REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE DE MAGALLANES - XII REGION

VOLUMEN 2

INTRODUCCION, ASPECTOS METODOLOGICOS, CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA Y ESTUDIOS BASICOS

ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES LTDA.
AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
GEOFUN LTDA.
HYDROCONSULT LTDA.

PUNTA ARENAS - SANTIAGO
SEPTIEMBRE 1997

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE DE MAGALLANES - XII REGION

VOLUMEN 2

INTRODUCCION, ASPECTOS METODOLOGICOS, CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA Y ESTUDIOS BASICOS

ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES LTDA.
AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
GEOFUN LTDA.
HYDROCONSULT LTDA.

PUNTA ARENAS - SANTIAGO
SEPTIEMBRE 1997

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 1
RESUMEN Y CONCLUSIONES

Pág

I. RESUMEN Y CONCLUSIONES 1
I.1 INTRODUCCION 1
I.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA 2
I.2.1 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS 2
I.2.2 RECURSOS NATURALES 4
I.2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ECOLÓGICAS 4
I.2.4 ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS 5
I.2.5 ANTECEDENTES ECONÓMICOS GENERALES 7
I.2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA 10
I.3 RECURSOS BÁSICOS 15
I.3.1 INTRODUCCIÓN 15
I.3.2 CLIMA Y AGROCLIMA 15
I.3.3 SUELO 18
I.3.4 RECURSOS HÍDRICOS 18
I.4 BASE CARTOGRÁFICA 50
I.4.1 INTRODUCCIÓN 50
I.4.2 PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO 50
I.4.3 ANTECEDENTES CARTOGRÁFICOS Y FOTOGRÁFICOS UTILIZADOS 51
I.4.4 VINCULACIÓN A RED UTM 51
I.4.5 MONUMENTACIÓN DE PILARES DE NIVELACIÓN 52
I.4.6 APOYO TERRESTRE 52
I.4.7 CALCULO DE COORDENADAS GPS 53
I.4.8 DIBUJO FINAL 53
I.4.9 PRECISIONES ALCANZADAS 54
I.5 DETERMINACIÓN DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO 54
I.5.1 INTRODUCCIÓN 54
I.5.2 PRIORIZACIÓN DE LOS SECTORES Y PROYECTOS DE RIEGO 55
I.5.3 DETERMINACIÓN DE UNIDADES TERRITORIALES 58
I.6 DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL 60
I.6.1 INTRODUCCIÓN 60
I.6.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES 60
I.6.3 USO ACTUAL DEL SUELO 63
I.6.4 DETERMINACIÓN DE PREDIOS TIPOS DE ANÁLISIS 66
I.6.5 MERCADOS COMERCIALIZACIÓN Y PRECIOS 68
I.6.6 PATRONES O ESTÁNDARES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE SITUACIÓN ACTUAL 75
I.6.7 INSTITUCIONES DE APOYO 77
I.6.8 USO ACTUAL DE AGUA 80
I.7 DESARROLLO AGROPECUARIO 81
I.7.1 INTRODUCCIÓN 81
I.7.2 CRITERIOS BÁSICOS 82
I.7.3 CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA POR PROYECTO 88
I.7.4 CARACTERIZACIÓN DE PREDIOS TIPOS DE ANÁLISIS 92
I.7.5 PATRONES O ESTÁNDARES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE SITUACIÓN FUTURA 96

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 1 (Continuación)
RESUMEN Y CONCLUSIONES

Pág

I.8 DESARROLLO DEL RIEGO INTRAPREDIAL 98
I.8.1 DEFINICIÓN DE TÉCNICAS DE RIEGO 98
I.8.2 COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO PROPUESTOS 102
I.9 DEMANDAS DE RIEGO 105
I.9.1 CÁLCULO DE DEMANDAS UNITARIAS 105
I.9.2 EFECTO DE LA RESTRICCIÓN HÍDRICA EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS 110
I.10 DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS 112
I.10.1 SELECCIÓN Y ANTEPROYECTO PRELIMINAR DE LAS OBRAS 112
I.10.2 PRESUPUESTO Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS 139
I.10.3 PROGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN Y DE IMPLEMENTACIÓN 154
I.11 EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA 159
I.11.1 INTRODUCCIÓN 159
I.11.2 PROYECTOS MULTIBENEFICIARIOS 160
I.11.3 MÓDULOS PRODUCTIVOS 162
I.12 RECUPERACIÓN DE COSTOS 164
I.12.1 INTRODUCCIÓN 164
I.12.2 CONSIDERACIONES PARA LA XII REGIÓN 165
I.12.3 RESULTADOS 165
I.13 ORGANIZACIÓN DE REGANTES 167
I.13.1 INTRODUCCIÓN 167
I.13.2 PLANTEAMIENTO GENERAL PARA LOS FUTUROS REGANTES DE LA XII REGIÓN 167
I.14 ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS 169
I.14.1 DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES 169
I.14.2 DERECHOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS 170
I.14.3 EXPROPIACIONES 171
I.14.4 SERVIDUMBRES E HIPOTECAS 174
I.15 ASPECTOS AMBIENTALES Y ECOLÓGICOS 179
I.15.1 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO 179
I.15.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES 180
I.15.3 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 185
I.15.4 RECOMENDACIÓN GENERAL 210
I.16 PROPOSICIÓN DE VÍAS DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO 211
I.17 CONCLUSIONES 212

INDICE VOLUMEN 2
INTRODUCCION, ASPECTOS METODOLOGICOS, CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO Y ESTUDIOS BASICOS

Pág.

II INTRODUCCION 1

III METODOLOGIA 5
III.1 METODOLOGIA GENERAL 5
III.1.1 RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO Y DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO 5
III.1.2 CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO 5
III.1.3 RECURSOS BASICOS 6
III.1.4 DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO 6
III.1.5 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL 6
III.1.6 DETERMINACION DE LA SITUACION FUTURA 7
III.1.7 EVALUACION SOCIO-ECONOMICA 7
III.1.8 ASPECTOS RELATIVOS A LA IMPLEMENTACION DE LOS PROYECTOS 8
III.2 METODOLOGIA ESPECIFICA 8
III.2.1 INTRODUCCION 8
III.2.2 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA 8
III.2.2.1 Caracterización General del Area de Estudio 8
III.2.2.2 Clima y Agroclima 8
III.2.2.3 Suelos 10
III.2.2.4 Recursos Hídricos 13
III.2.2.5 Determinación de Sectores de Desarrollo Prioritario 17
III.2.2.6 Diagnóstico Situación Actual 18
III.2.2.7 Desarrollo Agropecuario 23
III.2.2.8 Demandas de Riego 26
III.2.2.9 Definición de Técnicas de Riego 28
III.2.2.10 Capacidades de las Obras y Criterios de Diseño 28

IV. CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO 50
IV.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ESTRUCTURA POLITICA ADMINISTRATIVA 50
IV.2 BOSQUEJO HISTORICO DE LA ZONA 52
IV.3 CARACTERISTICAS FISICAS Y ECOLOGICAS 54
IV.3.1 RECURSOS NATURALES 54
IV.3.1.1 Geología, Geomorfología y Suelos 54
IV.3.1.2 Hidrografía 56
IV.3.1.3 Clima 61
IV.3.2 ASPECTOS ECOLOGICOS 62
IV.3.2.1 Regiones Naturales y Vegetación Natural 62
IV.3.2.2 Potencial de Pastoreo del Area de Uso Agropecuario 66
IV.3.2.3 Erosión 67
IV.3.2.4 Características Ambientales 68

INDICE VOLUMEN 2 (Continuación)
INTRODUCCION, ASPECTOS METODOLOGICOS, CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO Y ESTUDIOS BASICOS

Pág.

IV.4 MARCO SILVO-AGROPECUARIO ACTUAL 74
IV.4.1 ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD AGRICOLA 74
IV.4.2 CARACTERISTICAS DE LAS EMPRESAS AGROPECUARIAS 76
IV.4.3 PROGRAMAS DE APOYO A LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA 77
IV.4.4 INFRAESTRUCTURA DE PRODUCCION Y SERVICIOS 78
IV.5 ANTECEDENTES DEMOGRAFICOS 79
IV.5.1 POBLACION 79
IV.5.2 VIVIENDA 82
IV.6 CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS 83
IV.6.1 ANTECEDENTES ECONOMICOS GENERALES 83
IV.6.1.1 Generalidades 83
IV.6.1.2 Actividad Forestal 84
IV.6.2 ACTIVIDAD AGRICOLA 86
IV.6.3 PESCA 89
IV.6.4 INDUSTRIA MANUFACTURERA 90
IV.6.5 PETROLEO Y SUS DERIVADOS 91
IV.6.6 FUERZA LABORAL DE LA REGION 94

V.1 CLIMA Y AGROCLIMA 95
V.1.1 INTRODUCCION 95
V.1.2 ASPECTOS METODOLOGICOS 95
V.1.3 VARIABLES AGROCLIMATICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO 96
V.1.4 DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO 98
V.1.5 RESULTADOS 99
V.1.6 CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA 101
V.1.7 CARACTERIZACION DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS 104
V.2 SUELOS 118
V.2.1 INTRODUCCION 118
V.2.2 GEOMORFOLOGIA 118
V.2.3 COMENTARIOS SOBRE LOS SUELOS Y SU VEGETACION POR SECTOR 120
V.2.3.1 Sector 1: Cerro Castillo - Cerro Guido 120
V.2.3.2 Sector 2: Río Tres Pasos 120
V.2.3.3 Sector 4: Río Tranquilo 121
V.2.3.4 Sector 5: Morro Chico 121
V.2.3.5 Sector 6: Laguna Blanca 121
V.2.3.6 Sector 7: San Jorge - Ciaike 122
V.2.3.7 Sector 8: Río Susana - Bahía Oazy 122
V.2.3.8 Sector 9: Río Verde 123
V.2.3.9 Sector 11: Kampenaike 123
V.2.3.10 Sector 12: Mina Rica 123
V.2.3.11 Sector 13: Agua Fresca 124
V.2.3.12 Sector 14: Ríos Oscar, Oro y Rogers 124
V.2.3.13 Sector 15: Valle del Río Side 124
V.2.3.14 Sector 16: Porvenir 124
V.2.3.15 Sector 17: Río Chico 124
V.2.3.16 Sector 18: Río Grande 125

INDICE VOLUMEN 2 (Continuación)
INTRODUCCION, ASPECTOS METODOLOGICOS, CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO Y ESTUDIOS BASICOS

Pág.

V.2.4 COMENTARIO DE LOS SUELOS HUMEDOS (HUMEDALES) 125
V.2.5 SECTOR 13: AGUA FRESCA 126
V.2.5.1 Aspectos Metodológicos 126
V.2.5.2 Unidades de Clasificación y Unidades Cartográficas 127
V.2.5.3 Características del Suelo, Símbolos, Conceptos y Rangos 128
V.2.5.4 Clasificaciones Interpretativas, Símbolos y Conceptos 132
V.2.5.5 Cuadros Resúmenes de los Suelos por Sector 133
V.2.5.6 Descripciones de Suelos 150
V.3 RECURSOS HIDRICOS 212
V.3.1 PLUVIOMETRIA 212
V.3.1.1 Introducción 212
V.3.1.2 Catastro de Información Disponible 212
V.3.1.3 Relleno Estadísticas 216
V.3.1.4 Homogeneización de Estadísticas 216
V.3.1.5 Precipitaciones Anuales Máximas en Duraciones de 1 a 5 Días 238
V.3.1.6 Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Mensuales, Estacionales y Anuales 238
V.3.2 FLUVIOMETRIA 251
V.3.2.1 Introducción 251
V.3.2.2 Catastro de Información Disponible 251
V.3.2.3 Selección de las Estaciones a estudiar y del Período de Análisis 251
V.3.2.4 Relleno, Corrección y Extensión de Estadísticas 255
V.3.2.5 Verificación de la Homogeneidad de la Estadística 270
V.3.2.6 Análisis de Frecuencia de Estadísitcas de Caudales 270
V.3.2.7 Características Hidrológicas de Tierra del Fuego 286
V.3.3 SINTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS 293
V.3.3.1 Introducción 293
V.3.3.2 Modelo Utilizado 293
V.3.3.3 Calibración del Modelo 293
V.3.3.4 Métodos de Síntesis en cuencas de interés 295
V.3.4 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO 301
V.3.4.1 Generalidades 301
V.3.4.2 Hidrogeología Cualitativa 301
V.3.4.3 Hidrogeología Cuantitativa 337
V.3.4.4 Hidrogeología Específica de Tierra del Fuego 372
V.3.5 MODELO DE SIMULACION HIDROGEOLOGICO 384
V.3.5.1 Introducción 384
V.3.5.2 Area de Modelación 385
V.3.5.3 Antecedentes Básicos para la Modelación 385
V.3.5.4 Modelo de Simulación 391
V.3.5.5 Calibración del Modelo 395
V.3.5.6 Simulación de un Caso Hipotético 399
V.3.5.7 Referencias Bibliográficas Utilizadas 399
V.3.6 CALIDAD DE LAS AGUAS 401
V.3.6.1 Objetivos y Alcances 401
V.3.6.2 Análisis de la Calidad del Agua para Riego 401

INDICE VOLUMEN 2 (Continuación)
INTRODUCCION, ASPECTOS METODOLOGICOS, CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO Y ESTUDIOS BASICOS

Pág.

V.3.7 DERECHOS DE AGUA 412
V.3.7.1 Analisis Legal Sobre los Recursos Hídricos Compartidos.. 412
V.3.7.2 Situación Actual Sobre Derechos de Agua 418
V.4 BASE CARTOGRAFICA 430
V.4.1 INTRODUCCION 430
V.4.2 PLANIFICACION DEL TRABAJO 430
V.4.3 ANTECEDENTES CARTOGRAFICOS Y FOTOGRAFICOS UTILIZADOS 432
V.4.4 VINCULACION A RED UTM 432
V.4.5 MONUMENTACION DE PILARES DE NIVELACION 433
V.4.6 APOYO TERRESTRE 433
V.4.7 CONSIDERACIONES SOBRE EL SISTEMA GPS 434
V.4.8 VENTAJAS DEL SISTEMA GPS 435
V.4.9 CALCULO DE COORDENADAS GPS 435
V.4.10 ESTERO-RESTITUCION ANALOGICA 437
V.4.11 DIBUJO FINAL 438
V.4.12 INDICE DE ARTICULACION DE LAMINAS DE DIBUJO FINAL 438
V.4.13 PRECISIONES ALCANZADAS 439
V.4.14 INFRAESTRUCTURA EMPLEADA 439
V.4.15 RESUMEN DE LAMINAS 440

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 3
DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO, DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL Y DETERMINACION DE LA SITUACION FUTURA DEL PROYECTO

Pág.

VI DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO 1

VI.1 INTRODUCCION 1
VI.2 IDENTIFICACION DE AREAS Y PROYECTOS POSIBLES DE RIEGO 1
VI.2.1 SECTOR 1: CERRO CASTILLO-CERRO GUIDO 1
VI.2.2 SECTOR 2: RIO TRES PASOS 6
VI.2.3 SECTOR 3: RIO PRAT 11
VI.2.4 SECTOR 4: RIO TRANQUILO 13
VI.2.5 SECTOR 5: MORRO CHICO 16
VI.2.6 SECTOR 6: LAGUNA BLANCA 19
VI.2.7 SECTOR 7: RIO SAN JORGE-CIAIKE 21
VI.2.8 SECTOR 8: RIO SUSANA Y BAHIA OAZY 23
VI.2.9 SECTOR 9: RIO VERDE 25
VI.2.10 SECTOR 10: ISLA RIESCO 28
VI.2.11 SECTOR 11: KAMPENAIKE 31
VI.2.12 SECTOR 12: MINA RICA 33
VI.2.13 SECTOR 13: AGUA FRESCA 35
VI.2.14 SECTOR 14: RIOS OSCAR, ORO Y ROGERS 38
VI.2.15 SECTOR 15: VALLE DEL RIO SIDE Y SUS AFLUENTES 41
VI.2.16 SECTOR 16: PORVENIR 44
VI.2.17 SECTOR 17: RIO CHICO 47
VI.2.18 SECTOR 18: RIO GRANDE 50
VI.2.19 SECTOR 19: RIO SAN MARTIN 52
VI.3 PRIORIZACION DE LOS SECTORES Y PROYECTOS DE RIEGO 52
VI.3.1 SECTORES DE RIEGO 52
VI.3.2 PROYECTOS DE RIEGO 55
VI.4 DETERMINACION DE UNIDADES TERRITORIALES 57
VI.4.1 SUELOS POTENCIALMENTE REGABLES 57
VI.4.2 PROYECTOS IDENTIFICADOS 65

VII DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL 79
VII.1 INTRODUCCION 79
VII.2 CARACTERISTICAS GENERALES 79
VII.2.1 ENCUESTA AGROPECUARIA 79
VII.2.2 PRESENTACION DE RESULTADOS 80
VII.2.3 USO DEL SUELO PREDIAL 83
VII.3 USO ACTUAL DEL SUELO DE LAS AREAS DE PROYECTO 86
VII.3.1 INTRODUCCION 86
VII.3.2 USO DEL SUELO POR PROYECTO 86

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 3 (Continuación)
DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO, DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL Y DETERMINACION DE LA SITUACION FUTURA DEL PROYECTO

Pág.

VII.4 DETERMINACION DE PREDIOS TIPOS DE ANALISIS 87
VII.4.1 GENERALIDADES 87
VII.4.2 OBTENCION DE PREDIOS TIPOS 88
VII.5 MERCADOS,COMERCIALIZACION Y PRECIOS 94
VII.5.1 INTRODUCCION 94
VII.5.2 ASPECTOS METODOLOGICOS 94
VII.5.3 CARNE OVINA 95
VII.5.4 CARNE BOVINA 115
VII.5.5 LANA 125
VII.5.6 CAMELIDOS 131
VII.5.7 HORTICULTURA Y CHACARERIA 132
VII.5.8 FRUTICULTURA MENOR; LA FRUTILLA 137
VII.5.9 ALFALFA 138
VII.5.10 ACUERDO INTERNACIONALES 140
VII.5.11 TRANSPORTE 142
VII.6 PATRONES O ESTANDARES PRODUCTIVOS Y ECONOMICOS DE LA SITUACION ACTUAL 145
VII.6.1 GENERALIDADES 145
VII.6.2 PRACTICAS DE EXPLOTACION Y RENDIMIENTOS 150
VII.7 INSTITUCIONES DE APOYO 151
VII.7.1 INTRODUCCION 151
VII.7.2 ASOCIACION DE GANADEROS DE MAGALLANES 154
VII.7.3 CORPORACION DE FOMENTO A LA PRODUCCION 154
VII.7.4 FIDE XII 155
VII.7.5 INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO -INDAP 156
VII.7.6 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS -INIA 156
VII.7.7 INSTITUTO DE LA PATAGONIA 157
VII.7.8 COMISION NACIONAL DE RIEGO 157
VII.8 USO ACTUAL DEL AGUA 157
VII.8.1 METODOS DE RIEGO 157
VII.8.2 ALGUNAS EXPERIENCIAS DE RIEGO EN LA REGION DE MAGALLANES 160
VII.8.3 CONCLUSIONES 162
VII.8.4 DEMANDAS DE AGUA 163

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 3 (Continuación)
DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO, DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL Y DETERMINACION DE LA SITUACION FUTURA DEL PROYECTO

Pág.

VII.9 PLANTEAMIENTO DEL MODELO DE SIMULACION 173
VII.9.1 DETALLE DE LOS PROCESOS SIMULADOS 173
VII.9.2 TRASFONDO TEORICO DEL MODELO 175
VII.9.3 ANTECEDENTES BASICOS PARA LA MODELACION 182
VII.10 SUPERFICIE POTENCIAL DE RIEGO EN LOS 16 SECTORES DE ESTUDIO 183
VII.10.1 INTRODUCCION 183
VII.10.2 RECURSOS DISPONIBLES 183
VII.10.3 SUPERFICIE POTENCIAL DE RIEGO POR SECTORES 192

VIII DETERMINACION DE LA SITUACION FUTURA DEL PROYECTO 194
VIII.1 INTRODUCCION 194
VIII.2 DEFINICION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO 195
VIII.2.1 RECONOCIMIENTO DE OBRAS POSIBLES 195
VIII.2.2 IDENTIFICACION DE PROYECTOS EXISTENTES 202
VIII.2.3 ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BASICAS 203
VIII.3 DESARROLLO AGROPECUARIO 234
VIII.3.1 CRITERIOS BASICOS 234
VIII.3.2 CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA POR PROYECTO 244
VIII.4 DESARROLLO DEL RIEGO INTRAPREDIAL 270
VIII.4.1 COSTOS DE INVERSION Y OPERACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO PROPUESTOS 270
VIII.4.2 DEFINICION DE TECNICAS DE RIEGO 273
VIII.5 DEMANDAS DE RIEGO 286
VIII.5.1 CALCULO DE DEMANDAS UNITARIAS 286
VIII.5.2 EFECTO DE LA RESTRICCION HIDRICA EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS 294
VIII.6 DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS 299
VIII.6.1 SELECCION Y ANTEPROYECTO PRELIMINAR DE LAS OBRAS 299
VIII.6.2 PRESUPUESTO Y COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS 477
VIII.6.3 PROGRAMAS DE CONSTRUCCION Y DE IMPLEMENTACION 528

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 4
EVALUACION SOCIOECONOMICA, RECUPERACION DE COSTOS, ORGANIZACION DE REGANTES, ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS, ASPECTOS AMBIENTALES Y ECOLOGICOS Y PROPOSICION DE VIAS DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Pág.

IX EVALUACION SOCIOECONOMICA 1
IX.1 INTRODUCCION 1
IX.2 PROYECTOS MULTIBENEFICIARIOS 2
IX.2.1 CRITERIOS DE EVALUACION 2
IX.2.2 PLAN DE INVERSIONES 8
IX.2.3 PROGRAMA FINANCIERO 8
IX.2.4 FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS 8
IX.2.5 NIVELES DE EMPLEO 8
IX.2.6 INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONOMICA 8
IX.2.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD 9
IX.2.8 EFECTOS SOCIALES Y ECONOMICOS 9
IX.3 RESULTADOS DE PROYECTOS MULTIBENEFICIARIOS 10
IX.3.1 PROYECTO EMBALSE EN EL RIO BAGUALES (P1) 10
IX.3.2 PROYECTO EMBALSE EN EL RIO LAS CHINAS (P2) 18
IX.3.3 PROYECTO ELEVACION Y CANAL LAS CHINAS (P3) 25
IX.3.4 PROYECTO REGADIO RIO TRES PASOS (P4) 33
IX.3.5 PROYECTO RIEGO DE VEGAS ENTRE LAGO DIANA Y LAGO BALMACEDA (P5) 41
IX.3.6 PROYECTO EMBALSE EN EL RIO PENITENTE (P6) 49
IX.3.7 PROYECTO MANEJO DE VEGAS EN EL RIO CIAIKE (P8) 57
IX.3.8 PROYECTO CANAL RIO PEREZ (P9) 64
IX.3.9 PROYECTO EMBALSE CHORRILLO JOSEFINA (P11) 71
IX.3.10 PROYECTO CANAL RIO PEREZ (P12) 78
IX.3.11 PROYECTO MANEJO EN VEGAS EN MINA RICA - LOS PATOS (P13) 86
IX.3.12 PROYECTO REGADIO AGUA FRESCA (P14) 92
IX.3.13 PROYECTO EMBALSE PORVENIR Y TRASVASE RIO SANTA MARIA (P15) .....
IX.3.14 PROYECTO REGADIO AGUA FRESCA (P16) 108
IX.3.15 PROYECTO REGADIO RIOS ORO Y ROGERS (P17) 115
IX.4 CUADROS COMPARATIVOS DE PROYECTOS MULTIBENEFICIARIOS 123
IX.5 MODULOS INDIVIDUALES 124
IX.5.1 METODOLOGIA 124
IX.5.2 PRESENTACION DE RESULTADOS 125

X RECUPERACION DE COSTOS 132
X.1 INTRODUCCION 132
X.2 ANTECEDENTES DE LA APLICACION DEL DFL N°1.123 DE 1981 133
X.3 CONSIDERACIONES PARA LA XII REGION 133
X.4 RESULTADOS 134

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 4 (Continuación)
EVALUACION SOCIOECONOMICA, RECUPERACION DE COSTOS, ORGANIZACION DE REGANTES, ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS, ASPECTOS AMBIENTALES Y ECOLOGICOS Y PROPOSICION DE VIAS DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Pág.

XI ORGANIZACIONES DE REGANTES 167
XI.1. INTRODUCCION 167
XI.2. ANTECEDENTES LEGALES QUE RIGEN A LAS DIFERENCIAS ORGANIZACIONES DE REGANTES 167
XI.2.1 COMUNIDADES DE AGUAS 167
XI.2.2. COMUNIDADES DE OBRAS DE DRENAJES 172
XI.2.3 ASOCIACIONES DE CANALISTAS Y OTRASORGANIZACIONES DE USUARIOS 172
XI.2.4. JUNTAS DE VIGILANCIA 173
XI.2.5 NORMAS COMUNES PARA LAS ORGANIZACIONES 176
XI.3 PLANTEAMIENTO GENERAL PARA LOS FUTUROS REGANTES DE LA XII REGION 176

XII ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS 179
XII.1 DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES 179
XII.2 DERECHOS DE AGUAS SUBTERRANEAS 180
XII.3 EXPROPIACIONES 181
XII.4 SERVIDUMBRES E HIPOTECAS 183

XIII ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 189
XIII.1 EMBALSE EN EL RIO BAGUALES 189
XIII.1.2 LINEA BASE 191
XIII.1.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 195
XIII.2 EMBALSE EN EL RIO LAS CHINAS 202
XIII.2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 202
XIII.2.2 LINEA BASE 204
XIII.2.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 208
XIII.3 ELEVACION Y CANAL LAS CHINAS 215
XIII.3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 215
XIII.3.2 LINEA BASE 217
XIII.3.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 221
XIII.4 REGADIO RIO TRES PASOS 227
XIII.4.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 227
XIII.4.2 LINEA BASE 227
XIII.4.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 233
XIII.5 RIEGO DE VEGAS ENTRE LAGO DIANA Y LAGO BALMACEDA 239
XIII.5.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 239
XIII.5.2 LINEA BASE 241
XIII.5.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 244
XIII.6 EMBALSE EN EL RIO PENITENTE 251
XIII.6.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 251
XIII.6.2 LINEA BASE 251
XIII.6.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 256

INDICE RESUMIDO VOLUMEN 4 (Continuación)
EVALUACION SOCIOECONOMICA, RECUPERACION DE COSTOS, ORGANIZACION DE REGANTES, ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS, ASPECTOS AMBIENTALES Y ECOLOGICOS Y PROPOSICION DE VIAS DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Pág.

XIII.7 TRASVASE DESDE EL RIO PENITENTE HASTA LAGUNA BLANCA 263
XIII.7.1 DESCRIPCION DE PROYECTO 263
XIII.7.2 LINEA BASE 265
XIII.7.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 268
XIII.8 MANEJO DE VEGAS EN EL RIO CIAIKE 273
XIII.8.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 273
XIII.8.2 LINEA BASE 274
XIII.8.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 278
XIII.9 CANAL RIO PEREZ 285
XIII.9.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 285
XIII.9.2 LINEA BASE 287
XIII.9.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 290
XIII.10 EMBALSE EN EL CHORRILLO JOSEFINA 297
XIII.10.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 297
XIII.10.2 LINEA BASE 299
XIII.10.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 302
XIII.11. EMBALSE EN EL CHORRILLO NEVADA 308
XIII.11.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 308
XIII.11.2 LINEA BASE 310
XIII.11.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 314
XIII.12 MANEJO DE VEGAS EN MINA RICA - LOS PATOS 321
XIII.12.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 321
XIII.12.2 LINEA BASE 321
XIII.12.3 IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 326
XIII.13 REGADIO AGUA FRESCA 332
XIII.13.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 332
XIII.13.2. LINEA BASE 332
XIII.13.3. IDENTIFICACION, ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 337
XIII.14. EMBALSE PORVENIR Y TRASVASE RIO SANTA MARIA 343
XIII.14.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 343
XIII.14.2. LINEA BASE 345
XIII.14.3. IDENTIFICACION , ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 349
XIII.15. REGADIO RIO SIDE
XIII.15.1 DESCRIPCION DEL PROYETO 355
XIII.15.2. LINEA BASE 357
XIII.15.3. Identificación , Análisis y Valoración de impactos 360
XIII.16. REGADIO RIOS ORO Y ROGERS
XIII.16.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO 366
XIII.16.2 LINEA BASE 368
XIII.16.3 IDENTIFICACION, ANALISIS Y VALORACION DE IMPACTOS 372

II. INTRODUCCION

La función fundamental de la Comisión Nacional de Riego (CNR), es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Esto implica implementar, a niveles nacional y regional, procesos encaminados al diseño de Políticas de Riego y Drenaje basadas en las directrices expuestas por el Supremo Gobierno y, como consecuencia, generar la necesaria coordinación interinstitucional de los organismos involucrados.

Este Rol de la CNR ha llevado al desarrollo de una concepción metodológica de Estudios Integrales de Riego, los cuales por definición tienen como base física una o varias cuencas hidrográficas asociadas, entidades fisiográficas donde se integran componentes naturales, económicos y humanos que, para efecto de los Planes de Desarrollo, deben analizarse de manera desagregada.

Como secuencia lógica de la utilización de los recursos, bajo la óptica del Desarrollo Sustentable, el Estudio Integral considera el análisis del impacto ambiental derivado de este cambio de uso. Un manejo inadecuado es causa de muchísimos problemas ambientales, cuyas consecuencias pueden llevar a la destrucción de la o las cuencas, con todo lo que ello acarrea a las poblaciones que allí se desarrollan.

Finalmente, los Estudios Integrales concluyen en Programas de Desarrollo del Riego que, considerando el uso múltiple del agua, están basados en sistemas de alternativas de obras hidráulicas (embalses y canales, entre otras) y proyectos agronómicos, además de programas complementarios de extensión, capacitación, transferencia tecnológica, apoyo crediticio, etc. La evaluación socio-económica de estos sistemas alternativos y la recomendación de aquellos más eficientes es el resultado final del Estudio Integral.

En este contexto, la CNR ha planteado el "ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE DE MAGALLANES, XII REGION", entendiendo su importancia para la economía regional y para el país, en términos socioeconómicos, geopolíticos y de recuperación de los recursos naturales. La concepción básica, si bien rige de cierta forma lo expuesto precedentemente, es diferente a la del resto de las cuencas del país, debido a que por las especiales características de la Región y de sus cursos de agua, la integralidad se entiende desde un punto de vista de aprovechamiento integral de los recursos, pero no necesariamente mediante un proyecto único.

El estudio fue licitado públicamente y otorgado mediante Resolución CNR N°40 de 18-12-95, modificada por Resolución CNR N°5 de 07-02-97, a la Asociación de Profesionales Proyecto Magallanes. Esta Asociación está compuesta por las firmas consultoras Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Musante, Astorga, Arrau Ltda. e Hydroconsult Ltda.

Un análisis preliminar del área del estudio indica que es un hecho, cada vez más evidente, que la incorporación del riego a las praderas magallánicas y a algunos sectores de cultivo, puede redundar en un aumento neto del desarrollo agrícola y ganadero en la región, evitando a su vez la degradación de las praderas. El consumo regional no está actualmente satisfecho con producción de la zona. En especial, cultivos como la papa y otros bajo tierra, que se dan muy bien y de muy buena calidad, tienen una importante demanda regional. También, se visualiza a futuro como interesante el cultivo de la frutilla.

