válvulas, piezas especiales y derivaciones, con fittings del mismo material o de otros materiales (bronce, hierro fundido, fierro galvanizado, por ejemplo).

Este tipo de obras ofrece múltiples ventajas sobre las conducciones abiertas, entre ellas se puede mencionar las siguientes:

- Prevención de la contaminación emitida por el ser humano (desechos, basuras y aguas servidas arrojados a los canales de regadío).
- Reducción en los costos de mantenimiento (se evita la caída de material y se inhibe la existencia de algas).
- Se eliminan las pérdidas por evaporación e infiltración.
- Permite medir y controlar la entrega de agua a nivel predial.
- Además, si los sistemas son presurizados, se reducen o eliminan los costos energéticos para los regantes y abren posibilidades para realizar proyectos de generación hidroeléctrica.

Existen dos variantes de conducción entubada, la conducción presurizada y la conducción gravitacional:

- a) Conducción en presión:** Este tipo de conducción tiene la ventaja de no necesitar un trazado con pendiente uniforme, ya que la tubería a presión puede seguir las irregularidades del terreno. En este tipo de conducción se aprovecha la presión que trae el fluido para reducir el gasto energético en sistemas de riego presurizado, por ejemplo aspersion o goteo.
- b) Conducción gravitacional entubada:** Consiste en transportar agua por medio de un acueducto o canal entubado con el fin de evitar pérdidas excesivas por filtraciones, cuando existe peligro constante de derrumbe de las paredes o en el caso en que la contaminación y desechos arrojados al canal provoquen severos problemas a la calidad de las aguas. En este tipo de conducción el agua no llena totalmente la tubería, de manera que ésta no queda sometida a presión hidrostática, además se requiere una pendiente regular del terreno.

En la Figura 5.3.2.1-1 se puede observar la instalación de una conducción entubada.

**FIGURA 5.3.2.1-1
INSTALACIÓN DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA**



Fuente: Elaboración propia.

5.3.2.2. Componentes de la Obra

La obra de conducción entubada puede presentar todos o algunos de los siguientes componentes: Obra de toma, Tubería de conducción, Cámaras y Válvulas, según se muestra en el Cuadro 5.3.2.2-1.

**CUADRO 5.3.2.2-1
ELEMENTOS DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA**

<p>Obra de Toma</p>	<p>La obra de toma es una obra civil, normalmente en hormigón armado, o estructura metálica con compuertas, diseñada para derivar el agua de riego desde un canal o tranque hacia la cámara de entrada de la tubería. En obras de menor envergadura (conducción simple, por ejemplo), esta estructura no existe, y entonces la tubería se conecta directamente a la fuente (tranques, canales o acequias), pasando a través de un simple pretil de tierra. En otros casos la toma puede ser una válvula de compuerta o válvula de mariposa que regula el flujo desde una tubería matriz. Para impedir el paso de objetos que puedan bloquear el ducto, es recomendable la instalación de rejillas de protección a la entrada de estas obras.</p>
<p>Tubería de Conducción</p>	<p>La tubería de conducción es el componente principal de este tipo de obras. En el mercado existen tuberías fabricadas para su uso en conducción presurizada y tuberías destinadas exclusivamente a la conducción gravitacional.</p>

**CUADRO 5.3.2.2-1
ELEMENTOS DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA**

Cámaras	Las cámaras se construyen normalmente en albañilería de ladrillo estucado, y llevan una tapa de hormigón tipo alcantarillado (caso de acueducto o tubería sin presión). Cuando la tubería está sometida a presión, las cámaras se construyen en acero o polietileno de alta densidad, ya que estos materiales cumplen mejor el requisito de estanqueidad. Según la posición en que están ubicadas y la función que cumplen, estas cámaras reciben distintos nombres: cámara de entrada (al inicio de la conducción); de entrega (para la distribución predial); de vaciado (se ubica en el punto más bajo de la conducción); y de registro (para la inspección y limpieza de la tubería en los tramos intermedios, normalmente cada 200-400 m). Los sistemas de conducción simple no llevan cámaras.
Válvulas	Las válvulas son dispositivos que permiten el control y regulación del flujo de agua en una red hidráulica. En los sistemas de conducción entubada, es común la utilización de los siguientes tipos de válvulas: a) Válvula de corta o llave de paso. En conducciones de pequeño diámetro se emplean válvulas de bola y de compuerta. En sistemas de gran diámetro se emplean válvulas Meplat y de mariposa. b) Válvula de seguridad. Permite la salida automática de cierta cantidad de agua, con el fin de evitar un aumento excesivo de la presión. c) Válvula reductora de presión. Produce una pérdida de carga localizada cuando la presión en la red sobrepasa el valor previsto. d) Válvula de flotador. Sirve para cortar el paso del agua en un depósito cuando el nivel del agua en el mismo alcanza una determinada altura. e) Ventosa. Las ventosas son válvulas que permiten la salida del aire presente en las conducciones de agua. Como regla general se debe tomar los siguientes criterios: instalar ventosas en todos los puntos altos del trazado; en los cambios de pendiente; y a lo menos cada 400 m. El diámetro de entrada de la ventosa no debe ser inferior al 25% del diámetro interior de la tubería.

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

5.3.2.3. Dimensionamiento de las Obras

a) Pérdidas Friccionales

Para calcular la caída de la línea de carga en caso que el flujo sea en presión, se utilizará la expresión de Darcy para cuantificar las pérdidas de carga friccionales:

$$\lambda_f = \frac{f \cdot L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- If : Pérdida de carga friccional (m).
- L : Longitud del tramo (m)
- V : Velocidad de escurrimiento (m/s).
- g : aceleración de gravedad (m/s²)
- D : Diámetro interior (m).

f : coeficiente de fricción de Colebrook-White

Este último, se evalúa mediante la fórmula:

$$f = \left(1,14 - 2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{D} + \frac{21,5}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right)^{-2}$$

Donde ε corresponde a la rugosidad absoluta de la pared de la cañería, y Re es el número de Reynolds (adimensional), que se calcula la siguiente ecuación:

$$\text{Re} = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Donde ν es la viscosidad cinemática y que en general depende de la temperatura y del tipo de fluido.

b) Diseño de Tuberías

Para el diseño de los posibles sistemas de tuberías en presión se utilizará la ecuación de la energía, la que aplicada entre dos puntos de una tubería, tiene la siguiente expresión:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \Delta h_{\text{friccional}} + \Delta h_{\text{sin gular}}$$

$$Z_1 + \frac{U_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{U_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + \Delta h_f + \Delta h_s$$

En estas ecuaciones se tiene:

E_i : Energía en la sección "i" de la tubería (m)

Z_i : Cota del punto medio de la tubería en sección "i" (m)

U_i : Velocidad en la sección "i" de la tubería (m/s)

p_i/γ : Altura de presión en la sección "i" de la tubería (m)

Δ_f : Pérdida de carga friccional en el tramo 1-2 de la tubería (m)

Δ_s : Pérdida de carga singular en el tramo 1-2 de la tubería (m)

c) Cálculo de Pérdidas de Carga Friccionales

En el cálculo de las pérdidas de carga friccionales se utilizan una serie de fórmulas, las que se pueden clasificar según el tipo de tuberías. A continuación se presentan las más usadas, para los distintos tipos de materiales comúnmente usados en las tuberías para la conducción de aguas y alcantarillado.

c.1) Fórmula de Darcy

Tiene la siguiente expresión:

$$\Delta h_f = f \cdot \frac{U^2}{2g \cdot D} \cdot L \quad , \quad \text{con} \quad U = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

donde se tiene:

- Δh_f : Pérdida de carga friccional (m)
- f : factor de fricción
- U : Velocidad en la tubería (m/s)
- D : Diámetro de la tubería (m)
- g : Aceleración de gravedad (9,8 m²/s)
- L : Longitud de la tubería (m)
- Q : Caudal (m³/s)

Esta ecuación se utiliza practicante en todo tipo de tubería, para las cuales existe suficiente material bibliográfico para la determinación del factor de fricción "f", en cuyo cálculo se utiliza el ábaco de Moody.

El factor de fricción es función de:

$$f = f\left(\frac{D}{\varepsilon} R_e\right) \quad ; \quad R_e = \frac{U \cdot D}{\nu}$$

En esta expresión, ε es la aspereza equivalente de la tubería, en metros, R_e es el número de Reynold y ν la viscosidad cinemática del fluido.

c.2) Fórmula de Hazen-Williams

Es una fórmula empírica muy usada en régimen de transición, especialmente en PVC. Su expresión es la siguiente:

$$V = 0,355 \cdot C_H \cdot D^{0,63} \cdot J^{0,54} \quad ; \quad J = \frac{\Delta h_f}{L}$$

Esto equivale a:

$$J = 10,65 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C_H^{1,852} \cdot D^{4,869}}$$

Los valores de la constante C_H dependen de los distintos tipos de tuberías.

c.3) Fórmula de Manning

Aún cuando esta fórmula empírica fue deducida para canales abiertos, también es usada en tuberías. En este caso el radio hidráulico es igual a $D/4$, con lo que la expresión queda:

$$J = \frac{U^2 \cdot n^2}{\left(\frac{D}{4}\right)^3}$$

Los valores de n se encuentran en la literatura técnica ya mencionada.

d) Cálculo de Pérdidas de Carga Singulares

Corresponde a las pérdidas de carga producidas por singularidades existentes en las tuberías, tales como: codos, curvas, ensanches, angostamientos, válvulas, etc. la expresión general para calcular estas pérdidas de carga es:

$$\Lambda_s = \Delta h_s = K \cdot \frac{U^2}{2g}$$

En esta expresión, K es una constante que depende del tipo de singularidad. En la literatura técnica ya mencionada se presentan los valores más comunes de este factor de pérdida de carga singular.

e) Espesor Tuberías de Acero

Para el caso de estructuras de acero, el espesor se obtiene según la expresión "t" de Timoshenko y Young (Resistencia de Materiales) el cual debe ser mayor a la relación dada por el U.S.B.R. (t mín).

$$t = \frac{P \cdot r}{\sigma_{dm}} > t_{\min} ; \quad t_{\min} = \frac{D}{400} + 0,127 \quad (cm)$$

donde:

P = Presión hidrostática (kg/cm²)

r = Radio de la tubería (cm)

σ_{adm} = Tensión admisible del material (1.440 kg/cm² para acero A37-24ES)

D = Diámetro de la tubería (cm)

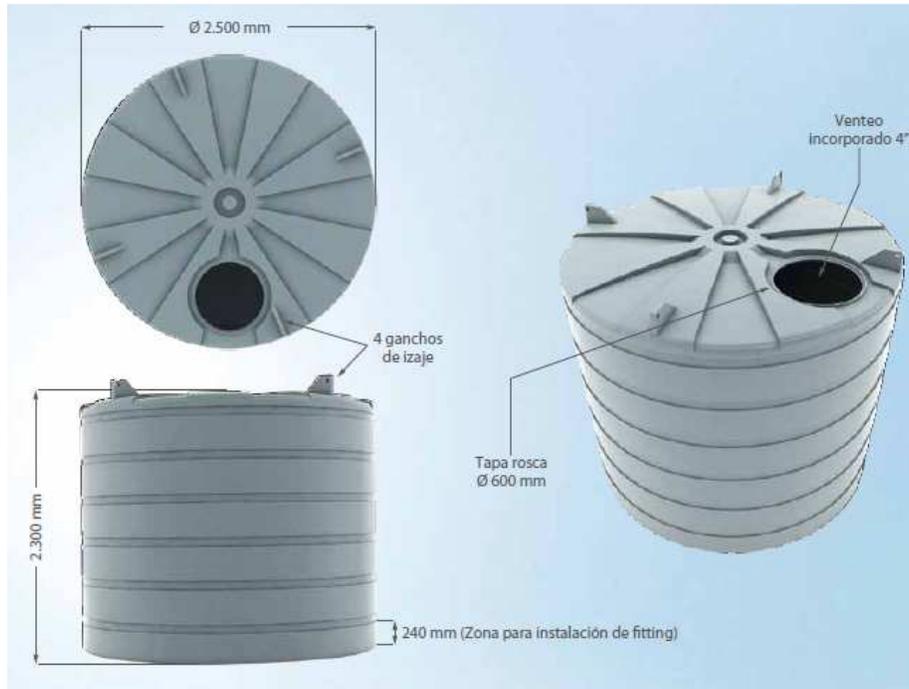
5.3.3. Obras de Regulación: Estanques Acumuladores

5.3.3.1. Descripción de la Obra

Los estanques son un tipo de depósito de agua, con capacidad inferior a 500 m³, de variadas formas, construidos en albañilería de ladrillo, mampostería de piedra, hormigón armado, polietileno, planchas de fibrocemento o planchas de acero corrugado galvanizado.

Los depósitos más pequeños corresponden a estanques hechos con fibra de vidrio, corrientemente con tapa, y una capacidad de 500 a 2.500 IL (Figura 5.3.3.1-1). Es frecuente que estos estanques se instalen sobre una torre de estructura metálica o de madera (copa de agua), ubicada en el sector más alto del predio, con el objeto de almacenar agua con la presión suficiente para el funcionamiento de un sistema de riego por goteo. El desnivel mínimo que se requiere en estos casos es de 10 a 12 m con respecto a un sistema de goteo tradicional.

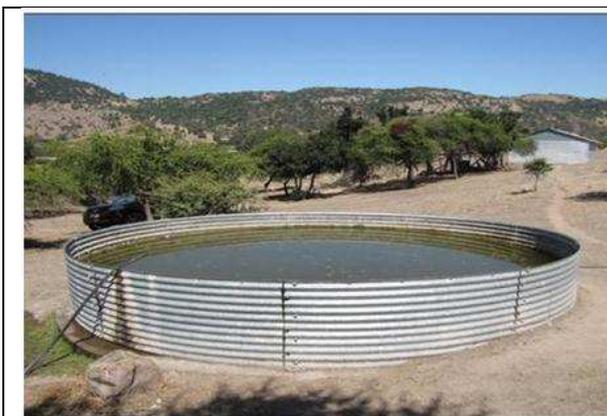
**FIGURA 5.3.3.1-1
ESQUEMA DE UN ESTANQUE RÍGIDO**



Fuente: Catálogo del producto.

En la Figura 5.3.3.1-2 se muestran algunos ejemplos de estanques.

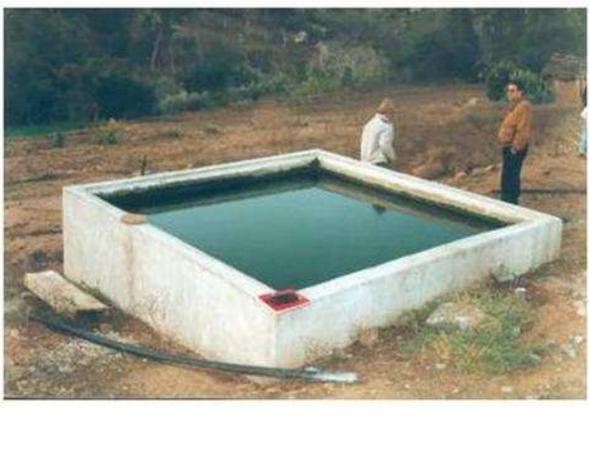
**FIGURA 5.3.3.1-2
EJEMPLOS DE TIPOS DE ESTANQUES**



Estanques australianos son utilizados para la acumulación de agua, tanto de lluvia como de pequeños pozos-noria o vertientes, son ampliamente utilizados en los sectores de secano, principalmente en sectores sin acceso a agua de riego permanente, pudiendo acumular hasta 1500 m^3 . Son fabricados en base a acero galvanizado, de alta resistencia, durabilidad y no requieren mantención.

Estos estanques son utilizados tanto en agricultura, ganadería (abrevaderos o acumuladores de purines), minería (almacenamiento de aguas industriales) y piscicultura (piscinas para salmones).

**FIGURA 5.3.3.1-2
EJEMPLOS DE TIPOS DE ESTANQUES**

	<p>Estanque de hormigón armado en lechos permeables con alimentación desde quebrada.</p>
	<p>Estanque autosoportante (tarpulin). Estanque flexible – Colapsable y enrollable, con boca de carguío superior abierta, sin estructura metálica de soporte, adquiriendo su forma final tipo pera a medida que se llena.</p>

Fuente: Equipo Consultor y manuales CNR.

5.3.3.2. Componentes de la Obra

Los componentes principales de este tipo de obra son los siguientes: Base estabilizada, Piso, Muros o paredes del estanque, Obra de entrega y Obra de toma, los que se muestran en el Cuadro 5.3.3.2-1.

**CUADRO 5.3.3.2-1
ELEMENTOS DE UN ESTANQUE**

<p>Base estabilizada</p>	<p>Se construye haciendo un escarpe sobre el suelo de fundación, nivelándolo, compactándolo en húmedo y rellenando con ripio en una capa mínima de 7 cm. En el caso de depósitos sobre torre, se construyen sólo poyos de hormigón para sostener la estructura en cuatro puntos.</p>
<p>Piso</p>	<p>El piso del estanque se construye normalmente en hormigón armado. No se aplica a los depósitos de fibra de vidrio, que se apoyan en una plataforma metálica o de madera.</p>
<p>Muros</p>	<p>Éste es el componente que define el tipo de estanque. Se emplean una gran variedad de materiales de construcción.</p>

CUADRO 5.3.3.2-1 ELEMENTOS DE UN ESTANQUE

Obra de entrega	Como se trata de estanques de muy reducido tamaño, la obra de entrega es corrientemente una tubería de PVC de diámetro adecuado al caudal de llenado (típicamente en tubo de PVC de 75 a 110 mm o PE de 2" a 4"). En otros casos se utiliza una acequia revestida que descarga el agua directamente en el piso del estanque. En los depósitos sobre torre, se utiliza cañería de fierro galvanizado entre 1" y 2" o tubería de PVC en diámetros entre 25 a 50 mm.
Obra de toma	La descarga en los estanques puede ser mediante compuerta de hoja y tornillo; tubería de acero y válvula Meplat; tubería de PVC y válvula de compuerta.

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

5.3.3.3. Variantes de Obras

Los estanques se utilizan en la regulación de turnos de riego (agua de canal), como acumuladores en los sistemas de riego por goteo y también para optimizar el funcionamiento de la bomba tanto en las norias como en los pozos profundos. Es una obra de gran demanda en todas las zonas de riego del país.

Las variantes están referidas principalmente a los materiales de construcción.

- **Estanque Australiano de Fibrocemento:** Depósito cilíndrico formado por planchas lisas de fibrocemento de 1.200 x 2.400 x 10 mm (57,6 kg/plancha), de diferentes radios de curvatura, unidas entre sí mediante pernos galvanizados. Permite almacenar agua sin alterar su calidad. Su capacidad de almacenamiento es desde 6,5 m³ hasta 493 m³, siendo los tamaños de mayor aplicación: 14, 25, 39, 76 y 127 m³. Las planchas son de bajo costo; lo que encarece esta solución es el radier de hormigón.
- **Estanque Australiano de Acero Corrugado:** Depósito cilíndrico formado por planchas de acero corrugado galvanizado. Pueden almacenar entre 4,5 m³ y 200 m³. La unión de las planchas es mediante pernos de 1/2n x 1 y sello butilo.
- **Estanque de Albañilería de Ladrillo:** Depósito de forma rectangular, altura máxima 2 m, pilares cada 3 m, armadura en piso y cadenas. Normalmente se construye en excavación o semienterrado. El piso es de hormigón armado. Requiere un estuco con tratamiento para su impermeabilización. Reducida capacidad de embalse.
- **Estanque de Mampostería de Piedra:** Depósito de forma rectangular y altura máxima de 1,5 m. Normalmente se construye como estanque enterrado. Capacidad muy reducida.
- **Estanque de Hormigón Armado:** Depósito de forma rectangular, altura máxima 3 m. Piso y paredes llevan enfierradura. Corrientemente se construyen sobre el terreno, como una estructura autosoportante, sin necesidad de refuerzos en la cara exterior de los muros.

- **Estanque Plástico Reforzado en Fibra de Vidrio:** Existe en el mercado una gran gama de este tipo de estanques, con capacidades que van desde los 200 hasta los 30.000 L de capacidad. Se caracterizan por ser autosoportantes y su instalación no requiere pesadas estructuras soportantes. Se pueden instalar tanto en superficie como enterrados, los de menor capacidad, hasta 2.500 L, se emplean corrientemente como estanque regulador montado sobre una torre (copa de agua) en los sistemas de riego basado en captación de napas subterráneas de muy bajo caudal.

Para una correcta instalación se recomienda consultar los manuales de instalación del fabricante.

5.3.4. Revestimiento de Tranques con Geomembrana

5.3.4.1. Descripción de la Obra

La obra consiste en el suministro, colocación y anclaje de una lámina confeccionada con materiales de distinta naturaleza orgánica con el propósito de impermeabilizar un tranque ya construido (reparación o mejoramiento) o como parte del proyecto de construcción de un tranque cuando el suelo es muy permeable. Con esta técnica se procura eliminar la posibilidad de fugas y filtraciones importantes a través del piso y muros del tranque, las que aparte de reducir el volumen efectivo de embalse diario o semanal, podrían poner en riesgo la obra de acumulación (Ver Figura 5.3.4.1-1).

**FIGURA 5.3.4.1-1
EJEMPLOS DE REVESTIMIENTOS CON GEOMEMBRANAS**



Fuente: Equipo Consultor.

5.3.4.2. Componentes de la Obra

Esta obra incluye las siguientes partidas:

- Preparación y afinamiento de taludes y piso del tranque, hasta obtener superficies limpias, libres de piedras y de raíces.

- Excavación de las zanjas de anclaje a lo largo del muro.
- Suministro de paños preconfeccionados de la geomembrana seleccionada.
- Instalación de la geomembrana, mediante soldadura de los paños.
- Tensión y anclaje de la lámina.

5.3.4.3. Tipos de Láminas

Se comercializan dos productos en el mercado: la **geomembrana de PVC** y la **geomembrana de polietileno**.

a) Geomembrana de PVC (polidoruro de vinilo).

Es una lámina de PVC plastificado homogéneo que se comercializa en espesores de 0,5; 0,8; 1,0; y 1,2 mm. Las dos últimas se pueden formular con aditivo anti-UV (color gris). Entre las ventajas del PVC se mencionan: mayor resistencia; mayor resistencia a la abrasión; buen sistema de empalme; se preparan paños pre confeccionados de mayor tamaño; mayor flexibilidad. Las desventajas son el rápido envejecimiento al sol (si no contiene aditivo anti-UV); costo más alto que el polietileno; y mayor peso de embarque.

b) Geomembrana de PE (polietileno), se encuentra en baja y alta densidad.

b.1) Geomembrana de LLDPE (polietileno de baja densidad lineal). Producto disponible en superficie lisa y/o texturada en espesores desde 0,3 a 2,5 mm y 1 a 2,5 mm, con ancho máximo de 8 a 13,5 m respectivamente, es lo suficientemente flexible para tomar la forma y adherirse a las paredes pronunciadas, excelente resistencia al ataque de agentes químicos y rayos ultravioleta (UV con 2-3% negro de humo). Con la texturización de su superficie la geomembrana provee una excelente resistencia a la fricción.

b.2) Geomembrana de HDPE (polietileno de alta densidad). Producto disponible en superficie lisa y texturada en espesores desde 0,5 a 2,5 mm con ancho máximo de 8 m y en largos según requerimiento, además de su excelente resistencia al ataque de agentes químicos y rayos ultravioleta (UV con 2-3% negro de humo), esta lámina texturada provee una excelente resistencia a la fricción.

Tiene las ventajas de un menor costo inicial y un menor peso de embarque.

Entre las desventajas se mencionan las siguientes: Baja contabilidad de las juntas; piezas de tamaño reducido; es necesario anclarlo para evitar que flote; muy rígido a menos que el espesor sea inferior a 0,2 mm.

La duración o vida útil de una geomembrana instalada depende de las características del producto (formulación química, plastificantes, espesor) y también de la

operación y mantenimiento de la obra. Como una regla de la práctica se dice que una lámina de PVC dura 1 año por cada 0,1 milímetro de espesor, por lo que se tiende a recomendar un espesor mínimo de 0,8 mm cuando se exige una duración superior a cinco años.

La lámina de PVC tiene un mayor costo unitario que el PE, pero es más flexible y fácil de trabajar que el PE, a partir del espesor 0,8 mm, y admite reparaciones mediante "parches" localizados en la zona dañada, lo que reduce el costo de mantenimiento. La lámina de PE es un buen producto para impermeabilizar, siempre que no contenga material recuperado.

Con el fin de evitar el fenómeno de la flotabilidad debido a la existencia de napas freáticas se debe considerar la preinstalación de una lámina de geotextil, que permite la conducción de líquidos y gases liberando al sistema de impermeabilización con geomembrana de la presión que éstos puedan ejercer. Además se protege a las láminas de impermeabilización de las presiones y tensiones causadas contra aristas y objetos punzantes del terreno.