Es cierto que la productividad real actual en Magallanes es más baja que en otras zonas con mejores climas y mejores suelos. Sin embargo, también es claro que el riego no es solamente una necesidad en climas cálidos, sino que es necesario donde, existiendo demanda por los productos, hay déficit hídrico porque la evapotranspiración, originada por calor, vientos

constantes y fuertes, sequedad ambiental y otras causas, es alta. El agua de los cultivos perdida por estos fenómenos, en consecuencia, debe ser repuesta mediante el riego.

Ya ha dejado de ser una quimera el manejo de suelos regados y del agua de riego en regiones que, por clima, parecen ser menos adecuadas que áreas más cálidas de Chile Central y Norte. Experiencias en la estación experimental magallánica "Kampenaike" (INIA) y de fundaciones como FIDE XII y el Instituto de la Patagonia, además de algunas evidencias particulares, han demostrado, no sólo la viabilidad técnica de los riegos sino que, también, su factibilidad socio-económica.

Cálculos globales de la extensión de las praderas australes, compuestas básicamente por coirón y otras hierbas anuales asociadas, las cifran en el orden de las 3.500 há. En esta extensa superficie existe una ganadería estimada en 2,3 a 2,5 millones de ovinos y algo más de 100.000 bovinos. Esta enorme masa está requiriendo ingentes volúmenes de alimentos frescos y concentrados, sin olvidar las demandas de forraje provenientes del vecino país que, eventualmente, podrían incrementarse con los acuerdos comerciales chileno-argentinos firmados en 1994. La disponibilidad de forraje en la época de invierno (3 a 5 meses) es mínima, lo cual limita notoriamente la actividad productiva ganadera.

Se ha demostrado que la producción de materia seca de la pradera natural, que no supera los 800 kg/há, en promedio, puede incrementarse en 3 y 4 ó más veces su valor actual cuando se incorporan, a través de un manejo racional, el riego y la fertilización. Experiencias con riego por aspersión realizadas cerca de Río Verde, al norte de Punta Arenas entre 1986 y 1988, determinaron producciones de 1.100 kg/há de materia seca en terrenos sin riego, 2.900 kg/há en suelos con riego y del orden de 7.500 kg/há en suelos regados y fertilizados. Más aún, ensayos con alfalfa en el sector de Puerto Natales determinaron que, en condiciones de secano, se puede alcanzar volúmenes entre 4.000 y 6.000 kg/há de materia seca, en tanto que con riego y fertilizando se podría llegar a los 12.000 kg/há.

Si se piensa que la carga animal promedio actual fluctúa entre 0,5 y 0,7 ovejas/há, con riego podría incrementarse en un 200% a 300% o más, aumentando sustancialmente la masa ganadera y las exportaciones de carne y lana. Por otra parte, en algunas microzonas no debe descartarse la posibilidad de ampliar los cultivos de hortalizas e incorporar otras actividades económicas como la floricultura y la fruticultura menor, adaptadas a climas más fríos, siguiendo las experiencias de los huertos familiares de Puerto Natales y revisando antecedentes de países nórdicos.

No obstante, el estado del arte es aún pobre en cuanto a experiencias validadas, por lo que es necesario investigar al máximo, especialmente en dos frentes, incremento o mejoramiento de la ganadería y desarrollo de cultivos de alta rentabilidad, tales como papas, hortalizas y frutales menores. El estudio de mercados para ellos es fundamental, teniendo gran importancia en este aspecto la iniciativa privada.

De acuerdo con antecedentes de la Asociación de Ganaderos de Magallanes (ASOGAMA), las exportaciones al Mercado Común Europeo son bastante estables y podrían incrementarse. Por otra parte, según esta misma fuente, junto con el impulso a técnicas de manejo de la pradera para el mejoramiento de su calidad, cabe señalar las posibilidades de Magallanes como fuente abastecedora de material genético. Actualmente, se han hecho análisis de mercados, se ha procedido a envíos de carneros de alto valor genético y se han establecido contactos para iniciar exportaciones de ovinos a Perú, Bolivia y otros países en cantidades variables entre 100.000 y 120.000 cabezas al año. Por otra parte, cabe destacar que, a nivel nacional durante 1994, se hicieron

exportaciones de ganado bovino en pie a Argentina, hecho inédito en la historia comercial con el vecino país.

Actualmente, se estima que el autoabastecimiento de productos agrícolas es del orden de 20% y que, con la incorporación del riego y el consiguiente manejo de la pradera, más algunos cultivos, se podría superar el 50%. En alguna medida existen los recursos de suelos y climáticos, pero deben incorporarse tecnologías de riego, alternativas de obras hidráulicas adecuadas, conocimiento técnico y manejo de los factores productivos, particularmente considerando que en la zona no existe una cultura del riego, objetivos fundamentales de los Estudios Integrales. El gran problema es la escasez del agua y de las condiciones generales para desarrollar proyectos de riego de bajo costo.

La pluviometría tiene una distribución temporal homogénea pero, espacialmente, es heterogénea. En la zona del proyecto fluctúa entre 200 y 700 mm anuales (la media anual de Punta Arenas es del orden de 485 mm). La alta evaporación potencial, incrementada por los vientos fuertes y constantes, implica una considerable evapotranspiración y el consiguiente efecto negativo sobre la productividad de la pradera.

Se trata por lo tanto, en general, de formular un Programa de Desarrollo basado en el uso racional de los recursos naturales y en una optimización de los recursos hídricos disponibles tanto para riego como para otros usos. Para ello se requirió, entre otras actividades, la prospección o actualización, caracterización, cuantificación y evaluación de los recursos y limitantes insertos en la zona de estudio, relacionados con el Riego. Este programa concluyó con una proposición y jerarquización de proyectos, a nivel de factibilidad, incluyendo los programas agroeconómicos y obras hidráulicas, además de las instancias técnicas correspondientes, transferencia tecnológica, puesta en riego y evaluación ambiental. El estudio de los recursos permitió desarrollar información útil no solamente para el análisis del riego, sino que también para otro tipo de estudios que pueden realizarse en la región, contándose ahora con importante información de cartografía, calidad de suelos agrícolas, características geomecánicas de los suelos, recursos de agua en cantidad y calidad, información climática sectorizada, etc. Se destaca que la gran mayoría de estos antecedentes son extrapolables, es decir, fueron estudiados de manera que sean útiles para la mayor superficie posible y no solamente para las 120.000 há del contrato.

El informe final de la consultoría se ha estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I	:	Resumen y Conclusiones.
Capítulo II	:	Introducción.
Capítulo III	:	Aspectos Metodológicos y Conceptuales Involucrados.
Capítulo IV	:	Caracterización General del Area del Estudio.
Capítulo V	:	Recursos Básicos.
Capítulo VI	:	Determinación de Sectores de desarrollo Prioritario.
Capítulo VII	:	Diagnóstico Situación Actual.
Capítulo VIII	:	Determinación de la Situación Futura del Proyecto.
Capítulo IX	:	Evaluación Socio Económica.
Capítulo X	:	Recuperación de Costos.
Capítulo XI	:	Organización de Regantes.
Capítulo XII	:	Aspectos Legales y Administrativos.
Capítulo XIII	:	Aspectos Ambientales y Ecológicos.
Capítulo XIV	:	Proposición de Vías de Seguimiento del Proyecto.

Además, se incluye un Album de Planos y los siguientes Anexos:

N°1 : Estadísticas observadas de precipitaciones medias mensuales.
N°2 : Estadísticas observadas de caudales medios mensuales.
N°3 : Descripción del modelo VisualModflow.
N°4 : Caudales de surgencia y caudales específicos por nudo.
N°5 : Mecánica de suelos zona continental.
N°6 : Mecánica de suelos zona Tierra del Fuego.
N°7 : Resultados modelo de simulación, factores de satisfacción de la demanda.
N°8 : Resultados modelo de simulación, márgenes económicos.
N°9 : Tablas de cálculos estudios de crecidas.
N°10 : Análisis de precios unitarios.
N°11 : Análisis de precios para construcción de sondajes.
N°12 : Programa DASI para evaluación económica.
N°13 : Derechos de Agua.
N°14 : Detalles del modelo de simulación.
N°15 : Encuesta Agropecuaria.

III. METODOLOGIA

III.1 METODOLOGIA GENERAL

Sin perjuicio de la metodología específica que cubre cada aspecto del estudio y que se incluye más adelante con la descripción de las diferentes actividades realizadas, en esta oportunidad se presenta la metodología general del trabajo, esto con el objeto de poder dar a conocer la línea de pensamiento que ha orientado la realización del estudio, especialmente en sus dos objetivos principales que son :

- El conocimiento de los recursos de agua, clima y suelo disponibles para el riego y de las condicionantes tanto físicas como humanas que influyen en las posibilidades reales de materialización de proyectos de riego en la zona, entendiendo a esta última como la mayor posible dentro de la Región, según lo expuesto en la Introducción.

- La identificación, planteamiento y evaluación técnico - económica de proyectos de riego en el área de estudio, que también puedan servir de base para analizar otras posibilidades en el resto de la Región.

Con el objeto de poder obtener los objetivos generales mencionados y satisfacer los requerimientos planteados para el Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes, por la Comisión Nacional de Riego se siguieron los siguientes pasos metodológicos.

III.1.1 RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO Y DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO

Con posterioridad a una recopilación y análisis de antecedentes de diferente índole, como agrológicos, agronómicos, hidrológicos, climáticos, cartográficos, etc., se efectuó un reconocimiento de terreno de cada uno de los sectores establecidos por la Comisión Nacional de Riego. Este reconocimiento detallado de terreno permitió determinar algunos sectores de mayor interés, en que se cuantificarían los recursos hidrológicos, de suelos y otros requeridos en el planteamiento de obras de riego. Por otra parte se conoció la realidad que enfrentan los agricultores y ganaderos y el interés de ellos por el desarrollo agropecuario en condiciones de riego.

Los sectores de interés determinados totalizaron aproximadamente 120.000 há, tanto en el continente como en la Isla Tierra del Fuego.

III.1.2 CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

Debido a que los sectores identificados para su estudio a nivel de detalle forman parte de una realidad mayor de nivel regional, que constituye un marco de referencia para el desarrollo de actividades agropecuarias, interesa conocer las principales características de la realidad física y humana de la Región. Con este objeto se efectuó una caracterización que incluyó los siguientes aspectos:

- Localización geográfica y estructura político - administrativa de la región.
- Bosquejo histórico de la zona.
- Características físicas y ecológicas.
- Marco silvoagropecuario actual de la Región.
- Características socio - económicas.
- Marco Político e institucional.

El estudio de los aspectos señalados permitió conocer la Región de Magallanes, que constituye, como se indicó, el marco de referencia para cualquier iniciativa que se desee efectuar con el objeto de mejorar, por diferentes acciones como riego y otros, la producción agropecuaria de la zona.

III.1.3 RECURSOS BASICOS

Una vez identificados y determinados cartográficamente los sectores de desarrollo prioritario, se procedió al estudio de los recursos básicos que tienen relación con la posibilidad de efectuar proyectos de riego en el área. Los recursos estudiados han sido los siguientes :

- Clima y Agroclima
- Suelos
- Recursos Hídricos
- Pluviometría
- Fluviometría
- Cuencas no controladas
- Aguas Subterráneas
- Calidad de Agua
- Derechos de Agua
- Base Cartográfica

El estudio de los recursos indicados en cada uno de los sectores prioritarios determinados permitió conocer las principales características de ellos en cada caso y las reales posibilidades de efectuar concretamente proyectos de riego.

III.1.4 DETERMINACION DE SECTORES DE DESARROLLO PRIORITARIO

El estudio de los recursos básicos en cada uno de los sectores identificados permitió poder determinar, dentro de ellos, aquellas áreas específicas en las cuales es posible realizar proyectos de riego, multibeneficiarios e individuales debido a los recursos físicos y humanos disponibles y a la factibilidad de ejecutar acciones de esa índole. Esta actividad permitió identificar sectores de desarrollo prioritario y proyectos de riego posibles de ser realizados en ellos. Una vez identificados estos proyectos, se determinaron las áreas que serían beneficiadas en cada uno de ellos y se cuantificaron las propiedades y los recursos de suelo, de agua y de clima existentes en cada caso.

III.1.5 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Para cada una de las áreas de proyecto multibeneficiarios y caracterizados en sus recursos humanos y físicos se efectuó el diagnóstico de la situación actual, cubriendo principalmente los siguientes aspectos:

- Uso actual del suelo.
- Determinación de unidades tipo de análisis, mercados, comercialización y precios.
- Manejo técnico de suelos productivos.
- Instituciones de apoyo
- Uso actual del agua.

El conocimiento de la situación actual agropecuaria de cada una de las áreas de proyectos multibeneficiarios permitió efectuar la caracterización productiva y económica de la situación actual respectiva.

Esta caracterización tiene la misión de servir de alternativa base o de referencia para la evaluación económica de cada uno de los proyectos de riego multibeneficiarios estudiados.

III.1.6 DETERMINACION DE LA SITUACION FUTURA

Para cada una de las áreas de proyectos de riego identificados se efectuó el estudio de la situación futura o con proyecto, definida como la que se estima podría existir una vez efectuadas las obras de riego planteadas. Los principales aspectos estudiados han sido los siguientes:

- Definición de áreas de riego
- Diseño preliminar de las obras
- Desarrollo Agropecuario
- Demandas de Agua
- Planteamiento y aplicación del modelo de simulación hidrológica del área.

El conocimiento de la situación futura o con proyecto de cada una de las áreas de proyectos multibeneficiarios identificados, permitió efectuar la caracterización productiva y económica respectiva, con la finalidad de poder efectuar la evaluación técnico - económica. La aplicación del modelo hidrológico permitió conocer el balance hídrico de cada una de las áreas de regar en cada proyecto, que es la que finalmente se utiliza en la evaluación de él.

III.1.7 EVALUACION SOCIO - ECONOMICA

Como se indicó anteriormente, la evaluación socio - económica, que se efectúa a precios de mercado y sociales, consiste en comparar la situación futura o con proyecto, en cuanto a ingresos netos de ella con la situación actual, que tiene el rol de alternativa de referencia. Además de los ingresos netos agropecuarios del proyecto se consideran en la evaluación las inversiones y gastos de operación requeridos por el proyecto de riego. Todo esto permite calcular el valor presente neto de ingresos y gastos y del resultado económico atribuible al proyecto, el que constituye junto con la tasa interna de retorno (TIR), uno de los indicadores económicos de rentabilidad del proyecto.

Los principales aspectos que se consideran en la evaluación económica de cada proyecto son los siguientes:

- Criterio de evaluación
- Plan de Inversiones
- Programa financiero
- Flujo de Ingreso y Egreso
- Niveles de empleo
- Indicadores de rentabilidad económica
- Análisis de sensibilidad
- Efectos sociales y económicos

III.1.8 ASPECTOS RELATIVOS A LA IMPLEMENTACION DE LOS PROYECTOS

Existen diferentes aspectos que corresponde estudiar y que dicen relación con la materialización o implementación de los proyectos estudiados.

Estos son principalmente los siguientes:

- Recuperación de costos
- Organización de regantes
- Aspectos legales y Administrativos
- Aspectos ambientales y ecológicos.
- Proposición de vías de seguimiento de los proyectos

Estos aspectos, como se indicó anteriormente, dicen relación con la puesta en marcha de los proyectos y constituyen puntos que deben ser considerados oportunamente con toda la importancia que tienen.

III.2 METODOLOGIA ESPECIFICA

III.2.1 INTRODUCCION

En el presente capítulo se presenta una breve descripción de la metodología utilizada en los distintos temas del estudio. Esta información se incluye a continuación en orden correlativo según la numeración del capítulo al cual corresponden.

III.2.2 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA

III.2.2.1 Caracterización General del Area de Estudio

En este capítulo se presentó, ordenados por temas, diferentes antecedentes tanto bibliográficos como obtenidos directamente en terreno, respecto a características de la XII Región, en que se encuentran insertas las diferentes áreas estudiadas en el proyecto. La presentación de estos antecedentes constituye un marco de referencia llamado a orientar el desarrollo del proyecto en su totalidad.

Los diferentes temas considerados en este capítulo, que pretenden cubrir la mayoría de los aspectos de mayor interés para el proyecto, son los siguientes:

- Localización Geográfica y Estructura Político - Administrativa
- Bosquejo Histórico de la Zona
- Características Físicas y Ecológicas
- Características Socio - Económicas
- Marco Político e Institucional

III.2.2.2 Clima y Agroclima

En este capítulo se describe el recurso clima existente en el área donde se distribuyen las diferentes zonas de riego identificadas en este estudio. El análisis se ha realizado

tendiente a caracterizar climáticamente el área, zonificar mediante distritos agroclimáticos e identificar restricciones al desarrollo de las especies cultivadas, en especial a las utilizadas como recursos forrajeros para la ganadería regional.

La metodología utilizada en este estudio cuantifica el comportamiento espacial de las variables climáticas mediante una cartografía multiparamétrica, interpolando la información meteorológica disponible en las estaciones de la Región de Magallanes. Además, se ha considerado los estudios existentes.

Las series de estadística de información meteorológica provenientes de las estaciones ubicadas en el área y cercanas a ella, tales como, precipitaciones, temperaturas extremas y humedad relativa, se sometieron a un análisis con el objeto de evaluar la consistencia y eliminar los datos poco confiables. Luego de calcular los promedios para cada serie, se colocaron sobre una base cartográfica de relieve realzado, la que en este estudio fue una reducción a 1:500.000 de la carta Preliminar del I.G.M. escala 1:250.000 con curvas a los 100 y luego cada 200 m de altitud, posteriormente se procedió al trazado de las isolíneas. En este proceso se aplican criterios de interpolación y extrapolación que tienen en cuenta los accidentes fisiográficos, la altitud, la representatividad de cada estación, las tendencias de factores macroclimáticos modeladores del clima regional, como la continentalidad, influencia oceánica, latitud y la circulación general de la atmósfera.

La representatividad espacial de una estación es importante de considerar cuando la información es utilizada como apoyo a la cartografía. Para ello, se analizó la posición topográfica y los accidentes fisiográficos que puedan explicar un comportamiento particular de las estaciones. Las depresiones y terrenos bajos normalmente acentúan las temperaturas extremas, los biombos montañosos reducen las precipitaciones y aumentan la evapotranspiración, las disecciones de la costa atenúan las temperaturas mínimas reduciendo el número de heladas. Mediante una imagen de temperatura brillante del satélite NOAA, de un día particularmente frío, se estableció la distribución de las temperaturas, permitiendo corregir las formas de las figuras térmicas.

Una vez obtenida la cartografía de parámetros climáticos básicos se leyeron las cartas en puntos fijos equidistantes cada 5 minutos en latitud y longitud, aproximadamente unos 1.300 puntos para el área de estudio, en los cuales, se tienen reunidos los valores de todas las variables trazadas. A partir de esta información se derivaron los parámetros agroclimáticos en cada punto.

Los parámetros agroclimáticos derivados, como son las temperaturas efectivas de crecimiento (tomando como base 5 y 10°C), se calcularon mediante una rutina computacional que las estima a partir de las temperaturas extremas. El algoritmo utilizado calcula la fracción del día en que permanece por sobre 5°C y 10°C. La sumatoria mensual de estos valores corresponde a los grados-días anuales base 5 y base 10, respectivamente.

El régimen de heladas se evaluó por generación de probabilidades a partir de las temperaturas mínimas y considerando que éstas se distribuyen normalmente en torno al promedio mensual. Esto se refiere específicamente al período libre de heladas, fechas de la primera y última helada y número de días al año con temperatura inferior a 0°C.

La evapotranspiración potencial se estimó mediante las fórmulas de Turc, Ivanov y Blanney, ajustadas mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se ha realizado para diferentes lugares de Chile, lo que ha permitido establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula. Para la distribución mensual se utilizaron

coeficientes obtenidos a partir de ajustes con información de evaporación de bandeja, también en diferentes lugares del país.

A partir de la información de precipitaciones y de la evapotranspiración mensual se calcularon otras variables que caracterizan el régimen hídrico, tales como el déficit hídrico mensual (ETP-PP) y los índices hídricos mensual y anual, calculados como el cuociente entre la PP y la ETP.

Los puntos de malla se agruparon tomando como criterios de zonificación tres variables, ellas son: suma anual de temperaturas efectivas de crecimiento, período libre de heladas y déficit hídrico anual.

El resultado del agrupamiento de puntos es la carta de Distritos Agroclimáticos, cuyos límites se corrigieron con apoyo de la topografía obtenida de las cartas 1:50.000 del IGM. Se revisaron también las cartas topográficas a escala 1:10.000, las que se utilizaron como antecedente general debido a que cubren sólo las áreas de los sectores predeterminados y no la región completa. Posteriormente se realizó una reducción, a una escala de representación 1:1.000.000, la que se entrega en el anexo cartográfico.

III.2.2.3 Suelos

a) Aspectos Metodológicos

i) Oficina

El material cartográfico y fotográfico utilizado en los sectores estudiados corresponde a cartas IGM en escala 1:50.000, cartas topográficas en escala 1:20.000 de ENAP para tres sectores de Tierra del Fuego (Río Side, Río Chico y río Grande) y las fotografías aéreas de un vuelo del Servicio Aerofotogramétrico de la FACH de 1983, en escala 1:60.000.

De los 16 sectores seleccionados, varios de los cuales a su vez se encuentran separados en subsectores, se identificaron las fotografías aéreas que los cubren, a fin de efectuar la fotointerpretación.

ii) Fotointerpretación Preliminar

La fotointerpretación permite separar unidades, principalmente por topografía y variaciones de tonalidades, "pattern", facilitando el trabajo de terreno, tanto para la preparación de una leyenda como para el reconocimiento de suelos.

En la etapa de oficina se revisó la información existente, principalmente las descripciones de las Asociaciones de Suelos obtenidas de "Inventario preliminar de los recursos naturales, Provincia de Magallanes, Zona Continental y Tierra del Fuego IREN - CORFO" 1967, Informes N° 21 y 24. Además se revisó el informe N° 17 de IREN - CORFO 1968 "Geomorfología y capacidad de uso de los suelos. Provincia de Magallanes", esta información fue útil para ayudar en la preparación de una leyenda descriptiva de los suelos que podían presentarse.

iii) Terreno

La etapa de terreno se inició con un recorrido por cada uno de los sectores seleccionados, efectuando transectos en los cuales se hicieron observaciones mediante calicatas,

para realizar conjuntamente con la fotointerpretación y antecedentes de estudios anteriores una Leyenda Descriptiva de los suelos, definiendo además su clasificación y la posición que ocupan dentro del paisaje. Esta leyenda descriptiva facilitó el trabajo de la cartografía de terreno y la correlación de los suelos.

Paralelamente se comenzó el reconocimiento de suelos mediante observaciones con barreno agrológico y numerosas calicatas necesarias para describir todas las característica de los suelos. Los puntos de observación estaban tentativamente identificados por la separación de unidades cartográficas de la fotointerpretación.

El mapeo de los suelos se efectuó utilizando la fotografía aérea como mapa base de terreno y se contó con el apoyo de cartas topográficas IGM a escala 1:50.000 para la mayor parte de los sectores seleccionados.

El reconocimiento se inició en los sectores de la provincia de Ultima Esperanza, continuando en la provincia de Magallanes y posteriormente en la provincia de Tierra del Fuego. Se hizo siguiendo el orden de prioridades de los sectores seleccionados.

El reconocimiento se efectuó en base al Manual para Reconocimientos de Suelos y a las pautas aprobadas por la Asociación de Especialistas en Agrología, que corresponden a las especificaciones del Soil Survey Manual, modificado en 1984, del Departamento de Agricultura de EEUU de Norte América.

En cada punto observado con barreno se tomaron datos de textura, color profundidad, consistencia, pedregosidad superficial, pendiente, etc. y se efectuaron las clasificaciones técnicas de Clase y Subclase de Capacidad de Uso, Categoría y Subcategoría de Riego y Clase de Drenaje. En estas observaciones se identifico la unidad mediante la formula cartográfica.

En las descripciones realizadas en calicatas, además de los datos antes mencionados, se obtuvo con información de estructura, porosidad, tipo de substrato, espesor de horizontes, contenido de raíces, moteados y oxidaciones, presencia de sales o carbonatos y cualquier otra característica importante para definir las Series.

Terminada la etapa del reconocimiento se tomaron muestras de dos series que presentaban Fases salinas.

El trabajo de terreno se vio facilitado por la homogeneidad de los suelos, encontrándose fundamentalmente suelos formados por procesos glaciales, de terrazas aluviales, de terrazas remanentes y de formaciones lacustrinas. En algunos sectores se encontraron turbas, en las posiciones mas bajas y deprimidas húmedas.

- Fotointerpretación definitiva

Una vez terminado el reconocimiento en terreno se efectuó una nueva fotointerpretación a objeto de mejorar las separaciones de las unidades cartográficas antes del traspaso definitivo a la carta topográfica.

iv) Traspaso Cartográfico

El traspaso de las líneas de suelo desde la fotografía a la carta topográfica es la última etapa en la preparación de la cartografía de suelos y se realizó en una reducción a escala

1:50.000 de las cartas topográficas a escala 1:10.000 elaboradas especialmente.

v) Descripciones de los Suelos

Con las descripciones de calicatas realizadas en las Fases representativas de cada Serie se describieron las diferentes Series de suelos identificadas por el estudio.

b) Unidades de Clasificación y Unidades Cartográficas

Se usó la Serie de Suelo como unidad de clasificación debido al nivel semidetallado del estudio y a la homogeneidad de los suelos en los diferentes sectores. Además se usó la Fase como unidad cartográfica, corresponde a una subdivisión de la Serie, basada en una o varias características que sean significativas en el manejo de los suelos.

Cada unidad cartográfica, Fase o Misceláneo, tiene un símbolo que la identifica en el mapa de suelos.

La simbología del mapa agrológico, definida en el Manual, consiste en un sistema binomial o trinomial de letras para designar la Serie, llevando la unidad cartográfica representativa de la Serie el número 1 y el resto de las Fases números secuenciales.

El símbolo consta de una fracción a la cual se adosan factores limitantes permanentes o temporales.

En la fracción, el numerador está formado por el nombre de la serie (dos letras), textura superficial y profundidad.

El denominador está formado por los factores limitantes pendiente y erosión.

Los factores limitantes drenaje, pedregosidad, rocosidad, inundaciones, salinidad y/o alcalinidad, aparecen multiplicando la fracción.

c) Descripción de suelos

Se identificaron y caracterizaron las siguientes series de suelos en el área de estudio:

Serie Agua Fresca
Serie Baguales
Serie Bellavista
Serie Ciake
Serie Dinamarquero
Serie El Calvario
Serie Kampenaike
Serie La Leona
Serie Las Chinas
Serie Los Cisnes
Serie Los Azules
Serie Llanuras de Diana
Serie Mina Rica
Serie Morro Chico
Serie Oazy Harbour

Serie Penitente
Serie Portada
Serie Río Del Oro
Serie Río Verde
Serie Rogers
Serie Santa Olga
Serie Santa Susana
Serie Side
Serie Sombrero
Serie Tehuelches
Serie Tres Pasos
Serie Ultima Esperanza

Además se identificaron en Unidades no diferenciadas, las terrazas aluviales estratificadas, en misceláneos: Escarpe, Quebrada, Pantano, Turba y además Caja de Río, Cerro, Laguna, Duna y Playa.

III.2.2.4 Recursos Hídricos

El Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes contempló el análisis de una superficie de aproximadamente 300.000 há, agrupadas en 18 sectores. El desarrollo del estudio, requirió un análisis previo para determinar la disponibilidad de recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, con el objeto de permitir dimensionar las superficies que efectivamente podrían ser regadas.

Dentro de este marco, se realizó una evaluación preliminar de los recursos hídricos disponibles en el área de interés, basado principalmente en los antecedentes contenidos en el estudio "Catastro y Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos. XII Región", desarrollado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. para la Dirección General de Aguas entre 1990 y 1991.

En dicho estudio, que estuvo enfocado principalmente a la evaluación de los recursos hídricos subterráneos, se desarrolló un estudio hidrológico que permitió realizar un balance hídrico y estimar las recargas al sistema subterráneo, necesarias para la evaluación de los recursos.

Para la evaluación de los recursos hídricos superficiales en los lugares de interés se recopiló toda la información pluviométrica, meteorológica y fluviométrica existente hasta fines 1995, recurriendo a la Dirección General de Aguas (DGA) y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

a) Pluviometría

Las estadísticas recopiladas se sometieron a análisis de homogeneidad y consistencia eligiendo un patrón adecuado y aplicando la técnica de curvas másicas o doble acumuladas. Se partió de los análisis efectuados en el estudio de AC Ingenieros agregando los nuevos datos y nuevas estaciones en el área del estudio. En primer lugar, se rellenaron las estadísticas con meses incompletos aplicando la técnica de los promedios ponderados y módulos pluviométricos de estaciones vecinas. Las series anuales obtenidas se verificaron en cuanto a su homogeneidad y se extendieron, cuando fue necesario mediante las curvas másicas.

A las series anuales y estacionales, invierno y verano se les realizó un análisis de frecuencia con el fin de obtener las precipitaciones con probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%, 80% y 95%, valores que se presentaron en forma tabulada y gráfica para cada estación.

A partir de los resultados anteriores se prepararon mapas de isoyetas anuales y estacionales de las probabilidades de excedencia indicadas aplicando los criterios clásicos para su trazado, es decir, interpolación y extrapolación lineal, efectos orográficos, eólicos y regulador del mar y apoyándose también, como referencia, en las isoyetas del Balance Hídrico Nacional de la DGA.

Además se recopiló la información de precipitaciones diarias para establecer las series anuales máximas de lluvias de 1, 2, y 5 días consecutivos.

b) Fluviometría

La información de caudales medios mensuales se completó y extendió a un período de la mayor longitud posible, según lo permitían los antecedentes disponibles.

En primer lugar, se depuraron las series examinando los valores medios mensuales que aparecían calculados con meses incompletos. Para ello, se compararon los caudales medios diarios de la estación de interés con los de otra estación cercana que poseía el mes completo, con el objeto de juzgar si el valor medio calculado con información incompleta no discrepaba del valor calculado con todos los valores del mes. En el caso de discrepancias significativas, se descartó el valor promedio calculado con información incompleta.

De esta forma se evita aceptar como representativos caudales medios mensuales en los que los valores faltantes, aunque pocos en número, pudieran afectar demasiado al promedio, por corresponder a valores altos de una crecida.

Con la información depurada se procedió a rellenar y extender las estadísticas siguiendo las normas provisionales de la DGA para la verificación y ampliación de estadísticas. Básicamente se realizaron correlaciones lineales a nivel mensual entre estaciones con régimen hidrológico similar, para luego hacer los rellenos de meses incompletos, considerando las mejores correlaciones.

A las series de caudales medios mensuales se les realizó un análisis de frecuencia con el fin de obtener los valores con probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%, 80% y 95%, valores que se presentaron en forma tabulada y gráfica para cada estación.

En los puntos que resultaron de interés por las obras que se identificaron como necesarias para los proyectos de desarrollo, se efectuaron estudios de valores extremos apoyándose en las series anuales máximas de estaciones fluviométricas consideradas como adecuadas para estos fines.

Finalmente, en todos aquellos puntos donde se proyectaron obras se analizó, evaluó y generó caudales medios mensuales y máximos instantáneos. Por otro lado, en aquellos puntos donde se ubicaron las bocatomas, se realizó un análisis de caudales mínimos medios diarios mensuales y de máximos instantáneos. La generación de los caudales medios mensuales disponibles permitió modelar diferentes capacidades de obras y regadíos con diferentes seguridades de riego.

c) Cuencas No Controladas

En las cuencas de interés que no poseían antecedentes fluviométricos adecuados y que se consideraron fundamentales para el estudio, se estimaron sus recursos hídricos mediante un modelo mensual de simulación del ciclo hidrológico para cuencas pluvio - nivales.

El modelo se calibró y validó con los datos de una estación fluviométrica adecuada para estos fines.

En la medida de lo posible se variaron algunos de los parámetros del modelo buscando reproducir los aforos con que cuenta la Dirección General de Aguas Regional.

En las demás cuencas se recurrió a transposiciones de caudales de las estadísticas por unidad de área y precipitación.

En todos los casos, una vez analizada la información disponible de acuerdo con los requerimientos y objetivos del estudio, se definieron los aforos complementarios que se realizaron en la temporada 1995-96.

d) Estudio Hidrogeológico

La caracterización hidrogeológica de las áreas de interés contempló en primer término la actualización de los antecedentes fundamentales de los acuíferos, como profundidad del agua subterránea y sus fluctuaciones estacionales e interanuales; ubicación y espesor de los rellenos permeables; coeficientes elásticos de los acuíferos; gastos específicos y recarga, movimiento y descarga del agua subterránea. Para ello se debió recopilar y analizar la información existente en estudios previos, en particular en el "Catastro y Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos, XII Región", desarrollado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. para la Dirección General de Aguas, en 1991.

En forma complementaria, se desarrolló una campaña de terreno que permitió completar y actualizar los antecedentes disponibles en los sectores de uso de aguas subterráneas o de interés hidrogeológico. Esta campaña incluyó completar el catastro de sondajes existentes en los sectores de interés y determinar la magnitud de los volúmenes de extracción de aguas subterráneas.

En las áreas de mayor interés, la parte Norte de la Isla de Tierra del Fuego, se implementó un modelo de simulación hidrogeológica que permitió procesar la información disponible y a partir de ello determinar la ubicación, cantidad y características técnicas de las posibles captaciones que eventualmente podrían ser utilizadas en riego. A través de la ejecución

del modelo que se implementó, se pudo también determinar los volúmenes de explotación segura en cada uno de los sectores involucrados.

e) Modelo de Simulación Hidrogeológico

Utilizando los antecedentes hidrogeológicos obtenidos en base a las actividades descritas en el punto anterior, se realizó la modelación hidrogeológica del sistema.

Esta modelación se realizó únicamente para el sector de Tierra del Fuego, dado que la zona hidrogeológicamente es la más atractiva desde el punto de vista de recursos subterráneos para ser utilizados en las prácticas de riego.

Para esto se utilizó el modelo VISUALMODFLOW desarrollado por la Universidad de Waterloo, Canadá. Este modelo permite realizar una modelación tridimensional del sistema en estudio, así como incluir gran variedad de condiciones de funcionamiento del sistema, tales como pozos de bombeo, recargas al acuífero en la zona en que afloran las areniscas azules del Terciario, condiciones de borde, etc. El modelo puede operar en condiciones de régimen permanente o en régimen transiente. Además puede trabajar con acuíferos libres y confinados, tal como el acuífero de Tierra del Fuego.

En primer lugar se procedió a calibrar el modelo. Para esto se usó la información recopilada de niveles en algunos pozos, y se variaron los parámetros elásticos del acuífero hasta lograr un buen ajuste entre los datos medidos históricamente y los datos simulados. Para la calibración se eligió un período de tiempo para el que se tuvo suficiente información. Posteriormente se realizó la validación del modelo, operando éste para un período de tiempo distinto al de calibración y comparando sus resultados con los datos históricos medidos.

Posteriormente, se procedió a simular el comportamiento del sistema frente a situaciones distintas a las actuales, especialmente aquella debido a un aumento en el bombeo desde el acuífero. Como resultados, el modelo entrega directamente curvas isopotenciales o isofreáticas, líneas de corriente, etc. Para fines de análisis se compararon las curvas isopotenciales de la situación actual del sistema con las curvas que se obtuvieron luego de considerar diversos rangos de explotación del acuífero.

f) Calidad de Aguas

En función de los antecedentes existentes, contenidos en los estudios que se recopilen de la zona, se efectuará un diagnóstico de la situación actual en términos de tipo, cantidad y calidad de información.

Los antecedentes relativos a calidad de aguas, contenidos en el estudio "Catastro y Evaluación de los Recursos hídricos subterráneos. XII Región", corresponden a información generada a partir de muestras tanto subterráneas como superficiales que fueron tomadas entre 1963 y 1991.

Los resultados de los análisis realizados sobre dichas muestras indican que en algunos sectores se presentarían algunas limitaciones para el uso del agua en consumo potable. Sin embargo, en lo que respecta al uso en riego, que es lo relevante a este Estudio Integral, se determinará la existencia de calidades deficientes que limiten su uso.

g) Derechos de Aguas

Se recopiló y ordenó en forma de catastro, la información relativa a los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en los cauces del área de desarrollo, considerando entre otros factores, el tipo y características de los derechos constituidos o denegados. Toda esta información se obtuvo directamente de la Dirección Regional de Aguas. A partir de esta información, se establecerán las limitaciones legales o administrativas para la materialización de las obras.

Especial análisis se efectuó a aquellos cursos de agua con carácter de internacionales, de recursos compartido, revisando los acuerdos vigentes al respecto entre Chile y Argentina.

III.2.2.5 Determinación de Sectores de Desarrollo Prioritario

a) Priorización de los Sectores y Proyectos de Riego

Entre los días 19 de noviembre y 1° de diciembre de 1995, se llevó a efecto la primera visita a terreno correspondiente a la Consultoría para el estudio integral de riego y drenaje de la XII Región.

La delegación del Consultor estuvo integrada por cuatro ingenieros civiles y cuatro ingenieros agrónomos, quienes recorrieron íntegramente la Región.

La misión principal fue la de efectuar un reconocimiento de los recursos básicos, especialmente dirigidos hacia el regadío, a fin de seleccionar de entre las 300.000 há potenciales identificadas por la Comisión Nacional de Riego agrupadas en 18 sectores y que en lo sucesivo denominaremos "zona de análisis", las 120.000 há a estudiar con mayor detalle, de acuerdo con las condiciones estipuladas para el estudio. Este estudio detallado consistió en una investigación agrológica de los suelos a escala 1:50.000 y la preparación de una cartografía a escala 1:10.000 a partir de una restitución aerofotogramétrica.

Junto con seleccionar el área considerando criterios compatibles con los objetivos generales del estudio, se identificaron posibles proyectos de riego y drenaje a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo, tanto dentro como fuera de la zona de análisis.

El presente informe presenta en forma resumida para cada uno de los 18 sectores que comprende la zona de análisis una descripción de los recursos de agua existentes, de la actividad agropecuaria actual y de los proyectos de riego y drenaje identificados, y una proposición de área de estudio

Se consideraron muy especialmente los objetivos generales y las características especiales de la Región, como también otros aspectos tales como la conveniencia de cubrir una cantidad menor de sectores de adecuado tamaño, en vez de una gran cantidad de sectores pequeños, que no puedan ser considerados como representativos de un área. También se consideró una posible conveniencia económica de regar más superficie, pero con menos seguridad de agua, dadas las especiales características de la Región.

La extensa zona a revisar obligó a dividir la Región en cuatro zonas, para ser recorridas cada una por un ingeniero civil, un ingeniero agrónomo y un representante idóneo de la Región, que cumpliera con los requisitos básicos de conocer muy bien toda la zona y estar de

alguna u otra forma ligado con el tema del agro, de modo que colaborara para lograr la mayor eficiencia en el desarrollo de la campaña. Los cuatro grupos fueron definidos tomando en consideración principalmente la ubicación y tamaño de los 18 sectores, así como otros factores tales como la cantidad de propietarios, la prioridad asignada a cada sector por el mandante y la disponibilidad de recursos hídricos.

b) Determinación de Unidades Territoriales

A partir del estudio de suelos, efectuado en cada uno de los sectores determinados, se ha podido conocer la clasificación agrológica de los suelos y las clasificaciones interpretativas de Capacidad de Uso, Categoría de Riego y Clase de Drenaje para cada uno de ellos.

Con esta información se han determinado los suelos potencialmente regables de acuerdo a sus características y aquellos en que no es conveniente realizar riego.

Para la determinación de los suelos potencialmente regables se ha considerado principalmente la clasificación en Capacidades de Uso, con sus clases y subclases, ya que ella indica las limitaciones de los suelos para su utilización en actividades agropecuarias.

El criterio utilizado ha sido el de considerar como potencialmente regables aquellos suelos de clase I a IV de Capacidad de Uso. Además, se ha considerado el manejo de vegas en suelos Vw.

Debido a que los sectores estudiados presentan características de suelo, topografía y vientos que condicionan las formas concretas de efectuar labores de riego, en el Capítulo VII.8, se efectúa un análisis de la adecuación predial para el riego y de los métodos a utilizar en cada caso.

Por planimetría, en planos de sectores de riego con información de suelos y propiedades que se incluyen, se ha podido conocer la superficie de los diferentes sectores, para cada una de las propiedades. Esta información se ha presentado por sectores considerando los diferentes tipos de proyectos que se han identificado en cada uno, de acuerdo a lo indicado en el acápite de análisis de proyectos. Respecto a este último punto, cabe recapitular lo dicho en su oportunidad, en el sentido que se han identificado en algunos sectores proyectos que benefician a dos o más propietarios y también propiedades que se incluyen dentro del sector y en las cuales en general es posible utilizar recursos de agua provenientes de chorrillos o de otras fuentes para ejecutar proyectos de carácter individual.

III.2.2.6 Diagnóstico Situación Actual

a) Generalidades

El diagnóstico de la situación actual agropecuaria comprende las siguientes partes :

- Características generales
- Características específicas que incluye Uso actual del suelo; Determinación de Predios Tipos de Análisis; Mercados, Comercialización y Precios; Patrones o Estándares Productivos y Económicos Unitarios y Uso Actual del Agua.

El acápite de "Características Generales" incluye antecedentes obtenidos principalmente de una encuesta efectuada a los productores del área, subdivididos de acuerdo a los sectores preestablecidos. Estos antecedentes permiten configurar la realidad productiva y

económica del área, considerada de manera amplia, es decir, incluyendo la totalidad de los predios de los sectores considerados como explotaciones, o sea agregándole las propiedades, que aún estando fuera del área, se trabajan en unidad con las que están en el área. Concordante con su naturaleza este acápite constituye una base de información para caracterizar las áreas de los proyectos específicos, de manera de poder establecer para cada uno de ellos su situación actual.

Los acápites de "Uso actual del suelo" y siguientes se refieren específicamente a las áreas de los proyectos definidos y caracterizados en el capítulo correspondiente. La caracterización productiva y económica de la situación actual, referida a las áreas de proyectos individualizados constituye la alternativa de referencia para la evaluación económica de los proyectos de riego.

b) Características Generales

En el caso de la encuesta agropecuaria, esta se ha realizado para poder caracterizar la situación actual agrícola. A través de la encuesta se establecen una serie de atributos físicos y económicos, asociados a los distintos sectores de riego y tipos de predios existentes en el área del estudio. La encuesta agropecuaria se realizó entre los meses de Abril y Mayo de 1996, tratando de obtener información de alrededor de un 20% de las explotaciones del universo conformante del área de estudio, subdividido en sectores.

Primeramente, se realizó la identificación, sobre plano de propiedades del Servicio Agrícola y Ganadero escala 1:100.000, de todas las propiedades presentes al interior del área en estudio, la que se complementó con información del Instituto Nacional de Estadísticas y con antecedentes recogidos en terreno, en la encuesta.

Para la aplicación de la encuesta, se organizó un equipo profesional en terreno, formado por un jefe de terreno, dos encuestadores y dos ayudantes, todos de profesión Ingenieros Agrónomos o Técnicos Agrícolas. Operativamente cada profesional realizó un trabajo individual apoyado por un ayudante conocedor de la zona, siendo supervisados por el jefe de terreno.

El trabajo de preparación de la encuesta fue responsabilidad de un equipo de profesionales con un amplio conocimiento de la zona en estudio. Posteriormente, en conjunto con el equipo encuestador se analizó el formato de la encuesta, a la vez que se discutió la forma de enfrentar dicha encuesta en terreno y se dilucidaron además las rutas lógicas a seguir.

La encuesta contó con un control de calidad tanto en terreno como posteriormente en oficina. El procesamiento de la información de las encuestas consistió primero en una revisión manual, verificando la información incluida. Se le dio principal énfasis a la existencia de datos dentro de rangos válidos de acuerdo a las condiciones de cada encuestado. Posteriormente se debió validar computacionalmente todos los antecedentes recabados en la encuesta.

El procesamiento fue orientado posteriormente a la obtención de resultados por sector y para el total del área de los siguientes indicadores: totales, promedios y porcentajes.

Con los resultados de la encuesta, se procedió posteriormente a determinar el uso del suelo del área ocupada por los predios de un determinado sector. Esta caracterización se realizó considerando la superficie total de cada explotación, incluyendo además aquellos predios que estando fuera del área de estudio constituyen un todo con los predios que se encuentran al interior del sector. Lo anterior es debido a que el sistema de explotaciones en la Región de Magallanes esta conformado por predios de veranada e invernada. En muchos casos, ambas situaciones están insertas en una misma unidad predial, considerándose como explotación mixta y en otros casos los predios correspondientes a cada situación se encuentran separados y en muchos casos distantes el

uno del otro. Cabe señalar que el uso del suelo, tanto en superficie como en cuanto a especies consideradas, se ha obtenido a través de la extrapolación de la información de uso del suelo obtenida del procesamiento de la encuesta.

c) Uso Actual del Suelo

La caracterización de la situación actual, referida a las áreas de proyectos individualizados constituye la alternativa de referencia para la evaluación económica de los proyectos de riego. Esta caracterización productiva referida específicamente a la estructura de cultivos actual, ha sido realizada considerando la superficie efectivamente incluida al interior de la envolvente de cada proyecto de riego, la cual se ha determinado por planimetría de suelos por Capacidad de Uso y proyecto. La estructura actual se ha basado en la determinada inicialmente a través de la extrapolación de la información de uso del suelo obtenida del procesamiento de la encuesta y en el capítulo "Características generales".

d) Determinación de Predios Tipos de Análisis

La determinación de predios tipos tiene por objeto poder seleccionar explotaciones que puedan representar adecuadamente las áreas de estudio, con fines de caracterización y análisis. Los predios tipos determinados parten de la información de la encuesta muestral realizada en el área en abril de 1996.

Los predios tipo corresponden a explotaciones de tamaño promedio en la zona, con un cierto grado de especialización en actividades ganaderas. Lo anterior permite obtener predios tipos representativos de un determinado tipo de propiedades dentro de un determinado sector. En resumen un predio tipo es una unidad de diagnóstico y desarrollo de un grupo de predios en base a su propia tecnología.

Los criterios básicos de identificación de los predios tipo están orientados a la obtención de unidades de diagnóstico lo más representativas de la o las realidades actuales y del potencial factible de lograr con la introducción de elementos nuevos a través del presente proyecto.

Los predios tipo seleccionados se han determinado considerando principalmente su representatividad en cuanto a ubicación geográfica lo que incluye aspectos de suelo y clima y la actividad ganadera. Lo anterior se ha considerado con el fin de obtener unidades de trabajo que representen de manera lo más fidedigna posible la realidad actual del área y la factibilidad futura del proyecto.

e) Mercados, Comercialización y Precios

El trabajo se ha desarrollado conforme a la metodología indicada en los Términos de Referencia, adecuada a la información confiable disponible.

Este estudio se subdivide en ocho partes que dicen relación con carne ovina, carne bovina, lana, camélidos, horticultura y chacras, fruticultura menor, alfalfa y acuerdos económicos internacionales.

La metodología utilizada es la siguiente:

- Recopilación de la información confiable disponible respecto de los productos con significación económica actual y potencial relacionados con la ganadería, cultivos,

horticultura y fruticultura menor.

- Con dicha información se concluyó que la mayoría de los productos contaban con la información necesaria. Sin embargo, en lo que se refiere a camélidos, cultivos, horticultura y fruticultura menor se debió recurrir a la opinión de expertos.

  Respecto de los mercados, se especifica su ámbito (regional, nacional e internacional) con su respectiva caracterización.

- Respecto a los precios, se elaboraron series de precios para la carne de Capón-Oveja, Cordero, Novillo, Vaca y Ternero (los productos de mayor significación económica), para los últimos 19 años, con la excepción del ternero.

- Dichos precios, se expresaron en términos reales, deflactándose por la variación experimentada por el Indice de Precios al Consumidor de Chile y Estados Unidos, según sea el caso, y están expresados en moneda de Diciembre de 1995.

- Para la proyección de precios, se estudió la viabilidad práctica de utilizar diversos métodos estadísticos. Sin embargo, la gran variabilidad experimentada por los mismos y las implicancias de la incorporación de Chile al Mercosur, en lo que se refiere a carne bovina, hicieron prudente aplicar el método de opinión de expertos, basado evidentemente en la serie de precios ya mencionadas.

- La situación "con" proyecto implica aumentos productivos que no alteran los precios establecidos para la situación "sin" proyecto.

- Respecto de los Acuerdos Económicos Internacionales, el trabajo se centra en el Mercosur dado su inminente aplicación y a la disponibilidad de información confiable y aplicable a la XII Región. De los otros Acuerdos, si bien son muy importantes, no se dispone de antecedentes completos suficientes.

f) Patrones o Estándares Productivos y Económicos de la Situación Actual

Se han elaborado patrones o estándares productivos y económicos para cada rubro identificado en el área del proyecto a través de la encuesta agropecuaria. Estos se han realizado considerando las variables tecnológicas y climáticas, utilizando información obtenida de la encuesta, de instituciones de la zona como es el caso de ASOGAMA y de antecedentes bibliográficos. Los estándares incluyen las principales características de cada rubro identificado los que permiten conocer las diferentes actividades que es necesario efectuar en el desarrollo de cada rubro, los costos que se requiere incurrir en cada caso y las producciones e ingresos que es factible obtener.

Es así que con información obtenida del análisis de la encuesta y de informantes de la zona se ha podido identificar diferencias, principalmente producto de la ubicación geográfica en la actividad ganadera de especies ovina y bovina.

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

- Labores e insumos
- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal

- Insumos físicos
- Fletes y empaques
- Imprevistos
- Rendimientos
- Costos Fijos
- Margen Bruto

Posteriormente se han valorizado los estándares o patrones con información obtenida del estudio de "Mercados, Comercialización y Precios" presentado en el punto VII.5 del presente informe y también antecedentes obtenidos de la Encuesta Agropecuaria (Anexo 15). Una vez valorizados los estándares, refundiendo ambos aspectos, se obtienen los patrones productivos y económicos. Estos incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, gastos generales, fijos y margen de contribución o margen bruto por hectárea. Para la ganadería también se ha obtenido la misma información por cabeza.

Los patrones se han elaborado a precios de mercado. Posteriormente, de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN, se han determinado los factores de ajuste social para calcular así los patrones a precios sociales.

g) Instituciones de Apoyo

En este capítulo se trata de poder entregar antecedentes generales respecto de las instituciones de apoyo a la actividad agropecuaria con que cuenta la Región y a la acción que desarrollan. Esto con el objeto principalmente de establecer la realidad actual en este aspecto y posteriormente determinar las acciones futuras de carácter complementario, que requiera la materialización de las proposiciones que puedan concluirse del Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes.

De acuerdo a lo anterior el presente acápite se ha tratado indicando de una manera general las principales instituciones de apoyo existentes a la actividad agropecuaria en la Región y sus programas.

Al tratar el tema, primeramente debe indicarse la existencia en la Región de toda la Institucionalidad del Estado, a través de diferentes organismos autónomos o dependientes de los distintos ministerios. Esta Institucionalidad forma parte de lo que se denomina Gobierno Regional y por lo tanto debe considerarse como integrante de la Institucionalidad de apoyo existente para el sector agropecuario, principalmente a nivel regional y Provincial.

A nivel comunal, la Región cuenta con la Institucionalidad existente en el país, lo que en ella, por sus características de lejanía y aislamiento, cobra especial importancia.

Por otra parte, y en la misma línea de lo indicado anteriormente, cabe mencionar toda una amplia gama de organizaciones privadas de diferente índole que de una forma o de otra prestan servicios a la actividad agropecuaria regional. Dentro de estas organizaciones y sólo a manera de ejemplo pueden nombrarse las siguientes: Bancos e instituciones financieras, organizaciones previsionales y de salud, instituciones educacionales, comercio e industria establecidos, transporte, etc. Especial mención deben tener en este aspecto las Organizaciones No Gubernamentales, que son instituciones privadas que desarrollan normalmente acciones de apoyo directas a agricultores aisladamente y a través de sus organizaciones.

Dejando establecido lo anterior y dentro de los propósitos de este acápite cabe

indicar con mayor detalle algunos organismos públicos e instituciones privadas cuyos programas apoyan directamente la actividad agropecuaria en la Región, como se ha podido conocer en el desarrollo del estudio. Entre estos organismos e instituciones se ha podido conocer en mayor detalle hasta el momento los siguientes: Asociación de Ganaderos de Magallanes, Corporación de Fomento de la Producción, FIDE XII, Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Instituto de la Patagonia y Comisión Nacional de Riego.

h) Uso Actual del Agua

En este capítulo se realiza la determinación del uso actual del agua tanto en superficie regada como en métodos de riego empleados en la zona, los rendimientos actuales y potenciales. Lo anterior se efectuó a través de un recorrido en terreno de cada uno de los sectores de estudio, además de una recopilación de antecedentes tanto bibliográficos como con entrevistas con distintos profesionales e instituciones.

De acuerdo a la información oficial disponible (ODEPA ,1991), para la Región de Magallanes, no aparece consignada una superficie significativa bajo riego. Lo anterior fue corroborado en las visitas de terreno y en las encuesta muestral realizada en la zona, en las cuales se detectó una superficie bajo riego muy poco significativa en relación a la superficie total encuestada.

Los antecedentes disponibles sobre la potencialidad del riego en la región de Magallanes son escasos, sin embargo los existentes muestran que el riego puede aumentar la producción y la calidad de los cultivos, en particular cuando van asociados a otras prácticas que ayuden a subsanar otras limitaciones de manejo, como es el caso del uso de cortavientos en los cultivos o la fertilización en las praderas.

III.2.2.7 Desarrollo Agropecuario

a) Introducción

En el desarrollo del estudio se ha determinado un conjunto de sectores que se han definido como interesantes para ser estudiados en sus principales recursos, es decir, agua, suelo y clima, y en sus principales características en cuanto al desarrollo de actividades agropecuarias. El conocimiento de estos aspectos, unido a la obtención de cartografía topográfica a escala 1:10.000 y 1:50.000, ha permitido seleccionar, de la superficie total de los sectores, algunas áreas de proyectos multibeneficiarios que se han presentado en el capítulo anterior, individualizando tales proyectos. Además, se han podido identificar los predios de cada uno de los sectores estudiados. Algunos de estos predios, podrían ser beneficiarios de proyectos multibeneficiarios y en los otros se podría estudiar la posibilidad de desarrollar proyectos individuales utilizando recursos de agua locales, principalmente provenientes de chorrillos y otros cauces superficiales o de aguas subterráneas.

El objetivo del presente capítulo es establecer algunos criterios y bases de trabajo que permitan entregar una proposición respecto a la potencialidad de largo plazo de uso de los recursos y a la caracterización de mediano y corto plazo. Estos aspectos se refieren a una situación de desarrollo en condiciones de riego, considerando este desarrollo como parte integral dentro del conjunto del predio, que en la mayoría de los casos sólo utilizaría en riego una parte relativamente pequeña de su superficie total.

b) Criterios Básicos

Los criterios y bases de trabajo que se presentan en este capítulo, unidos a la caracterización de la potencialidad de largo plazo y de las posibilidades de mediano y corto plazo que se indican en los capítulos siguientes se espera puedan satisfacer dos objetivos: Poder caracterizar una situación futura agropecuaria para efectos de evaluación económica en las áreas de los proyectos multibeneficiarios identificados y poder entregar a los agricultores y ganaderos de Magallanes algunas orientaciones en este campo que puedan ser útiles en el desarrollo de proyectos individuales que deseen acometer.

En este aspecto tienen especial importancia la revisión que se ha efectuado de las experiencias e investigaciones realizadas por INIA y otras instituciones en la zona referente a adaptabilidad de cultivos a las condiciones climáticas del área. Estas investigaciones presentan el estado actual del conocimiento en el país en un determinado rubro, el que ha considerado referencias de trabajos hechos en el extranjero.

Normalmente el desarrollo del riego, igual que muchos otros aspectos en la actividad agropecuaria, se realiza en una zona de manera paulatina siguiendo ciertas tendencias que aparecen como consecuencia del uso de recursos básicos con una cierta racionalidad técnica y económica. Debido a esto, aparece de mucho interés conocer las tendencias y los avances que en cuanto a riego existen actualmente en Magallanes.

c) Caracterización Productiva y Económica por Proyecto

En este capítulo se efectúa la caracterización productiva futura de cada uno de los proyectos de riego identificados en el punto VI.2.1 "Definición y Caracterización de las Áreas". Dicha caracterización ha sido realizada por grupo de predios, los cuales conforman cada área de proyecto multibeneficiario. Como se indicó oportunamente, además de proyectos multibeneficiarios se ha podido detectar un área muy amplia de suelos regables, desde el punto de vista de sus características, dentro de la cual es factible desarrollar proyectos de carácter individual, utilizando recursos de chorrillos y otras fuentes superficiales y eventualmente de agua subterránea. En este capítulo se hace referencia a la caracterización productiva de los proyectos multibeneficiarios. Para el caso de los proyectos individuales se espera que cada beneficiario pueda plantearlo adecuadamente, para lo cual este estudio entrega antecedentes de recursos básicos y algunas orientaciones de interés.

Por otra parte, en situación futura, se dispone de recursos de riego suficientes para desarrollar una agricultura que posibilite la utilización del suelo en parte con cultivos más intensivos y que se adapten a las condiciones de clima y suelo del área y sean factibles de incorporar por los propios agricultores. Al respecto se debe señalar que los cultivos a considerar corresponden a aquellos validados por experiencias propias de la zona, no incorporándose al estudio rubros en los cuales no existan experiencias o recién se estén realizando dichas experiencias sin tener un conocimiento acabado de su adaptabilidad en la zona.

El desarrollo va a estar condicionado por una serie de factores, los cuales han sido descritos en detalle en el capitulo VIII.4.1 "Criterios Básicos" en el cual se definen los criterios de desarrollo del proyecto.

Uso del suelo

Considerando toda la información de criterios básicos, se ha elaborado la asignación del suelo para cada uno de los proyectos multibeneficiarios incluidos en el capítulo N° VI.4

"Determinación de Unidades Territoriales". Cabe mencionar que la asignación de rubros productivos en cada proyecto se ha efectuado considerando los suelos potencialmente regables de ellos, desde el punto de vista de sus características independiente de la disponibilidad de agua en cada caso. El ajuste en la asignación de rubros productivos considerando la existencia y disponibilidad de recursos hídricos será efectuado a través del modelo de simulación hidrológico.

Caracterización de Predios Tipos de Análisis

La determinación y caracterización de predios tipos, tal como se señaló en la situación actual agropecuaria, tiene por objeto poder seleccionar explotaciones que puedan representar adecuadamente las áreas de estudio, con fines de caracterización y análisis.

Los predios tipo corresponden a explotaciones de tamaño promedio en la zona, con un cierto grado de especialización en actividades ganaderas. Lo anterior permite obtener predios tipos representativos de un determinado tipo de propiedades dentro de sectores de características semejantes. En resumen, un predio tipo es una unidad de diagnóstico y desarrollo de un grupo de predios en base a su propia tecnología.

Los criterios básicos de identificación de los predios tipo están orientados a la obtención de unidades de diagnóstico lo más representativas de la o las realidades actuales y del potencial factible de lograr con la introducción de elementos nuevos a través del presente proyecto.

Los predios tipo seleccionados se han determinado considerando principalmente su representatividad en cuanto a ubicación geográfica lo que incluye aspectos de suelo y clima y la actividad ganadera. Lo anterior se ha considerado con el fin de obtener unidades de trabajo que representen de manera lo más fidedigna posible la realidad actual del área y la factibilidad futura del proyecto.

Patrones o Estándares Productivos y Económicos de la Situación Futura

Se han elaborado patrones o estándares productivos y económicos para cada rubro productivo identificado. Estos se ha realizado considerando las variables tecnológicas y climáticas existentes y utilizando información obtenida de la encuesta realizada en la Región en Abril de 1996, de instituciones de la zona como es el caso de ASOGAMA, FONTEC e INIA y de antecedentes bibliográficos. Los estándares incluyen las principales características de cada rubro identificado.

Con la información indicada anteriormente se ha podido determinar que se deben considerar diferencias principalmente producto de la ubicación geográfica en la actividad ganadera de especies ovina y bovina. Estas diferencias se visualizan en los predios tipos identificados en el capítulo "Caracterización de Predios Tipos de Análisis".

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

- Labores e insumos
- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y empaques
- Imprevistos
- Rendimientos
- Costos de riego
- Margen Bruto

Para el caso de estándares de forraje, se ha considerado además de lo señalado precedentemente, el desarrollo anual de la masa ganadera presentados en el Capítulo N° VIII.4.2.2 "Caracterización de Predios Tipos de Análisis" y se ha obtenido posteriormente en base a ellos un ingreso, un costo y un margen bruto por hectárea para representar la superficie cubierta por alfalfa de pastoreo y praderas naturales de vega, zona húmeda y estepa.

Posteriormente se han valorizado los estándares o patrones con información obtenida del estudio de "Mercados, Comercialización y Precios" presentado en el punto N° VII.5 y también antecedentes obtenidos en la zona. Una vez valorizados los estándares, refundiendo ambos aspectos se obtienen los patrones productivos y económicos. Estos incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, gastos generales, costos de riego y margen de contribución o margen bruto.

Los patrones se han elaborado a precios de mercado. Posteriormente, de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN, se han determinado los factores de ajuste social para calcular así los patrones a precios sociales.

III.2.2.8 Demandas de Riego

a) Cálculo de Demandas Unitarias

Las demandas de agua de riego del área dependen de la necesidades hídricas de cada cultivo durante su período vegetativo; de la cantidad de aguas lluvias que puedan suplir en parte esas necesidades; de los sistemas de riego que utilicen los agricultores; y de la eficiencia de aplicación del agua que logran los productores.

La demanda hídrica se calculó a partir de los valores de evapotranspiración real estimados para los cultivos propuestos. La necesidades de agua se calcularon para cada sector a partir del método descrito por Doorenbos y Pruitt Fao 24.

A partir de la Evapotranspiración potencial (Eto) determinada en el estudio Agroclimático realizado en esta consultoría, se determino la Evapotranspiración máxima (Etm), para las áreas en estudio, a través de la siguiente ecuación :

$$Etm = Eto \times Kc$$

donde:

Etm = Evapotranspiración máxima
Eto = Evapotranspiración potencial
Kc = Coeficiente de cultivo

Los coeficientes de cultivos que se utilizaron son los propuestos por Doorenbos y Pruitt Fao 24, considerando las condiciones de viento y otros que en él se citan.

Demanda neta

A partir de la Etm y la precipitación efectiva (Pe) se calcula la demanda neta mensual de agua de riego para cada cultivo seleccionado.

$$Demanda\ Neta = Etm - Pe$$

La precipitación efectiva se estimó a partir de la precipitación real de cada sector según el estudio Agroclimático realizado por esta consultoría. Para esto se utilizó la metodología propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (FAO 24).

Demanda Bruta

A partir de la Demanda Neta se obtuvo la demanda bruta por cultivo. Para lo cual se estimó la eficiencia de aplicación del agua de riego de acuerdo a los métodos de riego posibles de utilizar en la zona: tendido, 30%; surco, 45%; aspersión de impacto (Sideroll y Carros autopropulsados), 68% y pivotes centrales, 78%. Para cinta se consideró un 85%

Para el cálculo de las necesidades brutas a nivel de cultivo, a partir de la demanda neta, es necesario tomar en cuenta las eficiencias de aplicación del método de riego y los requerimientos de lavado (LR) . La eficiencia de aplicación (Efa) contempla la pérdidas de agua por percolación profunda (Pp) y escurrimento superficial (Es).