5.3.5. Sistemas de Riego por Goteo

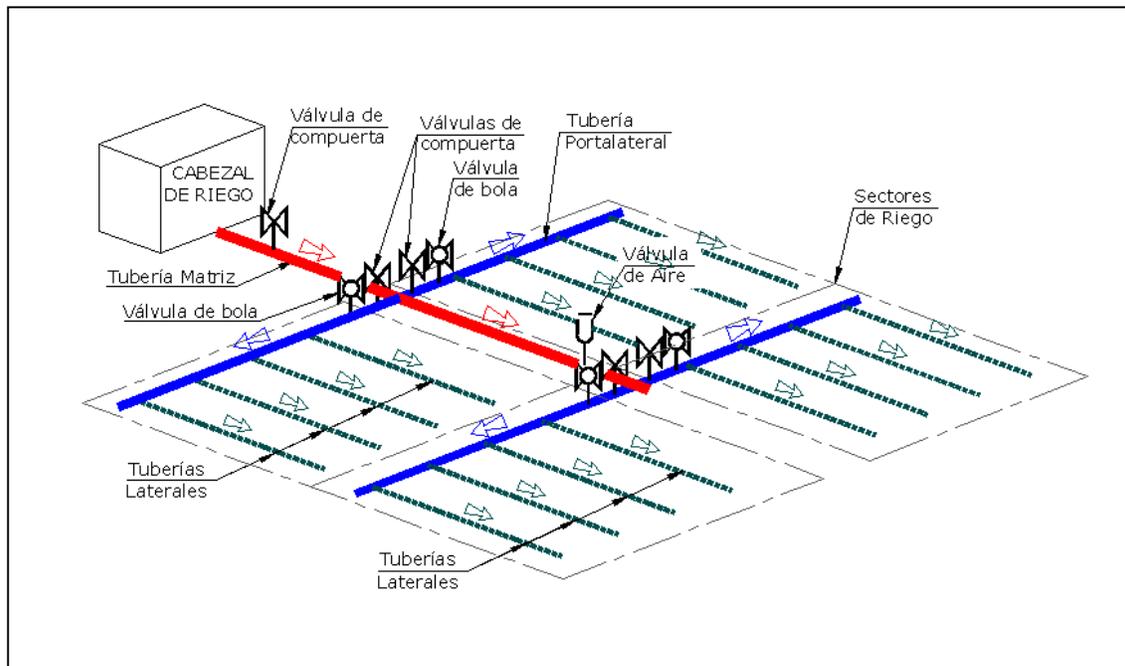
5.3.5.1. Descripción de la obra

El riego por goteo es un sistema de riego localizado que permite aplicar agua gota a gota sobre la superficie del suelo en el que se desarrolla la planta, produciendo una zona de humedad constante y localizada (Figuras 5.3.5.1-1 y 5.3.5.1-2). El agua se vierte a baja presión mediante emisores o goteros, ubicados a lo largo de una tubería, con caudales pequeños que van desde 1 a 8 litros por hora. Este sistema no moja toda la superficie del suelo, por lo cual las raíces de las plantas crecen y se concentran en la zona de mayor humedad ("bulbo húmedo"). En este método de riego, la importancia del suelo como reserva de humedad para las plantas es muy pequeña si lo comparamos con el riego por gravedad o el riego por aspersión.

Entre las principales ventajas de este método de riego cabe mencionar las siguientes:

- Ahorro entre el 40 y el 60% de agua respecto a los sistemas tradicionales de riego.
- Una adaptación más fácil en terrenos pedregosos o con fuertes pendientes.
- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Aumento de los rendimientos del cultivo y mejor calidad de los productos, por efecto del riego programado de acuerdo a las necesidades de las plantas y del fertirriego (aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego).

FIGURA 5.3.5.1-1
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2.3.5.1-2
EJEMPLOS DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



Fuente: Equipo Consultor.

5.3.5.2. Componentes de la Obra

Siguiendo el orden desde la fuente de agua, los componentes de un sistema de riego por goteo son: Bomba o fuente de agua a presión, Cabezal de control, Red de tuberías, Emisores. Esto se muestra en el Cuadro 5.3.5.2-1.

**CUADRO 5.3.5.2-1
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

Bomba o Fuente de Agua a Presión	Este elemento se instala junto a la fuente de agua (noria, estanque, canal) y suministra agua en la gama de caudales y presiones requeridos por el sistema, en cualquier punto de la red. En algunos casos, no se necesita una bomba, porque la presión generada por el desnivel topográfico es suficiente para el funcionamiento del sistema.
Cabezal De Control.	El cabezal de control es un conjunto de elementos destinados a regular la presión, filtrar el agua antes de que llegue a las tuberías, controlar los caudales y dosificar los fertilizantes que se aplican junto con el agua de riego. En los sistemas automáticos, se incluye un programador para el control remoto de los sectores de riego, mediante electroválvulas.
Red de Tuberías	Para distribuir el agua de riego en toda la superficie del cultivo, se hace circular el agua a presión desde el cabezal de control, por una red de tuberías de PVC, de diferentes diámetros, hasta llegar a las líneas de goteo, que se ubican a lo largo de las hileras de plantas. Las tuberías de PVC van enterradas y reciben el nombre de matriz, secundarias y terciarias, según La posición que ocupen en la red. Las Líneas de goteo o "laterales" son siempre de polietileno, y Llevan los goteros o emisores, que se ubican a una misma distancia sobre la Línea, por ejemplo goteros intercalados cada 50 cm. Las tuberías terciarias terminan siempre en una llave de bola, con salida al exterior, para permitir el lavado del sistema.
Emisores o Goteros	Éstos son los dispositivos mediante los cuales el agua pasa de la red de tuberías al suelo que se quiere regar. Su función es entregar el agua en forma lenta y uniforme, a fin de que el riego sea parejo a lo largo de cada una de las hileras de cultivo. El caudal de estos emisores varía según el tamaño del orificio de salida, y normalmente no supera los 8 litros por hora. Dentro de los sistemas de riego por goteo, existen distintos tipos de emisores, los cuales, se diferencian principalmente por la forma en que se incorporan a los laterales de riego.

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

5.3.5.3. Dimensionamiento de las Obras

Se debe contar con un plano topográfico del sector a regar, a escala adecuada, con curvas de nivel cada 0.5 m donde se ubiquen los puntos principales utilizados en el diseño. Es necesario contar con algunos datos básicos del clima, suelos y tipo de cultivo, para poder calcular las necesidades de agua de riego en el mes de máxima demanda.

La potencia requerida en los sistemas de riego por goteo utilizados en la pequeña agricultura generalmente no excede de 2 HP, por lo cual pueden emplearse electrobombas conectadas a la red eléctrica domiciliaria (220 V). En otros casos, se recurre a electrobombas conectadas a generadores eléctricos o motobombas bencineras o diesel, para obtener una presión y caudal adecuados. Por último, se debe evaluar la posibilidad de aprovechar la presión gravitacional cuando existe un gran desnivel topográfico entre la fuente de agua y el sector de riego.

Cabe mencionar que una vez instalado el sistema se debe hacer un lavado completo de la red de tuberías, y posteriormente, hacerlo en las líneas de riego, con el objeto de eliminar la tierra u objetos que hayan ingresado al interior de las tuberías durante la instalación.

El proyecto final incluirá los siguientes contenidos mínimos: Memoria de cálculo, plano de diseño del sistema, catálogos de los equipos como bombas, goteros, filtros y sistema de fertirrigación. Asimismo, contendrá un manual del usuario, con advertencias y recomendaciones para el adecuado manejo y mantención del equipo.

5.3.6. Sistemas de Bombeo con Energías Renovables: Sistema Fotovoltaico

5.3.6.1. Descripción de la Obra

La obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos es una alternativa que permite utilizar más eficientemente los sistemas de riego tecnificado en la agricultura familiar campesina, especialmente para los pequeños productores de las zonas de secano cuya lejanía y dificultad de acceso a la red convencional de energía eléctrica encarecen el costo de inversión inicial de un proyecto. También se evita el transporte de combustibles y mantención de motores en el caso de trabajar con equipos de combustión interna. Los costos de operación de un sistema de bombeo fotovoltaico se reducen prácticamente a cero, ya que no incurren en gastos de pagos de energía eléctrica ni combustibles.

Los sistemas de bombeo alimentados con energía solar, a través de paneles fotovoltaicos, adoptan normalmente dos configuraciones básicas:

- Bombas en las que la alimentación del motor proviene directamente de paneles solares fotovoltaicos a través de un adaptador intermedio.
- Bombas conectadas a paneles fotovoltaicos más un conjunto de baterías que permite independizar la operación del sistema de bombeo de la existencia o no de radiación solar.

En el primer caso se estaría hablando de bombas, tanto en corriente continua como en corriente alterna, conectadas a paneles mediante diferentes tipos de dispositivos electrónicos capaces de acoplar los requerimientos mecánicos de las bombas a las capacidades de alimentación ofertadas por el generador fotovoltaico en los distintos momentos del día, y de transformar, si es necesario, la corriente continua suministrada por los paneles en corriente alterna, si ésta es la requerida por el motor de la bomba. En estas condiciones sólo existirá posibilidad de impulsión mientras se sobrepase cierto nivel de radiación solar, debiendo diseñarse el almacenamiento energético requerido para hacer frente a períodos nublados o de insuficiente luminosidad, en forma de estanques de agua a cierta altura.

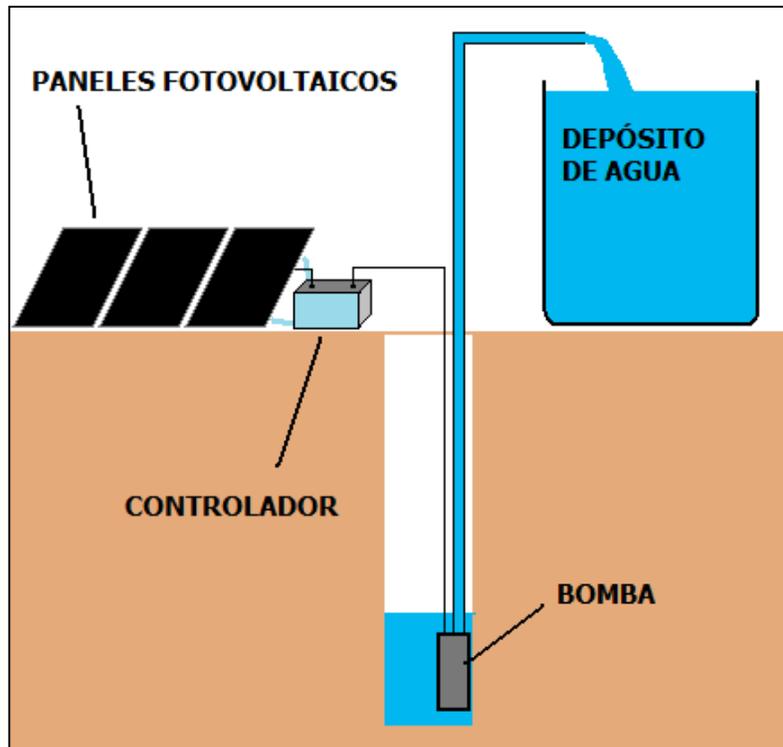
La segunda opción consiste en remplazar la red eléctrica convencional por una red totalmente equivalente pero alimentada por un generador fotovoltaico, al que se le debe añadir el correspondiente sistema de almacenamiento eléctrico y el convertidor CC/CC o CC/CA adecuado para la carga constituida por el motor de la bomba. La garantía de suministro ofrecida por las baterías permite abordar programas específicos de operación del sistema de bombeo que no son posibles en el caso anterior, tal como ocurre en los sistemas

de riego por goteo, con demandas de caudal, presión y tiempo de riego establecidas estrictamente.

Ambas opciones representan dos casos extremos, existiendo en la práctica soluciones mixtas según la instalación. Así, por ejemplo, es habitual emplear una bomba solar para extraer agua de un pozo y de esta manera mantener la capacidad mínima para un depósito y, posteriormente, utilizar una bomba, convencional o no, acoplada a una batería para regar en forma independiente a la radiación.

A continuación se muestra el esquema típico instalación para bombeo solar con conexión directa (Figura 5.3.6.1-1) y un ejemplo de un sistema instalado (Figura 5.3.6.1-2).

**FIGURA 5.3.6.1-1
ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 5.3.6.1-2
EJEMPLO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**



Fuente: Equipo Consultor.

5.3.6.2. Componentes de la Obra

Considerando las dos configuraciones básicas de los sistemas de bombeo fotovoltaico, podemos distinguir los elementos mostrados en el Cuadro 5.3.6.2-1.

**CUADRO 5.3.6.2-1
ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**

<p>Sistema de Generación Eléctrica (Paneles Fotovoltaicos)</p>	<p>El sistema de generación eléctrica es un conjunto de paneles fotovoltaicos cuyo número, inclinación y conexionado en serie-paralelo, estará determinado por la configuración y prestaciones requeridas por el equipo de bombeo. La capacidad de generar energía va a depender de dos factores principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cantidad de radiación incidente sobre el panel, siendo mayores las prestaciones eléctricas del mismo cuanto mayor sea dicho valor de radiación solar. • La temperatura del panel, cuyo incremento hará disminuir el rendimiento general del proceso de conversión.
<p>Sistema de Impulsión (Motor-Bomba)</p>	<p>El sistema de impulsión está compuesto por el motor eléctrico y la bomba. Al igual que en los sistemas convencionales se debe diseñar el equipo de impulsión de acuerdo a las necesidades de caudal y presión necesarios para la correcta operación del equipo, teniendo en cuenta los inconvenientes asociados al uso de la radiación solar como fuente de energía. Esto resulta importante, ya que, por ejemplo, un sistema de impulsión convencional puede ser muy eficiente en condiciones normales de operación y, sin embargo, necesitar una elevada potencia al momento de partida, lo cual hace imposible iniciar la impulsión del agua porque el generador fotovoltaico o el sistema de adaptación eléctrica son incapaces de hacer frente a esa demanda de potencia inicial.</p>

**CUADRO 5.3.6.2-1
ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**

<p align="center">Sistema de Adaptación Eléctrica</p>	<p>Sistema de adaptación eléctrica. La conexión más simple entre el sistema de generación eléctrica y el sistema de impulsión es la conexión directa. Este tipo de acoplamiento, aunque simple y en algunas ocasiones relativamente eficaz, tiene una serie de desventajas que hacen necesario considerar la inclusión de dispositivos intermedios de acondicionamiento eléctrico, con el fin de incrementar las prestaciones del sistema de bombeo. Estas desventajas son básicamente tres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los motores a considerar deben ser solamente de corriente continua. • Se pierde capacidad de impulsión para momentos de baja intensidad de radiación. • No se puede garantizar de forma estricta el que las condiciones de carga del sistema de bombeo sean las correspondientes a las de potencia máxima ofertada por el generador fotovoltaico. <p>Los dispositivos de acoplamiento eléctrico entre el sistema de generación y el sistema moto-bomba son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulador de carga. El regulador de carga es utilizado para cumplir las siguientes funciones: a) Proteger a la batería frente a sobrecargas y descargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas, b) Voltaje de desconexión de las cargas de consumo. Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo. c) Voltaje final de carga. Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico
<p align="center">Sistema de Adaptación Eléctrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor CC/CA (corriente continua / corriente alterna). Es un dispositivo electrónico cuya función es transformar la CC de la instalación fotovoltaica en CA (220-380 V) para la alimentación de los motores de las bombas, que trabajan con CA y permiten por tanto: a) Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red. b) Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.
<p align="center">Sistema de Almacenamiento</p>	<p>El sistema de almacenamiento está compuesto por una o más baterías cuya función prioritaria en un sistema de generación fotovoltaico es la acumulación de la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de nubosidad. Otra función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento de la partida puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

5.3.6.3. Elementos a Considerar en el Dimensionamiento de las obras Sistemas Fotovoltaicos

a) Caracterización del Recurso Solar y de la Demanda de Riego

Información relevante al proyecto de bombeo y al emplazamiento de este:

- Memoria de Cálculo proyecto de riego: Estimación de caudales de riego por mes, dimensionamiento de estanques de almacenamiento, trazado de cañerías, potencia de bombas de riego y requerimientos energéticos para bombeo.

- Radiación solar disponible en el emplazamiento: Utilizar información disponible para estimación y caracterización de potencial de radiación solar en el sector de emplazamiento del proyecto ([www.http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar2/](http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar2/), www.minenergia.cl, www.cer.gob.cl, estación meteorológica cercana, entre otras).

b) Memoria de Calculo proyecto fotovoltaico

En base a las estimaciones de requerimiento energético y al recurso solar disponible, estimar:

- Potencia y aporte energético del campo fotovoltaico: Estimación del tamaño y cantidad de paneles fotovoltaicos requeridos para suplir la demanda energética del sistema de bombeo.
- Estimación del aporte energético del campo fotovoltaico.
- Dimensionamiento de inversor: De ser necesario, especificar potencia, voltaje, frecuencia, y especificaciones generales de inversor requerido.
- Conexión del campo fotovoltaico: Estimar el arreglo del campo fotovoltaico, especificando número de paneles a conectar en serie y en paralelo.
- Dimensionamiento de conductores y canalización: Calculo de conductores, sección, regulación de tensión y canalización según Norma Eléctrica Chilena 4/2003.
- Diseño Malla a tierra: Se debe considerar un sistema de puesta a tierra, el cual acompañe el recorrido de los ductos y de la estructura soportante. El sistema de tierra podrá diseñarse
- Utilizando barra de Cu de alta conductividad con un mínimo de 90% de IACS, de x 3 m, con certificación Ansi UL.
- Dimensionamiento de protección: Cálculo de protección en lado DC (fusibles, diodos, interruptores y termo magnéticos) y protección AC (de ser necesario, termo magnéticos, fusibles y protección diferencial) según Norma Eléctrica Chilena 4/2003.
- Sistema de respaldo: De ser requerido, especificar sistema de respaldo requerido (red eléctrica, generador diésel, sistema de baterías, etc.).
- Estructuras soportantes: Estas deberán ser de acero galvanizado, se deberá calcular ángulo de orientación, si la estructura es fija e indicar su capacidad de resistencia al viento.
- Tableros: El Tablero de distribución y Control será fabricado en plancha de acero inoxidable.

Como estructura para la ubicación y protección, el dispositivo deberá tener puerta abisagrada, chapa cilíndrica suministrado de fábrica con álabe anti vandalismo y montaje en chasis con cubre equipo aislante, puerta interior abatible de material aislante rígido de 4 mm de espesor. IP 65 según norma IEC 529; con una aplicación de revestimiento de poliéster texturado de 60 mm de espesor, equipados en la puerta con una junta de estanqueidad de poliuretano expandido sellado de una sola pieza y sin uniones.

c) Planimetría

La planimetría del proyecto se deberá presentar, sin incluir detalles constructivos. En particular, se solicita como mínimo:

- Plano del proyecto de riego, indicando emplazamiento y dimensiones de tuberías, estanques, bombas y lo señalado en el punto 3.2 y 4.2 Identificación del área de riego, señalado en el Manual técnico de presentación de obras de tecnificación y los Manuales técnicos de obras civiles de: acumulación, de conducción y de arte, respectivamente.
- Plano del proyecto fotovoltaico, indicando ubicación y dimensiones de campo fotovoltaico, canalización, y emplazamiento de caseta de control.

d) Especificaciones Técnicas

Se deberá adjuntar hojas de datos y certificaciones de los siguientes equipos como mínimo:

- Bombas de riego.
- Paneles Fotovoltaicos.
- Inversor de potencia (de ser necesario).
- Baterías (de ser necesario).
- Regulador de carga (de ser necesario).

e) Presupuesto

Se incorporó un presupuesto detallado, adjuntando cotizaciones, de los siguientes equipos e ítems como mínimo:

- Bombas de riego.
- Paneles Fotovoltaicos.
- Inversor de potencia (de ser necesario).
- Baterías (de ser necesario).
- Regulador de carga (de ser necesario).

- Equipos eléctricos (conductores, ductos, protecciones, tableros, malla a tierra, etc.).
- Obras civiles de riego (estanques, cañerías, etc.) y eléctrica (caseta de control y protecciones).

f) Especificaciones de Seguridad

En el diseño del proyecto deberá incluir todos los elementos de seguridad que minimicen el riesgo de daño o accidente a las personas e instalaciones durante la construcción y operación del proyecto fotovoltaico.

6. CARPETAS DE PROYECTOS

6.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presentan los contenidos de las carpetas de documentación legal y diseño de los proyectos seleccionados en cada una de las regiones consideradas en el estudio.

6.2. ANTECEDENTES LEGALES

6.2.1. Aspectos Generales

Como se señala en los términos de referencia del estudio, los proyectos diseñados deberán contener todos los antecedentes administrativos necesarios que sirvan de base para la presentación a los distintos mecanismos que el Estado dispone para fomentar la pequeña agricultura (Ley 18.450, INDAP, Gobierno Regional, etc.).

Por ello se debe abordar la factibilidad no sólo técnica sino también legal para la ejecución de los proyectos seleccionados, es decir, que los agricultores cuenten con la documentación específica solicitada por la Ley 18.450.

En el sistema de sistema de postulación electrónico de la Ley 18.450, la información legal y administrativa debe clasificarse tal como se muestra en el Cuadro 6.2.1-1. La necesidad de incorporar cada antecedente varía dependiendo del tipo de proyecto, las características del postulante y del régimen de propiedad del predio y el agua.

**CUADRO 6.2.1-1
ANTECEDENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVOS
REQUERIDOS**

Nombre de Documentos
AL 1 Formulario de postulación
AL-3.3 Certificado INDAP
AL-7 Acta Constitución Comunidad No Organizada (incluye poder representante y estado de tramitación)
AL-7.1 Estado de avance ante la DGA
AL-8 Acta Asamblea Org. de usuarios constituida, (incluye estatutos)
AL-9 Listado de beneficiarios organizaciones de usuarios
AL-19 Autorización arrendatarios
AL-20 Carta de Retiro
AL-25 RUT solicitante
AL-26 RUT representante
AL-27 Poder representante
AL-28 Acreditación predios
AL-29 Acreditación de Derechos de Agua

**CUADRO 6.2.1-1
ANTECEDENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVOS
REQUERIDOS**

Nombre de Documentos
AL-30 Certificado del Registro Público de Derechos de Aprovechamiento
AL-31 Certificado inscripción registro DGA de Organizaciones de Usuarios
AL-32 Certificado Consultor MOP
AL-33 Servidumbres
AL-34 Permisos y autorizaciones (incluye medioambientales)
AL-35 Constitución Sociedades y documentos relacionados (8.1.2.b)
AL-38 Certificado de avalúo del SII
AL-39 Certificado Art. 19º del Reglamento
AL-40 Certificado de Art. 4º de la Ley N° 18.450
AL-41 Cambio consultor
AL-42 Acreditación de calidad de beneficiario
AL-43 Declaración de proyecto colectivo

Fuente: Sistema Electrónico de Postulación Ley 18.450.

6.2.2. Metodología

La recopilación de la documentación necesaria para la presentación de los proyectos, se ha dividido en tres etapas:

- **Elaboración del listado de documentos a solicitar.** Se consideró lo señalado por los documentos de la Comisión Nacional de Riego: Bases 23-2014 Tecnificación y acumulación Pequeños y Medianos Zona Centro Sur y Bases 03-2015 Tecnificación Pequeños y Medianos Zona Centro, antecedentes con los cuales se elaboró un instructivo de documentación necesaria a presentar dependiendo de los distintos tipos de tenencia del predio y el agua existentes. (Anexo 6-1).
- **Entrega del listado de antecedentes requeridos.** Una vez seleccionados los beneficiarios, se les comunicó telefónicamente de ello y se les consultó si contaban con dirección (electrónica o postal) para el envío del listado de documentos a recopilar. Además, se tomó contacto con las correspondientes oficinas de PRODESAL, a quienes se solicitó la posibilidad de contar con copias de este listado ante los requerimientos de algunos usuarios de poder retirarlo en sus oficinas. En aquellos casos en que no se contó con la colaboración de PRODESAL o PADIS, la entrega de este instructivo. Finalmente, en la visita técnica se hizo entrega directa del instructivo a los beneficiarios, se revisaron los antecedentes con que ya cuenta el beneficiario y se aclararon las dudas que se presentaron.
- **Recolección de la documentación solicitada.** La documentación disponible de cada beneficiario se obtuvo de tres formas: a) directamente en la visita técnica, b) Desde la oficina de PRODESAL-PADIS respectiva,

bajo autorización del agricultor y c) envío por correo electrónico o convencional.

6.2.3. Resultados

Tal como se acordó con la CNR, en esta etapa la información legal recopilada corresponde a la que posee respaldada de forma inmediata el agricultor. Esto debido a que algunos de los documentos requeridos tienen una vigencia inferior al plazo para el término de la consultoría, por lo que se ha decidido evitar que el agricultor incurra en un gasto innecesario y solicitar la información definitiva en etapas posteriores del estudio. No obstante lo anterior, se realizó una verificación de los antecedentes básicos de viabilidad para participar en los concursos de la ley de riego, en particular con la propiedad de la tierra y el agua, además de obtener los datos necesarios para realizar el diseño agronómico e hidráulico.

Es así como actualmente se dispone de variada información legal de los agricultores, pero que en la mayoría de los casos impide conformar la carpeta legal completa del proyecto. Por ello, para esta etapa se ha decidido presentar solo la información legal de los proyectos que cuentan con los antecedentes técnicos respectivos (carpeta técnica). Estos proyectos se adjuntan en el Anexo 6-2 para la Región de Coquimbo y en el Anexo 6-3 en el caso de la Región de Valparaíso.

Junto con la orientación telefónica entregada a los beneficiarios, durante cada una de las visitas técnicas realizadas se hizo entrega del instructivo de documentación legal.

6.3. DISEÑO DE PROYECTOS

6.3.1. Aspectos Generales

Los resultados de los trabajos de terreno y el diseño estructural, hidráulico y agronómico de los proyectos se presenta en las carpetas técnicas de los mismos. Estas carpetas son, junto con los antecedentes legales, el insumo para la postulación a futuros programas y concursos de fomento al riego y drenaje.

En forma análoga a la documentación legal, la información técnica requerida por los proyectos se encuentra clasificada en una serie de anexos, los que son ingresados en el sistema de postulación electrónico de la Ley 18.450 (Cuadro 6.3.1-1).

**CUADRO 6.3.1-1
ANEXOS TÉCNICOS REQUERIDOS**

Nombre Anexo
Anexo 8.1 Plano de ubicación del proyecto
Anexo 8.2 Identificación del área de riego
Anexo 8.4 Análisis hidrológico
Anexo 8.4.2 Pruebas de bombeo
Anexo 8.5 Diseño y cálculos hidráulicos
Anexo 8.6 Estudios y diseños complementarios
Anexo 8.8 Especificaciones técnicas de construcción e instalación
Anexo 8.9 Cubicaciones
Anexo 8.10.1 Presupuesto detallado de obras y Análisis de Precios Unitarios
Anexo 8.10.2 Presupuesto detallado electrificación
Anexo 8.10.4 Cotizaciones
Anexo 8.10.5 Declaración No Contribuyente IVA
Anexo 8.11 Certificado Corfo (PIR)
Anexo 8.12.1.1 Planos Proyectos Tecnificación
Anexo 8.12.1.2 Planos Obras Civiles proyecto de tecnificación (caseta, electrificación, embalse, etc.)
Anexo 8.13.1 Memoria de cálculo de superficies
Anexo 8.13.2 Estudio de suelo - Informe de asimilación

Fuente: Sistema Electrónico de Postulación Ley 18.450.

6.3.2. Metodología

La metodología utilizada se encuentra descrita en forma detallada en los Manuales, Instructivos y Documentos Técnicos disponibles por la CNR y actualizados cada año para tecnificación, obras civiles, acumulación, conducción, drenaje, ERNC y obras de arte. Este material bibliográfico presenta los pasos y resultados esperados para cada aspecto de un proyecto, dejando en algunos casos la opción de utilizar otros métodos cuando existan particularidades que lo ameriten y sean plenamente justificados.

Para el presente estudio se han utilizado los Manuales Técnicos de Tecnificación 2015 y ERNC 2014, Instructivos Técnicos de Tecnificación ITT 2015 y Documentos técnicos DT 2015 (Cuadros 6.3.2-1 y 6.3.2-2).

**CUADRO 6.3.2-1
INSTRUCTIVOS TÉCNICOS DE TECNIFICACIÓN ITT 2015**

Instructivo Técnico
ITT-01 Disponibilidad de Aguas de Proyectos de Tecnificación
ITT-02 Cálculo de Superficies Tecnificación
ITT-03 Diseño de Obras de Tecnificación
ITT-04 Presupuesto para Obras de Tecnificación

Fuente: CNR (2015)

CUADRO 6.3.2-2
DOCUMENTOS TÉCNICOS DT 2015

Documentos Técnicos (DT)
DT-01 Caudales 85% de seguridad
DT-02 Estaciones fluviométricas SIIR (ex AT-08)
DT-03 Pautas para estudios de suelo (ex AT-07)
DT-04 Pauta para cálculo de eficiencia ponderada (ex AT-11)
DT-05 Rangos de valores de Kc (ex AT-13)
DT-06 Especificaciones técnicas generales y especiales
DT-09 Proyectos eléctricos
DT-11 Ejemplos prácticos civiles de cálculo de superficies
DT-12 Ejemplos prácticos tecnificación de cálculo de superficies
DT-13 Ejemplos prácticos cálculo de superficies de drenaje
DT-14 Análisis de Precios Unitarios de Drenaje
DT-15 Guía metodológica de evaluación social de proyectos
DT-16 Diagnóstico perfil agroeconómico mediante estándares de producción
DT-18 Precios Unitarios Mínimos y Máximos para todo el país
DT-19 Requisitos Técnicos Informe Asimilación
DT-20 Manual de especificaciones técnicas de buenas prácticas de manejo de suelos en laderas.

Fuente: CNR (2015)

6.3.3. Resultados

Tal como se mencionó anteriormente, las carpetas de los proyectos diseñados se entregan en los Anexos 6-2 y 6-3 para las regiones de Coquimbo y Valparaíso, respectivamente. Además, en los Anexos 6-4 y 6-5 se presentan las fichas resúmenes con la información esencial de cada proyecto.

Además, en el Anexo 6-6 se entrega una base de datos para la construcción del Sistema de Información Geográfica (SIG) con la distribución de los proyectos y las principales características.

7. PROYECTOS PILOTOS

7.1. INTRODUCCIÓN

En el presente acápite se presentan los diseños de los dos proyectos pilotos de las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

Los principales criterios para la selección de los proyectos, resultantes de las visitas a terreno y las recomendaciones de los técnicos PRODESAL, fueron los siguientes:

- Representatividad con respecto al tipo de proyectos de la región.
- Capacidad de aprovechamiento productivo efectivo del proyecto por parte del agricultor.
- Continuidad y perdurabilidad del proyecto en el tiempo.
- Disposición del agricultor para presentar el proyecto como parcela demostrativa luego de finalizado el presente estudio.
- Posibilidad de identificar diferencias productivas y de manejo técnico claras entre las Situaciones Sin y Con Proyecto.
- Accesibilidad del predio para la realización de visitas.

7.2. REGION DE COQUIMBO

Se diseñó el proyecto piloto del Sr. Enrique Tapia León (Canela 07), agricultor de 66 años, usuario de PRODESAL perteneciente al segmento 1, cuyo predio tiene una superficie de 4,6 ha y se encuentra ubicado en la localidad de El Durazno en la Comuna de Canela. Actualmente el agricultor cultiva 1,5 ha de superficie con tomates, porotos y sandías en invernaderos y tiene una pequeña plantación de nogales. Aunque cuenta con agua de riego, proveniente de una noria inscrita a nombre de la Comunidad Agrícola de Canela Alta, este es insuficiente.

El proyecto comprende el suministro de una impulsión con una bomba solar, desde un pozo al interior de la propiedad hasta un estanque australiano existente, teniendo como fuente de agua el pozo antes mencionado a interior del predio.

El tranque australiano existente, de una capacidad de alrededor de 42 m³, es abastecido a partir de un pozo tipo noria ubicado dentro del mismo predio, el cual entrega agua a través de una motobomba eléctrica propia del usuario, la cual es capaz de entregar agua al estanque durante 1 hora, teniendo un periodo de recarga de la noria de 6 horas.

Con la disponibilidad de agua descrita anteriormente, el agricultor abastece 5 invernaderos de 100 m² cada uno, en los cuales se cultivan principalmente tomates, destinados a su comercialización en ferias locales, provinciales e incluso en cadenas de supermercados. Además posee poco menos de 1 ha de nogales de dos años de edad, los cuales poseen un sistema de riego por goteo, artesanal y altamente deteriorado, el cual cumple con abastecer el mínimo de suministro hídrico necesario para la sobrevivencia de este cultivo. La Figura 7.2-1 muestra imágenes de la visita.

En el Anexo 6-4 se presentó anteriormente la carpeta técnica y legal del proyecto.

**FIGURA 7.2-1
VISITA A TERRENO PROYECTO CANELA 07**



FIGURA 7.2-1
VISITA A TERRENO PROYECTO CANELA 07



Fuente: Equipo Consultor.

7.3. REGION DE VALPARAÍSO

Este proyecto piloto pertenece al Sr. José Miguel Suarez Bruna (Catemu 30), usuario de PRODESAL perteneciente al segmento 1, propietario de un predio de 5 ha ubicado en la comuna de Catemu, específicamente en la localidad de Santa Rosa. Se cuenta con derechos de aprovechamientos de agua inscritos a su nombre en el Canal Pepino. Actualmente cultiva almendros y alfalfa, utilizando 1,5 ha de la propiedad.

Debido a las dificultades de abastecer de buena forma los cultivos que se encuentran sobre la cota del canal, se proyecta un sistema de riego por goteo, abastecido con una bombeo solar (no posee electricidad en el predio) desde un tranque existente en el predio para una superficie de 0,44 ha de sus almendros. La Figura 7.3-1 muestra imágenes de la visita.

En el Anexo 6-5 se presentó anteriormente la carpeta técnica y legal del proyecto.

FIGURA 7.3-1
VISITA A TERRENO PROYECTO CATEMU 30



FIGURA 7.3-1
VISITA A TERRENO PROYECTO CATEMU 30



Fuente: Equipo Consultor.

8. PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y SEGUIMIENTO

8.1. INTRODUCCIÓN

En concordancia con lo solicitado en los términos de referencia, en el presente capítulo se exponen los principales alcances del Programa de Transferencia Tecnológica y Seguimiento para la operación, mantención y reparación de las obras.

8.2. NECESIDADES DE TRANSFERENCIA Y SEGUIMIENTO

8.2.1. Necesidades de los agricultores

Durante las campañas en terreno y el proceso de diseño de cada proyecto el Consultor mantuvo un contacto permanente con los agricultores, identificando y registrando los principales requerimientos técnicos y dudas con respecto a los proyectos propuestos.

De manera general, las necesidades de transferencia tecnológica identificadas para los equipos PRODESAL y los agricultores, en términos de las temáticas a tratar, son las siguientes:

- Conocer los distintos sistemas de riego y metodologías de riego tecnificado.
- Conocer las actividades necesarias para un uso eficiente de los sistemas de riego tecnificado. En este sentido cobra especial relevancia el comprender conceptos tales como tiempo de riego y demandas de agua de los cultivos en distintos periodos de desarrollo, junto con los factores que los determinan.
- Mantención de los sistemas de riego para optimizar su funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos
- Conocer y valorar las potencialidades y limitaciones del uso de Energías Renovables No Convencional (ERNC) en proyectos de riego.

Si bien los agricultores identifican y tienen conocimientos generales acerca de los tipos de sistemas de riego localizados, requieren una capacitación técnica sobre el reconocimiento, operación y mantención de los elementos involucrados. En términos prácticos, las principales dudas o inquietudes de los agricultores se centraron en los siguientes tópicos, los que fueron abordados en el instructivo presente en el Anexo 8-1:

- Tiempo de riego de los cultivos
- Caudales a aplicar según temporada
- Regulación de las presiones del sistema

- Mantenimiento de los equipos, especialmente con respecto a la limpieza de filtros, tuberías y líneas de riego
- Operación de los sistemas fotovoltaicos
- Limpieza de otros elementos, tales como los paneles fotovoltaicos y bombas

8.2.2. Necesidades de los Agentes de Transferencia

Al igual que en el caso de los agricultores, durante el estudio se mantuvo un contacto permanente con los equipos de PRODESAL que colaboraron en la identificación de proyectos en cada comuna. Dado su rol en las zonas beneficiadas y su relación con los agricultores, se identificaron los principales ámbitos en los que podrían existir falencias para asesorar a los usuarios con respecto a la agricultura de riego y, en específico, la operación y mantención de los sistemas de riego localizados.

Dado lo anterior, es clave que exista una capacitación técnica continua en temas relacionados con la agricultura de riego, con énfasis en la determinación de soluciones técnicas ajustadas a la realidad de cada usuario que atiende y en la operación y programación eficiente de los sistemas. De esta forma, el profesional podrá elaborar recomendaciones tanto productivas (que ya realizan) como de riego propiamente tal, que ayuden de forma integral a los agricultores que atiende.

Para el seguimiento de la operación de los sistemas de riego por parte de PRODESAL y CNR, es necesario considerar:

- Generar un mecanismo, que puede ser a través de un convenio con el PRODESAL respectivo, para el monitoreo sistemático (mensual o semestral) del estado y buen uso de los equipos de los componentes del proyecto.
- En los contratos establecidos en el concurso de la Ley 18.450 con el constructor, además de cualquier contratista que contemple el proyecto (por ejemplo eléctrico y/o de los equipos fotovoltaicos) se propone exigir que se cumpla con una inducción sobre el funcionamiento de cada componente del sistema instalado.
- En los mismos contratos se propone solicitar un número de revisiones mínimas posteriores a la construcción. Estas deben ser al menos dos veces al año por dos años.
- Programas de transferencias locales llevados a cabo por la CNR a nivel local, preferentemente en convenio con las instituciones ligadas a las labores productivas de los pequeños agricultores, a quienes se encuentra dirigido el presente Estudio, principalmente INDAP y PRODESAL, que les permitan tener conocimiento acerca de las herramientas e iniciativas que dicha entidad ofrece a la pequeña y mediana agricultura. Lo cual permitirá potenciar el rubro e intensificar su grado de productividad y rentabilidad, a través del

acceso a nuevas tecnologías de riego y energías renovables no convencionales (ERNC)

- Información constante sobre líneas de financiamientos para obras o equipos de complemento con proyectos de infraestructura (invernaderos y bodegas), de tipo productivos y con créditos para la compra de insumos agrícolas ad hoc a los sistema de riego tecnificado).

8.3. LÍNEAS DE ACCIÓN

En términos generales, el Programa a aplicar en el presente estudio se compone de los siguientes elementos:

1. La elaboración de un manual sobre operación, mantención y reparación de las obras de riego, dirigido a los profesionales de PRODESAL.
2. Un día de campo en cada uno de los proyectos pilotos, dirigido a los beneficiarios del estudio. Esta actividad se acompaña de la entrega de un instructivo para el uso de las obras de riego.
3. Una Jornada de capacitación sobre operación, mantención y reparación de las obras de riego, dirigida a los profesionales de PRODESAL.

8.4. MANUAL SOBRE OPERACIÓN, MANTENCIÓN Y REPARACIÓN DE OBRAS DE RIEGO

Se elaboró un manual sobre operación, mantención y reparación de las obras de riego propuestas en el presente estudio, el que además aborda algunos conceptos básicos para comprender el origen y objetivo de estos proyectos. Para su confección se utilizó la extensa bibliografía existente, la que incluye manuales elaborados por CNR e INDAP para los mismos fines, entre ellos:

- Centro de Transferencia y Extensión del Palto. Garay L. (Ed). 2011. Sistemas de Riego Localizado. Manual de Mantención y operación de Sistemas de Riego a Presión. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Intihuasi. Ovalle, Chile.
- Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción. Centro del Agua para la Agricultura, Universidad de Concepción (Ed). 2012. Boletín Técnico N°1: Necesidades de Agua de los Cultivos.
- Departamento de Riego. 2010. Manual de Pequeñas Obras de Riego en La Agricultura Campesina. División de Fomento, Instituto de Desarrollo Agropecuario. Santiago, Chile.

- Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 1995. III Curso Interamericano. Diseño de Proyectos de Riego y Drenaje, Tomo I. Comisión Nacional de Riego, Agencia de Cooperación Internacional y Organización de Estados Americanos. Santiago. Chile.
- Ferreyra R. y Sellés G. 2014. Manual de Riego en frutales para enfrentar períodos de escasez. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - La Platina. Santiago, Chile.
- Maldonado I. Isaac (Ed) 2001. Riego y Drenaje. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile.
- Martínez L. 2001. Boletín Técnico N° 65. Manual de Operación y Mantenimiento de Equipos de Riego Presurizado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Intihuasi. Vallenar, Chile.
- Matta R. Contreras J. (Ed) 1998. Instalación, Manejo y Mantenimiento de Sistemas de Riego Presurizados. Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego. Comisión Nacional de Riego y Universidad de Concepción. Chillán. Chile
- Peralta J. y Simpfendorfer C. De Miguel L., Bastidas F., Campillo R. y Avendaño L. (Ed) 2001. Riego por Aspersión. Comisión Nacional de Riego e Instituto de Investigaciones Agropecuarias Carillanca. Temuco, Chile.
- Reckmann O., Vergara J. y Ponce M. 2008. Boletín Técnico INIA N° 80. Manual de Evaluación de Sistemas de Riego Tecnificado. Instituto de Investigaciones Agripecuarias - Rayentué. Valparaíso, Chile.
- Reckmann O. 2000. Pozos Profundos. Programa de Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego. Comisión Nacional de Riego – Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- Tapia F. y Osorio A. Osorio A. y Salinas R. (Ed) 1999. Conceptos sobre Diseño y Manejo de Riego Presurizado. Comisión Nacional de Riego e Instituto de Investigaciones Agropecuarias Intihuasi. La Serena, Chile.

El documento, de 37 páginas de extensión, se presenta adjunto en el Anexo 8-2. En las jornadas de capacitación a los profesionales de PRODESAL se entregarán copias digitales del manual, además de los documentos de referencia que se utilizaron.

Los principales contenidos del manual se resumen en el Cuadro 8.4-1.

**CUADRO 8.4-1
CONTENIDOS MANUAL OPERACIÓN, MANTENCIÓN
Y REPARACIÓN DE LAS OBRAS DE RIEGO**

Acápites	Contenido
1.	PRESENTACIÓN
2.	¿POR QUÉ SE RIEGA?
2.1.	Aspectos generales
2.2.	Factores climáticos que determinan la demanda de agua
2.3.	Necesidades de agua de los cultivos
2.4.	Influencia del suelo en el riego de los cultivos
2.5.	Relación Suelo-Agua-Planta y atmósfera
3.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO
3.1.	Antecedentes generales
3.2.	Sistemas de riego gravitacionales
3.3.	Sistemas de riego presurizados
3.4.	Componentes comunes entre los métodos de riego diseñados
3.5.	Criterios de diseño de un sistema de riego presurizado.
4.	MANEJO Y CONTROL DE RIEGO
4.1.	Programación del riego
5.	MANTENCIÓN Y REPARACIÓN
5.1.	Aspectos Generales
5.2.	Plan de mantención
5.3.	Cálculo de uniformidad de emisores

Fuente: Elaboración propia.

8.5. DÍA DE CAMPO CON AGRICULTORES

8.5.1. Aspectos Generales

El día de campo con los agricultores que son parte del estudio consistió en una visita al proyecto piloto de la región respectiva para realizar una charla in situ de los principales componentes y manejo de los proyectos de riego propuestos en el presente estudio, lo que permitió que los agricultores se interioricen en los aspectos más técnicos del diseño y operación eficiente de las obras, además de ser una instancia para atender consultas y sugerencias.

En particular, la actividad se dividió en:

- Recorrido del proyecto y explicación de sus distintos elementos.
- Aproximación a conceptos sobre operación y programación del sistema de riego con mediciones prácticas de caudal (aforo de emisores) y humedad del suelo (con tensiómetros).

- Descripción de los principales aspectos relacionados con la mantención y reparación de los equipos del proyecto.
- Exposición de las potencialidades del uso de las Energías Renovables No Convencionales en sistema de riego e impulsión-acumulación.
- Entrega de un instructivo para el buen funcionamiento de las obras propuestas (Anexo 8-1).

8.5.2. Desarrollo

Las actividades se realizaron los días **14 de Octubre** en la región de Coquimbo y **19 de Octubre** en la región de Valparaíso, con una duración aproximada de tres horas en ambos casos.

A la visita al proyecto piloto construido en la región de Coquimbo, comuna de Canela, asistieron 22 agricultores, según la distribución que se presenta en el Cuadro 8.5.2-1. En la Figura 8.5.2-1 se presentan fotografías de la actividad, la cual cumplió su objetivo sin contratiempos.

**CUADRO 8.5.2-1
ASISTENCIA DÍA DE CAMPO
REGIÓN DE COQUIMBO**

Comuna	Nº de Asistentes
Canela	7
Ovalle	0
Río Hurtado	15
Salamanca	0
Total	22

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la visita al proyecto piloto construido en la región de Valparaíso, comuna de Catemu, registró una asistencia de 32 agricultores (Cuadro 8.5.2-2). En forma análoga al caso anterior, en la Figura 8.5.2-2 se presentan fotografías de la actividad, la que se desarrolló sin dificultades.

La lista de asistencia y el registro fotográfico completo de cada actividad se presenta en el Anexo 8-3.

FIGURA 8.5.2-1
REGISTRO FOTOGRÁFICO DÍA DE CAMPO
REGIÓN DE COQUIMBO



Fuente: Equipo Consultor.

FIGURA 8.5.2-2
REGISTRO FOTOGRÁFICO DÍA DE CAMPO
REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Equipo Consultor.

CUADRO 8.5.2-2
ASISTENCIA DÍA DE CAMPO
REGIÓN DE VALPARAÍSO

Comuna	Nº de Asistentes
Catemu	15
Hijuelas	6
La Cruz	3
La Ligua	0
Llay Llay	0
Quillota	8
Total	32

Fuente: Elaboración propia.

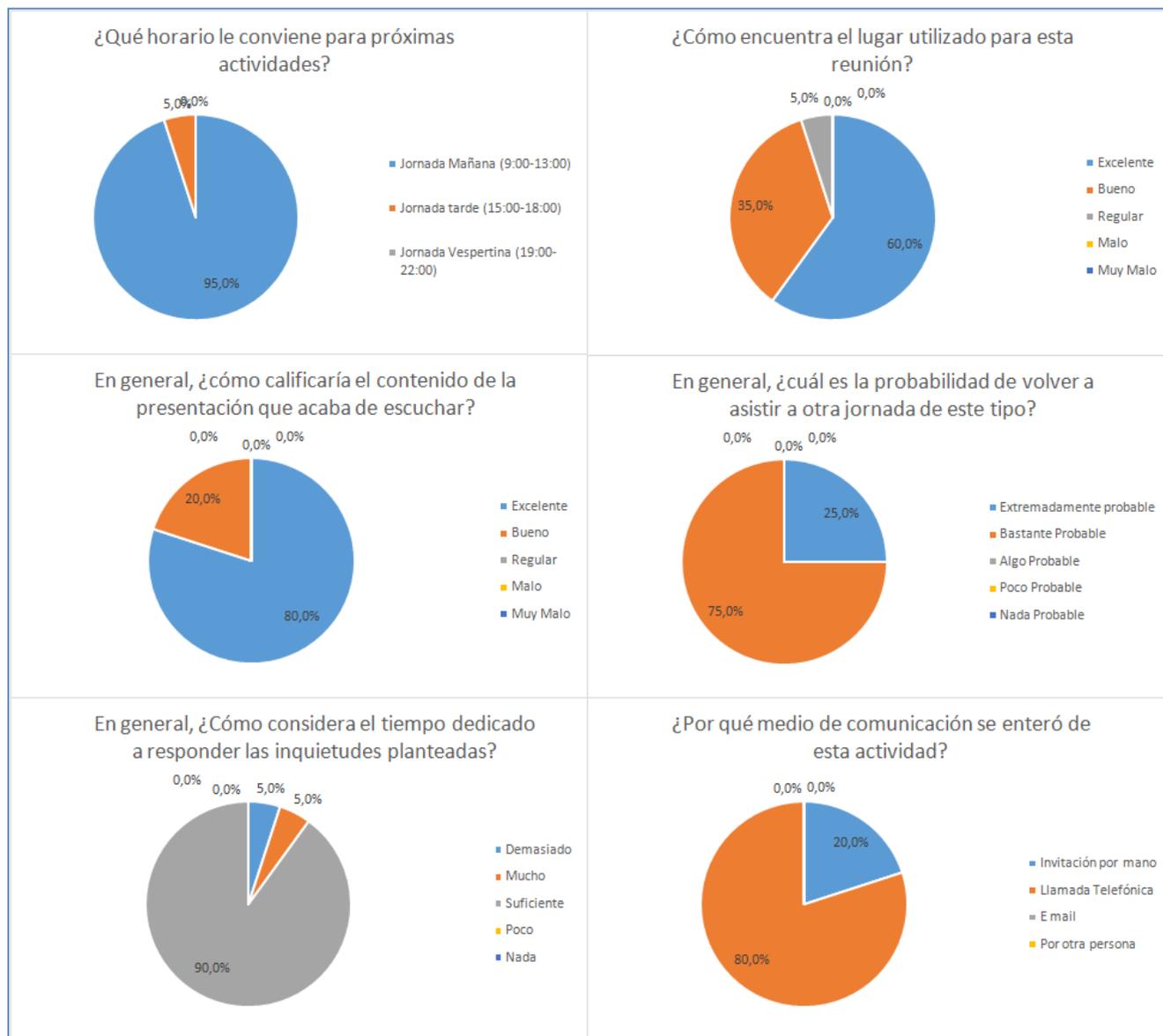
8.5.3. Evaluación

Al finalizar cada actividad, los asistentes respondieron una encuesta de evaluación. Las encuestas respondidas de cada actividad se presentan en el Anexo 8-3.