Los requerimientos de lavado corresponden a la cantidad de agua mínima de percolación para mantener la salinidad del suelo a un nivel no perjudicial para el desarrollo de las plantas.

Dadas las condiciones de precipitación de los diferentes sectores no es necesario incluir en la demanda bruta una fracción de lavado.

Por lo tanto, la demanda bruta queda definida de la siguiente manera:

$$DB = \text{Demanda Neta} / Efa$$

donde :

DB = Demanda bruta del cultivo considerado
Efa = Eficiencia de aplicación

b) Determinación de Rendimientos

En este estudio para evaluar la incidencia del recurso agua sobre el rendimiento de los diferentes cultivos, se utilizó la metodología propuesta en FAO 33, la cual ocupa funciones de producción.

Las funciones utilizadas son las propuestas por Doorenbos y Kassan 1979 (FAO 33) y Ferreyra y otros 1985 y 1991, obtenidas en forma experimental, donde se presenta la relación entre el rendimiento y la evapotranspiración en términos relativos, lo que permite utilizar estas ecuaciones en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Estas funciones se expresan a través del siguiente modelo:

$$(1- Ya/Ym) = ky \times (1-Eta/Etm)$$

donde:

Ya = rendimiento actual cosechado
Ym = rendimiento máximo cosechado
ky = factor del efecto sobre el rendimiento
Eta = evapotranspiración actual (fracción de Etm)
Etm = evapotranspiración máxima (ETo * kc)
Eto = evapotranspiración potencial
kc = coeficiente de cultivo

III.2.2.9 Definición de Técnicas de Riego

- Adecuación predial para el riego

La adecuación predial para el riego corresponde a la selección de los métodos de riego a utilizar, que mejor se adecuen a las condiciones de suelo; topografía, sistemas productivo; clima; mano de obra y disponibilidad de agua tanto en calidad como en cantidad, las labores necesarias para su implementación y los costos involucrados en esta práctica. Las áreas de la XII Región involucradas en este estudio presentan condiciones de suelo, topografía y viento que podrían restringir fuertemente la selección de los métodos de riego a utilizar. Por esta razón se han analizado estas variables en forma detallada para seleccionar los métodos de riego que mejor se adecuen a estas condiciones.

- Costos de inversión

En el presente capítulo se presentan los costos de inversión y los costos anuales que involucran los diferentes métodos de riego propuestos.

Los costos de inversión involucran todos aquellos pagos que se realizan por los bienes y servicios requeridos para la implementación de un método de riego, para lo cual se consideran las labores, materiales, equipos y servicios que se utilizan en cada método de riego propuesto.

En el caso de los métodos de riego superficiales se considera dentro de las inversiones los costos de emparejamiento de suelos (micronivelación), trazado de regueros, estructuras, surcados etc. Para establecer la estructura de costos de inversión se tomó como base la información proporcionada por el Manual de Riego para el Sur de Chile elaborado por INIA - CORFO (1994), para una superficie total de 30 há.

Para el caso de los riegos mecánicos se considera el costo de los equipos de riego incluyendo todos sus componentes. Para la impulsión se considera el uso de motobombas con motor a explosión (motor diesel), dado que en la mayor parte de las áreas del proyecto no se dispone de energía eléctrica..

III.2.2.10 Capacidades de las Obras y Criterios de Diseño

Básicamente, los proyectos identificados implican el diseño de obras hidráulicas del siguiente tipo:

- presas
- bocatomas y canales
- elevaciones mecánicas
- marcos partidores, cruces de caminos, obras de entrega o descarga
- sifones y canoas

Se entregan a continuación algunas consideraciones que se utilizarán para el diseño de estas obras.

1 PRESAS DE TIERRA

1.1 Tipo de Muro

En general, quedará condicionado por factores técnicos de diverso tipo, a saber:

- Topografía: relación largo coronamiento versus altura
- Geología y condiciones de fundación y apoyo
- Materiales disponibles para la construcción
- Ubicaciones y tamaño del vertedero
- Problemas sísmicos
- Aspectos ambientales

Si al considerar todos estos factores se definen varias alternativas, se tomará la decisión sobre la base de aspectos económicos.

1.2 Altura del Muro para Presas de Tierra y Enrocado

La altura es la magnitud fundamental que determina el muro de la presa. Sobre el nivel máximo normal, definido a partir del volumen muerto más el volumen de regulación, debe agregarse una revancha para la carga del vertedero, con lo que se obtiene el nivel máximo eventual, y sobre éste se agrega revanchas adicionales para obtener la altura total. Estas revanchas se refieren a altura de la ola, asentamientos, formación de hielo en los inviernos, etc. No obstante, a pesar de existir fórmulas empíricas, para efectos del diseño preliminar se considerará una revancha estimativa aproximada sobre el nivel máximo eventual, que englobe los conceptos indicados más el volumen muerto. No tiene sentido alguno realizar cálculos de detalle que normalmente corresponden al nivel de diseño definitivo, toda vez que se desconoce la información relativa al arrastre de sedimentos en los ríos, por ejemplo. La aproximación al costo total de la presa tendrá un margen de error mínimo, dado que hoy en día existen experiencias con muros parapeto y otro tipo de obras, que permiten absorber las revanchas con costos muy bajos, casi despreciables en relación al costo total de la presa.

1.3 Taludes

Para el caso de las presas de tierra, los taludes se definirán sobre la base de los criterios del Bureau of Reclamation que se indican en los tres cuadros que se presentan a continuación y tomando en consideración las recomendaciones de los estudios de mecánica de suelos.

CUADRO III.2.2.10-1
TALUDES RECOMENDADOS PARA LAS PRESAS DE TIERRA HOMOGENEAS SOBRE FUNDACIONES ESTABLES

CASO	TIPO	PROPÓSITO	SUJETA A DESEMBALSE RÁPIDO (1)	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS (2)	TALUD DE AGUAS	
A	Homogénea u homogénea modificada	Regulación o almacenamiento	No	GW, GP, SW, SP	Permeable, no adecuado	
				GC, GM, SC, SM	2½:1	2:1
				CL, ML	3:1	2½:1
				CH, MH	3½:1	3½:1
B	Homogénea modificada	Almacenamiento	Sí	GW, GP, SW, SP	Permeable, no adecuado	
				GC, GM, SC, SM	3:1	2:1
				CL, ML	3½:1	2½:1
				CH, MH	4:1	2½:1

Notas:
1.- Velocidades de desembalse de 6 pulg/día o mayores después de almacenamientos prolongados a altos niveles en el embalse.
2.- Los suelos OL y OH no se recomiendan para las porciones mayores de las presas de tierra homogéneas. Los suelos P_t son inadecuados.

CUADRO III.2.2.10-2
TALUDES QUE SE RECOMIENDAN PARA LAS PRESAS PEQUEÑAS DE TIERRA DE SECCION COMPUESTA EN FUNDACIONES ESTABLES

CASO	TIPO	PROPÓSITO	SUJETA A DESEMBALSE RÁPIDO (1)	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL		TALUD DE AGUAS	
				exterior	del núcleo (2)	arriba	abajo
A	Compuesta con el núcleo "mínimo" (3)	Cualquiera	No crítico (5)	No es crítico; Relleno de roca, GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso)	No es crítico, GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH o MH.	2:1	2:1
B	Compuesta con el núcleo "máximo" (4)	Regulación o almacenamiento	No		GC, GM	2:1	2:1
					SC, SM	2¼:1	2¼:1
					CL, ML	2½:1	2½:1
					CH, MH	3:1	3:1
C	Compuesta con el núcleo "máximo"	Almacenamiento	Sí		GC, GM	2½:1	2:1
					SC, SM	2½:1	2¼:1
					CL, ML	3:1	2½:1
					CH, MH	3½:1	3:1

Notas:

1.- Los desembalses rápidos son los de 6 pulg/día o mayores después de almacenamientos prolongados a altos niveles en el embalse.

2.- Los suelos OL y OH no se recomiendan para las porciones mayores de los núcleos de las presas de tierra. Los suelos P_t son inadecuados.

3.- El núcleo mínimo queda definido por un ancho basal igual a la altura de la presa en el caso de fundaciones impermeables o en fundaciones permeables con diente de fundación. En el caso de fundaciones permeables sin diente, el núcleo mínimo queda definido por un talud H:V=1,5:1 por aguas arriba y 1:1 por aguas abajo.

4.- El núcleo máximo queda definido en función de los taludes externos de la presa. Si ellos son H:V=X:1 por aguas arriba y Y:1 por aguas abajo, entonces el núcleo máximo tendrá taludes (X-0,5):1 por aguas arriba y (Y-0,5):1 por aguas abajo.

5.- El desembalse rápido no afectará el talud de aguas arriba de un terraplén compuesto que tenga una cubierta permeable grande del lado de aguas arriba.

CUADRO III.2.2.10-3
TALUDES RECOMENDADOS PARA LOS RELLENOS ESTABILIZADORES PARA PRESAS CONSTRUIDAS SOBRE FUNDACIONES SATURADAS DE LIMO Y ARCILLA

CONSISTENCIA	Nº PROMEDIO DE GOLPES POR PIE (1) a una profundidad de la fundación igual a la altura de la presa	GRUPO DEL SUELO (2)	TALUDES PARA LAS DIFERENTES ALTURAS DE LA PRESA (pies)				
			50	40	30	20	10
Blanda	Menor de 4	Pruebas y análisis especiales de suelos requeridos.					
Mediana	De 4 a 10	SM	4½:1	4:1	3:1	3:1	3:1
		SC	6:1	5:1	4:1	3:1	3:1
		ML	6:1	5:1	4:1	3:1	3:1
		CL	6½:1	5:1	4:1	3:1	3:1
		MH	7:1	5½:1	4½:1	3½:1	3:1
		CH	13:1	10:1	7:1	4:1	3:1
Firme	De 11 a 20	SM	4:1	3½:1	3:1	3:1	3:1
		SC	5½:1	4½:1	3½:1	3:1	3:1
		ML	5½:1	4½:1	3½:1	3:1	3:1
		CL	6:1	4½:1	3½:1	3:1	3:1
		MH	6½:1	5:1	4:1	3:1	3:1
		CH	11:1	9:1	6:1	3:1	3:1
Dura	Más de 20	SM	3½:1	3:1	3:1	3:1	3:1
		SC	5:1	4:1	3:1	3:1	3:1
		ML	5:1	4:1	3½:1	3:1	3:1
		CL	5:1	4:1	3:1	3:1	3:1
		MH	5½:1	4:1	3:1	3:1	3:1
		CH	10:1	8:1	5½:1	3:1	3:1

Notas: 1.- Pruebas estándar de penetración.
2.- Sistema de Clasificación Unificado de Suelos.

Para una mayor comprensión de la metodología, considerando que el presente texto será leído no solamente por personas que conozcan el Sistema Unificado de Suelos, se describe brevemente a continuación en qué consiste.

El Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos se basa en la identificación del tipo y predominio de sus elementos, considerando el tamaño de sus granos, granulometría, plasticidad y compresibilidad. Clasifica a los suelos en tres grandes grupos: suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos con proporción elevada de materia orgánica (turbosos). Estos últimos, identificados como P_t, se conocen fácilmente por el color, el tacto esponjoso y su textura fibrosa, y no tienen subdivisiones en el sistema de clasificación.

La muestra representativa del suelo, excluyendo las partículas mayores de 3 pulgadas, se clasifica primero en material de grano grueso, tamaño mayor a criba N°4, y fino si un porcentaje superior al 50% en peso es de tamaño menor. Si el suelo es grava, se clasifica como "limpia" cuando contiene pocos finos y "sucia" si contiene una cantidad apreciable de finos. Las bien graduadas pertenecen al grupo GW y las gravas uniformes al grupo GP. Las sucias son de dos tipos: de finos no plásticos o limosos, GM, y las de finos plásticos o arcillosos, GC.

Si el suelo es una arena, se aplican los mismos procedimientos, teniendo así una arena limpia bien graduada, SW, mal graduada, SP, una arena con finos limosos, SM, o con finos arcillosos, SC.

Si en un material predominan los granos finos, será un limo, M, arcilla, C, u orgánico, O. Los limos serán de límite líquido bajo, ML, o alto, MH. Las arcillas serán de baja compresibilidad, CL, o alta compresibilidad, CH. Finalmente, los suelos finos orgánicos serán de baja plasticidad, OL, o de alta plasticidad, OH.

1.4 Ancho Coronamiento

En general, depende de:

- Filtraciones a través de la presa
- Altura de la presa
- Resistencia al esfuerzo sísmico
- Posibles requerimientos de Vialidad
- Practicabilidad de construcción

Un procedimiento habitual y bastante seguro corresponde a la utilización de la ecuación de Fórmula del Bureau of Reclamation para presas pequeñas :

$$W = \frac{H}{5} + 10$$

en que:

H : Altura máxima en pies y el ancho W también en pies

Sin embargo, esta fórmula es de aplicación general bastante conservadora y conduce a anchos del coronamiento que, a juicio de esta Consultora, son exagerados y en el caso de la XII región pueden reducirse. Por lo tanto, se diseñará con un ancho de 3,0 m, que se estima suficiente y que se propone verificar en la etapa de diseño definitivo, mediante un análisis ad-hoc de la estabilidad de cada presa, salvo recomendación en contrario del estudio de mecánica de suelos.

1.5 Filtraciones

Para el cálculo de filtraciones, cuando sea procedente, se utilizará la Ley de Darcy:

$$Q = k \cdot i \cdot A$$

en que:

Q : Caudal
i = H/L : Gradiente hidráulico
k : Coeficiente de permeabilidad de Darcy
A : Area transversal al escurrimiento

Sin embargo, en aquellos embalses que entreguen directamente al río, se supondrá que las filtraciones serán captadas aguas abajo por los canales y por lo tanto no constituyen pérdida de agua para riego.

1.6 Filtros

Los filtros, necesarios especialmente en las presas de tierra para impedir fenómenos de erosión retrógrada o piping, se definen normalmente en el diseño definitivo. Para efectos del diseño preliminar, su costo quedará incluido en un ítem global que involucra también otros conceptos de detalle.

1.7 Crecida de Diseño y Capacidad del Vertedero

El Bureau of Reclamation establece básicamente los tres criterios siguientes:

- Si al fallar la estructura existe el riesgo de ocasionar pérdidas de vidas humanas, entonces la crecida de proyecto es equivalente a la crecida máxima probable.

- Si al fallar la estructura existe el riesgo que cauce grandes daños materiales y en la operación de la obra, pero no pérdidas de vidas humanas, entonces la crecida puede ser menor pero calculada en condiciones de suelo casi saturado.

- Si al fallar provocará solamente la pérdida de la estructura con pocos daños adicionales, entonces la crecida puede ser menor a la máxima probable y calculada en condiciones iniciales de suelo seco.

En Chile, es usual para las grandes obras calcular crecidas de diseño con períodos de retorno entre 1.000 y 5.000 años. Para obras menores, puede bajar a 500 años, e incluso en algunos casos a 200 o 100 años.

La XII Región es diferente en varios aspectos. Por un lado, se trata en general de obras ubicadas en ríos que no cruzan ciudades o poblados, pudiendo permitirse una cierta "licencia" en el diseño. Sin embargo, existe un conocimiento demasiado básico con respecto a la hidrología, y las crecidas son calculadas con un grado de incertidumbre mayor que en el resto del país. En consideración al tamaño previsto de las obras y a que las principales crecidas son como producto de los deshielos, en los cuales los efectos son más prolongados, se considerarán períodos de retorno no inferiores a 500 años. Como un factor de seguridad adicional, se despreciará el eventual efecto regulador del embalse.

1.8 Longitud del Umbral del Vertedero

A nivel de diseño preliminar, se adoptará un criterio exclusivamente técnico, hidráulico-estructural, sobre la base del caudal unitario máximo según el tipo de material del rápido:

- en hormigones: $q = Q / L < 150$ m^3/s/m
- en suelo natural: según el tipo de terreno, en general limitando las velocidades a 0,5 m/s como máximo.

1.9 Obras de Entrega

La capacidad de estas obras normalmente se determina sobre la base de las tasas de riego máximas mensuales, aumentándolas en un 50%. Para la ubicación de las obras en relación a los niveles del embalse, generalmente se usa la siguiente relación entre la carga y la sección.

$$H = K \cdot \frac{Q^2}{A^2}$$

en que:

A : Sección del conducto de entrega
Q : Caudal de diseño de la obra de entrega
K : Coeficiente empírico que involucra las pérdidas de carga

Con respecto a los diferentes elementos de las obras de entrega, se efectuarán las siguientes consideraciones:

* Estructura de toma: Normalmente, será de hormigón y, según el tamaño de la presa, tendrá la forma de torre con uno o más orificios protegidos con rejas, o bien forma de cámara sencilla que entregue directamente a la tubería.

* Conducto de entrega: Será por lo general una tubería a base de hormigón, salvo en el caso de cargas elevadas que justifiquen una tubería metálica.

* Elemento regulador: Dependiendo de los caudales de diseño y de las características del embalse, podrá ser de distintos tipos, a saber:

  - Compuertas planas
  - Compuertas de sector
  - Válvulas: de mariposa, esféricas, de chorro hueco, de aguja

  Las válvulas de chorro hueco y de aguja son muy utilizadas, pues permiten regular bastante bien los caudales ante exigentes cargas hidráulicas, pero son de alto costo y se tratarán de evitar en lo posible, buscando la mayor economía.

* Disipador de Energía: Normalmente, su diseño corresponde efectuarlo en el proyecto definitivo.

1.9 Obras de Desviación Durante la Construcción

La definición de la capacidad de conducción de estas obras es un problema que involucra un compromiso entre el costo y seguridad, debiendo considerarse normalmente los siguientes aspectos:

- Duración de la construcción de la presa
- Costos de los posibles daños si las obras son inundadas
- Costo del retraso en la construcción y puesta en servicio de la obra
- Seguridad de los trabajadores y de los habitantes aguas abajo

Se seguirá una pauta tradicional en Chile, período de retorno 20 años, salvo en el caso de presas de materiales especiales como el hormigón rodillado, en las cuales hasta se podría obviar esta obra.

En principio, se tratará de evitar el uso de ataguías, tratando de diseñar la desviación por medio de canales a través de la presa misma, que sean cerrados en época de estiajes.

2 PRESAS DE HORMIGON RODILLADO (RCC)

2.1 Aspectos Generales

Las presas de hormigón compactadas con rodillos, RCC, denominadas usualmente "presas de hormigón rodillado", comienzan a utilizarse desde 1980 como una alternativa a las presas gravitacionales de hormigón.

En realidad, la primera evidencia data de 1964, al construirse una presa de 172 m de altura en los Alpes italianos en base a hormigón pobre, colocado y compactado como si fuese un muro de tierra. La reparación en 1975 de la presa Tarbela, en Pakistán, consultó la colocación de 350.000 m^3 de RCC en sólo 45 días. Sin embargo, se estima que la primera presa construida íntegramente con la tecnología hoy conocida como RCC, fue la presa Shimajigawa, construida en Japón entre 1978 y 1980. El método se desarrolló a nivel de los países desarrollados, existiendo en 1985 7 presas sobre los 15 m de altura, casi 60 presas a fines de 1990 y sobre 100 a fines de 1993. Incluso, están en proyecto presas de más de 200 m de altura.

En Chile, la única presa construida de RCC es el muro de la central Pangal, de ENDESA, que significó una valiosa experiencia, por cuanto debió estudiarse su construcción bajo lluvia y sin ella, para lo cual se analizó la situación en modelo a escala natural, construyéndose terraplenes de experimentación, generándose diversos tipos de precipitaciones de intensidades entre 4,9 y 11,4 mm/hr. Existen otros proyectos sin construir, tales como la presa El Flamenco en el río Puangue.

Básicamente, una presa RCC tiene la concepción geométrica de las presas de hormigón, con algunas variaciones en el diseño, siendo su mayor diferencia el uso de una nueva mezcla del material principal de la presa. Esta mezcla está constituida por materiales de uso común tales como cemento, cenizas volcánicas o puzolanas, áridos gruesos y finos, y agua. Dicha mezcla es compactada por rodillos durante su colocación, constituyendo la mayor parte del volumen de la presa.

Las mayores ventajas de este tipo de presa están en su menor costo y disminución del tiempo de construcción, manteniendo una seguridad estructural comparable a las presas de hormigón tradicional.

2.2 Condiciones de la Fundación

Una fundación en roca sana, es lo deseable en una presa de hormigón, ya que se logra un mejor comportamiento estructural e hidrogeológico, obteniéndose una mayor resistencia a esfuerzos, erosión, piping y otros. Sin embargo, el tipo y calidad de roca no impone una limitante estructural severa para la fundación, sobre todo en presas medianas y pequeñas. Solamente, impone mayores costos para el enclavamiento de la presa en los estribos y en la fundación.

Las características de la roca que se deben determinar, como mínimo, son: resistencia a la compresión, corte, permeabilidad, módulos de elasticidad y de Poisson, a fin de definir eventuales tratamientos, que por lo general tienen un costo razonable.

Con respecto a la línea de excavación, la cantidad a excavar, dependerá del espesor de la sobrecarga en la roca y la calidad de ésta. Para el caso de una presa de gran altura, se aconseja remover el material hasta la roca sana.

En caso de detectarse problemas en la roca, el método usual de mejoramiento de la fundación son las inyecciones de consolidación (Grouting), efectuado en zonas débiles y/o discontinuidades. Este proceso puede ser efectuado con hormigón tradicional o mortero de RCC, llegándose a reparar incluso rocas dañadas por explosivos en el proceso de excavación.

Para determinar la profundidad máxima de las inyecciones, se sugiere el uso de la siguiente fórmula:

$$D = \frac{H}{3} + C \qquad (1)$$

en que:

D: Profundidad de la Inyección [m].
H: Altura de la Presa [m]
C: Constante, dependiente de la calidad de la fundación, variando entre 8 y 25 [m] siendo 15 [m] aceptable para un gran número de presas.

Las inyecciones de consolidación, pueden ser acompañadas de perforaciones con un diámetro mínimo de 1,5" con espaciamientos de 3 a 6 [m] entre ellas, con profundidades que varían generalmente entre 6 y 15 [m].

2.3 Antecedentes Técnicos de la Mezcla RCC

La mezcla está constituida básicamente por tres elementos: Pasta (cemento + rellenos de elementos volátiles, del tipo fly ash, o puzolanas, o escorias siderúrgicas), áridos (grueso y fino) y agua. El elemento volátil reemplaza una parte del cemento permitiendo reducir costos y generación de calor al interior de la mezcla.

Por otra parte, las dosificaciones varían dependiendo de las características propias de diseño de cada presa, según lo cual Dunstan (1986) propone las siguientes 4 categorías:

a) Lean RCC Dam: Mezclas cuya fracción de elementos cementantes, (Cemento + elementos volátiles) no sobrepasa los 99 [kg/m^3].

b) RCD (Roll Compacted Dam): Propia de la ingeniería Japonesa, donde dicha fracción varía entre 120 y 130 [kg/m^3].

c) Medium - Paste RCC Dam: Fracción entre 100 y 150 [kg/m^3].

d) High - Paste RCC Dam: Fracción 150 [kg/m^3].

Las diferencias entre estas 4 categorías de clasificación se refieren fundamentalmente a la resistencia al corte y a la tracción, pero también a la apariencia, impermeabilidad y mantenimiento.

No existe un criterio único para la definición del tipo de mezcla entre las cuatro categorías. Sin embargo, es posible distinguir 2 tipos de criterios generales:

* Criterios y conceptos derivados del diseño de presas gravitacionales de hormigón convencional, que tienden a usar las presas tipo High-Paste Dam.

* Criterios derivados de combinar mezclas más pobres con una "cara" de protección o paramento aguas arriba del muro, más rica en cemento, que tienden a usar las presas tipo Lean-RCC Dam.

La definición de uno u otro diseño puede ser de carácter técnico económico, porque las presas tipo Lean RCC Dam son de costo unitario más barato, pero las presas tipo High Paste Dam permiten diseños con taludes más empinados, con el consiguiente ahorro de volumen de material.

2.4 Características Principales de la Mezcla

a) Densidad: Las mayores densidades, se producen con una combinación eficiente de los sólidos de la mezcla y el agua, tratando de minimizar el índice de huecos.

b) Resistencias estructurales: En general, la resistencia a la compresión no determina la mezcla observándose que el contenido de humedad y la compactación de ésta, son claves en el resultado de esta variables, que oscila entre los 50 y 130 [kg/cm^2] en probetas cilíndricas de 15 x 30 a los 28 días. En cuanto a la resistencia a la tracción, los resultados demuestran que es del orden de 10 a 15 [%] de la resistencia a la compresión.

Por otra parte, la resistencia al corte juega un papel importante, sobre todo frente a sismos de gran magnitud. El propio método de construcción, condiciona la generación de capas separadas por interfases o juntas, espaciadas entre 30 y 50 [cm] en el sentido vertical.

La resistencia al corte total, puede ser calculada a través de la ecuación de Coulomb, lo que constituye una gran diferencia con las presas de hormigón tradicional.

$$S = C + P\ Tan(f) \qquad (2)$$

en que:

p: Angulo de fricción interna
C: Cohesión unitaria
P: Esfuerzo unitario normal
S: Resistencia al corte (unitaria)

En base a la experiencia, se tiene que valores típicos de la cohesión varían entre 1,5 y 6 [km/cm^2], garantizando una mayor resistencia.

c) Permeabilidad: Se han determinado valores de permeabilidad entre 2 x 10^{-2} y 4 x 10^{-10} [cm/s], dependiendo del porcentaje de los elementos cementantes en la mezcla. Dunstan (1986), ratifica que la permeabilidad es una de las propiedades más importantes del RCC y que esta característica está directamente relacionada con el contenido de elementos cementantes.

d) Durabilidad: La durabilidad del material es especialmente importante en materiales expuestos a grandes presiones hidrostáticas. Esta propiedad está directamente relacionada con: ciclos hielo-deshielo, resistencia a la erosión y abrasión, cambios de volumen por efectos térmicos, etc.

e) Trabajabilidad: La mezcla debe tener una adecuada trabajabilidad, libre de segregación y fácil consolidación con la compactación vibratorio. Cabe señalar, que la selección del empréstito juega un papel importante en este aspecto, ya que el tipo y calidad del árido agregado será un factor que incidirá considerablemente en la calidad y costo del RCC. Los requerimientos mínimos para dichos áridos, son casi los mismos que para un hormigón convencional, con algunas diferencias como por ej. los requerimientos del material bajo malla # 200.

2.5 Parámetros de Diseño de la Mezcla

Es necesario destacar, que la economía del RCC quedará determinada en gran parte por el tamaño máximo del árido grueso, ya que este valor es inversamente proporcional al volumen de pasta y mortero requerido. Sin embargo, utilizar tamaños máximos sobre las 3", aumenta la probabilidad de segregación en las faenas de transporte, colocación y compactación.

Por otra parte, el uso de retardador ASTM (C-494), del tipo B o D, permite aumentar los tiempos de colocación, pudiéndose resolver los siguientes problemas:

- Aumentar los espesores de las capas de colocación.
- Temperatura del agua de amasado es alta.
- Menores rendimientos en comienzo de faenas.

Los parámetros relevantes y rango de valores más usuales, para el diseño de la mezcla en función de los elementos que la componen, son:

W: Agua
C: Cemento
F: Fly Ash
S: árido fino
G: árido grueso
Vp: (C + F + W) [en volumen]
Vm: (Vp + S) [en volumen]
S: (entre #200 y N° 4)
G: (entre N° 4 y 3")
Relación agua cemento: W/(C + F), (0,5 a 0,8)
Relación elementos volátiles: F/(C + F), (10 a 40) [%]
Tamaño máximo del agregado: (50 a 80) [mm]
Porcentaje máximo finos: (7 a 10) [%], del tipo no plástico.
Vp/Vm (relación pasta-mortero): 0,40 a 0.45
TCV (Tiempo de Consistencia de Vebe): (10-20 [seg])

2.6 Criterios de Estabilidad

Los criterios básicos de estabilidad de una presa gravitacional son:

a) La presa, debe ser asegurada al deslizamiento en cualquier plano horizontal dentro de ella. El deslizamiento, puede producirse en el cuerpo de la presa, a nivel contacto de fundación o a lo largo de ella en cualquier plano de discontinuidad al interior del material de fundación.

b) La presa, debe ser diseñada de forma tal que las tensiones admisibles en cualquier sección, ya sea en el cuerpo de la presa como en la fundación, no sean excedidas.

c) La presa se debe asegurar al volcamiento. Cabe señalar, que el USBR calcula factores de seguridad desde hace muy poco tiempo. Esto se debe a la hipótesis que una presa, antes de ser volcada presentará otras fallas, como la rotura generalizada del material. Esto se puede producir tanto en el parámetro de aguas arriba como a nivel de la base, con el consiguiente aumento de subpresión y disminución de la resistencia al corte. Las fuerzas sísmicas no son usualmente consideradas contribuyendo a este efecto, ya que son de naturaleza oscilatoria.

2.7 Características de Diseños y Aspectos Constructivos de los Elementos Principales que Conforman una Presa de Hormigón Rodillado

a) Paramento de Aguas Arriba

Este elemento estructural, es usualmente vertical con un espesor de 30 [cm] de hormigón armado, con juntas verticales espaciadas del orden de los 15 [m] a lo menos, con sellos de PVC o Cu. No se consideran juntas horizontales, salvo las de construcción, las cuales se aconseja ejecutarlas a alturas variables. El hormigón generalmente es del tipo H25, con una cuantía estimada del orden de los 60 [kg/m^3]. Además, se consideran anclajes entre el muro y este elemento, usualmente de diámetro = 20 [mm], con L=1,5 [m] y espaciados a 60 [cm] en vertical y 1,2 [m] en horizontal, que generan una cuantía adicional de 10 [kg/m^2] de muro.

b) Talud de Aguas Abajo

En general, el talud se mantiene constante entre la base y el coronamiento de la presa. Según lo que actualmente se encuentra construido, la inclinación varía entre H:V = 0,6:1 y 0,8:1. El mayor número de presas construidas tienen 0,8:1.

c) Ancho de Coronamiento

El ancho de coronamiento, en general es determinado por consideraciones constructivas o por el ancho de caminos requeridos sobre la presa. Para presas de RCC de tamaño pequeño, el mínimo ancho de coronamiento es del orden de los 3 [m], para presas medianas y altas usualmente se determinan anchos de unos 5 [m].

d) Vertedero

Cuando el vertedero es incorporado al interior de la presa, su sección puede ser similar a la del resto de la sección transversal del muro y, en particular, su talud puede ser el de aguas abajo de la presa. Todo esto, significa un pequeño costo adicional si se compara con una presa tipo CFRD, en la cual se debe concebir este elemento como una obra independiente.

Por otra parte, en función de la alta resistencia y estabilidad estructural del RCC, al igual que su resistencia a la erosión, es posible diseñar vertederos para una crecida menor a la milenaria, por ej. (1:500) y admitir para una crecida mayor, que el flujo sobrepase el resto del muro, que actuaría como vertedero auxiliar en estas circunstancias con una baja altura de carga.

2.8 Aplicación de las Presas Tipo RCC

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, y por los antecedentes de terreno de que se dispone, la aplicación de presas RCC se podría recomendar en los casos de los ríos Baguales y Las Chinas.

En los dos casos señalados, la fundación de cada presa es en roca de buena calidad. Además, el lugar de cada presa corresponde a un estrechamiento rocoso, lo que hace recomendable además que el vertedero esté incorporado a la presa, lo cual es una de las ventajas de las presas RCC. Dado que éstas son presas de tamaño mediano, se adoptará taludes de la presa de 0,6:1 (V:H).

Por otra parte, las presas tipo RCC no se considerarán como alternativa para el caso del chorrillo Josefina, debido a que este proyecto sólo será concebido como un peralte menor de una presa de tierra.