En la región de Coquimbo 20 asistentes respondieron la encuesta, cuyos resultados se resumen de la siguiente forma (Ver Figura 8.5.3-1):

- La mayoría (95%) declaró como horario de preferencia para la realización de la actividad la jornada de la mañana (09 a 13 horas). El restante prefiere en la tarde (15 a 18 horas).
- El lugar utilizado para realizar la actividad fue valorado positivamente, con un 60% que opinó que era excelente y un 35% que lo consideró bueno.
- En cuanto al contenido de la presentación, el 80% lo consideró excelente. El restante 20% opinó que era bueno.
- Frente a la pregunta ¿cuál es la probabilidad de volver a asistir a otra jornada de este tipo?, el 75% manifestó que sería bastante probable y el 25% que extremadamente probable.
- El 90% de los asistentes consideró que el tiempo dedicado a responder las inquietudes planteadas fue suficiente, mientras que el restante opinó que era mucho (5%) o demasiado (5%).
- Finalmente, el medio de difusión más efectivo para convocar a la actividad, fue el llamado telefónico (80%), seguido por la invitación distribuida por mano (20%).

FIGURA 8.5.3-1
RESULTADOS EVALUACIÓN DÍA DE CAMPO
REGIÓN DE COQUIMBO

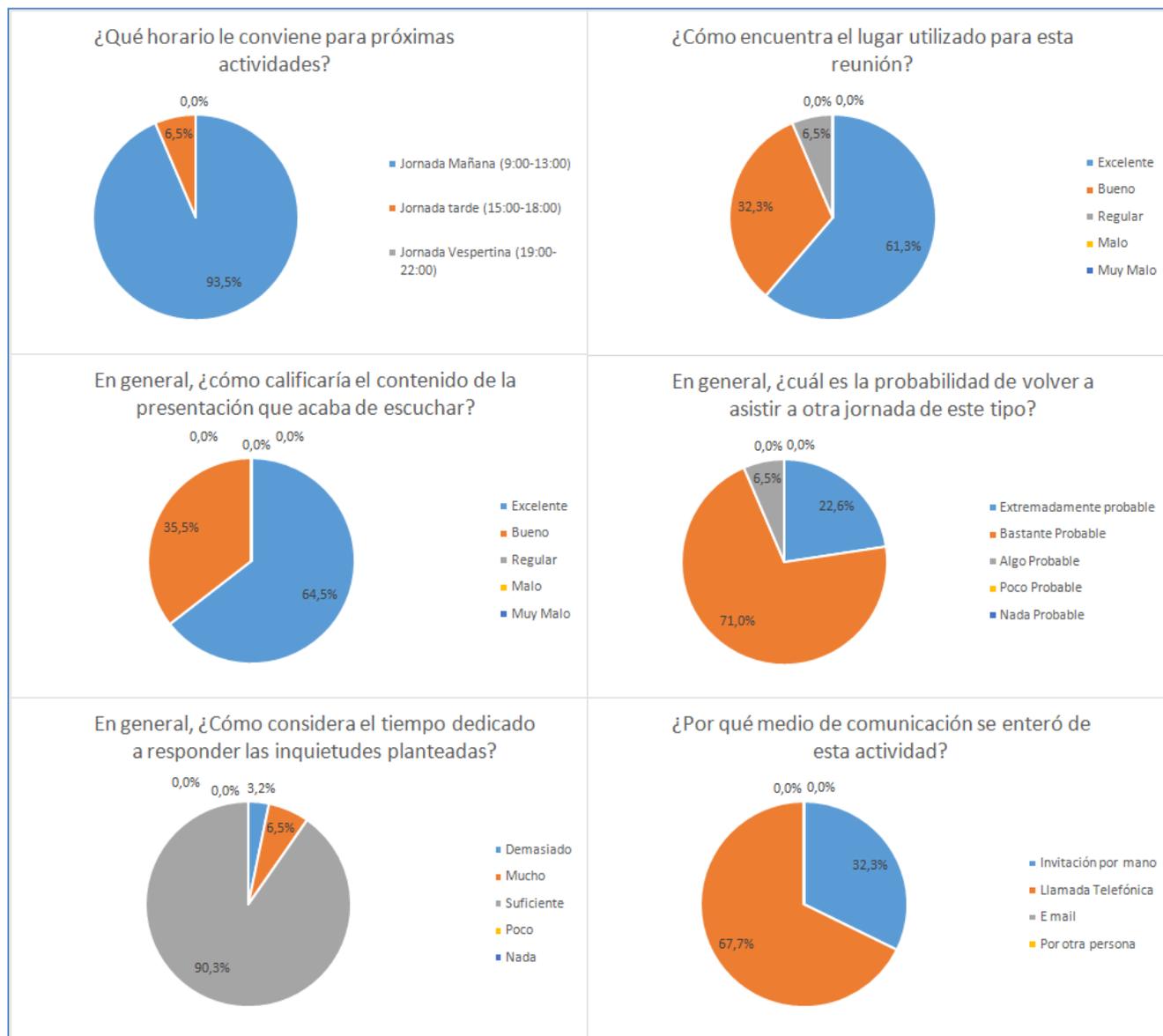


Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en la región de Valparaíso 31 asistentes respondieron la encuesta, resumiéndose los resultados de la siguiente forma (Ver Figura 8.5.3-2):

- La mayoría (93,5%) declaró como horario de preferencia para la realización de la actividad la jornada de la mañana (09 a 13 horas). El restante prefiere en la tarde (15 a 18 horas).
- El lugar utilizado para realizar la actividad fue valorado positivamente, con un 61,3% que opinó que era excelente y un 32,3% que lo consideró bueno.

FIGURA 8.5.3-2
RESULTADOS EVALUACIÓN DÍA DE CAMPO
REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Elaboración propia.

- En cuanto al contenido de la presentación, el 64,5% lo consideró excelente. El restante 35,5% opinó que era bueno.
- Frente a la pregunta ¿cuál es la probabilidad de volver a asistir a otra jornada de este tipo?, el 71% manifestó que sería bastante probable y el 22,6% que extremadamente probable.
- El 93,5% de los asistentes consideró que el tiempo dedicado a responder las inquietudes planteadas fue suficiente, mientras que el 6,5% restante opinó que era mucho.

- Finalmente, el medio de difusión más efectivo para convocar a la actividad, fue el llamado telefónico (67,7%), seguido por la invitación distribuida por mano (32,3%).

8.6. JORNADA DE CAPACITACIÓN PARA PROFESIONALES DE PRODESAL

8.6.1. Aspectos Generales

Esta actividad dirigida a los agentes de PRODESAL (profesionales y técnicos del área agrícola) de las comunas involucradas en el presente estudio tuvo como objetivo principal conocer los principales aspectos relacionados con la operación, mantención y reparación de las obras proyectadas.

Los aspectos principales tratados, los que profundizan en el Cuadro 8.6.1-1, fueron los siguientes:

- Las principales características que dan origen a la agricultura de riego, entre ellas las relaciones entre el suelo, el agua, la planta y la atmosfera y factores que influyen en las demandas de agua de los cultivos, además de los principales sistemas y métodos de riego existentes.
- Los componentes de las obras de microproyectos y los criterios de diseño agronómicos, hidráulicos y estructurales involucrados.
- Los principales criterios contemplados en la programación y control del riego de cultivos durante todo el período de desarrollo.
- Los conceptos aprendidos desde un punto de vista práctico en terreno.

Los temas están organizados en cuatro módulos de exposición en sala y una sesión en la unidad demostrativa respectiva, con un total de 8 horas cronológicas.

La metodología fue de tipo activo-participativa, que reconoce y valora la experiencia y conocimientos previos de los asistentes. En relación a lo anterior, se fomentó la presentación de aspectos prácticos, que se soportan en los conceptos teóricos para realzar la ejemplificación de casos reales.

**CUADRO 8.6.1-1
PROGRAMA CAPACITACIÓN PROFESIONALES PRODESAL**

Modulo		Temas	Duración
Día 1			
1	Presentación y Aspectos Generales	a) Agricultura, clima y disponibilidad de recursos hídricos b) Agricultura de riego, una tecnología compleja (riego localizado de alta frecuencia, estado hídrico de la planta, calidad y productividad, agricultura de precisión, programación de riego, déficit hídrico controlado) c) Relaciones Suelo – Agua – Planta –Atmósfera. Concepto y factores que afectan el fenómeno. d) Evapotranspiración: Variación de la evapotranspiración durante el período del cultivo, ET potencial, ET real, coeficientes de cultivo, evaporación de bandeja. e) Sistemas y métodos de riego existentes. Principios, eficiencias y campo de aplicación.	9:30 a 10:15 (45 minutos)
Coffee Break			
2	Características y Componentes de los Microproyectos	a) Descripción General de los tipos de microproyectos. b) Componentes de las tipologías de microproyectos diseñados: Captación, conducción, impulsión, acumulación, presurización y energización. c) Criterios de diseño agronómico en sistemas de riego gravitacionales y localizados. d) Criterios de diseño hidráulicos: Capacidad de las fuentes, altura dinámica, pérdidas y determinación del punto de funcionamiento. e) Criterios estructurales. f) Construcción e instalación de obras g) Energización con sistemas fotovoltaicos: Sistemas solares y on grid, características, dimensionamiento e instalación.	10:30 a 12:30 (120 minutos)
Almuerzo			
3	Programación y Control del Riego	a) Programación del riego: Determinación de la ET diaria, determinación de la frecuencia y del tiempo de riego. b) Control del riego: medición de la humedad del suelo a través de calicatas, tensiómetros, apreciación visual. c) Fetirrigación.	13:30 a 14:30 (60 minutos)
Coffee Break			
4	Mantenimiento y Reparación de Microproyectos	a) Problemas más frecuentes en los microproyectos. b) Organización de las mantenciones y reparaciones. c) Limpieza de matrices primarias, secundarias y laterales. d) Limpieza de goteros según tipo de obturación (Solución ácida, cloraciones y H ₂ O ₂ principalmente). Además de control de agentes obturadores en acumuladores de agua e) Revisión de descarga de goteros, cálculo de uniformidad del riego. f) Revisión de y mantención bombas, manómetros, filtros, válvulas. g) Mantención sistemas fotovoltaicos.	14:45 a 15:45 (60 minutos)
Traslado a Proyecto Piloto			
5	Taller Práctico en Proyecto Piloto	a) Repaso de los conceptos aprendidos en la sesiones anteriores. b) Inspección de las obras instaladas. c) Aforo de emisores. d) Medición de presión.	16:30 a 18:30 (120 minutos)

Fuente: Elaboración propia.

8.6.2. Desarrollo

La fecha de realización de esta actividad será el **13 de Octubre** en la comuna de Canela (región de Coquimbo) y el **18 de Octubre** en la comuna de Catemu (región de Valparaíso).

En el caso de la región de Coquimbo asistieron 6 agentes de PRODESAL, 4 de la comuna de Canela y 2 de Salamanca. En la Figura 8.6.2-1 se presentan fotografías del desarrollo de la actividad.

**FIGURA 8.6.2-1
REGISTRO FOTOGRÁFICO JORNADA DE TRANSFERENCIA
REGIÓN DE COQUIMBO**



Fuente: Equipo Consultor.

Por su parte, en la región de Valparaíso se registró una asistencia de 19 agentes PRODESAL, 5 de la comuna de Catemu, 2 de Hijuelas, 3 de La Ligua, 4 de Llay Llay y 5 de Quillota. En forma análoga al caso anterior, en la Figura 8.6.2-2 se presentan fotografías de la actividad, la que se desarrolló sin dificultades.

FIGURA 8.6.2-2
REGISTRO FOTOGRÁFICO JORNADA DE TRANSFERENCIA
REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Equipo Consultor.

La lista de asistencia, la presentación y el registro fotográfico completo de cada actividad se presenta en el Anexo 8-4.

8.6.3. Evaluación

Al finalizar cada actividad, los asistentes respondieron una encuesta de evaluación. Las encuestas respondidas de cada actividad se presentan en el Anexo 8-4.

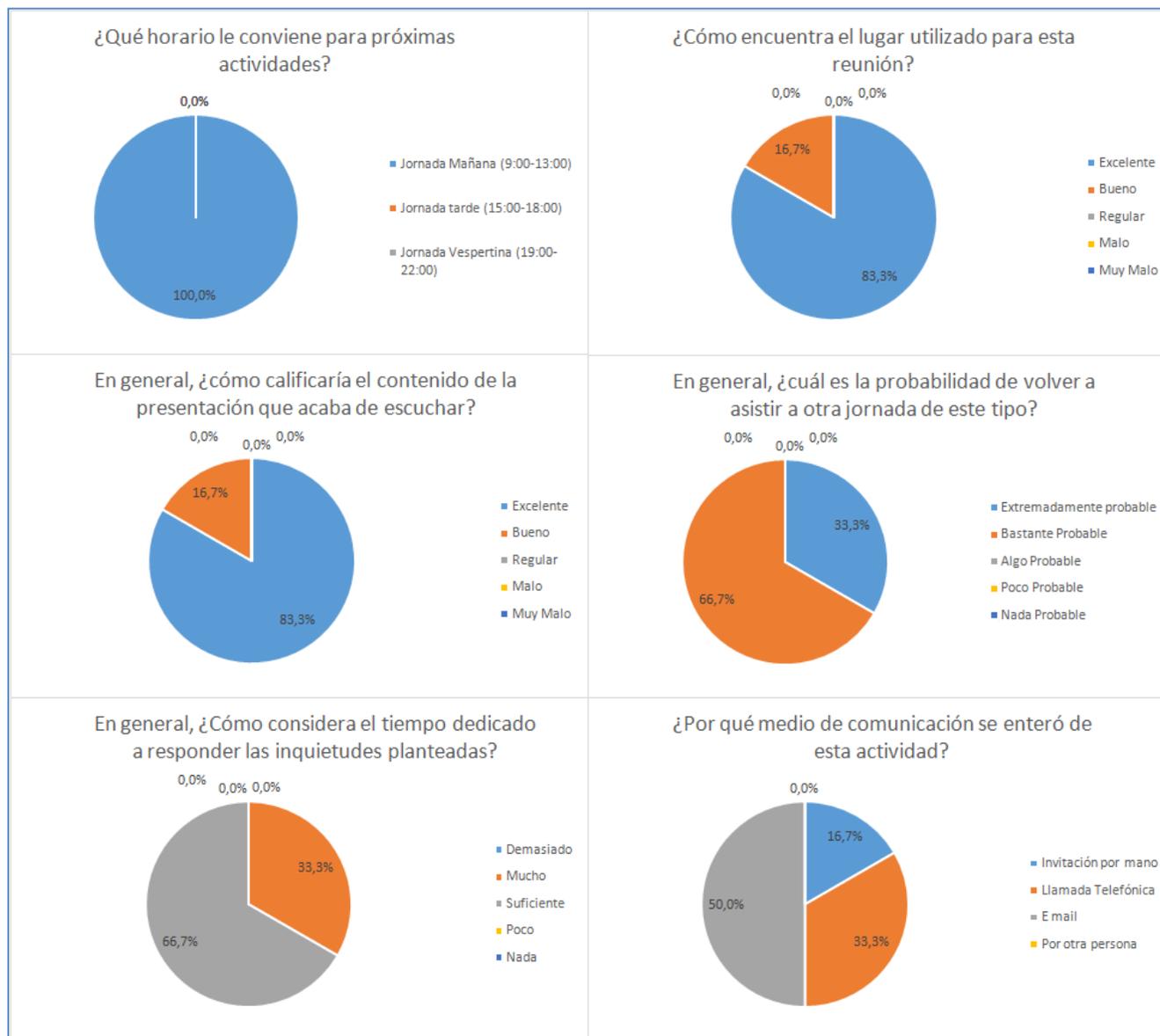
En la región de Coquimbo los 6 asistentes respondieron la encuesta, cuyos resultados se resumen de la siguiente forma (Ver Figura 8.6.3-1):

- El 100% de los asistentes declaró como horario de preferencia para la realización de la actividad la jornada de la mañana (09 a 13 horas).
- El lugar utilizado para realizar la actividad fue valorado positivamente, con un 83,3% que opinó que era excelente y un 16,7% que lo consideró bueno.
- En cuanto al contenido de la presentación, el 83,3% lo consideró excelente. El restante 16,7% opinó que era bueno.
- Frente a la pregunta ¿cuál es la probabilidad de volver a asistir a otra jornada de este tipo?, el 66,7% manifestó que sería bastante probable y el 33,3% que extremadamente probable.
- El 66,7% de los asistentes consideró que el tiempo dedicado a responder las inquietudes planteadas fue suficiente, mientras que el 33,3% restante opinó que era mucho.
- Finalmente, el medio de difusión más efectivo para convocar a la actividad, fue el correo electrónico (50%), luego el llamado telefónico (33,3%) y la invitación distribuida por mano (16,7%).

Por su parte, en la región de Valparaíso 15 asistentes respondieron la encuesta, resumiéndose los resultados de la siguiente forma (Ver Figura 8.6.3-2):

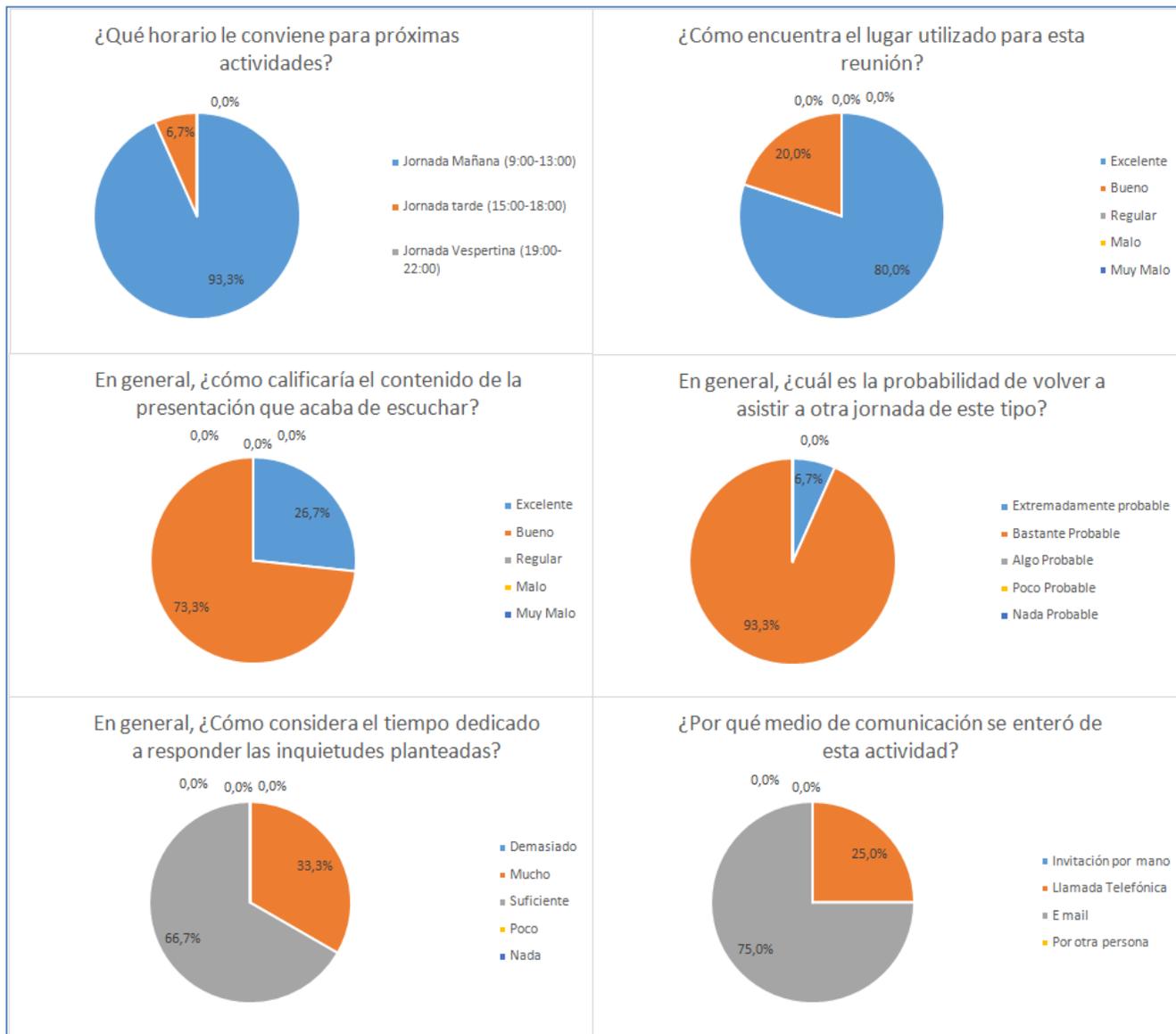
- La mayoría (93,3%) declaró como horario de preferencia para la realización de la actividad la jornada de la mañana (09 a 13 horas). El restante prefiere en la tarde (15 a 18 horas).
- El lugar utilizado para realizar la actividad fue valorado positivamente, con un 80% que opinó que era excelente y un 20% que lo consideró bueno.
- En cuanto al contenido de la presentación, el 73,3% lo consideró bueno. El restante 26,7% opinó que era excelente.
- Frente a la pregunta ¿cuál es la probabilidad de volver a asistir a otra jornada de este tipo?, el 93,3% manifestó que sería bastante probable y el 6,7% que extremadamente probable.
- El 66,7% de los asistentes consideró que el tiempo dedicado a responder las inquietudes planteadas fue suficiente, mientras que el 33,3% restante opinó que era mucho.
- Finalmente, el medio de difusión más efectivo para convocar a la actividad, fue el correo electrónico (75%), seguido por el llamado telefónico (ambas con 25%).

FIGURA 8.6.3-1
RESULTADOS EVALUACIÓN JORNADA DE TRANSFERENCIA
REGIÓN DE COQUIMBO



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 8.6.3-2
RESULTADOS EVALUACIÓN JORNADA DE TRANSFERENCIA
REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Elaboración propia.

INSTRUCTIVO PARA OPERACIÓN, MANTENCIÓN DE OBRAS DE RIEGO

1. SISTEMAS DE ACUMULACIÓN DE AGUA

1.1. OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN DE AGUA

Si su proyecto considera acumulación de agua para riego, tendrá incorporado uno de estos cuatro tipos de sistemas:

- **Acumulación en Estanques Rígidos.** Estos estanques se utilizó para proyectos de cosecha de aguas lluvias desde un techo acondicionado. En este caso, se deben mantener las canaletas limpias, para permitir el flujo del agua sin problemas y que no haya acumulación de basura dentro del estanque que pudiera tapar tuberías o dañar los emisores del sistema de riego.
- **Acumulación en Estanques tipo Tarpulín.** En este tipo de estanque flexible el sistema de llenado funciona manualmente, por lo tanto, la bomba se debe encender y apagar, y las válvulas se deben abrir y cerrar cada vez que sea necesario iniciar o detener el proceso de llenado, respectivamente.

Las bombas que extraen agua desde un pozo, noria o vertiente que pueda agotarse en el bombeo tienen un sistema de corte automático, para evitar que se estropeen. La bomba vuelve a funcionar una vez que se rellena la fuente, por lo tanto, si ya no es necesario seguir impulsando agua, la bomba se debe apagar. En caso que la bomba falle, se debe contactar con el servicio técnico del proveedor.

- **Acumulación en Tranques Enterrados, Revestidos con Geomembrana HDPE.** Al igual que en el caso anterior, el sistema de llenado funciona manualmente, por lo tanto, cuando se trata de impulsiones, la bomba se debe encender y apagar cada vez que sea necesario. En los casos que el llenado de los tranques se realiza desde un canal, el proceso de llenado ocurre por gravedad, mediante una obra de entrega que lo conecta con el canal. Dicha obra tiene una compuerta de acero, que se debe abrir y/o cerrar también manualmente cada vez que sea necesario.
- **Acumulación en Decantadores.** El llenado de los decantadores, al igual que en los tranques, se efectúa por gravedad, a través de una compuerta de acero, que debe ser abierta y cerrada manualmente. La sección que genera el decantado debe ser limpiada periódicamente, para quitar los sedimentos acumulados.

Se recomienda la limpieza general sistema de impulsión y acumulación, a lo menos una vez por temporada, de acuerdo a las recomendaciones presentadas en los Cuadros 1 y 2.

2. SISTEMA DE RIEGO

Si el proyecto o sistema considera riego tecnificado, tendrá incorporado uno de estos cuatro sistemas de riego presurizado: goteo, cintas, microaspersión y aspersion.

2.1.1. Operación del Sistema de Riego

Si bien, el diseño de su sistema de riego localizado; goteo, cinta o microaspersión), se efectuó considerando la reposición diaria de agua de las plantas (se repone diariamente el agua que la planta consume), durante su operación, deberá considerar las variables propias e irrepetibles de su predio en caso que deba ajustar tanto la frecuencia como el tiempo de riego. Para lo anterior, deberá observar el comportamiento y características del **suelo** en donde se cultiva, las variaciones en el **tiempo** (clima) que se pueden dar en la temporada y **la respuesta de los cultivos** (incluso entre variedades de la misma especie). Por otro lado, los sistemas de riego por aspersion, usados principalmente para praderas y empastadas, se diseñaron considerando las variables de suelo existentes en el predio, asignando una frecuencia de riego (periodo de días entre riegos) específica para cada proyecto.

Entre las variables que debe considerar, para determinar el tiempo de riego y su frecuencia, se pueden mencionar:

- Variables climáticas: Temperatura (máxima, mínima y promedio), Precipitaciones (promedio en el sector, posibilidad de ocurrencia, intensidades, etc.) y Velocidad del viento (promedio, posibilidad de ocurrencia, intensidades).
- Variables agroclimáticas medibles: evapotranspiración, la cual determinará la cantidad de agua que el sistema de riego debe reponer en el sector. Estos valores se pueden obtener tanto desde plataformas virtuales, estaciones agroclimáticas electrónicas, como a través de metodologías tradicionales, tales como, la bandeja evaporimétrica, que provee de información de relevancia, respecto a la cantidad de agua evaporada en el día y, con ello, poder decidir la cantidad de agua que el sistema de riego debe reponer.
- Suelo: lo más recomendado es realizar excavaciones o calicatas, cuya profundidad la determinará el grado de penetración de las raíces de los cultivos que se desarrollen. Estas calicatas deberán ubicarse en una zona representativa del sector a estudiar (según los distintos tipos de suelos que el agricultor identifique a simple vista en el terreno, se deberán realizar calicatas en cada uno de ellos para diferenciar su comportamiento) y con ellas se podrá identificar la textura del suelo (proporciones de arcilla, arena o limo), penetración de la humedad, presencia de limitantes (piedras, capas impermeables, napas subterráneas fluctuantes, etc.) y, finalmente, decidir la frecuencia con que se regará.

- Variables del cultivo: estos requieren cantidades de agua, frecuencias de aplicación de riego y tiempos de riego distintos. Estas variables deberán ser definidas al momento de seleccionar el tipo de cultivo, la variedad del cultivar y su comportamiento ante las dos variables antes mencionadas: clima y suelo.
- El tiempo de riego para los cultivos, indicado en el Diseño Agronómico de cada proyecto, se calcula para su período de mayor demanda. La demanda de agua y el tiempo de riego serán diferentes, dependiendo del cultivo desarrollado e irá variando durante los meses del año, según su estado de desarrollo y las variables agroclimáticas ya mencionadas.

Para la operación de su sistema de riego siga las siguientes recomendaciones, elija aquellas que se adecuan al sistema que está instalado en su predio:

- Los sistemas accionados con bomba o por gravedad funcionan de forma **manual**, por lo que deberá tener la precaución de encender y apagar la o las bombas, abrir y cerrar las válvulas cuando corresponda y efectuar la mantención de los equipos.
- Cuando el sistema de riego es accionado con una bomba, **antes** de encenderla se deben **abrir todas las válvulas** de él o los sectores que se rieguen al mismo tiempo. Lo cual, implica abrir totalmente las válvulas de bola (válvula de paso) y regular la presión, en caso que sea necesario, mediante la válvula de compuerta.
- Cuando el sistema de riego es accionado por gravedad, antes de abrir la válvula de paso desde la fuente de agua, se deben **abrir completamente las válvulas** de bola de él o los sectores y regular la presión, en caso que sea necesario, mediante la válvula de compuerta correspondiente.
- Los sistemas de riego por aspersión, tienen una sola línea de aspersores, la cual deberá ser desplazada a través de los sectores de riego, en la medida que se cumpla del tiempo de riego establecido por postura y según la frecuencia de riego calculada en el diseño.
- Si bien, el profesional encargado de la instalación del sistema de riego deberá seguir las indicaciones técnicas del diseño para asegurar un adecuado funcionamiento, para asegurar que esto sea efectivo a lo largo del tiempo, se recomienda el uso de un manómetro (medidor de presión) para monitorear la presión de entrada del sistema, la cual se indica en el diseño del proyecto (sección Diseño Hidráulico). Para esta medición, se considera la instalación de una toma presión al principio de los sectores, y también al final, en los casos de las cintas de riego. Adicionalmente, el agricultor debe estar atento a los cambios de presión que se observan en los manómetros ubicados en el cabezal de riego, de manera de asegurar el correcto flujo de agua y presión.

2.1.2. Mantenimiento del Sistema de Riego

La precisión del sistema de riego estará dada por su correcta manipulación y mantenimiento, para lo cual deberá realizar observaciones periódicas y mantenimientos de los distintos componentes, **como mínimo una vez en la temporada de riego.**

Las mantenimientos del sistema de riego se deberán aplicar a cada uno de los componentes del mismo, comenzando desde la zona acumulación y/o extracción de agua, pasando por el sistema de bombeo, incluyendo las tuberías, instrumentos de medición, filtros y válvulas que éste conlleva; matrices de riego, válvulas reguladoras de flujo, presión y paso de agua en los sectores, laterales y emisores de riego. Los elementos a regular y los tipos de mantenimientos generales a realizar, los podrá encontrar en el Cuadro 1.

Para saber el estado de su sistema de riego y asegurar que el caudal entregado por los emisores sea el recomendado por diseño, es necesario evaluar su uniformidad en la entrega del agua, lo cual se puede hacer de la siguiente forma:

- Seleccione uno o más sitios representativos dentro del sector de riego.
- Seleccione 15 emisores: cinco al inicio, cinco al centro y cinco final del sector.
- Con el uso de un recipiente, del cual se conozca su capacidad y un reloj, se debe medir la cantidad de agua que entrega cada emisor en un tiempo determinado (el tiempo debe ser igual en todas las mediciones) y comparar las diferencias encontradas.
- Diagnóstico:
 - Determinar si hay emisores tapados
 - Evaluar si el caudal entregado es semejante al caudal entregado por el fabricante, el cual se especifica en el catálogo del emisor.
 - Comparar las mediciones realizadas a cada grupo de emisores y analizar las diferencias de volumen.
- Conclusiones
 - Cualquier diferencia de caudal de parte de los emisores indicará algún problema de flujo de agua que debería quedar resuelto, con las mantenimientos correspondientes.

En el Cuadro 2 se recopilan las principales recomendaciones para solucionar los problemas típicos presentes en la operación de un sistema de riego presurizado.

CUADRO 1. PLAN DE MANTENCIÓN ANUAL DE LOS EQUIPOS DE RIEGO PRESURIZADOS

Componente del sistema	Posibles problemáticas	Mantenimiento
Estanque o tranque acumulador	Presencia de algas u otras partículas contaminantes	Limpieza de decantadores o prefiltros, tratamientos con alguicidas.
Cabezal o centro de control	Ruidos extraños, vibraciones, aumento de temperatura del motor, desgaste excesivo de rotores y/o rodamientos	Revisión mecánica por personal capacitado.
Sistema de bombeo	Revisión mecánica general de las motobombas	Mantenimiento de bombas según pautas del fabricante. En bombas de pozo profundo revisar problemas por arrastres de arena.
Filtros	Aumento del diferencial de presión en manómetros. Mallas o anillas, colmatadas de contaminantes. La diferencia entre presiones no deberá superar los 4 m.c.a. (0,4 bares).	Lavado de filtros de malla o anillas: agua a presión y cepillado. El canastillo debe ser revisado temporada tras temporada y cambiarlo, de ser necesario.
Inyector de fertilizantes	Acumulación de residuos en fondo de estanque	Limpieza frecuente cuando corresponda o al menos un par de veces por temporada, cuando la acumulación no sea excesiva.
Redes de distribución	Taponamiento de emisores y/o laterales, fracturas de tuberías, mal funcionamiento de válvulas de aire	Lavado de redes de distribución con agua a presión y evacuado por desagües (despiches) en redes terciarias o portlaterales y en finales de laterales, al menos a inicio y fin de temporada.
Emisores	Taponamiento	Todas las anteriores. Lavado de redes con ácidos o alguicidas, según corresponda.

CUADRO 2. RECOPIACIÓN DE RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EN EL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO

Problema	Control	Tratamiento
Algas en estanque	Preventivo	Aplicación de 3 g de sulfato de cobre por cada m ³ de agua que entre al estanque.
Algas y bacterias en distribución y emisores	Preventivo	Incorporación de 19 cc a 25 cc de hipoclorito de sodio al 8% por m ³ de agua en últimos 10 minutos de riego.
Aguas duras (calcáreas) pH < 8 o pH > 8	Preventivo	125 cc a 250 cc de hipoclorito de sodio al 8% por m ³ de agua, manteniéndola en las tuberías por 30 minutos, cada 10 a 15 días. Acidular el agua a pH 5,5 - 6,5.
Precipitados de sales de calcio, hierro y magnesio	Preventivo	0,5 L de ácido nítrico por m ³ de agua a tratar, 1 a 2 L de ácido sulfúrico por m ³ de agua a tratar.
		Ácido nítrico (56 - 65%). Tratamientos diarios durante 10 minutos a dosis de 100 - 300 cc/m ³ para llevar agua a pH de 6 a 6,5 lo que previene precipitados.
Taponamiento de goteros por sales de calcio, hierro y magnesio	Correctivo	Cada 15 a 20 días limpieza de tuberías con dosis de 0,5 a 1 L de ácido sulfúrico/m ³ de agua de forma que el agua que sale por los goteros tenga valores de pH de 3 a 5 (5 minutos iniciales solo con agua, 30 minutos siguientes bajar 0,5 atm presión inyectando ácido, 10 a 15 minutos finales con agua pura).
Precipitaciones de hierro con aguas ferruginosas	Correctivo	Ácido nítrico en dosis de 1 a 2 L/m ³ , manteniendo la solución en tuberías y goteros durante varias horas, lavando después con abundante agua, desalojando el agua fuera del alcance de las plantas.
Precipitados de carbonato cálcico	Preventivo	Ácido sulfúrico 0,5 a 1 L/m ³ .
Precipitados calcáreos y magnésicos	Preventivo	Ácido sulfúrico al 0,2 a 1% de acuerdo a concentración de carbonatos en el agua que es problema en cantidades mayores a 100 mg/L (trat. debe durar 30 minutos).
Aguas bicarbonatadas	Preventivo	Ácido fosfórico (40 a 50% de P ₂ O ₅) en dosis de 0,35 a 0,5 cc/L de agua tratada (se usa solo). Si se usa con otros abonos no sobrepasar los 25 cc/m ³ . Ácido Clorhídrico (32 a 36%) en dosis de 0,5 a 1cc/cc de agua a tratar.

CUADRO 2. RECOPIACIÓN DE RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EN EL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO

Problema	Control	Tratamiento
Precipitación de fertilizantes	Correctivo	Ácido clorhídrico en dosis de 5 a 10 cc/L de agua a tratar por varias horas y posterior lavado con agua abundante (en aguas con concentraciones e fierro mayor a 0,2 gr/m ³ puede producir cloruro férrico insoluble).
	Preventivo	Fertirrigación adecuada guardando compatibilidades de fertilizantes.
Algas en estanque	Correctivo	Se vacía el estanque por lo menos al 25% de su capacidad, se aplican 30 gr e sulfato de cobre por cada m ³ de agua que queda en el estanque, dejando reposar por 8 a 12 h y luego llenar estanque a su capacidad máxima.
Algas y bacterias en redes de distribución y goteros	Correctivo	Incorporación de 2,5 a 3 L de hipoclorito de sodio al 8% por m ³ de agua que queda en tubería por un tiempo de 12 h, luego se lava con abundante agua a presión la que se evacúa por despiches y fin de laterales, alejado de las plantas.
Algas, bacterias y mucílago en filtros	Correctivo	19 a 25 cc de hipoclorito de sodio al 8%/L agua almacenada en el filtro, por 24 h para luego lavar abundantemente sin dejar que estos enjuagues pasen a la red.

Fuente: Elaboración propia a partir de INIA, (2009).

3. SISTEMA DE ENERGIZACIÓN SOLAR

3.1. ASPECTOS GENERALES

Los paneles solares transforman la energía proveniente del sol (radiación) en energía eléctrica y, ayudados por otros equipos, tales como inversores y controladores se logra utilizar dicha energía, en este caso por los equipos de riego. Los paneles solares pueden ser instalados sobre una estructura metálica anclada al piso, o bien, sobre el techo de la casa si la capacidad de la estructura soporta su peso y la orientación y ángulo de inclinación es útil para aprovechar la energía del sol la mayor parte del año.

El proyecto, ya sea para impulsión de agua o para presurización del riego, puede presentar uno de estos tres tipos de fuente de energía:

- **Energización Eléctrica.** La o las bombas funcionan sólo con energía eléctrica, sin apoyo de paneles solares.
- **Energización Solar On-Grid.** En este sistema se utilizan bombas eléctricas. Los paneles solares están conectados a la red eléctrica domiciliaria y durante el día aportan energía a la vivienda, pudiendo ser usada en todos los artefactos que se conecten (televisores, microondas, lavadoras, bombas, etc.).
- **Energización 100% solar.** En este sistema se utilizan bombas solares. El funcionamiento de la bomba depende en su totalidad de la energía solar y funciona solamente cuando la energía del sol es suficiente. Los proyectos de este tipo se diseñaron considerando el mes de mayor demanda de agua de los cultivos, para asegurar su funcionamiento durante todo el periodo necesario.

3.1.1. Operación del Sistema de Energización Solar

- **Bombeo Sistema On-Grid.** Este sistema incluye los paneles, un inversor y una bomba eléctrica. En este caso, el sistema funciona sólo cuando hay electricidad, ya que mientras haya electricidad la bomba funcionará con la potencia, la presión y el caudal que se haya elegido. Los paneles actúan como un apoyo para inyectar energía a la casa, de manera de no usar de la red eléctrica el total de la energía usada, disminuyendo los costos mensuales de la cuenta de luz. Para que el sistema entregue el mayor beneficio, es necesario que respete el horario de uso de la o las bombas, información que se entrega en el diseño fotovoltaico correspondiente a su proyecto.
- **Bombeo 100% solar.** Incluye los paneles, una bomba solar y un controlador. Para que funcionen, debe encenderse la bomba y ésta arrojará el caudal y la presión que la radiación del momento le permita. Ya sea en el caso de acumulaciones o de riego propiamente, para que el bombeo funcione, es necesario considerar el

diseño fotovoltaico presentado para cada proyecto, respetando los horarios de uso de la bomba, la presión y el caudal que están estimados específicamente para su proyecto.

3.1.2. **Mantenimiento del Sistema de Energización Solar**

Los paneles solares se deben mantener lo más limpios posible, para no entorpecer la captación de la radiación. Para esto siga las siguientes indicaciones:

- Para limpiar los paneles, aplique agua a presión con una manguera.
- La frecuencia de lavado dependerá de la suciedad depositada. No permita que la suciedad se pegue en el panel ni que se forme una capa de polvo sobre ellos.
- En caso de presentarse alguna falla en el funcionamiento de cualquier equipo asociado (bomba solar, inversor, etc.) debe ponerse en contacto con el proveedor y **no intervenirlos** por cuenta propia. La información del proveedor se encuentra en el folleto de garantía de cada equipo.

1. PRESENTACIÓN

El riego en la agricultura busca proveer oportunamente del agua demandada por los cultivos, de tal forma de obtener producciones de alta calidad y constantes a través de las temporadas. Para ello, a lo largo de la historia los métodos de riego han evolucionado desde sistemas gravitacionales de baja eficiencia de aplicación (35-50%) a otros presurizados de alta eficiencia (70-90%).

Bajo este marco, el estudio "Diagnóstico para Microproyectos de Riego", impulsado por la Comisión Nacional de Riego (CNR), tiene como finalidad el diseño de proyectos de riego, que se ajusten específicamente a las necesidades de los beneficiados, pequeños agricultores, permitiéndoles evolucionar a un modelo productivo más intensivo y eficiente en el uso del agua; lo cual se espera, se traduzca finalmente en mayores ingresos económicos.

El presente Manual de Operación, Mantenimiento y Reparación de Microproyectos de Riego permitirá al agricultor, conocer en profundidad cada componente de su proyecto, su correcta operación y mantenimiento, así como también, lograr programar y monitorear el riego de sus cultivos, de acuerdo sus necesidades y a las características propias del predio, obteniendo con ello, el máximo beneficio de los equipos de riego.



2. ¿POR QUÉ SE RIEGA?

2.1. ASPECTOS GENERALES

En la agricultura, el objetivo primario es producir alimentos y/o materia prima para la manufactura de productos secundarios, esta labor se encuentra determinada por cuatro factores fundamentales: la tierra, el trabajo o labores culturales, la energía del sol y el agua. Cualquiera de estos factores que falte o se presente de forma deficiente, repercutirá en una óptima producción. Cada uno de ellos y su relación depende de recursos naturales y la gestión que el hombre hace de ellos.

2.2. FACTORES CLIMÁTICOS QUE DETERMINAN LA DEMANDA DE AGUA

Aparte de la energía lumínica otorgada por el sol, esencial para el desarrollo de la vida, tanto animal como vegetal, el principal factor climático que determina la demanda hídrica de los cultivos, es la Evapotranspiración (ETo), que es la porción de agua que se transfiere desde la superficie de la tierra hacia la atmósfera, la cual incluye tanto la evaporación directa del agua, líquida o sólida, desde el suelo o la superficie vegetal (rocío, escarchas, gotas de lluvia, etc.), como la pérdida de agua a través de los tejidos vegetales, particularmente las hojas, proceso conocido como transpiración.

La ETo puede ser calculada a partir de parámetros climáticos a través de diferentes métodos. Sin embargo, como no se cuenta con información en todas las zonas, se utiliza el método de Penman-Monteith para la obtención del estándar de referencia ETo.

2.3. NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

2.3.1. Coeficiente de Cultivo (Kc)

Durante todo el periodo de crecimiento de los cultivos, estos manifiestan cambios en su estructura vegetativa y su grado de cobertura sobre el suelo, estas variaciones se expresan en valores de coeficiente de cultivo o Kc, con los cuales se estructuran curvas características. Estos valores se pueden dividir según el número de fases de desarrollo que tenga cada cultivo, considerándose en la mayoría de ellos, un Kc de inicio de crecimiento, Kc medio y un Kc final.

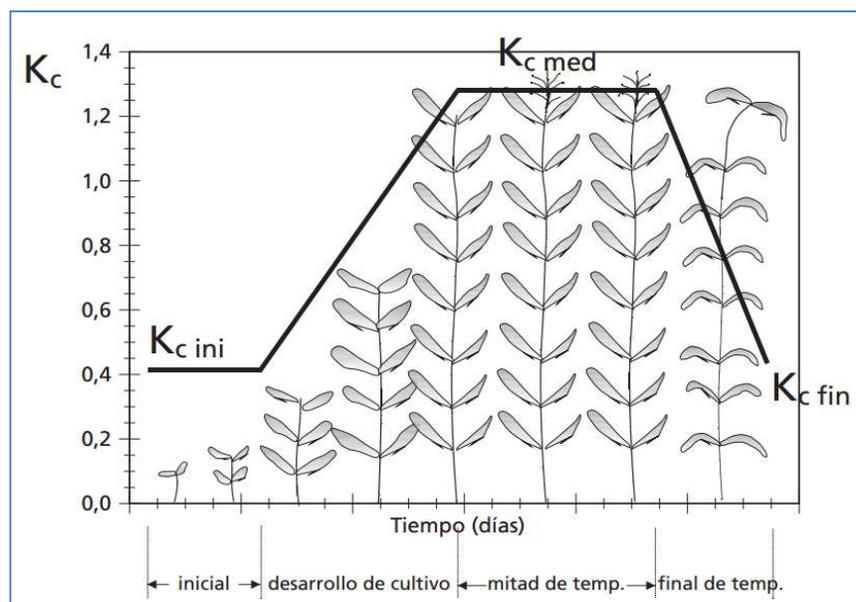
En base al Kc de cada cultivo, en cualquiera de sus etapas de desarrollo, se pueden determinar sus necesidades hídricas, las cuales aumentarán en la medida que el Kc sea mayor. En el Cuadro 2.3.1-1 se pueden apreciar valores de Kc de grupos de cultivos, mientras que en la Figura 2.3.1-1 se observa la curva habitual de un coeficiente de cultivo.

CUADRO 2.3.1-1 EJEMPLO DE K_c SEGÚN ETAPA DE DESARROLLO

Cultivos	K_c inicial	K_c medio	K_c final
Lechuga	0,70	1,00	0,95
Ajo	0,70	1,00	0,70
Cebolla (seca)	0,70	1,05	0,75
Tomate	0,60	1,15 ¹	0,80
Melón	0,50	0,85	0,60
Papa	0,50	1,15	0,75
Porotos (secos)	0,40	1,15	0,35
Alcachofa	0,50	1,00	0,95
Frutilla	0,40	0,85	0,75
Trigo	0,30	1,15	0,25
Maíz (fresco)	0,70	1,15	1,05
Alfalfa	0,40	0,95	0,90
Trébol	0,40	0,90	0,85
Pradera (pastoreo)	0,40	0,85	0,85
Uva	0,30	0,85	0,45
Palto	0,60	0,85	0,65
Cítricos	0,70	0,65	0,70
Olivo	0,65	0,70	0,70
Nogal	0,50	1,10	0,65

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO 56, 2006

FIGURA 2.3.1-1 CURVA DE COEFICIENTE DE CULTIVO K_c



Fuente: FAO 56, 2006.

2.3.2. Evapotranspiración de Cultivo (ETc)

Así como la ETo, existe un fenómeno asociado a cada cultivo en particular, denominada Evapotranspiración de Cultivo o ETc, la cual se obtiene suponiendo un cultivo en condiciones óptimas de recursos y manejo en un ambiente dado. Si bien, en ocasiones se considera la precipitación y el lavado de sales en el suelo, la fórmula más habitual es:

$$ETc = Kc ETo$$

ETc: Evapotranspiración del cultivo, Kc: Coeficiente de cultivo, ETo: Evapotranspiración potencial.

2.3.3. Demanda de Agua Neta (Dn)

Corresponde a la cantidad de agua que se ha de suministrar al cultivo. Su cálculo se basa en la ETc, a la cual se resta la precipitación efectiva (PE), que es aquella porción de precipitación que es capaz de suplir en parte la ETc del cultivo.

2.3.4. Demanda de Agua Bruta (Db)

Es la cantidad de agua que se proporciona considerando las pérdidas de agua por ineficiencia del sistema de riego utilizado. La Db se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$Db = \frac{Dn}{Efr} \times 100$$

Db: Demanda de agua bruta, Dn: Demanda de agua neta, Efr: Eficiencia de riego (%)

En el Cuadro 2.3.4-1 se presentan las eficiencias por sistemas de riego. Cabe destacar que existen otro tipo de eficiencias, tales como la de conducción y almacenamiento.

CUADRO 2.3.4-1 EFICIENCIA DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Método de Riego	Normal	Conducción Californiana
Tendido	30	35
Surcos	45	50
Surcos (en contorno)	50	60
Bordes (en contorno)	50	65
Bordes rectos – Pretiles	60	65
Tazas	65	70
Borboteo	70	-
Aspersión	75	-
Microaspersión – Microjet	85	-
Goteo - Cintas	90	-

Fuente: ITT-02 (CNR, 2015).

2.4. INFLUENCIA DEL SUELO EN EL RIEGO DE LOS CULTIVOS

2.4.1. Características de los Suelos Agrícolas

El suelo agrícola es una capa fina de material ubicado en la porción superficial de la capa continental. Se compone de una fase sólida, formada por partículas minerales separadas de una fuente principal (roca madre) y una pequeña porción de material orgánico. Los sólidos dejan espacios libres que pueden ser ocupados por las fases líquida y gaseosa.

2.4.2. Textura

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla. Incide en la facilidad de manejo, cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad de percolación e infiltración del agua en el suelo (Cuadros 2.4.2-1 y 2.4.2-2).

CUADRO 2.4.2-1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTÍCULAS DE SUELO

	Arena	Arcilla	Limo
Diámetro	0,02 a 0,2 mm	menor a 0,002 mm	0,002 a 0,02 mm
Forma de las partículas	Irregular	Fracción coloidal, incluye arcillas amorfas y cristalinas	Irregular
Adhesividad, plasticidad - elasticidad	Baja - baja	Alta - alta	Baja - baja
Capacidad de retención de agua	Baja	Alta	Media
Actividad química	Inactividad	Media	Baja
Capacidad de retención de iones		Alta	Baja
Nivel de porosidad-oxigenación	Alto - alto	Alto - bajo	Alto - Bajo

Fuente: Elaboración propia a partir de U de Chile, (2005).