Para los casos del río Penitente y chorrillo Nevada, podrán ser factibles dependiendo de las condiciones de la fundación y de los estribos, para las cuales el nivel de información actual presenta una alta incertidumbre. Se considerarán, en todo caso, como alternativas para el análisis, adoptando algunos parámetros de diseño, tales como la profundidad de la pared moldeada, en la forma más aproximada posible y aceptando la posibilidad de un margen de error en los costos.

3. PRESAS TIPO CFRD

Se denomina genéricamente presas tipo CFRD (Concrete Face Rockfill Dam), a una presa de gravas compactadas o enrocado, con pantalla de hormigón por aguas arriba. En el caso de tratarse de gravas, también se les conoce como CFGD (Concrete Face Gravel Dams). Se caracterizan por utilizar el material de gravas del mismo lecho del río, cercano a la presa, o la roca proveniente de los cerros del mismo lugar, con lo cual se disminuye el costo de transporte desde los empréstitos. Este tipo de presa no requiere necesariamente de condiciones especiales de fundación en roca, ya que puede incorporarse en el pie de aguas arriba una pared moldeada, la cual disminuye el caudal y energía del agua que circula bajo la presa. Pero sí requiere, en todo caso, de una fundación firme para evitar que las losas se puedan desplazar o agrietar, ya que se debe impedir el paso del agua en presión a través del cuerpo de la presa.

Las principales ventajas de este tipo de presa, en comparación con una presa de tierra en el mismo lugar, se refieren a los siguientes aspectos :

- Menor costo por explotación y transporte de materiales de construcción del muro, así como también por sus taludes más empinados.

- Menor tiempo de construcción de la presa, ya que la pared moldeada puede construirse en forma paralela con la presa y porque el volumen de material es menor que en una presa de tierra.

- El menor tiempo de construcción redunda en menores gastos generales de la construcción y en menores dimensiones de obras de seguridad tales como el túnel by-pass.

- Mayor seguridad en la estanqueidad de la presa, debido a la presencia de la pantalla de hormigón por aguas arriba.

Algunos de los embalses con presa tipo CFRD en Chile son el embalse Cogotí (IV región, 1934), el embalse Santa Juana (III región, 1995) y el embalse Puclaro (IV región, en construcción).

Las dimensiones típicas de las presas CFRD son las siguientes :

- Talud aguas arriba 1: 1,5 (V:H).
- Talud aguas abajo 1:1,6 (V:H).
- Pantalla de hormigón de espesor variable según la altura.
- Pared moldeada hasta la roca o hasta una profundidad que garantice que las filtraciones por debajo no constituyen riesgo para la estabilidad.

4. PRESAS DE HORMIGON

Las presas de hormigón tradicionales se caracterizan por estar constituidas en forma masiva por dicho material y corresponder a presas de tipo gravitacional o en arco. Las de tipo gravitacional resisten el empuje del agua por su propio peso, en tanto que las presas en arco resisten principalmente por los apoyos en los estribos.

Para el caso de los proyectos de embalse que se analizan, se considera que este tipo de presas no sería recomendable en ninguno de los casos por las siguientes razones :

Estas presas requieren de fundación y estribos en roca, lo cual existe sólo en los casos de los embalses en el río Las Chinas y en el río Baguales. Para dichos casos, se visualiza que será de mucho menor costo una presa tipo RCC. Además, la presa RCC tiene la ventaja de un menor tiempo de construcción, en una zona donde el clima es limitante una parte del año.

5. CANALES

Los canales serán el principal medio físico para la conducción de las aguas desde su fuente de origen hacia las áreas de riego y para su distribución en los diferentes sectores hacia los sistemas de aplicación del agua al predio. El otro medio de conducción que se ha concebido, corresponde a los casos de impulsiones, en los cuales se utilizarán tuberías o cañerías para conducir las aguas directamente al predio, o bien hacia un canal conductor.

Con respecto a la aplicación del agua de riego, por razones de rendimiento económico de la producción, el principal método corresponderá al tendido o por desborde, en el cual corresponderá también el diseño de canales a nivel de regadores.

Por lo tanto, el costo de los canales tiene una incidencia relevante en el costo total de los sistemas de riego que se proyectarán en la región.

El buen diseño de un canal es, por lo tanto, muy importante para ahorrar costos de

construcción, operación, mantención y de pérdidas de agua. Este diseño queda condicionado por variados factores, pero muy especialmente por las características de permeabilidad de los terrenos que el canal recorre. Desde este punto de vista, será muy importante determinar la real necesidad de revestir un canal. En principio, se estima que la productividad de la región hace insostenible el diseño de canales revestidos, salvo contadas y pequeñas excepciones de cultivos de alta rentabilidad, como algunas hortalizas y frutillas. Por lo tanto, se definirá la necesidad de revestir sobre la base de ensayos de permeabilidad, en terreno o laboratorio, y del tipo de suelo en el que se proyecte el canal.

Una vez verificada la posibilidad de no revestir, deben estimarse las pérdidas de agua que se pueden producir, la erosión que el canal puede sufrir y su estabilidad y mantenimiento en el tiempo.

El cálculo de la capacidad de conducción será análogo para los casos con y sin revestimiento, variando solamente el parámetro de rugosidad "n" de Manning, que permite efectuar los cálculos según la siguiente expresión:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$R = \frac{S}{P}$$

$$Q = v \cdot S$$

en que:

S = área (m^2)
v = velocidad (m/s)
Q = caudal (m^3/s)
R = radio hidráulico, en m
P = perímetro mojado, en m
J = pendiente, en tanto por uno
n = coeficiente de rugosidad de Manning

La aplicación de esta metodología se realizará con el apoyo del software HCANALES, que permite dimensionar en forma rápida la mejor sección en cada caso, entregando los parámetros necesarios para el análisis y para las cubicaciones de las excavaciones.

Aún cuando se intentará en principio el diseño de canales sin revestir, lo cual se determinará sobre la base de ensayos de permeabilidad in situ, es necesario definir criterios básicos y alternativas para el caso en que ello sea inevitable, por lo cual se expone a continuación los criterios y procedimientos de cálculo que se utilizarán en ambos casos.

5.1 Canales Revestidos

Existe una gran diversidad de materiales que se usan para revestir un canal, distinguiéndose usualmente tres grandes grupos de revestimientos:

- Duros, con materiales como hormigón, asfalto, albañilería o mampostería de piedra o ladrillo, shotcrete, losetas de hormigón, suelo-cemento o plástico.

- De suelo, que puede ser suelto o compacto, grueso o delgado o también mezclas de

suelo y bentonita.

- De membrana enterrada, que puede ser a base de bentonita, o plástica, o bien asfalto esparcido in situ o prefabricado.

En el caso de la XII región, se puede considerar que en un canal excavado en tierra se puede mantener una capa de pasto natural, con el carácter de revestimiento "gratuito", cuyas raíces ayudan a combatir la erosión. En estos casos, se determinará la capacidad con una revancha adecuada para considerar el crecimiento del pasto y disminución de la sección y capacidad de conducción.

a) Coeficiente de Rugosidad

Aún cuando el valor de la rugosidad "n" no es constante para un determinado material, porque se ha observado que depende del radio hidráulico, se utilizarán los siguientes valores de diseño:

Material	"n"	Espesor
Hormigón	: 0,016	entre 10 y 20 cm
Asfalto	: 0,015	entre 5 y 10 cm
Albañilería de piedra	: 0,018	entre 15 y 25 cm
Shotcrete	: 0,018	entre 5 y 10 cm

También, es necesario considerar que el coeficiente puede aumentar a través de los años debido al deterioro de las juntas, o crecimiento de vegetación. Por lo tanto, es muy importante la mantención del canal. Se ha observado que el crecimiento de las plantas acuáticas puede llegar a incrementar el coeficiente de rugosidad hasta en un 30%. Se considerará este factor para aquellos canales que se postulen con "revestimiento de pasto".

En aquellos casos en que el canal tiene diferentes tipos de revestimientos a lo largo de su recorrido, se calculará alternativamente un coeficiente de rugosidad equivalente, o bien realizar análisis independiente por tramos. Otro aspecto que se considerará es el caso de curvas muy cerradas, para lo cual se recurrirá a incrementar el coeficiente de rugosidad en un 10 a un 20% según el radio de curvatura. En todo caso, se tratará, en lo posible, que el radio mínimo del eje del canal sea de 3 a 5 veces el ancho superior.

b) Pendiente y Sección Transversal

Ambas dimensiones están íntimamente ligadas, por cuanto una mayor pendiente permite reducir la sección transversal, pero aumenta la longitud del canal. Lo usual en canales de riego es buscar la mínima pendiente una vez definida el área de riego. Son comunes las pendientes entre 0,001 y 0,0005. La pendiente tiene también directa relación con la velocidad, la cual tiene valores máximos y mínimos aceptables según las características del problema. En el caso de caudales pequeños, como serán varios casos en la XII región, las pendientes son un poco mayores, ajustándose en cada caso según las velocidades que se logren.

Con respecto a la sección transversal, la más económica en cantidad de material es aquella que tenga el menor perímetro mojado. Sin embargo, por razones de técnicas constructivas y de empalme hidráulico, se utilizarán secciones trapeciales y rectangulares.

Desde el punto de vista constructivo, es necesario determinar si es más económico

un talud empinado, que requiere menor cantidad de cortes pero necesita moldajes, o un talud que permita el uso de hormigón colocado como pavimento, sin moldajes, para lo cual el Bureau of Reclamation ha normalizado la relación H:V = 1,5:1. Se utilizará esta pendiente, salvo que signifique cortes importantes en los cerros.

Desde el punto de vista hidráulico, lo usual es asegurar un escurrimiento alejado en al menos un 10% de la crisis, en todas las secciones, sin embargo se obviará este requisito para caudales pequeños, inferiores a unos 500 l/s.

Con respecto a la relación entre el ancho de la base y la altura, se usarán valores entre 1 y 2, que son usualmente los más económicos.

Otro aspecto importante de considerar en la región es la ubicación de la napa freática, cuando está por sobre el fondo del canal. Es necesario verificar que la presión hidrostática externa no haga colapsar el revestimiento cuando el canal se vacía. La solución consistirá en la instalación de drenes, o barbacanas, aceptando que estos elementos pueden significar vías de pérdida de aguas en algunos casos.

c) Velocidad del Escurrimiento

La velocidad del agua generalmente está limitada por los valores que producen erosión en el revestimiento, lo que depende del tipo de material en suspensión. Si no es muy abrasivo, se aceptarán 3 a 4 m/s, en tanto que con un agua limpia se llegará a 6 m/s. Es posible aceptar velocidades mayores, pero requieren exigentes terminaciones en el hormigón, con irregularidades no superiores a 1 cm en las superficies para evitar daños por cavitación, razón por la cual se evitarán en lo posible. Cuando el hormigón no sea armado se limitarán las velocidades a un máximo de 2,5 m/s por razones estructurales. En caso del asfalto, este límite bajará a 1,5 m/s.

Con respecto a la velocidad mínima, lo que se trata es evitar la depositación de sedimentos y el crecimiento de plantas acuáticas en el canal. Por lo general, esto se cumple en forma aceptable para velocidades superiores a 0,75 m/s.

d) Revanchas

Las revanchas son necesarias debido a las ondulaciones o eventuales mayores niveles del agua en el canal, que se pueden producir por una diversidad de factores, muchas veces incontrolables e inciertos. Por lo tanto, es muy difícil establecer una norma universal para la determinación de las revanchas. Es usual que varíen entre un 5% y un 30% de la profundidad del agua, con un mínimo el cual podrá disminuir en el caso de los canales pequeños y acequias del orden de 15 cm. Para seleccionar una revancha en el rango indicado, se tendrá en consideración de acuerdo con la experiencia del diseñador, un conjunto de factores tales como el tamaño del canal, la velocidad del agua, las curvas, los posibles aportes extras durante las lluvias, la existencia de obras de descargas de seguridad, las fluctuaciones del nivel debidas a los movimientos de las compuertas, entre otros factores.

En síntesis, en las revanchas, valor en el cual influye también una serie de factores, en los canales pequeños es usual definirlas como un 15% de la altura, con un mínimo de 0,20 m y un máximo de 0,50 m. En el caso de la XII región, se utilizarán revanchas del orden de 20 cm para los canales conductores y no superiores a 10 cm para canales pequeños, acequias y regadores.

5.2 Canales Sin Revestir

a) Taludes, Velocidades Máximas y Coeficientes de Rugosidad

Por definición, serán excavados en terreno natural o relleno y no tendrán tratamientos especiales en el perímetro mojado, salvo que las condiciones topográficas del terreno impongan velocidades muy altas, de carácter erosivo. Los conceptos y fórmulas para el diseño serán básicamente los mismos que en el caso de los canales revestidos, con algunas precauciones especiales para los taludes, las velocidades máximas admisibles y los coeficientes de rugosidad, que dependen del tipo de material en que va excavado el canal.

Con respecto a los taludes, se definirán sobre la base del estudio de mecánica de suelos, salvo aquellos casos de acequias y canales pequeños excavados en suelos finos, en los cuales por razones de simplicidad y costos, se aceptarán taludes verticales excavados con máquinas tipo robcat (excavadora pequeña). Se ha observado la factibilidad de hacerlo para profundidades no superiores a 50 cm aproximadamente. En el caso de no contarse con recomendaciones de taludes en el estudio de mecánica de suelos, se recurrirá a los taludes generales H:V que se indican en la lista siguiente:

	Cubeta	Mesa
roca	vertical	vertical
conglomerados finos	1 : 2	1 : 2
toscas	3 : 4	1 : 2
arcillas	1 : 1	3 : 4
trumaos	1,5 : 1	1 : 1
arenas	2 : 1	1,5 : 1

Con respecto a las velocidades máximas admisibles, se respetarán los valores que se indican en la lista siguiente, que corresponden a los indicados en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Canales de la Dirección de Riego.

Tipo de Suelo	Velocidad Máxima
roca sana	4.5 m/s
conglomerados firmes	2.5 m/s
toscas	2.5 m/s
ripios bien conglomerados	2.0 m/s
arcillas	1.0 m/s
trumaos	0.7 m/s
arenas	0.5 m/s

En general, se intentará no llegar a los máximos de la tabla anterior, para evitar la erosión debido a las características de los suelos.

Con respecto al coeficiente de rugosidad para diferentes características del canal, se utilizarán los de la lista siguiente:

Tipo de Material	Coeficiente
Excavados en tierra, rectos y limpios	0.030
Excavados en tierra, sinuosos	0.035-0.045
Excavados en roca	0.035-0.040
Excavados en tierra, con pasto	0.045-0.070

b) Curvaturas y Velocidades Mínimas

La curvatura permitida depende de varios factores, tales como la capacidad, velocidad, características del suelo y sección del canal, los cuales deben conjugarse para evitar la erosión en las curvas y el desarrollo de ondas no deseables. Sin embargo, no se dispone de fórmulas estandarizadas para el cálculo del valor límite en cada caso. En términos generales, el radio del eje del canal deberá estar en el rango comprendido entre 3 y 7 veces el ancho superficial. Esta será una recomendación a considerar en el diseño definitivo de los canales, una vez que se decida materializar el proyecto y se realice la topografía de detalle.

Por su parte, es necesario verificar que el diseño cumpla en todo punto con una velocidad mínima para prevenir la depositación de los materiales sólidos en suspensión. Aún cuando son varios los factores que intervienen y es muy importante la experiencia del proyectista, se puede efectuar una primera aproximación con la fórmula de Kennedy:

$$v = \beta \cdot h^{0,64}$$

en que :

v = velocidad media límite que no produce depositación, en m/s.
ß = coeficiente que depende de la naturaleza del material en suspensión.
h = altura del agua, en m.

Se usarán los siguientes valores de ß:

Suelos arenosos finos	:	0,53
Suelos arenosos gruesos	:	0,58
Légamo arenoso arcilloso	:	0,64
Légamo grueso	:	0,70

Alternativamente, se considerará que en aguas con arrastre las velocidades no serán inferiores al 60% de las máximas indicadas anteriormente. Si el agua lleva mucho arrastre sólido, se diseñará un desarenador sencillo, limpiable manualmente.

c) Pérdidas por Filtración

Al no tener revestimientos y estar los canales por lo general excavados en suelos permeables, es necesario considerar en el cálculo del caudal de diseño una pérdida por infiltración. El cálculo es bastante inexacto, toda vez que en muchos casos hay además recuperaciones o aportes al canal debido a la existencia de napas altas o derrames de riego, etc. Sin embargo, se ha desarrollado una serie de fórmulas empíricas para estimar la infiltración pura, entre las cuales se utilizará la de Moritz, de vasta aplicación en el país, cuya expresión es la siguiente:

$$S = 0,2 \cdot C \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

en que:

S = pérdida en pie^3/s, por milla de canal
Q = caudal en pie^3/s
v = velocidad media del flujo, en pie/s
C = coeficiente que depende del tipo de material en que va excavado el canal.

Valores de C: (Bureau of Reclamation)	[pie/día]
Grava cementada y tosca con arena	: 0,34
Suelo arcilloso	: 0,41
Légamo arenoso	: 0,66
Ceniza volcánica	: 0,68
Ceniza volcánica con arena	: 0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	: 1,20
Suelo arenoso con roca	: 1,68
Suelo arenoso y de grava	: 2,20

6. BOCATOMAS

Se trata de obras de captación destinadas a desviar las aguas de los cauces naturales, hacia las diferentes áreas de riego contempladas en el proyecto.

Debido a las particulares características del regadío en la XII Región, es necesario proyectar obras con bajos costos de construcción, operación y mantención en la medida que eso sea posible. Por este motivo es importante proyectar obras sencillas, fáciles de operar y mantener, pero que tengan un razonable nivel de seguridad y de eficiencia de funcionamiento.

De acuerdo con lo anterior, se ha descartado la alternativa de construir bocatomas tradicionales, con barreras fijas y obras de carácter permanente en el lecho de los ríos. Este tipo de estructuras deben ser diseñadas para resistir las crecidas periódicas que anualmente se presentan en los cauces naturales, de tal forma que su costo constructivo y operacional generalmente es muy elevado; además requieren de una adecuada mantención, a cargo de personal calificado, para garantizar su correcto funcionamiento. A pesar de lo anterior, siempre existe la posibilidad de que en determinadas circunstancias estas obras puedan quedar parcial o totalmente destruidas como consecuencia de la ocurrencia de una crecida mayor que la considerada en el diseño, situación que no las hace recomendables en este caso.

Por las razones expuestas, se ha considerado la utilización de bocatomas rústicas, obras baratas y fáciles de construir y operar. Se trata de estructuras que constan de una barrera de sacos de arena u otros elementos como piedras o rocas, que obstruyen parcialmente el escurrimiento en el cauce principal, facilitando la obtención de un nivel del eje hidráulico adecuado para la captación de los recursos asignados a cada canal en particular.

A continuación de esta toma existe un canal de aducción no revestido, seguido de una estructura de compuertas de hormigón armado que principalmente cumple con tres funciones:

- regular el acceso del agua al canal.
- aforar los recursos captados por el canal.
- devolver al río excesos de agua captados, a través de un canal de devolución excavado en tierra.

En este tipo de estructuras, tanto la barrera como los canales de aducción y de devolución son obras de carácter no permanente, es decir deben ser reparadas o reconstruidas todos los años antes del inicio de la temporada de riego para reparar eventuales daños experimentados durante la época de crecidas.

La ubicación de la estructura de hormigón armado debe ser definida de tal forma que no se vea mayormente afectada por la erosión durante las crecidas. Por lo tanto, la longitud del canal de aducción debe ser determinada para que permita un correcto emplazamiento de esta obra.

Para la realización de la medición de los caudales captados por la bocatoma, se ha propuesto el uso de barreras triangulares, cuyo uso esta ampliamente difundido en el país. Para el cálculo y dimensionamiento de los aforadores se usará la metodología propuesta por F.J. Domínguez, para lo cual es necesario conocer las características del escurrimiento en el canal de riego que se desarrolla a partir de esta estructura.

7. ELEVACIONES

7.1 Antecedentes Básicos

Para definir las características técnicas y dimensiones de una elevación mecánica es necesario determinar previamente los siguientes parámetros básicos:

a) La tasa anual de agua de riego, en m^3/año, que requieren los cultivos propuestos para la superficie que se va a servir, y su distribución mensual en m^3/mes. Esto permite estimar los costos de operación de los equipos.

b) El caudal de diseño, Q (m^3/s), entendido como el gasto máximo de agua de riego que es necesario elevar. Este caudal se determina a partir del volumen de agua de riego en el mes de máxima demanda, ponderado apropiadamente para considerar la planificación de los riegos y la existencia de regulación. En aquellos casos en los que la elevación no se haga con un caudal continuo (que es lo más frecuente), es necesario definir el número de horas de funcionamiento por mes de la instalación, considerando factores operacionales y de tarifa eléctrica.

c) El número de bombas, ya que por razones de seguridad y/o de conservación de los equipos es necesario, en muchos casos, disponer de dos o más grupos, generalmente de igual capacidad y características.

d) El número de etapas, cuando convenga instalar bombas en paralelo para permitir una gran elevación.

e) La altura estática de elevación, que es la diferencia entre el nivel del agua en la captación (se supone una altura de velocidad insignificante) y el Bernoulli en la descarga. Una estimación de las pérdidas de carga en la impulsión permite establecer, en una primera aproximación, la altura dinámica total de elevación H(m) que deben proporcionar las bombas.

7.2 Diseños

Se analizará cada caso en particular, considerando los aspectos anteriores.

8 OTRAS OBRAS DE ARTE

Revisados en la carta 1:10.000 los trazados de los proyectos del presente estudio, se ha observado la necesidad de concebir las siguientes obras de arte adicionales, en general:

- cruces de caminos
- sifones de cruce en quebradas
- canoas de cruce de quebradas
- obras de descarga a quebradas
- marcos partidores

El diseño de estas obras no se puede realizar con el detalle de la cartografía disponible 1:10.000, pero para el objetivo de estimar sus costos, es suficiente efectuar una aproximación y calcular el costo de una obra tipo en cada caso, ya que no tienen mayor incidencia en el costo total. Para definir el tamaño de la obra tipo, se han considerado las secciones hidráulicas obtenidas en los cálculos hidráulicos, Anexo 4, así como de las características del lugar de construcción observadas en la carta 1:10.000, y del conocimiento del terreno.

Las obras tipo que se concebirán, para efectos del dimensionamiento de sus costos, son las siguientes:

- Cruces de caminos: Se adopta una alcantarilla tipo cajón cuadrado, de 8m de longitud, 0,7 m x 0,7 m de sección, espesor 15 cm, en hormigón H-25 con una cuantía de 1,25% de fierro.
- Sifones: En las cartas 1:10.000 se puede observar que las cargas hidráulicas en los cruces de quebradas mayores son, en general, menores a 20 m. Por lo tanto, se adopta el hormigón armado como material, en sección cuadrada para simplicidad de moldaje. Los habrá de dos tipos: 100m y 200 m de longitud. La sección media será de 0,7 m x 0,7 m, con un espesor de 20 cm y una doble malla Φ 18 @ 20, en hormigón H-30.
- Canoas: El diseño medio corresponderá a una sección rectangular de 0,7 m de ancho y 0,8 m de altura, con espesor 15 cm, en H-15, con una cuantía de 1,25% de fierro. La longitud media será de 10 m.
- Obras de descarga a quebradas: Se concebirán como una canoa similar a la descrita, pero de una longitud de 4 m y con una compuerta de 0,60 m x 0,60 m, más una protección de enrocado a la salida.
- Marcos partidores: Se supondrán de costo equivalente a una descarga.

IV. CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

IV.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ESTRUCTURA POLITICA-ADMINISTRATIVA

El área de influencia del Proyecto Magallanes comprende una extensa zona de la XII Región, la cual se extiende entre los paralelos 48°39' y 54°00' de Latitud Sur y meridianos 68°40' y 72°47' de Longitud Oeste, aproximadamente. En esta amplia zona se identificaron 18 sectores en los cuales se podría desarrollar el riego.

El área de estudio que se presenta en la Figura IV.1-1, forma parte de la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

De acuerdo a la legislación vigente, el sistema de Gobierno y Administración Regional está estructurado en un Gobierno Interior de la Región, el cual está a cargo del Intendente en su calidad de representante del Presidente de la República. La administración de la región corresponde al Gobierno Regional, compuesto por el Intendente como órgano ejecutivo y el Consejo Regional, como órgano resolutivo y fiscalizador de aquél.

Las funciones de administración, son apoyadas por las Secretarías Regionales Ministeriales, las cuales son órganos desconcentrados de los Ministerios, subordinados a nivel regional al Intendente.

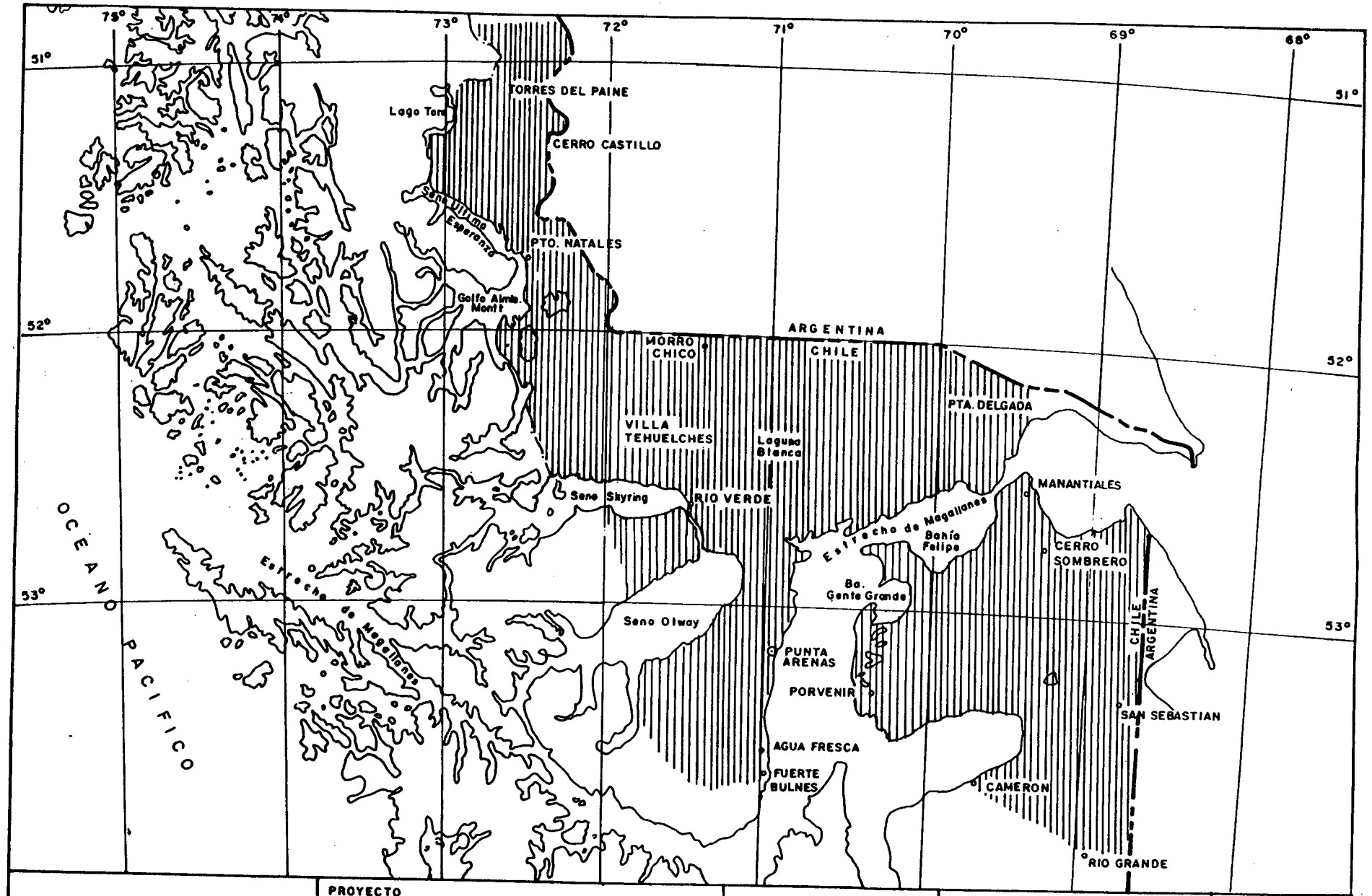
A nivel Provincial el Gobierno corresponde al Gobernador, subordinado al Intendente. Su administración también compete a aquél como órgano desconcentrado del Intendente, en cuanto ejecutivo del Gobierno Regional. Existe como instancia de representación consultiva el Consejo Económico y Social Provincial, presidido por el Gobernador.

La administración comunal corresponde a la Municipalidad, compuesta por el Alcalde como autoridad superior y el Consejo Municipal, presidido por el Alcalde como órgano resolutivo, nominativo y fiscalizador de aquél, ambos de elección popular cada 4 años.

Para cumplir sus funciones la Municipalidad cuenta con otras unidades, como la Secretaría Comunal de Planificación y Coordinación. Existe además en cada comuna un Consejo Económico y Social, de carácter consultivo, representativo de los organismos sociales.

La superficie total de la Región es de 1.382.033,5 Km^2, los cuales se desglosan en 112.310,1 Km^2 en la parte continental, islas y Tierra del Fuego y, 1.269.723,4 Km^2 en el Territorio Chileno Antártico.

En el Cuadro IV.1-1 se incluye la nómina de las provincias y comunas de la región.



PROYECTO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE

PROYECTO MAGALLANES - XII REGION

C.N.R. - DEPTO. DE ESTUDIOS

ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES

PLANO :

AREA DE ESTUDIO

FECHA 1997

ESCALA 1:2.200000 Aprox.

FIGURA IV. 1 - 1

CUADRO IV.1-1
PROVINCIAS Y COMUNAS DE LA XII REGION

PROVINCIA	SUPERFICIE (km^2)	CAPITAL	COMUNAS	CAPITAL
Ultima Esperanza	45.830,7	Puerto Natales	Natales Torres del Paine	Puerto Natales Torres del Paine
Magallanes	36.994,7	Punta Arenas	Punta Arenas Río Verde Laguna Blanca San Gregorio	Punta Arenas Cruz del Sur Villa Tehuelches Punta Delgada
Tierra del Fuego	29.484,7	Porvenir	Porvenir Primavera Timaukel	Porvenir Cerro Sombrero Timaukel
SUBTOTAL	112.310,1			
Antártica Chilena	1.269.723,4	Puerto Williams	Navarino Antártica	Puerto Williams Puerto Covadonga
TOTAL	1.382.033,5			

FUENTE: INE, División Política Administrativa.

IV.2 BOSQUEJO HISTORICO DE LA ZONA

La peculiar geografía y la rica fauna terrestre y marítima de esta zona facilitaron su ocupación original por cuatro pueblos, con distinto idioma y radicados en distintas áreas geográficas:

Aonikenk (Tehuelches): Nómades y cazadores terrestres de gran estatura, se desplazaban a lo largo del faldeo oriental de Los Andes, siguiendo los campos de pastoreo en valles precordilleranos, eran cazadores de guanacos y ñandúes.

Selkam (Onas): Cazadores terrestres que habitaron la zona de la pampa en Tierra del Fuego, ingresaron al término del último período glacial (hace 10.000 años) cuando ésta estaba conectada al continente.

Sus costumbres fueron similares a las de los Tehuelches pero adaptadas al riguroso clima fueguino.

Yamanas (Yaganes): Nómades marinos que habitaban en torno al canal Beagle, incursionando hasta el Cabo de Hornos por el Sur. En 1876 se instaló una misión anglicana que durante 70 años trabajó para la conservación y evangelización de este pueblo.

Qawasqar (Alacalufes): Nómades marinos que recorrían islas y canales entre el Golfo de Penas por el Norte y el Estrecho de Magallanes por el Sur, vivían de la cacería de focas y lobos marinos y recolección de mariscos y peces.