CUADRO 2.4.2-2 CLASES TEXTURALES DE SUELO

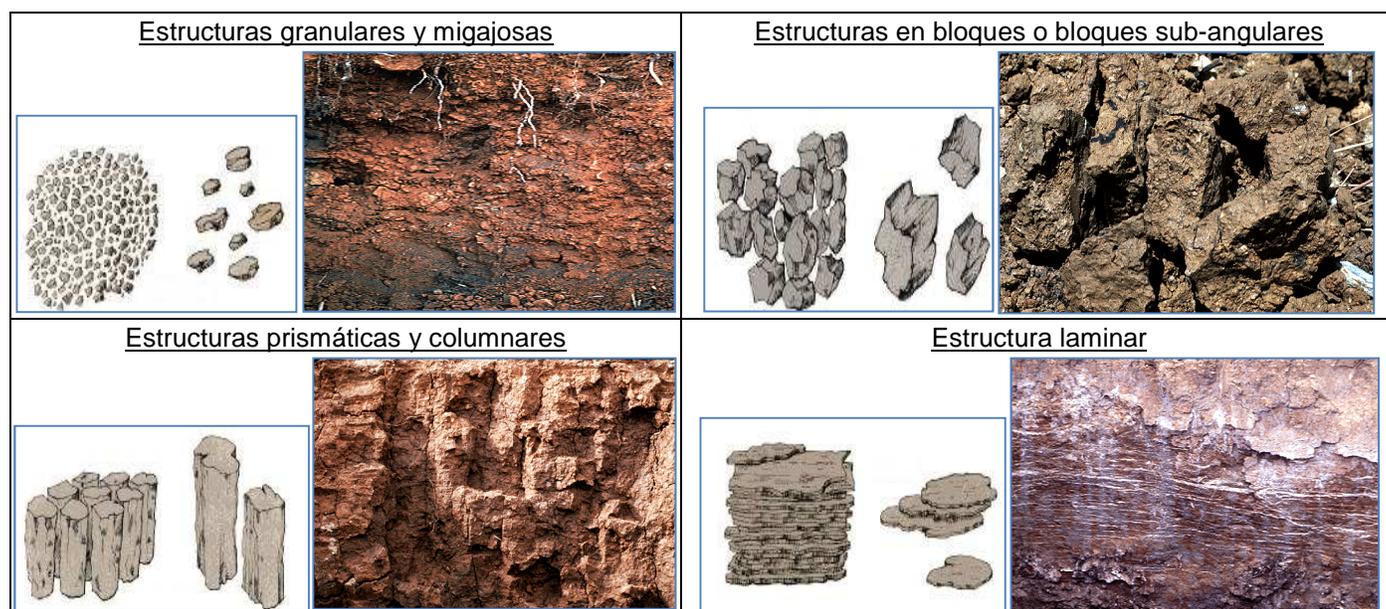
Nombres tradicionales de los suelos (textura general)	Proporción de partículas			Clase textural
	Arenoso	Limoso	Arcilloso	
Arenosos (gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Francos (moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Francos (mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Francos (moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
Arcillosos (fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Fuente: USDA, (2010).

2.4.3. Estructura

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados. La estructura determina la circulación del agua en el suelo, además de la porosidad del suelo agrícola y por tanto la viabilidad de crecimiento de los cultivos, desde el punto de vista de la facilidad con que se extenderán sus raíces y el grado de oxigenación que recibirán. Las formas de estructuras existentes se pueden clasificar en:

CUADRO 2.4.3-1 TIPOS DE ESTRUCTURA DEL SUELO



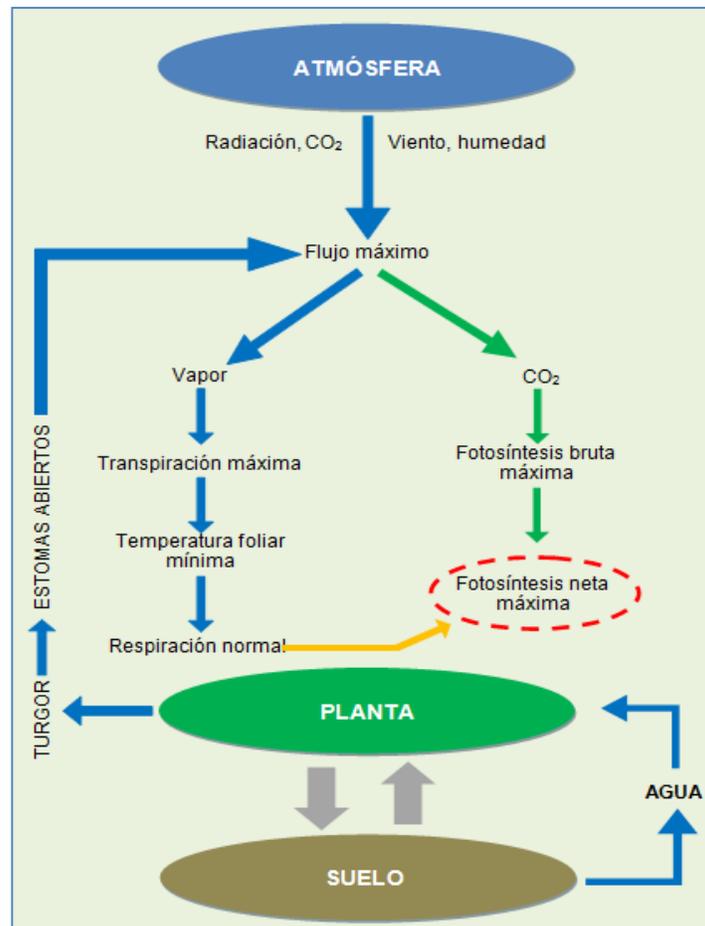
2.5. RELACIÓN SUELO-AGUA-PLANTA Y ATMÓSFERA

2.5.1. Aspectos Generales

La selección de un sistema de riego apropiado para un cultivo, deberá adecuarse a las condiciones edafoclimáticas de la zona de siembra. Esto, porque existe una estrecha relación entre estos factores, que determinan su correcto desarrollo productivo. Estos se pueden agrupar en un gran conglomerado Suelo – Agua – Planta, que se encuentra en constante interacción. Por último, se debe incorporar un cuarto factor implícito: la atmósfera, quien mantendrá una relación directa con el ciclo del agua y, con ello, completará su circuito en el sistema productivo.

En la Figura 2.5.5-1 se representa esquemáticamente la interrelación existente entre el conglomerado suelo-agua-planta-atmósfera.

FIGURA 2.5.1-1 CONTINUO SUELO-AGUA-PLANTA-ATMOSFERA



Fuente: Elaboración propia a partir de Salgado, (2015).

2.5.2. Limitantes del Suelo

Esta porción del conglomerado posee diversos factores que condicionan la disponibilidad de agua para los cultivos, entre los que podemos mencionar a) Profundidad del suelo, b) Capacidad de intercambio iónico (CIC y CIA), c) Estratas limitantes, d) Drenaje, e) Capacidad de Infiltración, f) Permeabilidad - Capacidad de retención de agua – aireación, g) Distribución de humedad en profundidad según textura de suelo, h) Retención de agua en el suelo.

2.5.3. Funciones del Agua en la Planta

En las plantas, el agua es la encargada de propiciar una serie de funciones, siendo la más importante, la transpiración, proceso por el cual la planta ocupa casi la totalidad de agua que circula por ella. La transpiración está íntimamente relacionada con funciones de vital importancia para el crecimiento de las plantas, como lo son la regulación de temperatura y la fotosíntesis.

A su vez, el agua se encarga de otras funciones, que si bien, utilizan menor cantidad de recursos, son de gran importancia para el metabolismo de las plantas, entre las que se destacan a) Transporte de nutrientes y otros elementos, b) Solución de sustancias químicas, c) Turgor de tallos, hojas, flores y frutos, d) Constituyente del protoplasma, e) Diseminación de estructuras.

2.5.4. **Atmósfera**

Generalmente se habla de la relación suelo-agua-planta, sin embargo es muy importante incluir un cuarto factor, constituido por la atmósfera y su influencia sobre suministro hídrico, energía, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Las relaciones planta-atmósfera pueden ser analizadas considerando que los factores agua y suelo no sean limitantes. Entre las relaciones más importantes se encuentran a) La evapotranspiración potencial, b) El crecimiento potencial, c) Temperatura, d) Fotosíntesis.

2.5.5. **Indicadores de la Planta**

Si bien, los cultivos presentan un importante nivel de adaptación a condiciones desfavorables, tanto en la calidad y/o disponibilidad de agua, como a factores restrictivos de suelo, estos no deberán ser limitantes o incorregibles para el sistema productivo.

Dado que el objetivo del riego es restablecer el agua utilizada por la planta, uno de los métodos más directos y eficaces para determinar el cuándo regar, es monitorear directamente a la planta. La planta manifiesta sus necesidades de riego a través de distintas parámetros medibles, incluidos dentro del concepto de fitomonitorio, entre los que se puede destacar a) Apariencia, b) Temperatura, c) Potencial hídrico, d) Resistencia o conductancia estomática, e) Índice de área foliar (IAF), f) Dendrometría, g) Flujo de savia, potencial eléctrico, monitoreo de fotosíntesis, reflectancia foliar

3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO

3.1. ANTECEDENTES GENERALES

Los métodos de riego han ido evolucionando en virtud de las necesidades productivas imperantes. Primero se desarrollaron los métodos tradicionales de riego. No obstante, dada la baja eficiencia de dichos métodos, en contraposición con las grandes demandas actuales del sector agropecuario mundial, dieron paso al diseño de nuevas alternativas de riego localizado presurizado.

Producto de la amplia variabilidad de alternativas existentes, en el presente apartado se mencionarán y describirán los principales métodos utilizados en los proyectos diseñados en el marco del presente.

3.2. SISTEMAS DE RIEGO GRAVITACIONALES

3.2.1. Aspectos Generales

Se entenderá por método de riego superficial o gravitacional, a aquel en que el agua es aplicada directamente en la superficie del suelo, distribuyéndose gracias al gradiente gravitacional que exista en el terreno.

Estos sistemas de riego deberán aplicarse en terrenos debidamente nivelados, con la finalidad del que el escurrimiento de agua sea el adecuado, sin generar zonas de encharcamiento y/o percolación profunda producto de las variaciones en el drenaje del terreno.

3.2.2. Riego por Tendido

Este método es utilizado ampliamente en la agricultura tradicional, en riego de praderas y algunos cereales, así como también en la preparación de terrenos para futuras siembras, con la finalidad de generar la humedad necesaria para ella y como medida para facilitar la labranza de la tierra. Se recomienda su aplicación en terrenos con pendientes menores al 2% y de hasta el 6% en caso del riego de praderas.

La metodología del riego por tendido consiste en derramar agua en un terreno, a partir de una reguera o acequia de cabecera del sector, ubicada en la parte alta de este y gracias a la pendiente del mismo, se deja que el agua escurra sobre la superficie. En la medida que el agua avanza, esta se va interceptando por nuevas regueras, que el operador o regador construye en la medida que el nivel del terreno lo va requiriendo y con ello logra distribuir el agua de la forma más eficiente posible, evitando que esta se acumule en zonas más bajas del terreno.



3.2.3. Riego por Surcos

A diferencia del riego por tendido, este método de riego moja solo una fracción del suelo, comprendida por el fondo y los costados del surco, aumentando de esta forma la uniformidad de humedecimiento y con ello la eficiencia en la aplicación.

El correcto dimensionamiento y espaciamiento de los surcos de riego será un factor clave en la correcta distribución de la humedad y su disponibilidad para los cultivos. El diseño deberá contemplar el espaciamiento entre surcos, forma de surcos, tiempo de riego, caudal a aplicar, largo de surcos.

Este método consiste en la entrega de agua desde una reguera o acequia principal de cabecera, la cual verterá el agua a una serie de pequeños canales o surcos, ubicados en la hilera de siembra o plantación, adaptándose a una alta variedad de cultivos como hortalizas, chacras y frutales.



3.2.4. **Riego por Bordes**

Este sistema requiere de una buena nivelación de suelos, para que el agua escurra de forma uniforme tanto de forma longitudinal en la platabanda, como también en sentido transversal o perpendicularmente en relación a la pendiente del terreno.

Al igual que el riego por surcos, el diseño de esta metodología se basará en factores que determinarán su eficiencia, entre los que destacan el caudal a aplicar, ancho de la platabanda, longitud de platabandas, diseño de bordes.

También conocido como platabandas, se trata de un tipo de riego por tendido que es delimitado en sus costados por camellones o pretilos. Es utilizado generalmente en riego de praderas, arroz y escasamente en algunos frutales y viñas.



3.2.5. **Otros Métodos**

Cabe destacar que existe una gran variedad de métodos de riego superficiales, que han derivado de las tres metodologías expuestas anteriormente, entre las que destacan el riego por surcos o regueras de contorno, que adapta el riego por surcos a terrenos donde las pendientes son más fuertes (2 a 10%), el riego por terrazas y pretilos, además del método Californiano.

3.3. SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADOS

3.3.1. Aspectos Generales

A partir de la década de los 90', en el país comenzó a gestarse una gran reconversión de los huertos agrícolas, incorporándose una gran cantidad de cultivos, principalmente frutales, que requerían de una mayor inversión en infraestructura, tanto para su desarrollo propiamente tal (conducción, acondicionamiento de suelos, coberturas, entre otros), como en tecnología de riego, esto último con el objetivo de facilitar las labores culturales en huertos de gran extensión y, a su vez, obtener los rendimientos que estos cultivos prometían y que ya se observaban en otros países.

Tradicionalmente, los sistemas de riego localizados como goteo, microaspersión y microjets, se asocian a ahorros significativos de agua en comparación a los riegos tradicionales expuestos en acápites anteriores. Este alto nivel de eficiencia se logra al reducir al máximo el escurrimiento superficial y minimizar las pérdidas por percolación profunda. Así, el agua aplicada es prácticamente la misma que el cultivo requiere para satisfacer sus necesidades metabólicas y de regulación de temperatura interna.

Otro aspecto favorable, posibilitado por el uso de estas metodologías de riego, es la utilización de suelos marginales, tanto por su topografía, profundidad, pedregosidad o contenido salino, ampliando con ello la superficie explotada a nivel nacional y finalmente, la oferta de productos hortofrutícolas.

Sin embargo, una de las principales ventajas de este tipo de metodologías es la posibilidad de manipulación tanto de los caudales como de los fertilizantes a ocupar en determinados cultivos, permitiendo con ello no solo utilizar menores volúmenes de agua, sino también controlar los requerimientos nutritivos de las plantas a través del denominado fertirriego y así obtener rendimientos óptimos al intensificar cada vez más las explotaciones agrícolas.

3.4. COMPONENTES COMUNES ENTRE LOS MÉTODOS DE RIEGO DISEÑADOS

3.4.1. Equipos de Bombeo

Dependiendo de la necesidad de bombeo que se requiera para cada proyecto, se considerarán distintos tipos de equipos, existiendo distintos criterios de clasificación, siendo el principal la ubicación de la bomba. De esta forma, están las bombas superficiales y sumergibles. Otras formas de clasificarlos es por el tipo de succión (helicoidal, centrifuga, etc.), tipo de prestación principal (de alta presión o alto caudal) o el tipo de suministro de energía con el que funcionan (solar, eléctrica o combustible).

Bomba de superficie



Bomba sumergible



3.4.2. Necesidades de Filtrado

La calidad del agua de riego es un factor muy importante para el correcto funcionamiento de un sistema de riego localizado. Esto, porque los emisores son altamente susceptibles a sufrir obstrucciones producto de partículas sólidas, precipitados químicos del sistema y residuos orgánicos que circulan a través de él.

Según las necesidades de filtrado que se requiera y la calidad de agua de la fuente, se podrán implementar distintos tipos de equipos, destacando los siguientes:

Filtro de grava o arena de cuarzo



Filtro de anilla o discos





En casos en donde existen altos niveles sedimentos transportados en aguas superficiales se recomienda el uso de desarenadores o decantadores, que mejoran la eficiencia del posterior uso de los filtros.

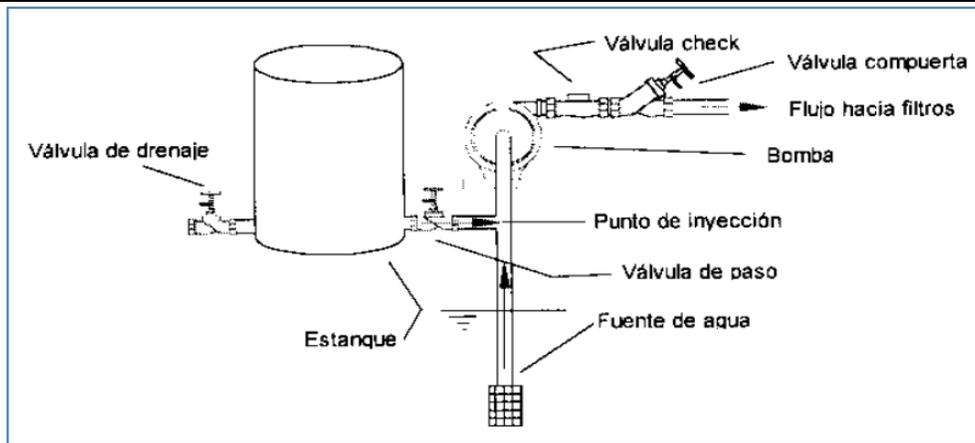


3.4.3. Unidad de Fertilización

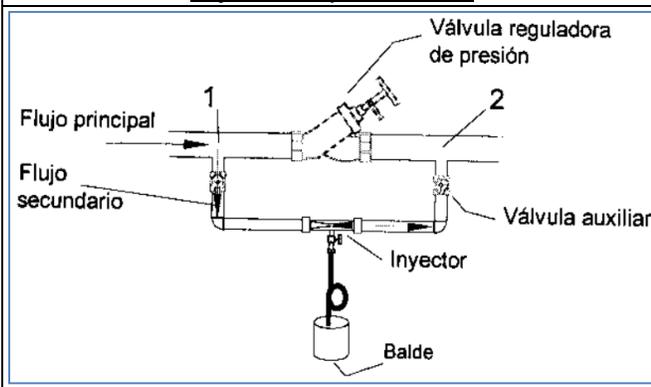
Una de las ventajas de los sistemas de riego presurizados, es la posibilidad de suplir con precisión los requerimientos nutricionales de los cultivos, mediante el uso del fertirriego. En este sentido, existen diversos equipos orientados a la incorporación de macro y micronutrientes, como de otros elementos, tales como tratamientos con ácidos, cloro y peróxido de hidrógeno, para el control de las obturaciones en los emisores, herbicidas, fungicidas, etc.

Para todos los equipos de fertirriego, se requerirá de estanques que contengan las mezclas nutritivas o de tratamientos (correctivos o de control), las cuales según su compatibilidad podrán aplicarse juntas o por separado al torrente del sistema de riego.

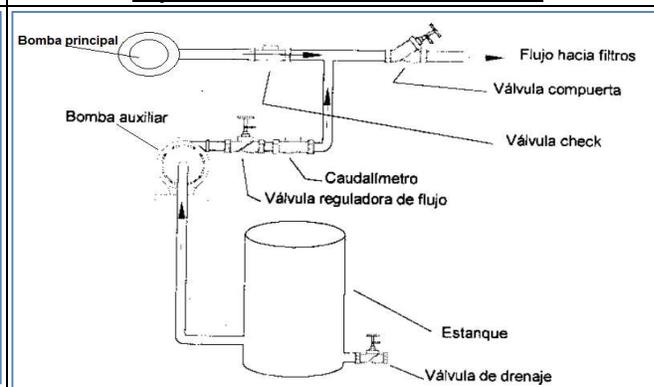
Inyección en la succión de la bomba



Inyector tipo Venturi



Inyección con bomba auxiliar



3.4.4. **Red Matricial de Tuberías**

Se refiere al conjunto de tuberías encargadas de la conducción y distribución del agua de riego, desde la bomba presurizadora, pasando por los diferentes componentes del cabezal de riego, hacia los emisores de riego.

Se compone de una red de tuberías especializadas, entre las que se destacan: principal, primaria o matriz, que es la que emerge de la caseta de riego en donde se encuentra el cabezal de riego, tuberías secundarias o sub-matrices, que generalmente se encargan de repartir la totalidad del agua en los distintos sectores de riego, tuberías terciarias que contendrán finalmente las líneas laterales distribuidas sobre las hileras de los cultivos. Hasta la tubería terciaria, el material utilizado es principalmente PVC (polivinilcloruro), existiendo variaciones con polietileno (PE) y nuevos materiales como las mangueras "Layflat", mientras que, la red de laterales que contienen los emisores son de PE. La red de matrices se ubican bajo tierra, evitando su deterioro por radiación solar y daños mecánicos, mientras que las líneas laterales se disponen generalmente sobre la superficie, pudiendo ir enterradas en algunas ocasiones, metodología que se está comenzando a promover en la actualidad en algunos cultivos.

3.4.5. Emisores

Se trata de dispositivos que controlan la salida de agua desde las tuberías o líneas laterales y se caracterizan por reducir la presión del agua hasta prácticamente cero. Existen diversos tipos y algunos requisitos para su selección son:

- Emisión de caudales uniformes y constantes, idealmente poco sensibles a las variaciones de presión, existiendo en la actualidad emisores autocompensados que funcionan en un amplio rango de presiones
- Diámetros y velocidades de paso de agua suficientes para evitar obturación.
- Resistencia a los agentes contaminantes de origen químico y la radiación solar
- Reducidas pérdidas de carga en la conexión a la línea lateral.

Tipo de emisor	Descripción principales tipos
Gotero	<p>Dispuesto en la línea lateral, aplican agua gota a gota sobre la superficie de suelo en donde se desarrolla la planta. Se pueden diferenciar algunos modelos en relación a la forma en que se encuentran insertos,:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div data-bbox="349 976 665 1270"> <p><u>Goteros en línea o "In-Line"</u></p>  </div> <div data-bbox="698 976 1047 1270"> <p><u>Goteros de botón u "On-Line"</u></p>  </div> <div data-bbox="1112 976 1437 1270"> <p><u>Goteros integrados</u></p>  </div> </div>

Tipo de emisor	Descripción principales tipos
<p>Microaspersor o microjet</p>	<p>Simulan una lluvia fina, a baja altura y distribuida uniformemente en una superficie. Dependiendo del cultivo, tipo de suelo y condiciones climáticas, presentará algunas ventajas en relación a los goteros, entre las que se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mayor eficacia en la irrigación de cultivos con arraigamientos radiculares superficiales. -Mejor distribución de la humedad en suelos de carácter más arenoso. -Mayor resistencia a obtunicaciones, ya que posee mayor diámetro. -Deflector concentra el agua en el área circundante del árbol joven y después la elimina. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>
<p>Aspersor</p>	<p>Si bien no es un método propiamente localizado, es presurizado. Es capaz de adaptarse a una amplia gama de cultivos, tamaños de superficies y tipos de suelos. Existen de tipo fijo y móvil, de variados tamaños de diámetros de mojado, caudales y presiones de emisión.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>
<p>Cinta</p>	<p>Es un tipo de emisor por goteo compuesto por una tubería de PE de bajo espesor (0,1 a 0,6 mm), que posee un canal de flujo turbulento, el cual posee un doble conducto paralelo, compuesto por un tubo de transporte y un tubo de reparto, por donde circula el agua; el tubo de transporte posee un pequeño filtro, mientras que el de reparto, presenta un canal regulador de flujo que produce la pérdida de carga final para la emisión del caudal especificado.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

3.4.6. Válvulas de Control

Un sistema de riego presurizado requiere del equipamiento necesario para el correcto control, distribución y regulación de los caudales y presiones emitidas por los distintos métodos de riego. Estos dispositivos son denominados válvulas y en el diseño de los proyectos comprendidos en el presente estudio se ha requerido la utilización de las siguientes tipologías:

<p><u>Válvula de pie</u></p> 	<p><u>Válvulas de retención</u></p> 	<p><u>Válvula de compuerta</u></p> 
<p><u>Válvulas de Bola (esférica o de corte)</u></p> 	<p><u>Válvula de aire</u></p> 	<p><u>Reguladores de presión</u></p> 

3.4.7. Otros Instrumentos de Control

Existe una gran cantidad de dispositivos de control de diversas variables dentro de un sistema de riego presurizado, capaces de medir calidad de agua (pH, CE, T°, etc.), caudales, presiones, entre otras. Dada la envergadura de los proyectos diseñados en el presente estudio, es indispensable poder llevar el control de las presiones del sistema, para lo cual se utilizarán manómetros, ubicados de forma estratégica en diferentes puntos del sistema y a modo de registro, también se incorporarán medidores de caudal que hagan el conteo de la cantidad de agua utilizada en cada riego.



3.5. CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO.

3.5.1. Introducción

El diseño de un sistema de riego presurizado se compone de tres etapas consecutivas; la recopilación de información, diseño agronómico y el diseño hidráulico. La finalidad de estas etapas es establecer tanto los caudales de agua a aplicar, acordes a los requerimientos específicos de cada cultivo y las características edafoclimáticas de la zona de cultivo, como también las presiones requeridas para la correcta operación de cada componente del sistema y del conglomerado completo.

3.5.2. Recopilación de Información

En gran parte, ésta es tomada directamente en el predio, a través de mediciones y toma de muestras y proporcionan la información suficiente y las limitaciones que habrá que considerar en el ajuste del proyecto. Entre estos datos a recopilar se encuentran:

- Plano topográfico (curvas de nivel idealmente a 1m)
- Superficie del predio
- Tipos y características del suelo
- Tipo de cultivo existente o a desarrollar)
- Marcos de plantación
- Origen y características de los derechos de aprovechamiento de agua y la fuente de donde los obtiene
- Caudal total disponible
- Calidad de agua de riego
- Disponibilidad de energía eléctrica

- Horas que se puede regar cada día
- Evapotranspiración potencial máxima diaria

Si bien un diseño puede realizarse sin conocer en detalle cada uno de estos factores, la utilización de la mayor cantidad de información, de fuentes fidedignas y confiables, permitirá confeccionar un diseño completo y que finalmente logrará un óptimo funcionamiento en terreno, logrando a su vez una adecuada manifestación en el desarrollo y productividad de los cultivos.

3.5.3. Diseño Agronómico

Esta etapa es un componente fundamental del diseño del sistema, debido a que define las cantidades de agua que podrán ser aplicadas al cultivo, por lo tanto, un error en esta etapa implica tener errores que en el posterior diseño hidráulico, lo que conlleva a pérdidas económicas. Contempla el cálculo de los requerimientos hídricos y la determinación de la dosis a aplicar. Las variables y resultados del diseño se resumen en el Cuadro 3.5.3-1.

CUADRO 3.5.3-1 DISEÑO AGRONÓMICO

Diseño Agronómico	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Cultivo	Uva Pisquera	Uva Pisquera	Uva Pisquera	Uva Pisquera
Superficie destinada al proyecto (ha)	0,090	0,090	0,090	0,090
ET potencial (mm/día)	5,81	5,81	5,81	5,81
Marco de plantación (m x m)	3 X 2,5	3 X 2,5	3 X 2,5	3 X 2,5
Método de riego	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo
Caudal nominal emisor (L/h)	3,00	3,00	3,00	3,00
Distancia entre emisores (m)	10,00	10,00	10,00	10,00
Nº de Emisores por planta	0,50	0,50	0,50	0,50
Nº laterales por hilera	2,00	2,00	2,00	2,00
Lamina bruta a reponer (mm/día)	6,45	6,45	6,45	6,45
Intensidad de precipitación del equipo (mm/h)	4,00	4,00	4,00	4,00
Tiempo de riego (h/día)	1,61	1,61	1,61	1,61
Caudal estimado por sector (L/s)	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Diseño Hidráulico

Contempla el dimensionamiento del equipo de bombeo y toda la red de tuberías que componen la red de distribución y entrega de agua. Se deberán considerar tanto los criterios de diseño preestablecidos para el cálculo de las pérdidas de carga para distintos diámetros y longitudes de tuberías, conectores y otros instrumentos, así como también las consideraciones específicas que los ajusten a la realidad del proyecto en particular.

Los pasos del diseño hidráulico se resumen en a) Selección del equipo de bombeo, b) Dimensionamiento de matrices, c) Dimensionamiento de tuberías terciarias o

portalaterales y laterales, d) Dimensionamiento de las pérdidas de carga. En el Cuadro 3.5.4-1 se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos.

CUADRO 3.5.4-1 POTENCIA NECESARIA DE LA BOMBA

Pérdidas Friccionales (m.c.a.)		1,04
Pérdidas Singulares (m.c.a.)		4,43
Pérdidas por Succión (m.c.a.)		0,23
Diferencia Topográfica (m.c.a.)		2,00
Altura de Succión (m.c.a.)		2,30
Presión Requerida del Emisor (m.c.a.)		10,00
Válvula Compuerta 26,1 % Apertura (m.c.a.)		5,30
Presión requerida por Sector	Hb (m.c.a.)	25,30
Caudal Requerido por Sector	Qb (L/s)	0,93
	Eficiencia bomba (η)	0,5
	Potencia Teórica* (W)	461,9
	Potencia Teórica* (HP)	0,6

*valor referencial. El valor definitivo es considerado de las curvas características de cada bomba.

Fuente: Elaboración propia.

4. MANEJO Y CONTROL DE RIEGO

4.1. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

4.1.1. Introducción

Tradicionalmente, los métodos de riego localizado se han manejado bajo el concepto de riego diario, lo cual, si bien ha dado buenos resultados, con el paso de los años y el perfeccionamiento de las distintas técnicas y metodologías de riego, se ha observado que no es posible generalizar este concepto para todas las condiciones existentes, un ejemplo claro de esto, sucede ante la presencia de suelos de texturas medias a finas (franco a arcilloso), debido a que riegos muy frecuentes y de corta duración en este tipo de suelos, generan mojamientos pequeños pero de condición constantemente saturada lo que afecta negativamente al desarrollo de raíces.

Este tipo de situaciones ha determinado la necesidad de establecer parámetros de medición para cada condición edafoclimática y con ellos determinar, en primer lugar, los requerimientos hídricos específicos de cada cultivo, en una condición climática y de características de suelo particular, para finalmente calcular la frecuencia apropiada con que se deberán aplicar los riegos y los tiempos de aplicación en relación al método de riego seleccionado.

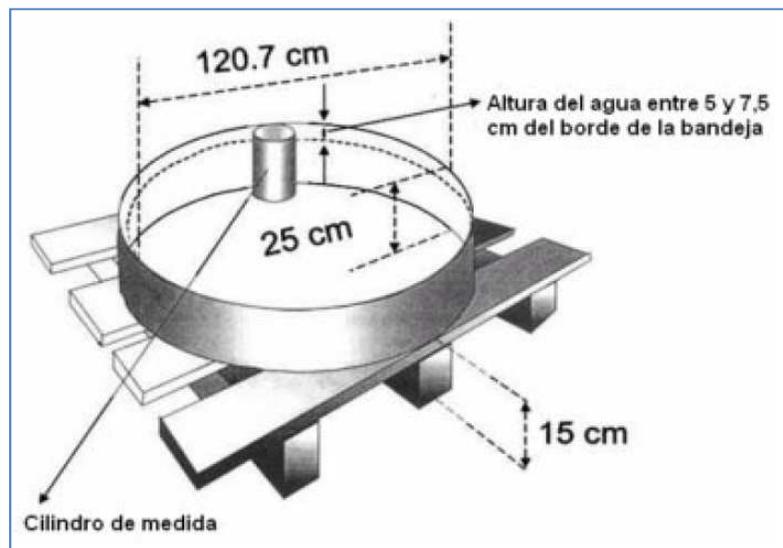
4.1.2. Demanda Evapotranspirativa del Cultivo

Mientras más avance la temporada de riego hacia los meses de mayor temperatura y mientras más se desarrolle la planta, las frecuencias de riego van disminuyendo, es decir, se deberá regar más seguido.

En este sentido, considerando las definiciones presentadas en acápite anteriores, en relación a la obtención de la ETC o Evapotranspiración del cultivo, se debe destacar que para una correcta programación del riego, esta deberá ajustarse específicamente, tanto al comportamiento del cultivo como a la zona en donde este se encuentre o se pretenda establecer. En la actualidad, se han desarrollado una serie de métodos e instrumentos capaces de entregar esta información, sin embargo, la forma más utilizada es a través de una bandeja evaporimétrica.

Este método permite establecer un valor de ETo específico para zona de cultivo, la cual se obtiene a partir de una medida que integra el efecto de la radiación, viento, temperatura y humedad sobre la evaporación de una superficie libre de agua específica y de volumen conocido. En la Figura 4.1.2-1 se puede observar el detalle de una Bandeja Evaporimétrica estandarizada Tipo A.

FIGURA 4.1.2-1 BANDEJA EVAPORIMÉTRICA TIPO A



Fuente: INIA, (2010).

La relación existente entre la Evaporación de Bandeja y la ETo es la siguiente:

$$E_{to} = K_b \times E_B$$

Donde:

ETo: Evapotranspiración potencial o de referencia (mm/día)

EB: Evapotranspiración de bandeja (mm/día)

Kb: Coeficiente de bandeja (adimensional)

Los valores de Kb se presentan en el Cuadro 4.1.2-1, para diferentes valores de humedad relativa, velocidad del viento y ubicación de bandeja.

CUADRO 4.1.1-1 COEFICIENTES DE BANDEJA (Kb)

Velocidad del viento (m/s)	Bandeja ubicada sobre césped				Bandeja ubicada sobre suelo desnudo			
	Distancia respecto a un cultivo (m)	Humedad relativa (%)			Distancia respecto a suelo seco (m)	Humedad relativa (%)		
		Baja < 40	Media 40 - 70	Alta > 70		Baja < 40	Media 40 - 70	Alta > 70
Leve < 2	1	0,55	0,65	0,75	1	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
Moderada 2 - 5	1	0,50	0,60	0,65	1	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
Fuerte 5 - 8	1	0,45	0,50	0,60	1	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,40	0,45	0,50	1000	0,40	0,45	0,55
Muy Fuerte > 5	1	0,40	0,45	0,50	1	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

Fuente: Elaboración propia a partir de Boletín FAO Nº 24 de Riego y Drenaje.

4.1.3. Características del suelo

Para una correcta programación del riego, se deberá conocer también, la Capacidad de retención de humedad del suelo, la que en general en distintos tipos de suelos,

condicionados principalmente por su textura, poseen capacidades de retención de humedad variables, lo que se denomina capacidad de estanque. Es así como los suelos más arcillosos serán capaces de mantener la humedad por mayor cantidad de tiempo que uno de carácter arenoso. A su vez, tal como se mencionó en apartados anteriores, desde el punto de vista de la planta, es importante conocer cuál es la energía con que un volumen de agua está retenido por el suelo, lo que servirá para determinar la humedad aprovechable de un suelo en particular en términos de una altura de agua: lo cual se puede expresar de la siguiente forma:

$$H.A. = \frac{CC - PMP}{100} \times \frac{Dap}{DH2O} \times P$$

Donde:

H.A.: Altura de agua aprovechable para el cultivo

CC: contenido de humedad de suelo en Capacidad de Campo.

PMP: Contenido de humedad del suelo en Punto de Marchitez Permanente.

Dap: Densidad aparente del suelo (g/cc)

D_{H2O}: Densidad del agua

P: Profundidad representativa de las raíces. En el Cuadro 4.1.3-2 se presentan los datos de profundidad de arraigamiento más comunes.

CUADRO 4.1.3-2 PROFUNDIDAD DE ARRAIGAMIENTO EFECTIVO

Especies	Profundidad (m)
Cítricos	0,15 – 1,00
Frambuesas	0,15 – 0,30
Frutales de carozo	0,20 – 1,20
Hortalizas de hoja	0,15 – 0,30
Nogales	0,50 – 1,80
Pomáceas	0,20 – 1,50
Vides	0,20 – 1,50

Fuente: Elaboración propia a partir de INIA, (2001).

Cabe destacar, que dado que los suelos rara vez son homogéneos en profundidad, es necesario determinar los valores de contenido de humedad a CC y PMP para las diferentes estratas de suelo, de las cuales se extraerán muestras que posteriormente serán analizadas generalmente por laboratorios, pero que presentan un procedimiento simple de medición en base al registro de las masas de las muestras estando húmedas y secas.

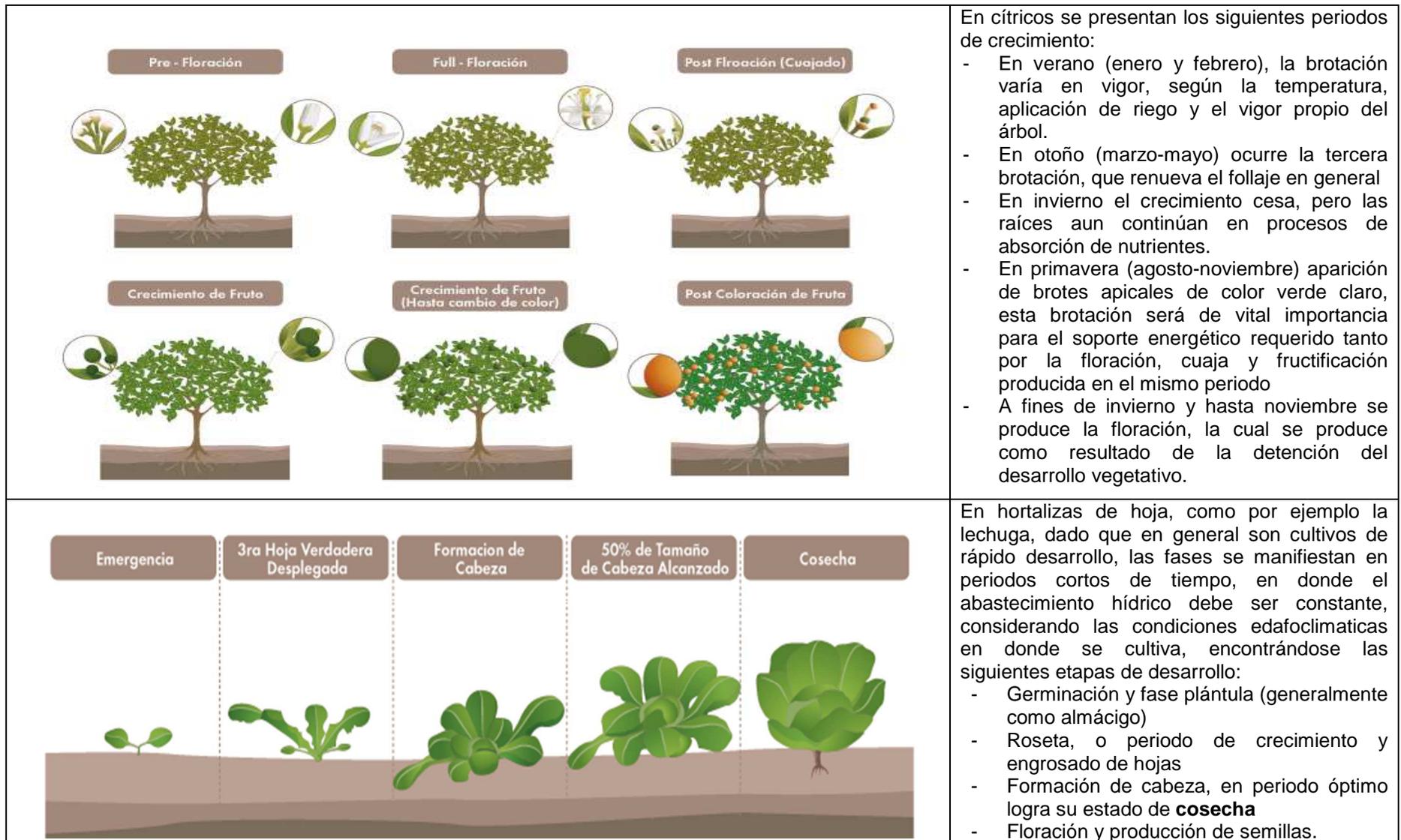
4.1.4. **Influencia de los estados de crecimiento de los cultivos en la demanda hídrica**

El crecimiento de los cultivos durante sus ciclos de desarrollo anual, en paralelo a la evolución de sus estados fenológicos¹, se traducen en una variación en la altura de estos, sus grados de cobertura de suelo en relación a su marco de plantación o área del suelo que ocupa la planta, aumento de la exploración y arraigamiento radicular, entre otros; lo que en conjunto, se manifiesta en la generación de distintos valores de Kc o coeficientes de cultivo durante cada periodo. Si bien cada especie presenta estados de crecimientos característicos y variables entre ellas, se ha establecido internacionalmente como normativa, dividir el ciclo de desarrollo del cultivo en cuatro fases de crecimiento: inicial, desarrollo, media estación y madurez (FAO N° 24, 1977 y FAO N° 56, 2006). En la Figura 4.1.4-1 se pueden observar ejemplos de estados fenológicos de cuatro cultivos: Cítricos, lechuga, manzano y maíz, caracterizando sus principales etapas de crecimiento.

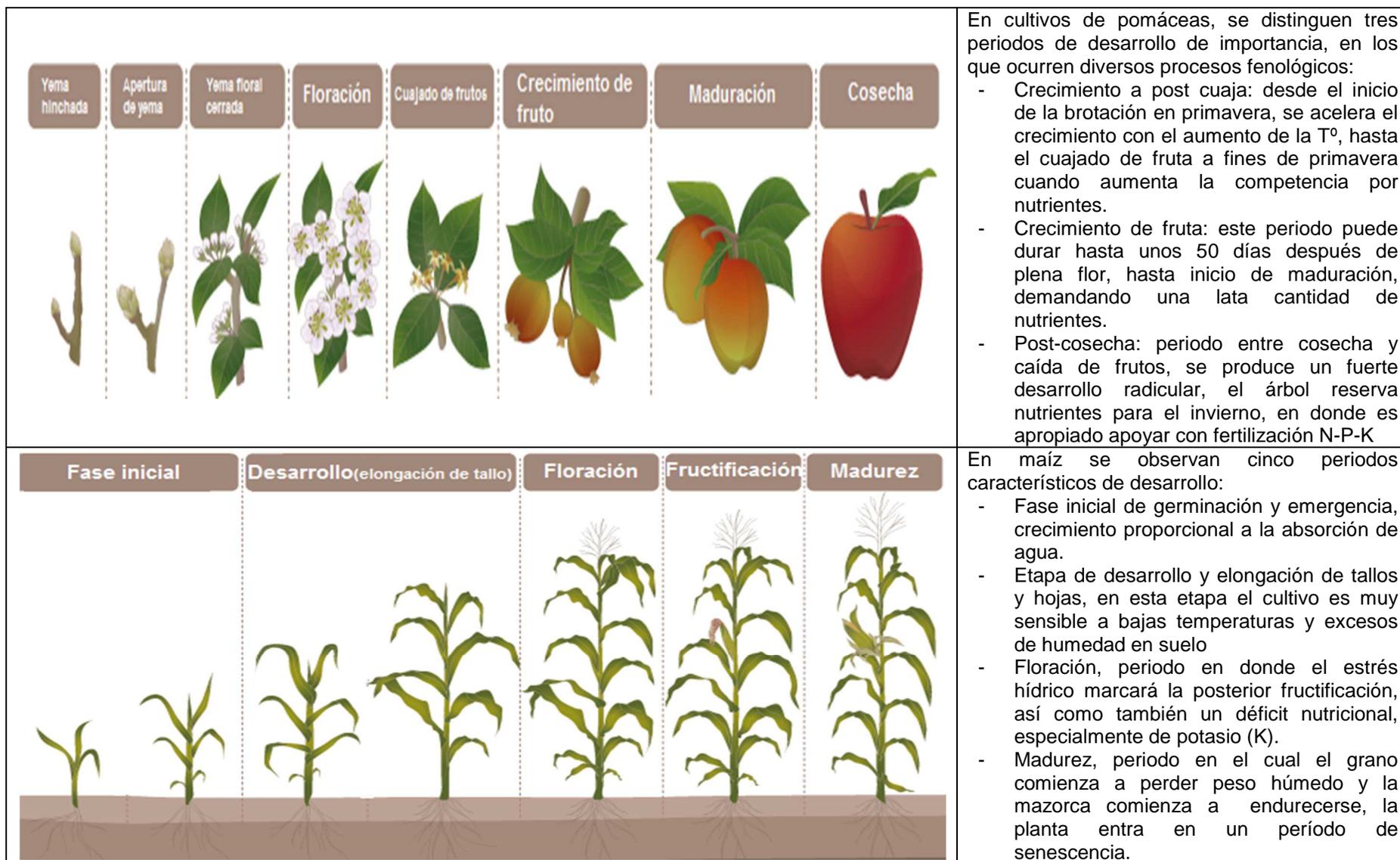
Si bien existe una gran cantidad de estudios e información estandarizada respecto a la fenología de los cultivos, así como también de los coeficientes utilizados para el cálculo de las demandas hídricas de cada uno de ellos, no se puede dejar de considerar, que el desarrollo de un cultivo tiene una directa relación con las condiciones edafoclimáticas del lugar en donde se establece, lo cual conducirá a que las etapas de crecimiento de un cultivo, se manifiesten en tiempos y formas variables. De igual forma, en cultivos con periodos de tiempo de desarrollo mayor, como es el caso de frutales, de hoja persistente y caducos y viñedos, las demandas hídricas variarán según la edad de los mismos y su estado fenológico, lo cual debe ser ajustado al momento de calcular estos requerimientos, ya sea en el cálculo diario o de la temporada completa de riego. Por ejemplo, en frutales caducifolios, las demandas hídricas aumentarán en la medida que su masa foliar aumenta en primavera, presentando periodos demanda críticos, por ejemplo durante la floración, cuaja y desarrollo de frutos. En frutales de hoja persistente por su parte, si bien mantiene una canopia constante durante el año, también existirán periodos críticos de demanda, dados por momentos puntuales de desarrollo, como lo son brotaciones primaverales, en el caso de cítricos, o los periodos de floración, cuaja y desarrollo de frutos, dados principalmente en primavera y verano, épocas del año en donde la evapotranspiración también es mayor.

¹ Estados de crecimiento de un organismo vivo, en este caso un vegetal (hortalizas, frutales, cultivos anuales, etc.), propios de cada especie y que se manifiestan debido a su relación con el medio ambiente que lo rodea. Representan una herramienta eficaz, para el monitoreo y apoyo de las diferentes etapas de crecimiento de un cultivo (germinación – brotación, floración, fructificación y madurez o senescencia).

FIGURA 4.1.4-1 ESTADOS FENOLÓGICOS DE LOS CULTIVOS



Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego"



Fuente: Elaboración propia

Tal como se mencionaba anteriormente, en el caso de frutales, ya sean de hoja persistente, como caducifolios, así como también en viñedos, sean viníferos, parronales de uva de mesa o pisqueros, la edad de los árboles y su tamaño representarán un factor muy importante a considerar: la fracción de sombreamiento, la cual irá en aumento en la medida que los individuos adquieren edad y/o masa foliar y deberá considerarse como un factor de ajuste al momento de calcular la evapotranspiración de los cultivos (ETc).

Esta Fracción o Factor de Sombreado, se calcula de la siguiente forma:

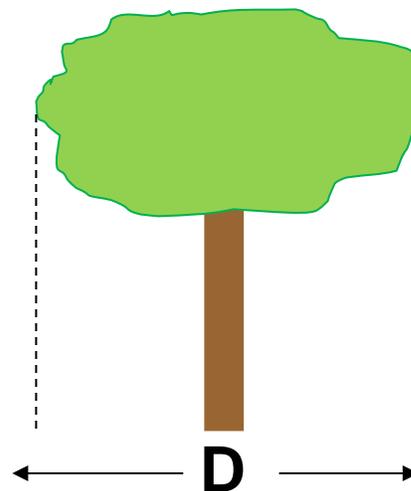
$$FS = \frac{D}{DEH}$$

En donde:

FS: Fracción de Sombra

D: Proyección del diámetro de la copa

DEH: Distancia entre hileras



El resultado se presenta en % de sombreado

La consideración de la fracción de sombreamiento se puede expresar en el siguiente ejemplo:

Calcular el ETc de un cultivo de palto adulto, en donde:

Eb (Evaporación de bandeja) = 6,0 mm/día

Kp (Coeficiente de bandeja) = 0,8

Kc (Coeficiente de cultivo) = 0,8

$$ETc = Eb * Kp * Kc = 6,0 * 0,8 * 0,8 = 3,84 \left(\frac{mm}{día}\right)$$

Ahora en un árbol joven con un Factor de Sombreamiento FS del 40%:

$$ETc = Eb * Kp * Kc * FS = 6,0 * 0,8 * 0,8 * 0,4 = 1,54 \left(\frac{mm}{día}\right)$$

4.1.5. Cálculo de Frecuencia y Tiempo de riego

Luego de conocer las demandas evapotranspirativas de un cultivo, se debe proceder a la programación del riego, para lo cual se debe conocer en primer lugar la Demanda Bruta de agua del cultivo (Db) la cual corresponde al agua que éste evapotranspira más una cantidad adicional producto de la ineficiencia del sistema. Para calcular la (Db) se debe considerar la evapotranspiración potencial (Eto), el estado de desarrollo en que se encuentre el cultivo (Kc) y la eficiencia del método de riego (Efa) (ver Acápite 2).

Una vez conocida la Db y teniendo en consideración el marco de plantación del cultivo analizado, se deberán expresar los requerimientos hídricos de la planta de forma diaria, lo cual se calcula de la siguiente forma:

$$RAP = Db * MP$$

En donde:

RAP: Requerimiento de agua por planta (L/pl/día)

MP: Marco de plantación (mm/día)

Por ejemplo: un cultivo de paltos plantados en un marco de 6x4 m y una demanda bruta de 3,6 mm/día, se tiene que:

$$RAP = 3,6 \text{ mm/día} * (6 \times 4) = 86,4 \text{ L/pl/día}$$

Sabiendo los requerimientos hídricos diarios del cultivo, se procederá a calcular las frecuencias y tiempos de riego. En este sentido, los sistemas de riego localizados fueron concebidos para reponer el agua evapotranspirada por el cultivo en forma periódica con alta frecuencia (en general, para riegos diarios). Sin embargo, hay situaciones de suelo y de cultivo, donde el riego localizado da mejores resultado cuando no se realiza en forma diaria; en este caso los riegos se distancian en un mayor número de días, utilizando la capacidad estanque del suelo, y aplicando en un riego una cantidad de agua equivalente a la consumida por las plantas en el intervalo comprendido entre los riegos.