- Chile Moderno

La zona fue descubierta el 21 de Octubre de 1520 por Hernando de Magallanes, mediante una expedición que buscaba un paso que atravesara América para pasar al Occidente, pronto lo cruzaron flotas militares y mercantes españolas, pero también corsarios y piratas para acometer contra las colonias, Francis Drake lo hizo en 1578. El rey Felipe II decidió fortificar el

Estrecho y se fundaron dos ciudades en 1584, Nombre de Jesús en Punta Dúngenes, y Rey Felipe en Bahía de San Blas, próxima a Fuerte Bulnes.

La naciente República heredó sus fronteras del territorio colonial. La primera Constitución de Chile definió su límite Sur en el Cabo de Hornos. Sin embargo, preocupaciones más urgentes hicieron olvidar estas tierras. Cuatro acontecimientos fijaron la atención del gobierno en Magallanes: las exploraciones hidrográficas que desde 1826 a 1832 realizó en los canales del Sur el velero inglés Beagle; la ocupación en 1833 de las Islas Malvinas por Inglaterra, la inauguración en 1840 del servicio de barcos a vapor que llegan al Pacífico a través del estrecho, mejor paso para estas naves; y la intención de Francia de encontrar un enclave en estas costas.

En 1852 el gobernador B. E. Philippi trajo algunas ovejas de Chiloé. En los años siguientes el gobernador D. Dublé A. trajo más ovinos; por otra parte, otros comerciantes trajeron más ovejas y las colocaron en islas que constituían un cerco natural al ataque de los Tehuelches.

En 1882, José Menéndez, impulsado por el alto precio mundial de la lana (junto con el lino y algodón, eran las únicas fibras textiles), compró los derechos sobre San Gregorio, con insospechadas proyecciones.

En 1884, el gobierno consciente de la necesidad de entregar tierras en esta zona de colonización, sacó a subasta en arriendo 570.000 há divididas en 9 lotes de pampas ubicadas al Norte del Estrecho de Magallanes, en el área de Punta Arenas.

Los estancieros principales incrementaron sus predios. Menéndez logró reunir 90.000 há en San Gregorio, también los Braun y Montes. José Nogueira, un gran hacendado se casó con Sara Braun, asociando sus patrimonios.

Para estas primeras empresas ganaderas se reunieron capitales en Punta Arenas, trayendo tecnología inglesa de Las Malvinas y obra de mano principalmente escocesa.

En 1883, el estado licitó en arriendo, las tierras colindantes con la bahía Gente Grande a la sociedad homónima, y en 1889 y 1890 entregó en arriendo 1.310.000 há a José Nogueira. Nogueira creó dos estancias en los terrenos adjudicados, Springhill y Bahía Felipe.

Las estancias Caleta Josefina, San Sebastián y Cameron, al Sur de la isla, dieron origen a la Sociedad Explotadora de Tierra del Fuego (SETF).

La creciente y vigorosa expansión de la SETF, llegó a convertirla hacia 1910 en el mayor predio pecuario que ha existido en Chile, con propiedades, arriendos y tenencias sobre 3.000.000 há, alcanzando un poder e influencia que trascendieron el ámbito nacional. Además, las familias Menéndez y Braun unieron sus intereses mediante lazos matrimoniales y pasaron a controlar la SETF, la mayor empresa ganadera de Chile.

Las empresas ganaderas hicieron un gigantesco aporte a la región, tanto en capitales, como en tecnología y productividad.

Sin embargo, esta extensa región agraria tenía sus campos casi despoblados, pues las grandes empresas no permitían la radicación en la tierra, ya que todos eran empleados.

A partir de 1938, cuando comenzaron a caducar los arriendos de tierras fiscales, los sucesivos gobiernos aplicaron la política de subdividir parte del territorio y entregarlo a colonos particulares. Las grandes estancias disminuyeron paulatinamente en tamaño y en la década de 1960 fueron definitivamente expropiadas y subdivididas o trabajadas en cooperativas.

El censo de 1992 reveló que la población rural sigue siendo una de las más bajas de Chile, con apenas 9,2 % del total de la Región.

IV.3 CARACTERISTICAS FISICAS Y ECOLOGICAS

IV.3.1 RECURSOS NATURALES

IV.3.1.1 Geología, Geomorfología y Suelos

La cuenca de Magallanes fue sometida a una tectónica de hundimiento a escala geológica, originándose una morfología litoral accidentada de golfos, canales, estuarios y fiordos. Desde el punto de vista orográfico, se identifica con los Andes Patagónicos, distinguiéndose los Andes propiamente tales, áreas de archipiélagos y las pampas magallánicas.

Esta región tiene su origen hace más de 100 millones de años, a fines del Cretácico Inferior, cuando como una reacción al inicio de la apertura del Atlántico se comienza a levantar la Cordillera Patagónica, en la forma de un abultamiento de la corteza que avanza hacia el Este y hacia el Norte de Tierra del Fuego. El abultamiento de la corteza indujo en ella una carga tectónica que dio lugar a una flexura de la misma y, por lo tanto, a una cuenca en la que se depositaron los sedimentos provenientes de la erosión de la Cordillera en alzamiento.

En la Figura IV.3.1-1 se ha incluido un esquema en el cual se presenta la evolución geológica de la cuenca de Magallanes.

Así se generaron los actuales elementos geomorfológicos mayores, como son: la Cordillera Magallánica, la Precordillera y la Pampa.

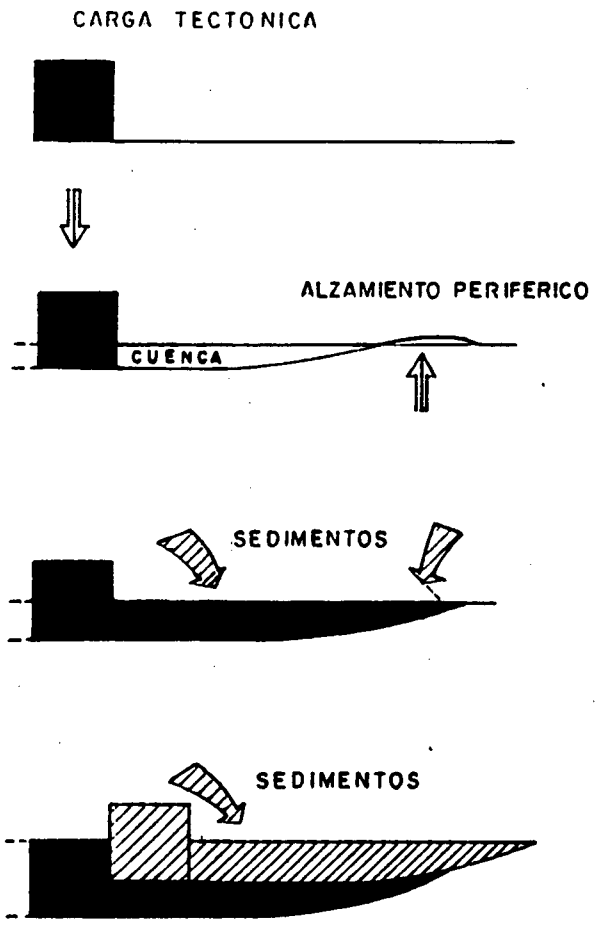
La Cordillera está compuesta por rocas antiguas muy deformadas, y actualmente muy erosionadas por la acción de los hielos durante el Cuaternario. En su parte Occidental se encuentra muy desmembrada transformándose en un archipiélago.

La Precordillera se caracteriza por presentar una morfología compuesta por serranías suaves en las que afloran sedimentos del Cretácico Superior y Terciario, plegados y fallados, que a su vez pasan a la Pampa a través de una zona en la que las capas se inclinan fuertemente al Norte, originando el sinclinal de la Cuenca del Noreste de Tierra del Fuego.

Finalmente, el otro elemento geomorfológico corresponde a la Pampa, constituida por relieves suaves controlados por la disposición subhorizontal de los sedimentos del Terciario Superior, que son sistemas de depósitos que progradan hacia el Noreste, haciéndose más delgados y granulométricamente más finos en esa dirección.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se puede decir entonces que en Magallanes existen básicamente dos unidades geológicas que tienen importancia hidrogeológica, debido a su capacidad de almacenamiento de agua dulce, que son: los sedimentos no consolidados Cuaternarios y los depósitos permeables del Terciario Superior.

Si hay algo que caracteriza a la hidrogeología de esta zona magallánica, a diferencia del caso típico de la zona central donde los sistemas acuíferos en su mayoría se desarrollan en los rellenos fluviales del Cuaternario, es la importancia acuífera que tienen los depósitos del Terciario Superior, con una presencia predominante de napas artesianas. Estos depósitos, y las cuencas artesianas que se desarrollan en ellos, están directamente relacionados con la evolución global de la geología de la Cuenca de Magallanes.



ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION C.N.R. DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : EVOLUCION GEOLOGICA DE LA CUENCA MAGALLANES	FECHA 1997 ESCALA S/E FIGURA V.3.1-1

Los depósitos Cuaternarios no consolidados están constituidos por sedimentos glacio-fluviales y lacustres, ligados a los procesos sedimentarios y erosivos de los últimos 10.000 años (Formación Cabo Negro). Estos depósitos tienen el carácter lenticular propio de sus sistemas de depósito asociados a la retirada de los hielos y están constituidos por depósitos de arenas, gravas, en general de mala selección, y arcillas que forman barreras impermeables. El espesor de los depósitos Cuaternarios es muy variable, entre 0 y más de 100 metros, y guarda estrecha relación con los sistemas fluviales modernos más importantes, los que a su vez son herencia de los sistemas glaciales preexistentes.

Respecto a los sedimentos Terciarios, son dos las cuencas artesianas de Magallanes en que los acuíferos están constituidos por materiales permeables de edad Terciaria: la Cuenca de Espora o del Noreste de Tierra del Fuego y la Cuenca de Laguna Blanca. En ambos casos los acuíferos son areniscas y/o conglomerados del Terciario Superior, pertenecientes a la Formación Palomares o a la subyacente Formación Filaret.

La Cuenca de Espora o del Noreste de Tierra del Fuego, es la cuenca artesiana más importante de Magallanes, tanto en número de pozos y caudales que estos producen, como en superficie; en efecto, esta cuenca abarca más de 300.000 hectáreas, encontrándose los acuíferos a profundidades que varían entre 50 y 300 metros bajo el nivel del terreno, en rocas de las Formaciones Palomares y Filaret.

Los suelos de la región están compuestos principalmente por terrazas aluviales, llanos con cubierta herbácea y de matorrales, lomajes y cerros.

Los suelos de terrazas aluviales corresponden a las riberas de los ríos, como es el caso de los ríos Las Chinas, Tres Pasos, Tranquilo, Side, Oscar, Grande y Chico, entre otros. Se trata en estos casos de cauces de baja pendiente que divagan bastante por el área, dejando sectores muy húmedos en Invierno y que presentan buenas posibilidades de aprovechamiento talajero en verano. Los suelos de estas terrazas aluviales son profundos, llegando en algunos casos a 90 - 120 cm.

Los suelos de llanos con cubierta herbácea y, en algunos casos además arbustiva, son de origen glacial cubiertos por componentes fluvio-glaciales. Son suelos en su mayoría delgados con substrato de ripio y arena de origen fluvio-glacial o de arcillas glaciales, llamadas comúnmente "masacote".

Los suelos de lomaje son de origen fluvio glacial con mayor proporción de grava.

IV.3.1.2 Hidrografía

En la región de Magallanes se han identificado 9 divisiones hidrográficas las cuales se consignan en el Cuadro IV.3.1-1. En este cuadro se indica la numeración y nombre de la cuenca de acuerdo a los registros de la Dirección General de Aguas del MOP. En la Figura IV.3.1-2 se presenta la ubicación de ellas.

CUADRO IV.3.1-1
CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA XII REGION

CUENCA	NOMBRE
120	Costeras entre Límite Regional y Seno Andrew
121	Islas entre Límite Regional - Canal Ancho y Estrecho de La Concepción
122	Costeras entre Seno Andrew - Río Hollemberg e Islas al Oriente del Estrecho Sarmiento hasta Cordillera Sarmiento
123	Islas entre Estrecho de La Concepción - Canal Sarmiento y Estrecho de Magallanes
124	Costeras e Islas entre Río Hollemberg - Golfo Almirante Montt - Canal Valdés - Canal Morla Vicuña - Ancón sin Salida - Estrecho Smith - Estrecho de Magallanes - Canal Jerónimo - Seno Otway - Punta Jorge y Laguna Blanca
125	Costeras entre Laguna Blanca (inclusive) - Seno Otway - Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes
126	Vertiente del Atlántico
127	Islas entre el Estrecho de Magallanes - Canal Cockburn y Canal Magdalena
128	Isla Grande de Tierra del Fuego e Islas Adyacentes al Norte del Canal Beagle
129	Islas al Sur del Canal Beagle y Territorio Antártico

FUENTE: Balance Hídrico de Chile, DGA - MOP, 1987.

De todas las hoyas hidrográficas indicadas en el cuadro anterior, sólo las Cuencas 122, 124, 125, 126 y 128 pertenecen al área de influencia del estudio. A continuación se analiza cada uno de los sistemas hidrográficos de interés para el estudio.

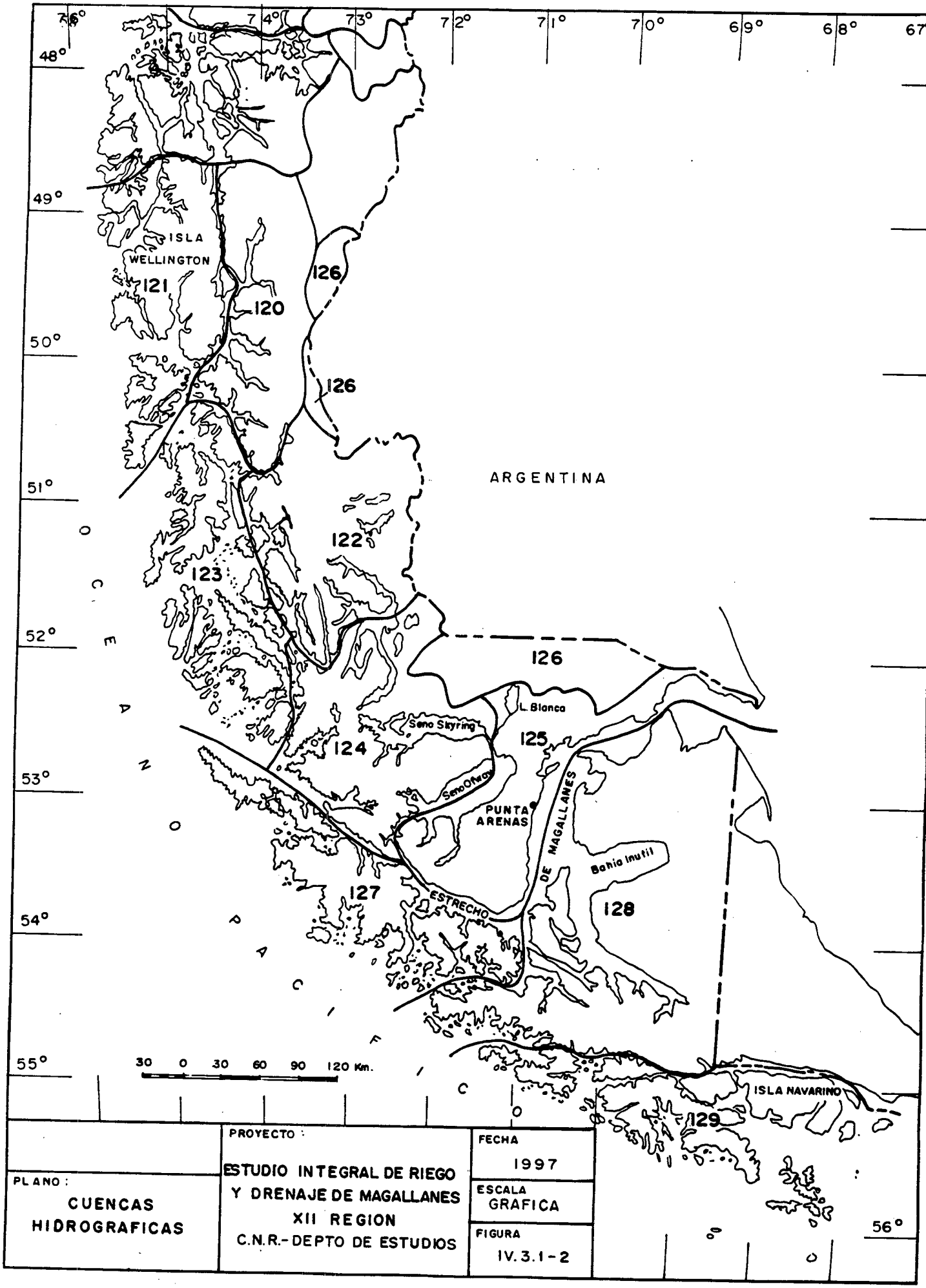
a) Parte Sur de la Cuenca 122, zona Continental Norte del área de estudio que corresponde a la provincia de Ultima Esperanza.

El principal cauce de la región corresponde al río Serrano, el cual se localiza en el sector subandino oriental de la provincia de Ultima Esperanza. En esta misma zona se destacan el río Paine, de Las Chinas y el río Grey que nace del ventisquero y lago del mismo nombre.

La fuente de recursos superficiales más importante para efectos de este estudio corresponde al río de Las Chinas, el cual recibe aportes del río Zamora en su parte superior Noroeste y del río Baguales por la parte superior Noreste. Tiene continuidad permanente, recibiendo aguas de zonas cordilleranas superiores a los 1.000 metros sobre el nivel medio del mar.

Otro cauce importante es el río Baguales, que recorre aproximadamente 50 km desde su nacimiento hasta desembocar en el río de Las Chinas. Este río recibe aportes en su parte alta del río Bandurrias.

Entre los lagos que pertenecen a esta cuenca se destacan los lagos Serrano, Del Toro y Sarmiento de Gamboa, éstos dos últimos localizados en el Parque Nacional Torres del Paine.


76°
74°
73°
72°
71°
70°
69°
68°
67
48°
49°
50°
51°
52°
53°
54°
55°
56°
ISLA
WELLINGTON
121
120
126
126
ARGENTINA
122
123
126
L. Blanca
Seno Skyring
124
125
Seno Otway
PUNTA
ARENAS
DE MAGALLANES
Bahia Inutil
127
ESTRECHO
128
ISLA NAVARINO
129
OCEANO PACIFICO
30 0 30 60 90 120 Km.
PROYECTO :
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
Y DRENAJE DE MAGALLANES
XII REGION
C.N.R.- DEPTO DE ESTUDIOS
FECHA
1997
ESCALA
GRAFICA
FIGURA
IV.3.1-2
PLANO :
CUENCAS
HIDROGRAFICAS

b) Cuenca 124

En esta cuenca se pueden distinguir dos sistemas hidrográficos que pertenecen al área de estudio. El primero de ellos corresponde al sector comprendido entre el lago Balmaceda y la costa Norte del Seno Skyring. El otro sistema corresponde a la Isla Riesco.

Hacia el Norte del primer sector identificado, el cauce superficial más importante corresponde al río Casas Viejas, el cual nace en la Sierra Dorotea y, después de recorrer aproximadamente 30 km, desagua a la Laguna Diana. Es una fuente de caudal continuo.

La Laguna Diana se forma por la acumulación de aguas del río Casas Viejas y en mínima proporción de chorrillos que escurren hacia ella desde el Este. Cubre una superficie de alrededor de 600 hectáreas, cuya continuidad depende fundamentalmente del aporte del río. Otra de las lagunas pertenecientes a este sistema es la Laguna Escondida, la cual se forma debido a la acumulación de aguas superficiales que descarga la Laguna Diana y de otros chorrillos. El desagüe de la Laguna Escondida es el río Tranquilo, el que después de recorrer aproximadamente 7 km llega finalmente al Lago Balmaceda.

El Lago Balmaceda es una acumulación superficial de aguas con un espejo de aproximadamente 6.500 hectáreas alimentado por los aportes sucesivos, en serie, del río Casas Viejas, Laguna Diana, Chorrillo sin nombre, Laguna Escondida, río Tranquilo y otros chorrillos.

El río Hollemberg constituye la descarga natural del Lago Balmaceda al Golfo Almirante Montt y tiene una longitud aproximada de 3 km.

En el sector que abarca el área cercana a la costa del seno Skyring y del canal Fitz Roy, en la parte continental de Magallanes, se encuentra el río Pérez, el cual corresponde a la fuente de recursos superficiales más importantes de esta área. Este río nace en la Cordillera Vidal cuyas cumbres más altas sobrepasan los 700 m.s.n.m., lo cual asegura flujos continuos durante todo el año. El caudal medio anual 50% de probabilidad de excedencia es 6,1 m^3/s. Desde este río hacia el Oriente del Seno se localizan algunos pequeños chorrillos de escaso caudal.

Otro cauce de este sector es el río Verde. Este último recorre una distancia de más de 20 Km hasta su desembocadura en el mar. Su caudal medio es del orden de 500 l/s.

Por otra parte, el sector de Isla Riesco presenta dos vertientes de drenaje. En la costa Norte de la Isla, en el Seno Skyring, los recursos de aguas superficiales más importantes son el río Vaquería y el río Patos y, en la costa Sur, que enfrenta al Seno Otway, la fuente que presenta los mayores recursos superficiales es el río Grande.

c) Cuenca 125

La zona de interés para el estudio se concentra en esta cuenca en el sector de Laguna Blanca y la Península de Brunswick.

En el sector de Laguna Blanca, los recursos de agua corresponden a pequeños chorrillos que desembocan en la laguna. Algunos de estos cauces tienen un régimen continuo a lo largo de todo el año, pero sus aportes son más bien escasos. Al Sur de la Laguna Blanca se encuentra el sector de Kampenaike. Este sector está surcado por dos chorrillos de cierta importancia; el chorrillo Josefina y el Chorrillo Sin Nombre. Ambos chorrillos en sus inicios se mantienen con un régimen continuo y, posteriormente, se transforman en chorrillos discontinuos creando grandes áreas de vegas.

En la costa oriental de la Península de Brunswick que enfrenta al Estrecho de Magallanes, el río más importante corresponde al río San Juan. Este río desemboca en el Estrecho a 55 km al Sur de la ciudad de Punta Arenas.

Otros ríos que cabe destacar en este sector son el río Las Minas, Leñadura y Tres Brazos, todos los cuales se localizan en las cercanías de Punta Arenas.

En la costa occidental de la Península de Brunswick, que enfrenta al Seno Otway, el cauce más importante es el río Grande, el cual confluye en el Seno Otway en el sector denominado Punta Steinman. Siguiendo hacia el Norte, hacia la Mina Pecket, se encuentran el estero Mina Rica y el río Los Patos, ambos de pequeño caudal.

d) Cuenca 126, Vertiente del Atlántico

El recurso principal de agua de esta cuenca corresponde al río Penitente, que corre de Oeste a Este en su primer tramo y, posteriormente, de Sur a Norte en dirección a Argentina. Este río se origina por la unión de una serie de pequeños cursos de agua para formar un río de escurrimiento continuo, que a la altura del puente por donde cruza el camino a Puerto Natales lleva un caudal del orden de 10 m^3/s (Diciembre de 1995). El otro cauce que existe en este sector es el río Zurdo, el cual es un curso de agua de régimen continuo con un caudal del orden de 200 l/s.

Otros de los ríos que nacen en esta cuenca es el río Chico o Ciaike. Su principal afluente es el río Los Pocillos. Ambos ríos tienen régimen intermitentes. En algunos sectores los diferentes chorrillos que forman su cauce se unifican y toman las características de un río, pero unos kilómetros aguas abajo se vuelven a infiltrar desapareciendo para reaparecer en forma de chorrillos, este fenómeno se repite continuamente a lo largo de su recorrido.

Finalmente, el otro río que nace en esta cuenca y desemboca en el Atlántico es el río Rubens.

e) Cuenca 128, Isla Grande de Tierra del Fuego

En esta cuenca se pueden diferenciar tres sistemas hidrográficos: Sector Porvenir, Sector Norte de la Isla y Sector Sur.

En el primero de estos sectores se presenta un complicado sistema de lagunas y pequeños cauces. Los principales recursos de agua con que cuenta el sector corresponden al río Los Patos, los esteros Ona y Casas de Lata, el río Porvenir y el río Santa María. Las lagunas naturales se encuentran en franco retroceso por el uso de aguas de algunos de sus afluentes. Entre éstas cabe mencionar a la Laguna Deseada, Laguna Verde y Laguna de Los Cisnes.

En el sector Norte de la Isla, hacia la Bahía Felipe, se destacan los ríos Oscar y del Oro, los cuales tienen sus nacientes en el cordón Baquedano, lo que asegura los flujos permanentes durante el año, aunque poco abundantes en el verano.

Otro río de importancia corresponde al río Side, el cual tiene sus nacientes en el sector oriental del cordón Baquedano, específicamente en el lago Donoso que da origen al estero Carrera, gracias a lo cual es posible apreciar flujos permanentes durante todo el año, aunque poco abundantes en verano.

Finalmente, en el sector Sur de la Isla se destacan los ríos Chico, San Martín y Grande. Todos estos ríos nacen en Chile y desembocan al Atlántico en la República Argentina.

El más importante de los ríos señalados es el río Grande, cuyo caudal en promedio, es superior a los 25 m^3/s aguas abajo del aporte del lago Blanco y del río Riveros, uno de sus afluentes. Este río drena una amplia zona de la parte Sur de la Isla de Tierra del Fuego.

IV.3.1.3 Clima

El clima de la zona magallánica que compromete el área del presente estudio, queda determinado por la conjunción de tres factores. El primero de ellos es la latitud entre los 51° y 56° de Latitud Sur, la cual corresponde a la zona más austral del continente y, por lo tanto, presenta una menor insolación. El segundo factor es la fuerte influencia marina que regula las temperaturas y, finalmente, los violentos vientos que soplan del Pacífico. Estos vientos están influenciados por la presencia directa del frente polar antártico, el cual consiste en un cinturón de contacto de la masa de aire frío, procedente del polo, y la masa de aire caliente que proviene del Norte. Esta masa de aire caliente asciende sobre la masa más fría y densa, dando lugar a la formación de nubes y a las correspondientes precipitaciones.

La posición de este cinturón o frente polar naturalmente que no es fija y varía cíclicamente de Norte a Sur de acuerdo al ritmo de las estaciones. En verano, el frente polar se ubica alrededor de los 60° de Latitud Sur y durante el invierno se desplaza hacia el Norte, ubicándose entre los 45° y 50° de Latitud Sur. De esta manera, la zona magallánica permanece durante el invierno inmersa en el frente polar, registrándose durante esa época las menores temperaturas, las humedades relativas más altas y los vientos de menor intensidad. En verano se observan frecuentes temporales de vientos, chubascos de escasa intensidad y un incremento de la temperatura, aunque atenuado por la presencia continua de los vientos. La dirección de estos vientos depende de la posición del frente polar, pero la más frecuente es de componente Oeste. Estos vientos chocan contra el murallón de los Andes, donde descargan su humedad y continúan fríos y secos a través de la pampa.

El fenómeno descrito anteriormente define claramente el régimen de precipitaciones de la zona. Además, éstas se ven claramente influidas por el efecto orográfico del terreno, cuyo relieve queda definido por la Cordillera Patagónica Occidental al Oeste, y la Planicie de la Estepa Fría Magallánica hacia el Noreste. En esta misma dirección, las isoyetas medias anuales toman valores de 3000 mm en las zonas más altas, descendiendo gradualmente a 500 mm en el sector de Punta Arenas, hasta alcanzar valores de 300 mm en las planicies de Tierra del Fuego y de 200 mm o menos, al Noreste de Laguna Blanca (Balance Hídrico de Chile, Dirección General de Aguas, MOP).

De acuerdo a las características metereológicas y orográficas descritas anteriormente, el clima de la zona magallánica según Koeppen, corresponde al tipo templado frío lluvioso sin estación seca hacia la Cordillera Patagónica Occidental, y hacia el Noreste, donde se desarrolla la Planicie de la Estepa Fría Magallánica, que incluye también a toda la zona Norte de Tierra del Fuego, es semiárido frío con lluvias invernales.

En términos cuantitativos globales, el área de estudio presenta una temperatura media anual del orden de 4° C, bajando a 1° C en invierno y subiendo a unos 11° C en verano, como valores medios mensuales. En los sectores costeros, naturalmente que estas fluctuaciones son amortiguadas debido al efecto de las masas oceánicas, con valores medios anuales también un poco más altos, como es el caso de Punta Arenas, cuya temperatura media anual es de 6,2° C.

En el Cuadro IV.3.1-2 se consignan los datos climáticos de temperatura, evaporación y precipitaciones captados en la estación Punta Arenas controlada por la Dirección General de Aguas del MOP.

CUADRO IV.3.1-2
PRECIPITACION, EVAPORACION Y TEMPERATURA - PUNTA ARENAS
Latitud 53°10' - Longitud 70°54' - Altura 10 m.s.n.m.

AÑO	TEMPERATURA (°C)	EVAPORACION TOTAL ANUAL (mm)	PRECIPITACION (mm)
1980	4,0		480,4
1981	6,1		570,0
1982	5,1		435,3
1983	6,7	439,4	444,6
1984	5,6	627,1	435,4
1985	6,4	746,5	575,1
1986	5,5	651,1	549,1
1987	6,5	830,8	444,1
1988	6,8	934,2	383,4
1989	6,7	848,3	497,4
1990	6,5	772,1	647,1
1991	5,7	384,3	497,3
1992	6,1	618,6	378,7
1993	6,5	616,3	429,3
1994	6,3	661,2	508,0
PROMEDIO	6,0	677,5	485,0

FUENTE: Registros Dirección General de Aguas, MOP

IV.3.2 ASPECTOS ECOLOGICOS

IV.3.2.1 Regiones Naturales y Vegetación Natural

a) Sectorización del Area

Tradicionalmente el área de uso agropecuario de la XII Región se ha dividido en tres regiones naturales o ecológicas; la zona de la estepa, la zona de los matorrales y la zona de bosque deciduo (bosque de hoja caduca que pierde la hoja en invierno). Sin embargo, es posible advertir dentro de cada una de ellas grandes zonas con características particulares determinadas por condiciones más localizadas de microclima, fisiografía, vegetación, uso ganadero, etc.

Así por ejemplo, existen grandes áreas al interior de la estepa Patagónica, dominadas por el arbusto rastrero "*empetrum rubrum*" que localmente se denominan murtillares. Estas áreas representan una condición peculiar del ecosistema el cual no puede abordarse de igual forma para su uso ganadero que la estepa propiamente tal. Por otro lado, también cabe esperar una respuesta distinta de estos sitios ante un manejo ganadero similar.

Dentro de las tres zonas ecológicas se incluyen también, en especial las más húmedas, vegas o praderas hidrófilas. Con un criterio fitogeográfico, Pisano ("Fitogeografía de Tierra del Fuego - Patagonia Chilena - Comunidades Vegetales entre Latitudes 52° y 56° - 1977) agrupa las comunidades vegetales relacionadas florística y fisionómicamente en provincias bióticas, asumiendo que la explicación de este concepto implica que cada provincia biótica puede ser considerada como una "unidad territorial individual con clima, fisiografía, tipos de suelos y biota característicos".

Este autor reconoce para el área de uso agropecuario las siguientes provincias bióticas: estepa Patagónica, bosque Magallánico deciduo, matorrales preandinos, desierto andino. La superficie reconocida abarca 3.525.525 há distinguiéndose 5 regiones naturales (región de la alta cordillera, región de la Precordillera Patagónica, región de los cerros, serranías y mesetas, región de los lomajes y planicies y región de los valles, cañadones y depresiones), y 21 subregiones.

En el Cuadro IV.3.2-1 se indican las regiones y subregiones, junto con sus respectivas superficies.