Los riegos de alta frecuencia (diarios) se ajustan mejor a suelos con una baja capacidad de retención de agua y alta capacidad de aireación, normalmente suelos de texturas livianas, suelos muy delgados o con alta pedregosidad. Los riegos de baja frecuencia por su parte (riegos distanciados) se adaptan mejor a suelos con alta capacidad de retención de humedad y baja capacidad de aireación, suelos pesados y profundos

Dado que los sistemas de riego, diseñados en el presente estudio se ajustan a un riego diario, la determinación del tiempo de riego calcula en base al caudal de agua que se aplica a cada planta (L/h), y determinando la intensidad de precipitación del equipo (emisores de riego).

El caudal de agua que se aplica a cada planta se calcula como

$$Q_{pl} = q * N_e * \frac{CU\%}{100}$$

En donde:

Q_{pl} = caudal de agua aplicado a cada planta (L/h)

q (L/h) = caudal del emisor (L/h)

N_e = número de emisores por planta

$CU\%^2$ = coeficiente de uniformidad

La intensidad de precipitación del equipo (I_{pp}), se expresa en mm/h, y se obtiene de la siguiente manera:

$$I_{pp} = \frac{Q_{pl}}{MP}$$

En donde

I_{pp} = intensidad de precipitación del equipo (mm/h)

MP (m²) = Marco de plantación (distancia entre hileras (m) x distancia sobre hilera (m))

El tiempo de riego (TR en h/día) se obtiene aplicando la siguiente relación:

$$TR = \frac{Db}{I_{pp}}$$

Otra forma de determinar el tiempo de riego es considerando el RAP (L/pl/día) calculado anteriormente y el caudal (L/h) que se aplica a cada planta

² El caudal de los emisores y el coeficiente de uniformidad del equipo de riego son puntos claves en la determinación de los tiempos de riego. El caudal del emisor que se utilice debe ser el caudal medio del sector de riego, que puede ser distinto del caudal nominal que entrega el fabricante. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que no todos los emisores entregan la misma cantidad de agua, lo que se refleja en el coeficiente de uniformidad (CU%). La evaluación y mantención de los equipos de riego es una tarea que se debe realizar para que estos mantengan las condiciones de operación con que fueron diseñados (Esto se analiza en el Acápite 5)

$$TR = \frac{RAP}{Qpl}$$

A continuación se presenta un ejemplo para el cálculo:

Se pide calcular el tiempo de riego, de un cultivo de paltos en el mes de febrero. El marco de plantación es de 5 x 4. Se riega por goteo doble línea con goteros de 4,0 L/h cada 1,0 m (8 emisores por planta). El coeficiente de uniformidad (CU) es de 87%. La demanda bruta es de 5,83 mm/día.

En primer lugar, se calcula la intensidad de precipitación del equipo:

$$Qpl = 4,0 \left(\frac{L}{h}\right) \times 8 \times \frac{87}{100} = 27,84 \left(\frac{L}{h}\right)$$

$$Ipp = \frac{27,84 \left(\frac{L}{h}\right)}{20 \text{ (m}^2\text{)}} = 1,39 \left(\frac{mm}{h}\right)$$

Luego, conociendo la demanda bruta, se calcula el tiempo de riego diario

$$TR = \frac{5,83 \text{ (mm/día)}}{1,39 \text{ (mm/h)}} = 4,19 \left(\frac{h}{\text{día}}\right)$$

El tiempo de riego se puede calcular también a partir del RAP (L/pl/día) y del caudal que se aplica a cada planta, Qpl (L/h). En el caso de este ejemplo el Qpl es de 27,84 L/h.

Entonces se tiene que:

$$RAP = 5,83 \left(\frac{mm}{\text{día}}\right) * 5 \text{ (m)} * 4 \text{ (m)} = 116,6 \left(\frac{L}{\text{pl} * \text{día}}\right)$$

Por lo que el tiempo de riego queda de la siguiente forma:

$$TR = \frac{116,6 \left(\frac{L}{\text{pl} * \text{día}}\right)}{27,84 \left(\frac{L}{h}\right)} = 4,19 \left(\frac{h}{\text{día}}\right)$$

4.1.6. **Métodos de monitoreo de las variables de riego**

Una forma conveniente de monitoreo de la humedad en el suelo, es la utilización de tensiómetros, los cuales son capaces de entregar lecturas específicas de un volumen de suelo, con lo que se puede determinar la condición de humedad aprovechable en que se encuentra, lo que finalmente servirá de parámetro para la programación del riego.

El lugar donde se instale el o los tensiómetros deberá cumplir los siguientes requisitos.

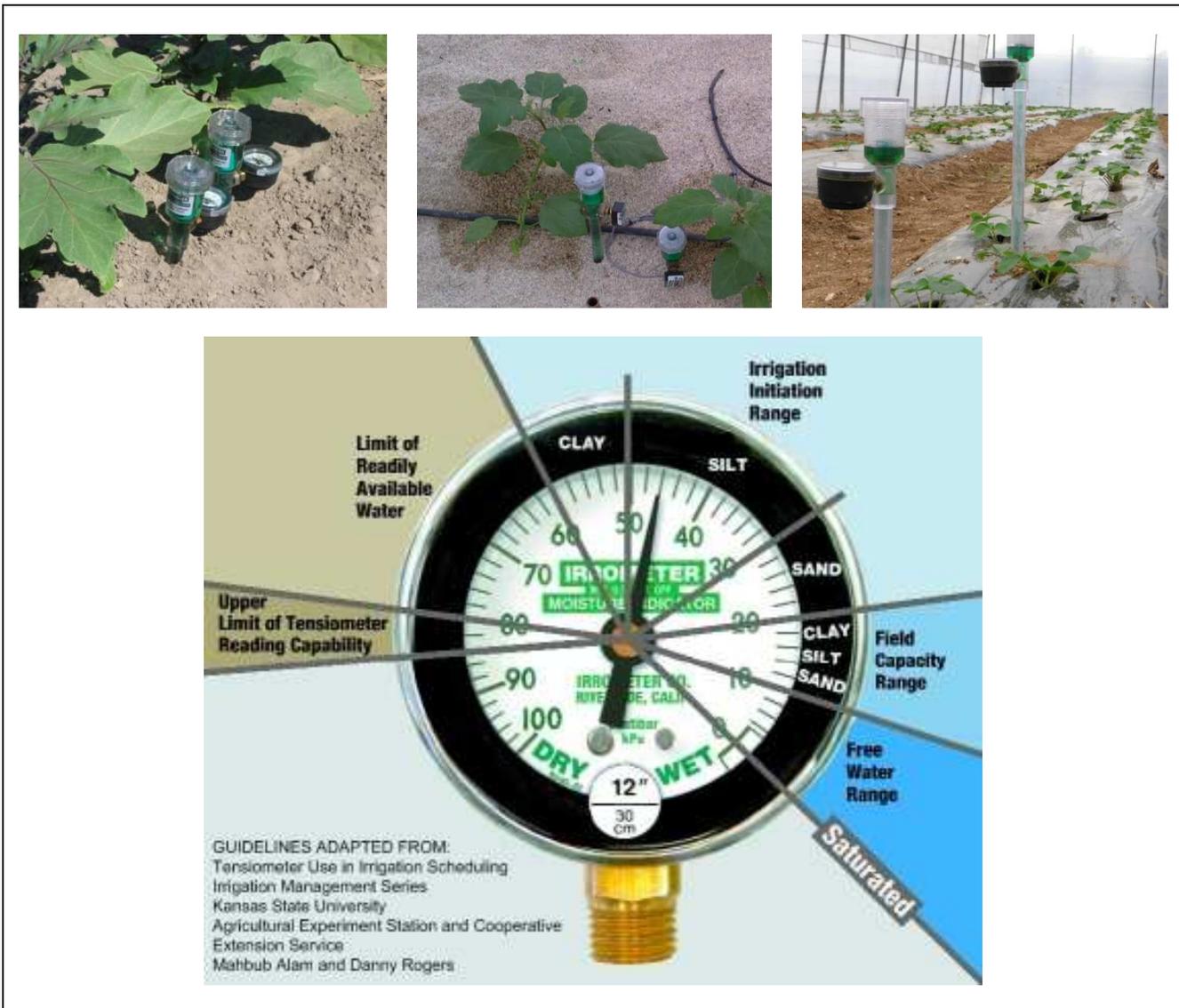
- Ser representativo del área que se va a regar
- Estar en la zona radicular activa. Para lo cual se pueden usar baterías de tensiómetros a diferentes profundidades (30, 60, 90 y hasta 120 cm).
- A no menos de 30 y no más de 45 cm, de la línea de riego
- Protegido de posibles daños por labores agrícolas
- En caso de frutales, se deberá instalar a un tercio de la distancia desde la proyección de la copa del árbol al tronco sobre la hilera de plantación
- En hortalizas colocarlo sobre la hilera de plantación.

Si bien las lecturas que entregan los tensiómetros son interpretadas según cada condición de cultivo, existe un estándar que se puede interpretar de siguiente forma:

- De 0 a 10 cb: El suelo está recién regado y que permanece aún saturado. Estos valores son normales si se considera un período de un día o dos después de un riego, aunque si perduran indican un exceso de humedad, generalmente debido a un riego demasiado abundante.
- De 10 a 20 cb: El suelo está a capacidad de campo y la humedad está a disposición de la planta con esfuerzo mínimo, por lo que no requiere riego aún.
- De 30 a 60 cb: Está asegurada una buena oxigenación de las raíces. En zonas calurosas y cuando se intente regar suelos muy arenosos, es recomendable iniciar los riegos con lecturas de 40 a 45 cb. En las zonas más frescas o en suelos con un gran poder de retención, se iniciarán con lecturas de 45 a 60 cb.
- De 70 cb o superiores: El suelo está un poco más seco, la planta empieza a trabajar más para extraer el agua del suelo.

En la figura 4.1.6-1 se observa la operación de Tensiómetros para el monitoreo de la humedad de suelo y el detalle de los rangos de lecturas que estos entregan.

FIGURA 4.1.6-1 MONITOREO DE HUMEDAD DEL SUELO CON TENSIÓMETROS



Fuente: elaboración propia.

5. MANTENCIÓN Y REPARACIÓN

5.1. ASPECTOS GENERALES

La mantención de un sistema de riego presurizado es el conjunto de operaciones destinadas a que el equipo de riego funcione en óptimas condiciones en cada temporada de riego. En este sentido, el principal problema al que se ve enfrentado el agricultor es la obturación de emisores, por tal razón las labores de mantención estarán orientadas a prevenir las causas que ocasionan este problema, entre las que se pueden mencionar:

- Uso de aguas con alta carga de contaminantes físicos y biológicos

- Ausencia de filtros o uso inadecuado de ellos
- Desconocimiento del manejo adecuado de la red de riego
- Ausencia de un plan de mantención del equipo.

5.2. PLAN DE MANTENCIÓN

Un sistema de riego se encuentra diseñado para la entrega de un cierto caudal de agua a los cultivos y a una presión de trabajo determinada, por lo tanto la variación negativa de estos factores será causal de problemas en algún tramo de sistema. En este sentido se deberá establecer un plan de mantención de los sistemas de riego, que contemple las principales problemáticas que se presentan en cada componente del sistema de riego, el cual idealmente se diseñara diferenciando aquellos manejos a realizar de forma periódica, semanales o mensuales y los que generales a realizar al menos una vez en la temporada. A continuación en el Cuadro 5.2-1 se presenta un ejemplo de propuesta general de mantención anual para sistemas de riego presurizados.

CUADRO 5.2-1 PLAN DE MANTENCIÓN ANUAL DE LOS EQUIPOS DE RIEGO PRESURIZADOS

Componente del sistema	Posibles problemáticas	Mantención
Estanque o tranque acumulador	Presencia de algas u otras partículas contaminantes	Limpieza de decantadores o prefiltros, tratamientos con alguicidas
Cabezal o centro de control	Ruidos extraños, vibraciones, aumento de temperatura del motor, desgaste excesivo de rotores y/o rodamientos	Revisión mecánica por personal capacitado
Sistema de bombeo	Revisión mecánica general de las motobombas	Mantención de bombas según pautas del fabricante. En bombas de pozo profundo revisar problemas por arrastres de arena.
Filtros	Aumento del diferencial de presión en manómetros. Mallas, anillas o arenas colmatadas de contaminantes	Lavado de filtros: de malla (agua a presión y cepillad), anillas (agua a presión y cepillado), arena (retrolavado frecuente cuando corresponda y al menos un lavado completo de la arena una vez al año)
Inyector de fertilizantes	Acumulación de residuos en fondo de estanque	Limpieza frecuente cuando corresponda o al menos un par de veces por temporada cuando la acumulación no sea excesiva
redes de distribución	Taponamiento de emisores y/o laterales, fracturas de tuberías, mal funcionamiento de válvulas de aire	Lavado de redes de distribución con agua a presión y evacuado por desagües (despiches) en redes terciarias o portalaterales y en finales de laterales, al menos a inicio y fin de temporada.
Emisores	Taponamiento	Todas las anteriores. Lavado de redes con ácidos o alguicidas, según corresponda

Fuente: Elaboración propia a partir de INIA, (2009).

Por su parte existen numerosas recomendaciones para tratamientos, ya sean preventivos o correctivos, en cada uno de los componentes y equipos del sistema de riego. En este sentido, en el Cuadro 5.2-2 se recopilan las principales recomendaciones para

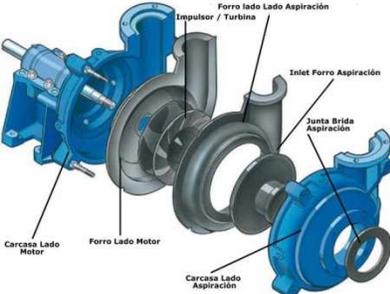
solucionar los principales problemas presentes en la operación de un sistema de riego presurizado. A su vez en la Figura 5.2-1 se presentan ejemplos de las principales problemáticas que se presenta en su sistema de riego presurizado.

CUADRO 5.2-2 RECOPIACIÓN DE RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EN EL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO

Problema	Control	Tratamiento
Algas en estanque	Preventivo	Aplicación de 3 g de sulfato de cobre por cada m ³ de agua que entre al estanque
Presencia de algas y bacterias en redes de distribución y emisores	Preventivo	Incorporación de 19 cc a 25 cc de hipoclorito de sodio al 8% por m ³ de agua en últimos 10 minutos de riego
Aguas duras (calcáreas) pH < 8 o pH > 8	Preventivo	125 cc a 250 cc de hipoclorito de sodio al 8% por m ³ de agua, manteniéndola en las tuberías por 30 minutos, cada 10 a 15 días. Acidular el agua a pH 5,5 - 6,5
Precipitados de sales de calcio, hierro y magnesio	Preventivo	0,5 L de ácido nítrico por m ³ de agua a tratar, 1 a 2 L de ácido sulfúrico por m ³ de agua a tratar Ácido nítrico (56 - 65%). Tratamientos diarios durante 10 minutos a dosis de 100 - 300 cc/m ³ para llevar agua a pH de 6 a 6,5 lo que previene precipitados
Taponamiento de goteros por sales de calcio, hierro y magnesio	Correctivo	Cada 15 a 20 días limpieza de tuberías con dosis de 0,5 a 1 L de ácido sulfúrico/m ³ de aguade forma que el agua que sale por los goteros tenga valores de pH de 3 a 5 (5 minutos iniciales solo con agua, 30 minutos siguientes bajar 0,5 atm presión inyectando ácido, 10 a 15 minutos finales con agua pura).
Precipitaciones de hierro con aguas ferruginosas	Correctivo	Ácido nítrico en dosis de 1 a 2 L/m ³ , manteniendo la solución en tuberías y goteros durante varias horas, lavando después con abundante agua, desalojando el agua fuera del alcance de las plantas.
Precipitados de carbonato cálcico	Preventivo	Ácido sulfúrico 0,5 a 1 L/m ³
Precipitados calcáreos y magnésicos	Preventivo	Ácido sulfúrico al 0,2 a 1% de acuerdo a concentración de carbonatos en el agua que es problema en cantidades mayores a 100 mg/L (trat. debe durar 30 minutos)
Aguas bicarbonatadas	Preventivo	Ácido fosfórico (40 a 50% de P ₂ O ₅) en dosis de 0,35 a 0,5 cc/L de agua tratada (se usa solo). Si se usa con otros abonos no sobrepasar los 25 cc/m ³ . Ácido Clorhídrico (32 a 36%) en dosis de 0,5 a 1 cc/cc de agua a tratar.
Precipitación de fertilizantes	Correctivo	Ácido clorhídrico en dosis de 5 a 10 cc/L de agua a tratar por varias horas y posterior lavado con agua abundante (en aguas con concentraciones e fierro mayor a 0,2 gr/m ³ puede producir cloruro férrico insoluble)
	Preventivo	Fertirrigación adecuada guardando compatibilidades de fertilizantes
Algas en estanque (lama, totora y vegetación acuática)	Correctivo	Se vacía el estanque por lo menos al 25% de su capacidad, se aplican 30 gr e sulfato de cobre por cada m ³ de agua que queda en el estanque, dejando reposar por 8 a 12 h y luego llenar estanque a su capacidad máxima
Presencia de algas y bacterias en redes de distribución y goteros (mucílago gelatinoso)	Correctivo	Incorporación de 2,5 a 3 L de hipoclorito de sodio al 8% por m ³ de agua que queda en tubería por un tiempo de 12 h, luego se lava con abundante agua a presión la que se evacúa por despiches y fin de laterales, alejado de las plantas
Presencia de algas, bacterias y mucílago al interior de filtros de grava	Correctivo	19 a 25 cc de hipoclorito de sodio al 8%/L agua almacenada en el filtro, por 24 h para luego lavar abundantemente sin dejar que estos enjuagues pasen a la red.

Fuente: Elaboración propia a partir de INIA, (2009).

FIGURA 5.2-1 PROBLEMÁTICAS A MANTENER EN UN SISTEMA DERIEGO PRESURIZADO.

<p>Algas en tranques</p> 	<p>Mantenimiento mecánico de bombas</p> 	<p>Limpeza filtros de grava</p> 
<p>Limpeza filtro de anillas</p> 	<p>Limpeza filtro de malla</p> 	<p>Mantenimiento sistema de fertirriego</p> 
<p>Descole de laterales</p> 	<p>Despiche de tuberías</p> 	<p>Mantenimiento de válvulas</p> 
<p>Taponamiento de emisores</p>   		

Fuente: Elaboración propia

5.3. CÁLCULO DE UNIFORMIDAD DE EMISORES

La desuniformidad en el caudal de los emisores, implicará que algunas plantas reciban menos agua de la que realmente necesitan y otras reciban en exceso, con la consiguiente pérdida de rendimiento. Por esto es importante realizar un chequeo periódico al sistema, midiendo el volumen de descarga de los emisores, con lo cual podemos determinar si el sistema de riego presurizado, se encuentra funcionando de la manera adecuada, lo que se verifica determinando el Coeficiente de Uniformidad de Caudales (CUC).

Para calcular el Coeficiente de Uniformidad de Caudales (CUC), se debe proceder de la siguiente forma:

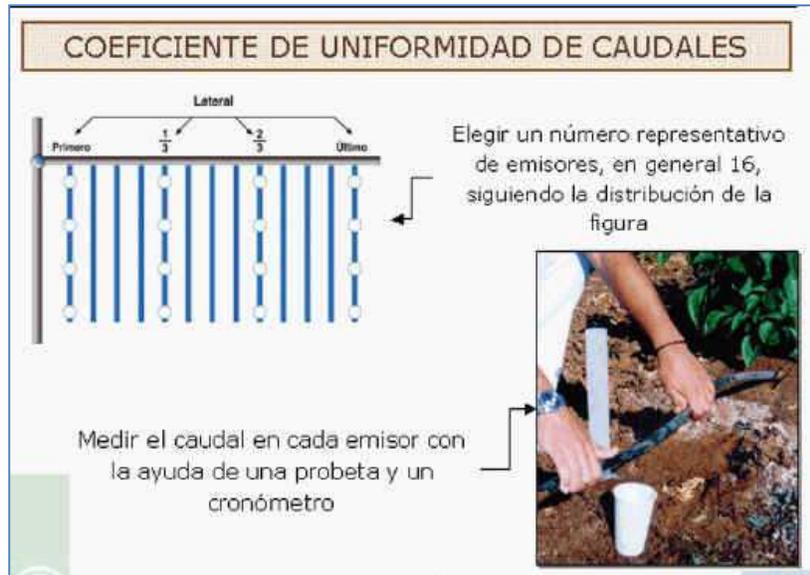
- Seleccionar una subunidad o subsector representativo de todo el sistema de riego, según topografía, tipo de suelos, condición de las plantas, etc. Un subsector corresponde a aquella unidad cuyas líneas laterales o emisores son abastecidas por la misma tubería terciaria o múltiple, con regulación de válvula manual o eléctrica.
- En este subsector se elegirá un número determinado de emisores distribuidos uniformemente dentro de la subunidad o subsector de riego. Se recomienda seleccionar 16 emisores para calcular el Coeficiente de Uniformidad. Para ello, se elige el lateral más cercano y el más lejano del inicio de la subunidad. Entre ambas laterales se eligen otras dos laterales intermedias, ubicadas a 1/3 y a 2/3 de la longitud de la terciaria. En cada lateral se seleccionan cuatro emisores siguiendo el mismo criterio, es decir, el más cercano y el más lejano del inicio de cada lateral y dos emisores intermedios.

Para realizar la evaluación del CUC, se necesitará un vaso graduado o una probeta y un cronómetro. El caudal corresponderá al volumen de agua que entre en la probeta ubicada bajo un emisor por un tiempo determinado (1 minuto por ejemplo). Para expresar el caudal en L/h se deberá hacer la transformación de unidades correspondiente. Luego se podrá calcular el CUC, para lo cual se deberán ordenar los datos de los emisores medidos (por ejemplo 16) en orden ascendente, primero se calcula el promedio de los cuatro emisores de menor caudal (Q25% más bajo) y luego el de todos los emisores (Q total). El CUC se calculará finalmente mediante la siguiente relación:

$$CUC = \frac{Q_{25\%}}{Q_{total}} \times 100$$

Es muy importante realizar esta evaluación con la frecuencia necesaria, la cual será determinada principalmente por la frecuencia de riego, de fertirriego y por las características de calidad de agua con que se disponga. De esta forma no solo se logrará entregar los caudales de agua y aportes nutritivos requeridos para suplir las necesidades de los cultivos, sino también permitirá conservar en óptimas condiciones de operación al sistema de riego. En la Figura 5.3-1 se observa el procedimiento para la Evaluación de la Uniformidad de riego.

FIGURA 5.3-1 EVALUACIÓN DE UNIFORMIDAD DE RIEGO



Fuente: Elaboración propia.

1. PRESENTACIÓN.....	1
2. ¿POR QUÉ SE RIEGA?.....	2
2.1. aspectos generales	2
2.2. Factores climáticos que determinan la demanda de agua	2
2.3. Necesidades de agua de los cultivos.....	2
2.3.1. Coeficiente de Cultivo (Kc)	2
2.3.2. Evapotranspiración de Cultivo (ETc)	4
2.3.3. Demanda de Agua Neta (Dn)	4
2.3.4. Demanda de Agua Bruta (Db)	4
2.4. Influencia del suelo en el riego de los cultivos.....	5
2.4.1. Características de los Suelos Agrícolas.....	5
2.4.2. Textura	5
2.4.3. Estructura.....	6
2.5. Relación Suelo-Agua-Planta y atmósfera.....	6
2.5.1. Aspectos Generales.....	6
2.5.2. Limitantes del Suelo	7
2.5.3. Funciones del Agua en la Planta	7
2.5.4. Atmósfera	8
2.5.5. Indicadores de la Planta.....	8
3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO	8
3.1. antecedentes generales	8
3.2. Sistemas de riego gravitacionales.....	9
3.2.1. Aspectos Generales.....	9
3.2.2. Riego por Tendido.....	9
3.2.3. Riego por Surcos	9
3.2.4. Riego por Bordes.....	10
3.2.5. Otros Métodos	10
3.3. sistemas de riego presurizados.....	11
3.3.1. Aspectos Generales.....	11
3.4. componentes comunes entre los métodos de riego diseñados	11
3.4.1. Equipos de Bombeo	11
3.4.2. Necesidades de Filtrado.....	12
3.4.3. Unidad de Fertilización	13
3.4.4. Red Matricial de Tuberías	14
3.4.5. Emisores.....	15
3.4.6. Válvulas de Control	17
3.4.7. Otros Instrumentos de Control	17
3.5. Criterios de diseño de un sistema de riego presurizado.....	18
3.5.1. Introducción	18
3.5.2. Recopilación de Información	18
3.5.3. Diseño Agronómico.....	19

3.5.4. Diseño Hidráulico	19
4. MANEJO Y CONTROL DE RIEGO	20
4.1. programación del riego	20
4.1.1. Introducción	20
4.1.2. Demanda Evapotranspirativa del Cultivo.....	20
4.1.3. Características del suelo	22
4.1.4. Influencia de los estados de crecimiento de los cultivos en la demanda hídrica	24
4.1.5. Cálculo de Frecuencia y Tiempo de riego	28
4.1.6. Métodos de monitoreo de las variables de riego	31
5. MANTENCIÓN Y REPARACIÓN	32
5.1. aspectos Generales	32
5.2. plan de mantención	33
5.3. Cálculo de uniformidad de emisores	36