CUADRO IV.3.2-1
CUADRO DE SUPERFICIE DE LAS REGIONES Y SUBREGIONES

REGION O SUBREGION		SUPERFICIE (há)
A	**Región de la alta Cordillera Patagónica**	**83.146**
B	**Región de la Precordillera Patagónica**	**499.403**
B1	Subregión de los bosques mixtos perenni - caducifolios	81.047
B2	Subregión de los bosques caduciformes	264.406
B3	Subregión de las praderas habilitadas a partir de bosques	153.950
C	**Región de los cerros, serranías y mesetas**	**739.126**
C1	Subregión de las estepas húmedas	27.518
C2	Subregión de las estepas húmedas con bosquetes caducifolios mixtos	131.473
C3	Subregión de los bosques y matorrales de las serranías y mesetas interiores de Ultima Esperanza	151.494
C4	Subregión de los bosques mixtos caducifolios de Tierra del Fuego	83.164
C5	Subregión de los matorrales densos	111.429
C6	Subregión de los brezales y estepas con bosquetes achaparrados	41.217
C7	Subregión de los brezales y estepas de arbustos rastreros	190.899
C8	Subregión de los escoriales de Palaike	1.932
D	**Región de los lomajes y planicies**	**1.728.959**
D1	Subregión de los bosques abiertos achaparrados caducifolios	170.160
D2	Subregión de las praderas y matorrales mesofitos de transición estepa - bosque	52.809
D3	Subregión de las estepas con arbustos altos	568.169
D4	Subregión de las estepas graminoides	575.923
D5	Subregión de las estepas con arbustos rastreros	336.371
D6	Subregión de los matorrales y estepas xerófilas del norte	25.527
E	**Región de los valles, cañadones y depresiones**	**354.686**
E1	Vegas	104.333
E2	Praderas húmedas	194.678
E3	Praderas halofitas	14.674
E4	Dunas y matorrales psammofitos	41.001
	Aguas continentales	**118.221**
	Areas urbanas	**1.984**
	TOTAL	**3.525.525**

Del análisis de los antecedentes presentados, obtenidos de estudios del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), estación Kampenaike, se puede concluir que aproximadamente el 50% del área reconocida en el estudio citado corresponde a la región de lomajes y planicies. El resto corresponde en orden de importancia a la región de cerros, serranías y mesetas; valles, depresiones y cañadones, aguas continentales y áreas urbanas.

b) Vegetación Natural

La vegetación natural de la Región de Magallanes llamó la atención de los exploradores y botánicos desde comienzos de siglo. Como resultado de estas expediciones se efectuaron las primeras descripciones de la vegetación magallánica, las cuales si bien son generales, tienen un valor histórico considerable.

El estudio sistemático de la flora y vegetación de la Región Austral de Chile se desarrolló con fuerza sólo a partir de la década del 70, ello a través de las investigaciones realizadas por el Instituto de la Patagonia. Los resultados de estas investigaciones han sido publicados en numerosos artículos científicos, contribuyendo así en forma importante al conocimiento de la vegetación de Magallanes.

En 1981, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, puso en marcha el proyecto "Estudio para un Plan de Desarrollo Tecnológico Agropecuario en la XII Región". Dicho proyecto fue financiado por la Secretaría de Planificación y Coordinación, SERPLAC XII Región, contando además con el apoyo de la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura. Este proyecto consideró la realización de un estudio vegetacional para el área de uso agropecuario de la XII Región.

El objetivo central de dicho estudio, fue proporcionar una imagen fiel de la vegetación de los terrenos de pastoreo de Magallanes y su expresión cartográfica, de tal manera de constituir una base para la planificación y la toma de decisiones a nivel regional. Un segundo objetivo de este estudio fue contribuir como antecedente básico a la investigación en áreas, tales como, evaluación del potencial pastoral, erosión de suelos, regiones naturales, etc.

Las formaciones vegetacionales más difundidas corresponden a las comunidades arbustivo-herbáceas y las praderas naturales, constituyendo en conjunto el 60% de los terrenos de pastoreo. Los tipos vegetacionales más extensos son: la pradera de Festuca Gracillina "coirón" (17,5%) las comunidades de Chiliotrichium Diffusum - F Gracillina "Mata Verde - Coirón" (14,1%) Empetrum Rubrum - F. Gracillina "Murtilla - Coirón" (9,6%) El Bosque de Nothofagus Pumilio "Lenga" (8,0%) y el Brezal de Empetrum Rubrum "Murtilla" (7,7%)

La tipificación abarca una superficie de 3.525.525 há reconociéndose un total de ocho comunidades arbóreas, dos arbustivas, ocho arbustivo-herbáceas, doce herbáceas y una turbosa.

En el Cuadro IV.3.2-2 se exhibe la lista completa de tipos vegetacionales y el área cubierta por ellos, de acuerdo al estudio citado:

CUADRO IV.3.2-2
SUPERFICIE POR TIPOS VEGETACIONALES

TIPOS VEGETACIONALES	SUPERFICIE (há)
BOSQUES	
Bosque de Coihue, Coihue de Magallanes	4.200
Bosque de Lenga, Roble	284.874
Bosque de Coihue - Lenga	66.729
Bosque de Ñirre, Roble Aparragado	45.961
Bosque de Lenga - Ñirre	18.551
Bosque Abierto de Ñirre, Roble Aparragado	123.435
Bosque Abierto de Lenga, Roble	40.742
Bosque Abierto de Canelo - Leña Dura	800
SUB-TOTAL	585.292
MATORRALES	
Matorral de Mata Verde	155.663
Brezal de Murtilla	269.741
SUB-TOTAL	425.404
COMUNIDADES ARBUSTIVAS HERBACEAS	
Matorral abierto de Mata Verde - Calafate	49.097
Comunidades de Mata Verde - Coirón	496.855
Comunidades de Murtilla - Coirón	340.135
Comunidades de Coirón - Murtilla - Junquillo	117.265
Comunidades de Mata Barrosa - Coirón - Coirón	85.045
Comunidades de Mata Amarilla - Coirón	14.027
Comunidades de Mata Negra - Coirón Amargo	25.472
Matorral abierto de Lepido Phyllum Cupresiforme	23.707
SUB-TOTAL	1.151.603
PRADERAS	
Pradera de Junquillo	41.930
Pradera de Coirón Blanco - Coirón	39.946
Pradera Higrofita de Coirón	65.953
Pradera de Coirón	618.701
Pradera de Coirón - Coirón Amargo	19.869
Vegas	129.027
Praderas Malofitas de Puccinella Magallánica	11.625
Praderas degradada de diversa composición	23.117
SUB-TOTAL	950.168
Pradera de Pasto Ovillo - Pastomiel - Trébol	35.210
Pradera de Pastomiel	125.372
Otras praderas sembradas	21.708
Pradera con pasto arena	11.895
SUB-TOTAL	194.185
TURBALES	
Turbal de Turba Colorada - Murtilla	26.968
Terrenos desprovistos de vegetación	67.600
Aguas Continentales	118.221
Areas Urbanas	1.984
SUB-TOTAL	214.773
TOTAL	3.525.525

IV.3.2.2 Potencial de Pastoreo del Area de Uso Agropecuario

La información existente hasta hace algunos años respecto al potencial de pastoreo de la XII Región, en general se basa en estimaciones muy globales, careciendo de una fundamentación técnica adecuada en ciertos casos. Si bien se han hecho estimaciones bastantes precisas, éstas cubren sólo un pequeño porcentaje de la Región.

La investigación agropecuaria efectuada en la Región de Magallanes, con participación del Instituto de Investigaciones Agropecuaria, INIA, la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la XII Región y la Secretaría Regional de Planificación, SERPLAC XII Región, ha seguido en general 2 líneas paralelas. Una de ellas consistió en estudios y ensayos localizados de carga animal, manejo ganadero, valor nutritivo de las praderas, fertilización de suelos, etc. La segunda línea guarda relación con la realización de estudios cartográficos regionales de clima, suelos y vegetación.

En Junio de 1985, INIA, encargó la realización de un primer estudio de potencialidades pastorales para un sector de aproximadamente 415.000 há. en la provincia de Magallanes. En dicho estudio convergieron en forma importante las dos líneas de investigación mencionada.

A la luz de los resultados de esta primera etapa, se decidió efectuar la evaluación del potencial pastoral para prácticamente la totalidad de los terrenos de pastoreo de la región. Se estimó el potencial pastoral de casi la totalidad del área de uso agropecuario de la XII Región, abarcando 3.789.110 há. Los objetivos de dicha evaluación fueron dos:

- Establecer áreas homogéneas en cuanto a su carga animal y potencial.
- Expresar cartográficamente estas unidades de carga animal.

En este trabajo se excluyeron únicamente ciertos sectores, tales como: Península Antonio Varas, Santa Isabel, Isla Dawson e Isla Navarino. En forma complementaria, el área de estudio incluyó además ciertas zonas adyacentes cubiertas de bosques, turberas o descubiertas de vegetación sin uso pastoral, o con un potencial extremadamente bajo.

El siguiente cuadro indica el potencial de los terrenos de pastoreo mantenidos en su condición. Para estimar este potencial, se calcula el valor pastoral, que es un índice de la calidad relativa a las praderas, el cual considera la cobertura, composición florística e interés zootécnico de las especies que lo componen, el valor pastoral fluctúa entre 0 y 100 y está relacionado directamente con la carga animal.

Los principales resultados del estudio son los que se presentan en el Cuadro IV.3.2-3.

CUADRO IV.3.2-3
SUPERFICIE POTENCIAL DE LOS TERRENOS DE PASTOREO

POTENCIAL (0 - 100)	CARGA ANIMAL POTENCIAL (Nº ovejas/há/año)(1)	SUPERFICIE (2)	
		(há)	(%)
Sin valor	No pastoral	238.625	6,7
0 - 5	0-0,25	605.928	17,0
5,1 - 15	0,25-0,75	876.382	24,6
15,1 - 25	0,75-1,25	1.241.569	34,8
25,1 - 35	1,25-1,75	302.567	8,5
35,1 - 45	1,75-2,25	242.957	6,8
> 45	2,25-2,75	58.056	1,6
TOTAL TERRENO PASTOREO		3.566.084	100,0
LAGOS Y LAGUNAS		220.798	
AREAS URBANAS		2.228	
TOTAL AREAS CARTOGRAFIADAS		3.789.110	

(1): Esta unidad considera una oveja de raza Corriedale de un peso promedio de 50 Kg. y que produce un cordero al año

(2): Superficies medidas sobre los mapas 1:100.000 de potencial pastoral (INIA 1987)

IV.3.2.3 Erosión

El potencial ganadero y forestal de la XII Región está siendo afectado por fenómenos erosivos de diferente origen y magnitud. Extensas áreas de praderas naturales están declinando su calidad y productividad debido a la erosión del suelo causada por el sobre pastoreo.

En este proceso, el suelo superficial es removido y transportado por el agua o el viento, produciéndose un daño difícilmente recuperable al ecosistema Pratense, que es la base de sustentación de la ganadería regional.

Esta degradación del recurso suelo origina en la pradera un reemplazo gradual de aquellas especies de mayor valor forrajero por otras (arbustos o hierbas), que no aportan el sustento suficiente para la dotación ganadera y que en algunos casos no protegen adecuadamente el suelo. De mantenerse o progresar esta situación sin tomar las medidas preventivas o correctivas, el empresario ganadero, independientemente de otros factores que regulan su producción (aguadas, cercos, capital, clima, etc.), tendrá que disminuir paulatinamente la carga animal en sus campos, con las consecuencias económicas correspondientes.

El conocer el tipo y monto de los procesos de degradación del suelo en la región es de gran importancia para orientar el manejo agropecuario dentro de un esquema de uso racional de suelos.

Se distinguen tres tipos de erosión geológica o natural, éstas son: erosión por acción del hielo, derrumbes y deslizamientos y erosión marina y, cuatro tipos de erosión antropogénica: erosión de riberas, depósitos fluvio - aluviales, erosión de suelos y dunas (estas dunas corresponden a arenas gruesas que actualmente no están en peligro de erosión). El estudio abarca 3.525.525 há de suelos y dunas.

La información detallada sobre tipo y grado de erosión para el área de uso agropecuario se entrega en el Cuadro IV.3.2-4.

CUADRO IV.3.2-4
TIPOS Y GRADOS DE EROSION

TIPOS DE EROSION	GRADOS DE EROSION	SUPERFICIE (há)
EROSION GEOLOGICA		67.845
EROSION ANTROPOGENICA		
	No Aparente	501.330
	Ligera	887.284
	Moderada	1.240.395
	Severa	683.895
	Muy Severa	9.471
	Denudación Eólica	2.000
	Dunas	13.100
EROSION TOTAL		3.405.320
AGUAS CONTINENTALES		118.221
AREAS URBANAS		1.984
TOTAL AREAS DE ESTUDIO		3.525.525

IV.3.2.4 Características Ambientales

a) Aspectos Generales

En esta sección se describen las principales características ambientales de la zona del estudio, que comprende las 300.000 hectáreas originales de análisis. Estas características ambientales se refieren básicamente a los aspectos generales del área que podrían tener alguna incidencia en la construcción u operación de los proyectos visualizados, ya sea por su ubicación, modificaciones a los cauces naturales, cambios en las condiciones de la flora, fauna, paisaje o del entorno social, cultural u otros factores.

El análisis detallado de las características ambientales de la zona de influencia de cada uno de los proyectos propuestos, se desarrolla posteriormente en el estudio de la Línea Base, que es una de las etapas de la Evaluación de Impacto Ambiental de cada proyecto.

b) Areas Protegidas

De la superficie total de la XII región, que comprende un total de 132,033 Km^2, aproximadamente el 50% se encuentra bajo el Sistema Nacional de Areas Silvestres protegidas por el Estado (SNASPE). En este sistema, las áreas protegidas se clasifican en Parques Nacionales, Reservas Naturales y Monumentos Naturales, los cuales son administrados por la Corporación Nacional Forestal, CONAF.

Las áreas protegidas del SNASPE que se ubican en el área de estudio y en general en las mismas provincias, se indican en el Cuadro IV.3.2-5.

CUADRO IV.3.2-5
AREAS PROTEGIDAS POR EL ESTADO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO

CATEGORIA	NOMBRE	PROVINCIA	COMUNA	SUPERFICIE (ha)
Parque Nacional	Pali Aike	Magallanes	San Gregorio	3.000
Parque Nacional	Torres del Paine	Ultima Esperanza	Torres del Paine	181.414
Reserva Nacional	Alacalufes	Ultima Esperanza	Puerto Natales	2.313.875
Reserva Nacional	Laguna Parrillar	Magallanes	Punta Arenas	18.814
Reserva Nacional	Magallanes	Magallanes	Punta Arenas	13.500
Monumento Natural	Los Pingüinos	Magallanes	Punta Arenas	97
Monumento Natural	Laguna de Los Cisnes	Tierra del Fuego	Porvenir	25
Parque Nacional	Bernardo O´Higgins(*)	Varias	Varias	4.127.994

FUENTE :CONAMA, 1994. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Conceptos y Antecedentes Básicos
(*) El 74% se ubica en la Región XII y un 26% en la Región XI.

Conforme a la Ley 17.288 de 1970, relativa a los Monumentos Nacionales, se establece las categorías de "Monumentos Históricos", "Monumentos Públicos", "Monumentos Arqueológicos de Propiedad del Estado", "Zonas Típicas" y "Santuarios de la Naturaleza".

En estas categorías, en la zona de influencia del estudio y por extensión, en las provincias donde se desarrolla el estudio, se encuentran los Monumentos Históricos que se indican en el Cuadro IV.3.2-6.

CUADRO IV.3.2-6
MONUMENTOS HISTORICOS EN LAS COMUNAS DEL ESTUDIO

NOMBRE Y DESCRIPCION GENERAL	COMUNA	Nº Y AÑO DECRETO
Cueva del Milodón	Torres del Paine	138 de 1968
Fuerte Bulnes y Península Santa Ana	Punta Arenas	138 de 1968
Ruinas de la Ciudad del Rey Don Felipe	Punta Arenas	138 de 1968
Cueva de la Leona	Torres del Paine	138 de 1968
Morro Chico (Hasta 100 m de Perímetro)	Laguna Blanca	138 de 1968
Valle del Río Chico	Porvenir	5.593 de 1969
Cueva de Pali Aike	Laguna Blanca	5.593 de 1969
Cementerio de Cerro Castillo	Torres del Paine	556 de 1976
Cementerio de Onaisin y San Sebastián	Porvenir	556 de 1976
Cementerio de Puerto Harris	Punta Arenas	556 de 1976
Palacio Mauricio Braun	Punta Arenas	9 de 1974
Palacio Sara Braun	Punta Arenas	9.256 de 1981
Cementerio de Kon Aiken	Punta Arenas	556 de 1976

FUENTE: CONAMA, 1994. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Conceptos y Antecedentes Básicos

c) Estado de Conservación de la Flora y Fauna Terrestre

La Corporación Nacional Forestal, CONAF; ha establecido las siguientes categorías de especies :

- Extinguidas en su distribución natural, cuando no ha sido localizada en la naturaleza durante los pasados 50 años.

- En Peligro : Aquellas de las que existe un escaso número de ejemplares en la naturaleza y cuya existencia está seriamente amenazada si los factores causales continúan operando.

- Vulnerables : Especies que podrían pasar a la categoría de "En Peligro", si las causales de su disminución continúan operando. En este grupo se incluyen también especies cuyas poblaciones estén decreciendo por sobreexplotación, destrucción intensiva del hábitat u otras perturbaciones del medio.

- Raras : Especies que aparentemente siempre han sido escasas, que están en los últimos estados de su extinción natural o especies con distribución muy restringida, con pocas defensas y escaso poder de adaptación.

- Insuficientemente conocidas : Especies que se supone de alguna de las categorías anteriores, la que se definirá según futuras investigaciones.

- Fuera de peligro : Especies que presentan un estado de conservación satisfactorio.

A continuación se detallan las especies de flora arbórea y arbustiva en la XII Región, categoría "Raras" :

i) Incluidas en el Listado Nacional de Especies con Problemas de Conservación

- Mata Espinosa, *Adesmia campestris (Rendl.) Rowl*
- Bentamiella, *Benthamiella (género)*
- Hebe, *Hebe salicifolia (Forst.) Pennel.*
- Mulino, *Mulinum valentini Speg.*
- Helechos (*Pteridophyta*), especies raras : *Bothrychium lunaria var. dusenit, Lycopodium fuegianum.*

ii) Especies con problemas en la XII Región, que no están incluidas en el Listado Nacional de Especies con Problemas de Conservación.

En peligro : *Fuccia magallanica var. eburnea*

Vulnerables : *Adesmia boronoides, Drimys winteri, Escallonia rubra, Lepidophyllum cupressiforme, Maytenus disticha, Maytenus magallanica, Myoschilos oblongus, Vervena tridens*

Raras : *Escallonia virgata, Lomatia ferrugunea.*

iii) Especies Insuficientemente conocidas : *Adiantum excisum, Cryptogramma crispa var. chilensis, Histiopteris incisa, Hymenophyllum cuneatum, Pellaea myrtillifolia, Pellarca temifolia, Pilularia americana.*

d) Estado de Conservación de Vertebrados Terrestres

De acuerdo con Glade, Alfonso A., 1993, Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres, CONAF, en el Cuadro IV.3.2-6 siguiente se indica el estado de conservación de los vertebrados terrestres de la XII Región, los cuales se han desglosado según su clase y taxa. Se indica para cada una de las especies el estado de conservación conocido (rara, insuficientemente conocida, en peligro, vulnerable, extinguida y no definida).

CUADRO IV.3.2-6
ESTADO DE CONSERVACION DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN LA XII REGION

CLASE	TAXA	NOMBRE	ESTADO CONSERVACION
MAMIFERO	QUIRQUINCHO	*Eufractus nationi*, quirquincho	Rara
		Eufractus pichly, piche	Rara
	ROEDORES	*Chelemys delfiny*, ratón topo	Rara
		Euneomys sp., ratón sedoso	Insuficientemente conocido
		Lagidium viscacia, vizcacha	Vulnerable
		Miocastor coypus, coipo	Vulnerable
		Ctenomys magellanicus magellanicus, tucu tucu de Magallanes	En Peligro
		Ctenomys magellanicus dicki, tucu tuco de isla Riesco	Extinta
	CARNIVOROS	*Pseudalopex culpaeus lycoides*, culpeo de Tierra del Fuego	En Peligro
		Pseudalopex culpaeus, culpeo	Insuficientemente conocido
		Pseudalopex griseus ,zorro chilote	En Peligro
		Galictis cuja,quique	Vulnerable
		Lyncondon patagonicus huroncito	Rara
		Lutra felina, chunchungo	Vulnerable
		Lutra provocax, huillín	Vulnerable
		Felix colocola, gato colocolo	En Peligro
		Felis concolor, puma	Vulnerable
		Felis geoffroyi, gato de geofroy	En Peligro
	PINIPEDOS	*Arctocephalus gazella*, lobo fino antártico	Rara
		Otaria flavescenso, lobo marino	Vulnerable
		Mirounga leonina, elefante marino	En Peligro
	CAMELIDOS	*Lama guanicoe*, guanaco	En Peligro
	CIERVOS	*Hippocalemus bisulcus*, huemul	En Peligro

CUADRO IV.3.2-5 (Continuación)
ESTADO DE CONSERVACION DE VERTEBRADOS TERRESTRES EN LA XII REGION

CLASE	TAXA	NOMBRE	ESTADO CONSERVACION
AVES	AVES	*Tinamotis ingoufi*, perdiz, austral	Rara
		Pterocnemia pennana pennata, ñandú	Vulnerable
		Stictocarbo gaimardi, lile	Insuficientemente Conocido
		Ardea cocoi, garza cuca	Rara
		Coscoroba coscoroba, cisne	Vulnerable
		Chloephaga rubidiceps, canquen colorado	En Peligro
		Tachyeres patachonicus, quetru volador	Insuficientemente Conocido
		Anas bahamensis, pato gargantillo	Rara
		Anas platalea, pato cuchara	Insuficientemente Conocido
		Accipiter bicolor, peuquito	Rara
		Buteo ventralis, aguilucho de cola rojiza	Rara
		Falco peregrinis cassini, halcón peregrino	Insuficientemente Conocido
		Rallus antarcticus, piden austral	Insuficientemente Conocido
		Pluvianellus socialis, chorlo de Magallanes	Rara
		Gallinago paraguaide, becacina	Vulnerable
		Attagis gayi, perdicita cordillerana	Rara
		Strix rufipes, concon	Insuficientemente Conocido
		Asio flammeus, nuco	Insuficientemente Conocido
		Campephilus magellanicus, carpintero negro.	Vulnerable
REPTILES	REPTILES	*Liolaemus kingi*, lagartija	Rara
		Liolaemus lineomaculatus, lagartija	Rara
		Liolaemus schmidti, lagartija	Rara
		Liolaemus magallanicus,. Lagartija	Rara
		Liolaemus d'orbigny, lagartija	Insuficientemente Conocido
ANFIBIOS	ANFIBIOS	*Rhinoderma darwini*, ranita de Darwin	Vulnerable
PECES	PECES (DE AGUAS CONTINENTALES)	*Geotria australis*, lamprea de bolsa	No Definido
		Galaxias maculatus, puye	No Definido
		Galaxias platei, tollo	No Definido
		Aplochiton zebra, farionela listada	No Definido
		Aplochiton taenlatus, peladilla	No Definido

FUENTE : Glade, Alfonso A., 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. CONAF.

e) Antecedentes de Contaminación de Aguas

De acuerdo con al estudio "Contaminación de Aguas Naturales. Inventario de Contaminación Región Metropolitana a XII Región, BF Ingenieros Civiles - DGA, MOP", en las cuencas costeras Laguna Blanca - Estrecho de Magallanes, entre las cuales se ubican los sectores 8,11 y 13 del presente estudio, existen 8 fuentes de contaminación potencial. La calidad del agua es medida en 11 puntos, en tanto que se cuenta con 4 estaciones fluviométricas.

El problema más relevante de esta zona se aprecia en la ciudad de Punta Arenas, la cual descarga parte de sus aguas servidas sobre los ríos La Mano, Las Minas estero Bitsch, todos los cuales atraviesan la ciudad. Los cauces mencionados reciben las descargas en su último tramo antes de su desembocadura en el mar. Además existen descargas industriales sobre el estero Bitsch y Las Minas.

Cabe señalar que la mayor parte de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales son evacuadas al Estrecho de Magallanes sin tratamiento.

Conforme al estudio de la Superintendencia de Servicios Sanitarios de 1993, "Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos", la situación de las descargas de cada ciudad se sintetizan en el Cuadro IV.3.2-8.

CUADRO IV.3.2-8
SITUACION DE DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS AL MAR

CIUDAD	POBLACION	COBERTURA (%)	UNIDADES DOMICILIARIAS (Nº)	POBLACION SERVIDA (hab)	VOLUMEN DESCARGAS (Mm^3/año)	DBO_5 (Ton/año)
Puerto Natales	15.200	92	4.320	13.984	1.021	275
Punta Arenas	115.463	90	26.146	103.917	7.586	2.047
Porvenir	4.537	63	780	2.875	210	57

FUENTE : Superintendencia de Servicios Sanitarios de 1993, "Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos"

En relación a las descargas de origen industrial, en cuencas y en la costa, la situación según la misma referencia anterior se sintetiza en el Cuadro IV.3.2-9.

CUADRO IV.3.2-9
DESCARGAS DE ORIGEN INDUSTRIAL EN CUENCAS Y COSTAS

NOMBRE DE LA CUENCA	DBO CUENCA (kg / mes)	CAUDAL (Mm^3/mes)
Isla Tierra del Fuego	27.304	260
Península entre Seno Otway y Estrecho de Magallanes	118.952	63.699

FUENTE : Superintendencia de Servicios Sanitarios de 1993, "Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos"

De acuerdo con el estudio de la DGA de Contaminación de Aguas Naturales en las Cuencas de Tierra del Fuego, existe una fuente de contaminación potencial. La calidad del agua es medida en tres puntos, en tanto que se cuenta con cuatro estaciones fluviométricas.

En esta zona se tiene la contaminación potencial por derrames de mercurio al río del Oro, el cual es utilizado por los pirquineros para amalgamar el metal, y separarlo de la arena fina.

f) Problemas Ambientales Identificados

En el área del estudio se han identificado problemas ambientales que se refieren sólo a la zona urbana ("Problemas Ambientales Urbanos: el Caso Chileno - Gross P., 1991) y los que se refieren a la diferentes sectores de la región ("Percepción de los Problemas Ambientales en las Regiones de Chile, CONAMA, 1994).

De acuerdo con el primer estudio citado, los problemas ambientales urbanos identificados en la XII Región, son lo siguientes :

- Contaminación atmosférica por procesos industriales, por olores de industrias pesqueras y pecuarias
- Inundaciones por desbordes de ríos
- Problemas de mala calidad y escasez de vivienda
- Calidad de redes viales urbanas
- Déficit y calidad de los sistemas de alcantarillado
- Disposición y recolección de los desechos sólidos
- Deficiencias en el suministro de agua potable
- Excesiva extensión de las ciudades
- Inadecuada localización de los basurales y los puertos
- Déficit de equipamiento recreacional, espacios deportivos y de lugares de esparcimiento
- Inadecuado tratamiento de la calidad del paisaje

Por otra parte, según el estudio de CONAMA, se determinó la percepción de los problemas ambientales en la XII Región, utilizando la metodología de seminarios y consultas a la comunidad. Cada uno de los problemas ambientales identificados fue definido en cuanto a su importancia en escala de 0 a 5 y en cuanto a su control o posibilidad de intervenir, en escala de 0 a 3. En el Cuadro IV.3.2-10 se indican los problemas ambientales identificados en el estudio de CONAMA, que guardan mayor relación con este estudio.

IV.4 MARCO SILVO-AGROPECUARIO ACTUAL

En el presente acápite se tratan las características de la estructura de la propiedad agrícola, las características de las empresas agropecuarias, los programas de apoyo a la actividad agropecuaria y la infraestructura de producción y servicios.

IV.4.1 ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD AGRICOLA

Según antecedentes obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la XII Región de Magallanes, está constituida por 573 explotaciones. De éstas, 240 se encuentran en Tierra del Fuego, 189 explotaciones en la provincia de Magallanes, 120 en Ultima Esperanza y solamente 24 explotaciones en la Provincia Antártica.

CUADRO IV.3.2-10
PROBLEMAS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA XII REGION
RELACIONADOS CON EL ESTUDIO

ESCRIPCION DEL PROBLEMA AMBIENTAL	LOCALIZACION	IMPORTANCIA (0-5)	CONTROL (0-3)
Deterioro de Praderas y Suelos por Sobrepastoreo	Toda el Area Patagónica	4,8	1,8
Desequilibrio de la Cuenca de Ríos	Río Las Minas	3,9	1,7
Inundaciones por Desbordes de Ríos	Ríos San Juan, Canela, Bish, Llau-Llau, Las Minas, Tres Brazos	3,8	1,4
Disminución de la Cubierta Arbustiva-Arborea por Acción Antrópica	Toda la Región	3,6	1,8
Contaminación del Agua por Residuos Industriales Líquidos	Toda la Región	3,7	1,9
Contaminación de Cursos de Aguas que Cruzan Ciudades por Efectos de Aguas Servidas	Punta Arenas	3,3	2,2
Contaminación de Suelos por Explotación Petrolera	Toda la Región	3,0	1,9
Contaminación del Agua por Explotaciones Auríferas	Cordón Baquedano	2,9	1,8
Desviación de Cursos de Aguas Provocando la Desaparición de Lagunas	Laguna de Los Patos	2,8	1,8
Perdida de Suelo por Explotaciones Auríferas	Cordón Baquedano	2,7	2,7

FUENTE : CONAMA, 1994. Percepción de los Problemas Ambientales en las Regiones de Chile

El total de explotaciones presentes en la región comprenden una superficie de 3.539.328 há sin considerar la provincia Antártica.

A través de antecedentes recogidos en la zona se ha podido establecer una cierta estratificación de la propiedad rural. Es así que las propiedades menores de 1.000 há comprenden una superficie de 125.877 há lo que corresponde sólo al 3,6 % del total del área de la región.

Las propiedades entre 1.000 y 5.000 há ocupan la mayor parte de la superficie de la región, con un total de 1.594.875 há, equivalentes a un 45,1%. Propiedades entre las 5.000 y 10.000 há constituyen el 27,3 % del área regional (967.278 há).

En cuanto a explotaciones entre 10.000 y 20.000 há, estas ocupan una superficie de 335.345 há, correspondientes a un 9,5%. Por último las propiedades mayores de 20.000 há alcanzan a un 14,5% del total de la región (515.953 há).

Cabe señalar que todas las comunas presentan similar estructura en su composición predial. Esto es apreciable en el Cuadro IV.4.1-1 que se presenta a continuación, en el cual se incluye la superficie cubierta por explotaciones incluidas en distintas categorías de tamaño predial, por provincia y total de la región, excluyendo la provincia Antártica.

CUADRO IV.4.1-1
EXPLOTACIONES SEGUN CATEGORIAS DE TAMAÑO PREDIAL
(Miles de há y %)

PROVINCIA	SUPERFICIE TAMAÑO PREDIAL (há)											
	0 - 1.000		1.000 - 5.000		5.000 - 10.000		10.000 - 20.000		> 20.000		TOTAL	
	há	%	há	%	há	%	há	%	há	%	há	%
Ultima Esperanza	18.9	2.8	274.3	40.6	179.6	26.6	111.3	16.5	91.9	13.5	676	100
Magallanes	48.3	3.5	382.5	27.3	587.5	42.0	140.7	10.1	239.7	17.1	1387.7	100
Tierra del Fuego	58.6	4	938.1	64.1	200.2	13.7	83.3	5.7	184.4	12.5	1464.6	100
TOTAL	125.8	3.6	1594.9	45.1	967.3	27.3	335.3	9.5	516.0	14.5	3539.3	100

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas

Se aprecia en el cuadro presentado previamente, que todas las provincias de la región de Magallanes muestran similares tendencias en la estructura predial, con la excepción de la provincia de Magallanes, en que la mayor parte de las explotaciones están en la categoría 5.000 a 10.000 há y no en la categoría anterior como se presenta en el resto de las provincias y en la región en su totalidad.

En cuanto a la superficie en Hectáreas de Riego Básico (HRB) INDAP utiliza un factor de conversión el cual es aplicable a la superficie física de las explotaciones de la XII Región de Magallanes. Lo anterior se debe a que la región presenta características propias y especiales que la diferencia del resto del país, debido a la gran extensión de superficie que presentan las propiedades que la constituyen . El factor utilizado corresponde a un valor de 0,0027 para las áreas de Magallanes continental y Tierra del Fuego Norte y Centro-Sur. Para la zona Sur de Tierra del Fuego el factor de conversión utilizado corresponde a 0,0016. De esta forma se puede decir que las propiedades entre 3.000 y 4.000 há físicas corresponden a 12 HRB, y son potenciales clientes de INDAP. Además de exigirse un tamaño igual o menor a las 12 HRB, INDAP condiciona a los estancieros a poseer un máximo de 3.500 UF de activo.

IV.4.2 CARACTERISTICAS DE LAS EMPRESAS AGROPECUARIAS

Las diferentes empresas agropecuarias presentan características específicas en su operación, dependiendo principalmente del tamaño y localización de las explotaciones. Sin embargo, existen algunas características que son comunes a todas ellas. Entre estas se puede indicar las siguientes:

- En general la mayoría de las explotaciones que realizan actividades de producción agropecuaria se originaron en el proceso de Reforma Agraria, que sucedió a la subdivisión de la tierra, explotado anteriormente dentro del sistema de sociedades ganaderas.

- El tamaño de los predios dentro del proceso de Reforma Agraria originalmente se calculó considerando la capacidad de talaje de los mismos, variando en la mayoría de los casos entre 4.000 y 10.000 há, dependiendo principalmente de las características de clima y suelo de ellas. En este aspecto es importante considerar en las explotaciones ganaderas la existencia de áreas de veranada e invernada. En algunos casos estas dos áreas se encuentran en el mismo predio y en otros, en predios diferentes. Hacen excepción a esta regla general la existencia de predios de menor tamaño, como son los originados en subdivisiones efectuadas en los alrededores de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir, en que éstos

tienen una superficie aproximada de 600 há en el caso de los huertos familiares de Puerto Natales.

- Se ha podido constatar que desde hace 7 a 8 años se presenta en la Región, principalmente en Tierra del Fuego, una tendencia marcada hacia la concentración de la propiedad en unidades de mayor tamaño, por la vía de compra de estancias cercanas o sucesiones o personas individuales. Generalmente, las personas que se encuentran en este proceso de crecimiento de tierra son ganaderos que se sienten fuertemente involucrados en la actividad agropecuaria del área y que debido al bajo valor comercial relativo de los suelos, prefieren efectuar su crecimiento económico por la vía de aumentar superficie y no por inversiones en el predio mismo. Esto último puede apreciarse como una constante general pero no obsta que en algunos casos estos mismos ganaderos, paralelamente a su expansión en superficie, estén interesados en introducir mejoras tecnológicas por la vía, en algunos casos, de riego de praderas y de mejoramientos técnicos en empastadas artificiales y otros cultivos.

- La gran mayoría de las explotaciones realizan un uso extensivo de la pradera y, en general, de los recursos de clima y suelo que ellas poseen. Esto concuerda con la baja dotación de personal que trabaja en ellas.

- Respecto a la producción ovina de carne y lana los rendimientos son, en general, aceptables y en algunos casos muy buenos. Es normal una producción de 4 y más kilos de lana por oveja y 70 - 80 % de parición en la crianza.

  En algunos casos se efectúa la venta de corderos del año y en otros casos se realiza la venta de borregas de 1 1/2 años. En este último sistema se obtiene producción de lana en la primera esquila de estos animales.

- En cuanto a la producción bovina, ésta se remite principalmente a la venta de terneros de 6 a 8 meses para engorda en la zona central.

IV.4.3 PROGRAMAS DE APOYO A LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA

De acuerdo a antecedentes recogidos en la zona, en total en la Región existen 670 roles ganaderos, agrupados en 573 explotaciones.

El apoyo que reciben los ganaderos para el desarrollo de su actividad depende en gran medida del estrato de tamaño a que pertenecen. Es así como los pequeños ganaderos, que comprenden a un 25 % del total, reciben apoyo de INDAP y, los de mayor tamaño, superiores a 4.000 há, cuentan con los servicios del Banco del Estado y de bancos particulares para su financiamiento. Entre los dos estratos indicados existe un numeroso grupo de ganaderos que no cuenta ni con el apoyo de INDAP ni con el de entidades bancarias establecidas. En la actualidad se está considerando la posibilidad que INDAP pueda aportar también a este segmento de ganaderos.

El apoyo que presta INDAP al pequeño ganadero se refiere principalmente a colaboración en los siguientes planos: financiero, tecnológico, organizacional, riego y de agronegocios.

INDAP presta el apoyo indicado por medio de atención directa y a través de ONGs y empresas que realizan transferencia tecnológica. En la provincia de Ultima Esperanza, en transferencia trabaja la empresa Agroaustral. En la provincia de Magallanes la transferencia

tecnológica la realiza la ONG denominada FIDE XII y en Tierra del Fuego existe sólo la acción de INDAP, que no cuenta con programas de esa índole, sino más bien de apoyo financiero.

La nueva visión de INDAP consiste en pasar del crédito al apoyo a través de programas de desarrollo con servicios al ganadero. En la actualidad se encuentra en marcha en la Región un Programa de Transición por medio de la formación de un equipo de servicio integral.

Un aspecto de mucha importancia lo constituye el Programa Chile Austral, con ayuda de la Comunidad Económica Europea. Este programa tiende a incentivar la realización de proyectos de inversión en la Región. La importancia de este Programa radica en que desde hace años no se hacen inversiones a nivel predial en la Región y que dicho programa incentiva a trabajar con el sector agropecuario bajo la lógica de proyecto, integrando las diferentes acciones requeridas en los planos técnico y financiero. El problema de la falta de inversiones prediales en la Región, sin duda se debe a diferentes factores, socio-culturales, económicos y de otra índole y al hecho que no se ha podido apreciar en general una relación directa entre las acciones a emprender y los resultados que se pueden obtener con ellas. En este sentido es muy importante poder contar con experiencias validadas en la zona que inviten al agricultor - ganadero a emprender determinadas acciones con la seguridad, por lo menos relativa, de poder obtener determinados resultados.

Respecto al último aspecto indicado, merece especial mención, como programa demostrativo, lo que se ha estado realizando en el riego de huertos de Puerto Natales, con el apoyo de diferentes instituciones, tales como la Dirección de Riego, INIA, INDAP y otras, que trabajan apoyando la iniciativa de los propios agricultores.

IV.4.4 INFRAESTRUCTURA DE PRODUCCION Y SERVICIOS

En la XII Región de Magallanes, según antecedentes obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas, a través del estudio "Estadísticas Ganaderas de la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena", correspondiente al año agrícola 1985-1986, en la región se encuentran una serie de instalaciones destinadas básicamente a la actividad pecuaria, especialmente para ganado ovino.

Entre la infraestructura predial, cabe considerar los galpones de esquila, baños para ovinos y bebederos con agua de aguadas (ríos y chorrillos) y de pozos. En cuanto a la infraestructura extrapredial es importante considerar los frigoríficos-mataderos.

a) Infraestructura Predial

i) Galpones: En la Región existe un total de 447 estructuras, de las cuales la gran mayoría se encuentra en la provincia de Tierra del Fuego, en un número total de 226 galpones; siguiendo en orden de importancia en la provincia de Magallanes hay 140 galpones; por último, las provincias de Ultima Esperanza y Antártica poseen 75 y 6 galpones, respectivamente.

ii) Baños Ovinos: Al igual que en el caso de los galpones, la gran mayoría de los baños se encuentran en Tierra del Fuego, con un total de 206 estructuras. En cuanto al total de la región, existen 409 de estas instalaciones.

iii) Agua de bebida: Esta es obtenida de aguadas y pozos tipo noria. En la región, las aguadas son la principal fuente de abastecimiento de este vital elemento; es así, que se han detectado

1.357 de ellas, de las cuales 716 existen en la provincia de Tierra del Fuego, 547 en la provincia de Magallanes y 94 en Ultima Esperanza.
En cuanto a la existencia de pozos, alcanzan a 308 pozos, 154 en Tierra del Fuego, 118 en a provincia de Magallanes y sólo 36 pozos en la provincia de Ultima Esperanza.

Se debe señalar que un 17 % de la población ovina tiene problemas graves en el abastecimiento de agua para la bebida y un 5% de los bovinos presenta igual condición.

b) Infraestructura extrapredial

La infraestructura extrapredial está dada por la presencia de mataderos frigoríficos que faenan la producción de la región.

IV.5 ANTECEDENTES DEMOGRAFICOS

IV.5.1 POBLACION

El poblamiento de la región austral de Magallanes comenzó a fines del siglo pasado en el año 1890. Desde aquella época el crecimiento total de la población magallánica durante un siglo ha alcanzado a más de 143.198 habitantes (según el último censo de 1992).

Según las cifras entregadas por este último censo, la población de la Región de Magallanes representa tan sólo el 1,07% de la población total del país. Otro dato importante de consignar es que el 79% de la población regional se encuentra concentrada en la ciudad capital, Punta Arenas, con 113.666 habitantes y la población urbana de la región representa el 90,7%.

El primer censo de la población se realizó en el año 1895 y desde ese año hasta la actualidad se han realizado 10 mediciones censales de carácter nacional.

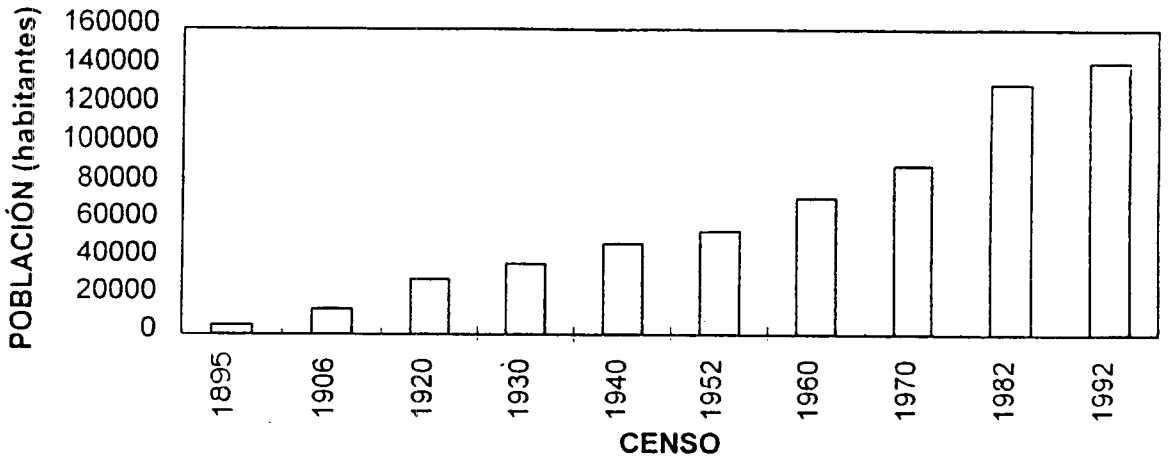
En el Cuadro y Figura IV.5.1-1 se presentan los datos de población histórica de la Región de Magallanes de todos los censos nacionales realizados hasta la fecha.

CUADRO IV.5.1-1
DATOS DE POBLACION HISTORICA CENSOS NACIONALES

CENSOS	POBLACION (habitantes)	VARIACION INTERCENSAL (%)	TASA PROMEDIO DE AUMENTO ANUAL (%)
1.895	5.170	-	-
1.906	13.309	257,4	8,98
1.920	28.960	217,6	5,71
1.930	37.913	30,9	2,73
1.940	48.715	28,5	2,54
1.952	55.091	13,1	1,03
1.960	73.224	32,9	3,62
1.970	89.443	22,1	2,02
1.982	131.914	47,5	3,29
1.992	143.198	8,8	0,84

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas

FIGURA IV.5.1-1
EVOLUCION DE LA POBLACION HISTORICA DE LA XII REGION



De acuerdo a lo indicado en el cuadro y figura anterior, desde 1895 a 1920 se observa el mayor crecimiento de la región en un 460%, lo cual se explica por la reducida base poblacional inicial y por el gran desarrollo económico de la época y la inmigración europea.

Entre 1920 y 1940 se observa un crecimiento sostenido del orden del 30% entre los períodos intercensales.

Posteriormente, entre 1940 y 1952 se aprecia el menor crecimiento de la región motivado por el desplazamiento de la población hacia otras zonas debido a la crisis de la economía regional por el colapso de la estructura monoproductiva basada en la crianza del ganado ovino.

En los 2 períodos siguientes (1952 a 1970) se observa una recuperación del crecimiento poblacional debido fundamentalmente al desarrollo de otras áreas productivas, tales como: explotación de hidrocarburos, industrialización, obras públicas, comercio, servicios y también al desarrollo de la actividad tradicional agropecuaria.

En el período 1970 a 1980 se observa un aumento del 47,5%, lo cual no refleja lo sucedido con la economía regional en donde se notaba una desorganización del sector agrario y la caída de la producción de petróleo. Sin embargo, debido a condiciones de seguridad nacional, la población militar aumentó significativamente.

Finalmente, el último período intercensal (1982-1992) se caracteriza por presentar el crecimiento poblacional más bajo de su historia de tan sólo 8,8%.

En el Cuadro IV.5.1-2 se consigna la población total de la región distribuida por comunas, sexo y sector urbano y rural.

CUADRO IV.5.1-2
DATOS DE POBLACION (CENSO 1992)

PROVINCIA	COMUNAS	POBLACION				
		HOMBRES	MUJERES	TOTAL		
				URBANO	RURAL	URBANO Y RURAL
Ultima	Natales	8.856	8.419	15.012	2.173	17.275
	Torres del	351	131	0	482	482
	Subtotal	9.207	8.550	15.102	2.655	17.757
Magallanes	Punta Arenas	57.643	56.023	109.110	4.556	113.666
	Río Verde	271	64	0	335	335
	Laguna	759	108	0	867	867
	San Gregorio	1.262	381	0	1.643	1.643
	Subtotal	59.935	56.576	109.110	7.401	116.511
Tierra del Fuego	Porvenir	2.954	2.150	4.196	908	5.104
	Tierra del	1.182	447	0	1.629	1.629
	Timaukel	169	83	0	252	252
	Subtotal	4.305	2.680	4.196	2.789	6.985
Antártica	Navarino	1.114	700	1.550	264	1.814
	Antártica	108	23	0	131	131
	Subtotal	1.222	723	1.550	395	1.945
TOTAL		74.669	68.529	129.958	13.240	143.198

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas

Tal como puede observarse en el cuadro anterior, las comunas que presentan un mayor porcentaje de población urbana son: Punta Arenas con un 96% en la provincia de Magallanes, Natales con un 87,4% en la provincia de Ultima Esperanza y Porvenir con un 82,2% en la provincia de Tierra del Fuego. El resto de las comunas identificadas son mayoritariamente rurales.

Las comunas de las provincias de Ultima Esperanza, Magallanes y Tierra del Fuego que conforman el área de influencia del Proyecto Magallanes, presentaban según el censo de 1992 una población total de 141.253 habitantes. La población histórica según los censos de 1970 y 1982 era de 88.229 y 130.123 habitantes, respectivamente. Las cifras anteriores representan aumentos de 47,5% para el período 1970 y 1982 y del 8,6% entre 1982 y 1992, equivalentes a una tasa promedio de aumento del 3,28 y 0,82% anual para ambos períodos intercensales, lo cual demuestra claramente el bajo crecimiento de la población en el último decenio.

Por otra parte, las proyecciones de población realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas para 1995 indican que la población sería de 179.130 habitantes en las 3 provincias de la región señaladas anteriormente, estimándose un aumento de un 26,8% con respecto a 1992. De acuerdo a las cifras indicadas anteriormente, la densidad de la población sería de 1,4 hab/km^2, excluyendo la superficie del Territorio Chileno Antártico (1.250.000 km^2) y las aguas marítimas interiores.

IV.5.2 VIVIENDA

Una de las características que presenta la Región de Magallanes es la falta de integración territorial con el resto del país debido a sus especiales condiciones fisiográficas y aislación geográfica. Además presenta una de las densidades poblacionales más baja del país.

De acuerdo al censo de 1992, el número total de viviendas de la Región era de 41.516, lo cual representa un aumento del 30,4% respecto al censo del año 1982.

En el Cuadro IV.5.2-1 se incluyen los datos del número de viviendas y su variación intercensal distribuidas por provincias de los censos de los años 1982 y 1992.

En el Cuadro IV.5.2-2 se incluye la caracterización de las viviendas del censo de 1992 distribuida por provincia y comuna.

CUADRO IV.5.2-1
NUMERO DE VIVIENDAS Y VARIACION INTERCENSAL -CENSOS 1982 Y 1992

PROVINCIA	Nº DE VIVIENDAS		PORCENTAJE DE VARIACION INTERCENSAL (%)
	CENSO 1982	CENSO 1992	
Ultima Esperanza	4.935	5.599	15,5
Magallanes	24.268	32.742	34,9
Tierra del Fuego	2.275	2.676	17,6
Antártica Chilena	351	499	42,2
TOTAL	31.829	41.516	30,4

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas

En el Cuadro IV.5.2-2 se incluye la caracterización de las viviendas del censo de 1992, distribuida por provincia y comuna.

CUADRO IV.5.2-2
CARACTERIZACION DE LAS VIVIENDAS POR PROVINCIAS Y COMUNAS

PROVINCIA	COMUNA	PARTICULARES	COLECTIVAS	TOTAL
Ultima	Natales	5.302	72	5.374
	Torres del	216	9	225
	Subtotal	5.518	81	5.599
Magallanes	Punta Arenas	31.509	200	31.709
	Río Verde	227	2	229
	Laguna Blanca	272	8	280
	San Gregorio	443	81	524
	Subtotal	32.451	291	32.742
Tierra del Fuego	Porvenir	1.906	18	1.924
	Primavera	528	67	595
	Timaukel	141	16	157
	Subtotal	2.575	101	2.676
Antártica	Navarino	445	33	478
	Antártica	14	7	21
	Subtotal	459	40	499
	TOTAL	41.003	513	41.516

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas

IV.6 CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS

IV.6.1 ANTECEDENTES ECONOMICOS GENERALES

IV.6.1.1 Generalidades

El comienzo de la actividad económica regional nace en el año 1869, siendo Gobernador de Magallanes el Capitán Oscar Viel. En ese año arriban colonos que impulsan el comercio, la construcción y la explotación carbonífera. Posteriormente en 1876, se introduce y fomenta la crianza de ganado lanar.

Al comienzo del presente siglo, la actividad ganadera se consolida y expande, se instalan las primeras industrias lanares, se explotan los bosques y minas y nace la industria pesquera. Al mismo tiempo, atraídos por este auge llegan inmigrantes europeos y nuevos colonos nacionales, especialmente desde Chiloé. En esa misma época, la navegación constituye otro de los aspectos más relevantes en el desarrollo económico regional, ya que el Estrecho de Magallanes representaba la única vía marítima para atravesar desde el Océano Atlántico al Pacífico y vice versa.

Posteriormente, debido a diversos factores como la apertura del Canal de Panamá en 1914 y la gran recesión mundial de 1930 en donde Inglaterra privilegió a sus colonias por sobre otros países que le abastecían de materia prima, especialmente lana y cueros, se produjo el quiebre del sistema monoproductor de la región.

A partir del año 1950, la industria del petróleo se constituye en la principal actividad económica de la región, sin modificar necesariamente la condición de la región monoproductora de ganado ovino.

Desde mediados de siglo, la producción petrolera se transformó en el eje de toda la actividad económica, representando en 1960 el 76% de la actividad regional, generando un fuerte impacto económico con la creación de nuevos centros poblados, especialmente en la Isla de Tierra del Fuego.

Entre 1988 y 1992, el Producto Interno Bruto (PIB) de la Región fue en promedio del orden de $114,5 mil millones (en moneda de 1986).

A partir del año 1985, el PIB de la región ha decrecido sostenidamente, con excepción del año 1989 cuando ingresaron capitales internacionales para la construcción de la empresa Methanex. La participación de la región en el PIB nacional ha decrecido de un 3,07% en 1985 a un 2,22% en el año 1992, según información del Banco Central de Chile.

Actualmente, el mayor aporte al Producto Geográfico Bruto de la región es la producción de hidrocarbonos con un 44%.

El sector industrial ha aumentado significativamente con maestranzas, astilleros e industrias relacionadas con el rubro pesquero, tales como: frigoríficos, plantas de conserva y congelación de pescados y mariscos. Este sector representa el 22% del PGB.

Otro importante sector productivo corresponde a la tradicional actividad pecuaria con más de 2.123.300 cabezas de ganado ovino, los cuales representan alrededor del 45% de la producción total del país y más de 100.000 cabezas de ganado bovino seleccionado.

IV.6.1.2 Actividad Forestal

En la Región de Magallanes se distinguen dos tipos de formación boscosa. La primera de ellas corresponde a los bosques siempre verdes que se desarrollan en las áreas de alta pluviosidad con más de 2.000 milímetros de lluvia al año, en un clima templado, frío y húmedo localizado en la cordillera Patagónica. En este bosque se encuentran asociaciones de especies arbóreas y arbustivas, predominando el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*)

La otra formación boscosa corresponde a los bosques caducifolios que se extienden sobre la cordillera oriental, de clima trasandino con degeneración esteparia. En esta formación boscosa se encuentran asociados la lenga (*Nothofagus pumilio)* y el ñirre (*Nothofagus antarctica),* siendo la primera de ellas la que presenta mejores expectativas comerciales.

Se estima que en total existen alrededor de 980.000 hectáreas con potencial productivo a mediano plazo y, aproximadamente, 450.000 hectáreas que pueden ser explotadas con planes de manejo.

Uno de los grandes problemas detectados en la actividad forestal de la zona, es el desconocimiento del grado de fragilidad del bosque y de los ecosistemas que se relacionan con él. Sin embargo, existen grandes proyectos de explotación del bosque nativo de Magallanes que se encuentran en plena producción y, otros recientemente aprobados, como es el caso de la explotación del bosque de lenga de Tierra del Fuego.

Al respecto cabe indicar que existe una necesidad de proteger el bosque dada, precisamente su fragilidad y lo que es más interesante, los inciertos y largos períodos de tiempo (períodos casi geológicos) que implicaría la reconstitución, aún improbable, de un sistema similar soportante de vegetación (suelos, vegetación, hidrología), con las lentas condiciones de intemperización de los materiales parentales y de formación de suelos que es posible en las condiciones climáticas de la Región. Esto, obviamente, no impide un manejo adecuado y efectivamente controlado, de las talas comerciales.

A continuación se entregan cifras respecto a la actividad forestal en la zona de Magallanes.

En el Cuadro IV.6.1-1 se indica el total de plantaciones anuales de la región y del país y la participación de la región respecto a este último.

CUADRO IV.6.1-1
PLANTACIONES FORESTALES ANUALES

AÑO	PLANTACIONES FORESTALES (há)		PARTICIPACION DE LA REGION RESPECTO AL PAIS (%)
	XII REGION	PAIS	
1988	-	72.508	0
1989	-	86.703	0
1990	-	94.130	0
1991	-	117.442	0
1992	-	130.429	0
1993	5	124.704	0,004
1994	12	109.885	0,011

FUENTE: INFOR, Boletín Estadístico, Estadísticas Forestales. Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Regional

En el Cuadro IV.6.1-2 se incluye la información estadística de la producción de plantas en viveros forestales de la región y del país. Se incluye también la comparación entre la producción de la región y del país.

CUADRO IV.6.1-2
PRODUCCION DE PLANTAS EN VIVEROS FORESTALES

AÑO	PRODUCCION EN VIVEROS FORESTALES (miles de plantas)		PARTICIPACION DE LA REGION RESPECTO AL PAIS (%)
	XII REGION	PAIS	
1988-1989	45,0	255.994,9	0,018
1989-1990	40,0	244.548,3	0,016
1990-1991	40,0	297.550,0	0,013
1991-1992	40,0	331.983,1	0,012
1992-1993	100,0	305.961,0	0,033
1993-1994	100,0	305.422,7	0,033
1994-1995	105,0	307.399,9	0,034

FUENTE: CONAF, Informe Estadístico N° 31,1989
INFOR, Boletín Estadístico, Estadísticas Forestales desde 1990 en adelante
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Regional

Finalmente, en el Cuadro IV.6.1-3 se incluye la producción de madera aserrada de la región y total del país y, el porcentaje de participación de la región respecto al país. Cabe destacar que estos valores de madera aserrada corresponden al 45%, en los últimos años, del volumen total extraído del bosque. El resto de la madera extraída corresponde a trozos pulpables, tableros y chapas.

CUADRO IV.6.1-3
PRODUCCION DE MADERA ASERRADA

AÑO	PRODUCCION MADERA ASERRADA (miles de m^3)		PARTICIPACION DE LA REGION RESPECTO AL PAIS (%)
	XII REGION	PAIS	
1988	33,9	2.710,3	1,25
1989	29,2	2.680,7	1,09
1990	26,3	3.327,5	0,79
1991	23,4	3.217,5	0,73
1992	27,7	3.019,1	0,92
1993	28,5	3.112,9	0,92
1994	39,5	3.364,4	1,17

FUENTE: INFOR, Boletín Estadístico Estadísticas Forestales
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Regional

Tal como puede observarse en los Cuadros IV.6.1-2 y IV.6.1-3, prácticamente no existe renovación del bosque Magallánico, ya que las nuevas superficies plantadas son

despreciables y las plantaciones forestales en viveros no equilibran la explotación del bosque que se realiza actualmente.

Respecto a la explotación de madera aserrada, la zona de Magallanes representa solamente el 1% de la explotación nacional.

IV.6.2 ACTIVIDAD AGRICOLA

a) Actividad Agrícola

La actividad agrícola en la Región de Magallanes, según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en la temporada agrícola 1985 - 1986 alcanzó al cultivo de 795 há, de las cuales 602,9 há están ocupadas con cultivos de tipo anual, tales como papas, zanahoria, avena, etc. y 192,1 há están destinadas al cultivo multianual de alfalfa.

Entre los cultivos de tipo anual, tiene gran importancia la avena con 381 há y rendimientos de entre 3,2 y 6,3 toneladas por há dependiendo de la forma en que se cultive. Cabe señalar que los mayores rendimientos de esta especie, al igual que la mayor superficie cultivada, se obtiene en la provincia de Magallanes.

Lo anterior es válido para el resto de cultivos presentes en la región, a excepción de la papa en que los mayores rendimientos se obtienen en Tierra del Fuego con 70,9 qqm/há pero en una menor superficie que la cultivada en la provincia de Magallanes.

Mayor detalle de superficies y rendimientos de cultivos presentes en la región se incluyen en el Cuadro IV.6.2-1.

CUADRO IV.6.2-1
SUPERFICIE Y RENDIMIENTOS DE CULTIVOS DE TIPO ANUAL Y ALFALFA POR PROVINCIA Y TOTAL REGION

PROVINCIA	ESPECIE CULTIVADA													
	PAPA		ZANAHORIA		AVENA		NABO		COL		ALFALFA		OTROS	TOTAL
	há	rend. qqm/há	há	rend. qqm/há	há	rend. qqm/há	há	rend. Qqm/há	há	rend. qqm/há	há	rend. qqm/há	há	há
ULTIMA ESPERANZA		52,1	1,6	30,7	121,9	3,8	0,1	7,0	0,1	6,0	60,0	10,0	2,0	243,2
MAGALLANES		62,2	6,7	61,8	161,8	6,3	2,0	10,3	0,4	2,7	69,1	18,9	3,8	315,7
TIERRA DEL FUEGO		70,9	4,5	31,3	97,5	3,2	-	-	-	-	63,0	32,1	0,6	236,0
ANTARTICA		12,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
TOTAL	199,5	63,2	12,8	47,8	381,2	4,8	2,1	10,1	0,5	3,4	192,1	19,2	6,4	795,0

Fuente : INE, temporada 1985/86

En cuanto al cultivo de alfalfa, tal como se muestra en el cuadro antes mencionado, la superficie cultivada por provincias no difiere mayormente entre ellas, siendo levemente superior la superficie cultivada en la provincia de Magallanes. Es válido considerar que los mayores rendimientos se obtienen en la provincia de Tierra del Fuego con 32,1 ton/há en relación a las otras provincias (18,9 ton /há en Magallanes y 10 ton/há en Ultima Esperanza).

b) Actividad Pecuaria

- Dotación ganadera

Según la última información disponible (Estudio de mercado de la actividad ganadera en la XII Región, INIA Noviembre de 1989), en 1986 habían 2.123.300 ovinos. En los últimos 16 años dicha masa ha decrecido a una tasa anual de 2 %.

El número de cabezas de ganado bovino para toda la región totalizó en 1986, 100.749 unidades. En estos últimos 8 años, su masa ha bajado a razón de una tasa anual del 3,02%.

El 66,4 % del ganado bovino corresponde a la raza Hereford y el 100% del ovino a la raza Corriedale.

Los antecedentes estadísticos que entregan una mayor información sobre el desarrollo de la actividad ganadera en la XII Región dicen relación con la evolución de la dotación de ovinos y bovinos.

En el Cuadro IV.6.2-2 se consigna la evolución de la dotación ganadera de ganado ovino de la región.

CUADRO IV.6.2-2
EVOLUCION ANUAL COMPUESTA POR PERIODOS DE GANADO OVINO

PERIODOS	TASA ANUAL COMPUESTA (%)
1885 - 1986	4,01
1900 - 1970	1,55
1970 - 1978	- 1,42
1978 - 1986	-2,56

Como se puede observar en el cuadro anterior, si bien el crecimiento en un período de 101 años entre 1885-1986 es positivo en la tasa señalada, hacia las décadas más recientes se constata una rápida disminución de la dotación ganadera, llegando ésta a ser negativa a partir de 1970, de lo cual, se deduce que en los últimos 16 años, la masa ovina ha decrecido en un 2,0 % anual.

En el Cuadro IV.6.2-3 se incluyen los datos de la evolución del ganado bovino.

CUADRO IV.6.2-3
EVOLUCION ANUAL COMPUESTA POR PERIODOS DE GANADO BOVINO

PERIODOS	TASA ANUAL COMPUESTA (%)
1929 - 1986	3,55
1929 - 1975	4,70
1978 - 1986	- 3,02

De lo anterior, se puede inferir el progresivo aumento de la dotación bovina experimentado hasta el año 1978, el que se contrapone en su cuantía con el decrecimiento indicado para el último período. Es decir, en los últimos 8 años la masa bovina ha disminuido a un ritmo anual del 3,02 %.

- Análisis conjunto de la dotación de ganado

Al analizar conjuntamente la evolución de ganado ovino y bovino se puede deducir que en el caso del primero hay un importante impacto hasta 1929 en su desarrollo, el que se desacelera hacia 1970 tomando un rumbo negativo hasta 1986. En el caso de los bovinos, éste presenta un real impacto entre 1965 - 1974 incrementándose levemente hacia 1978, oportunidad en que presenta una disminución extraordinariamente marcada.

De acuerdo a esto, podemos apreciar que para ambos tipos de ganado, los últimos años han presentado evoluciones continuamente negativas.

Como resultado de la evolución indicada para ambas especies se puede apreciar en el Cuadro IV.6.2-4 la dotación ganadera existente el año 1986.

CUADRO IV.6.2-4
EXPLOTACIONES GANADERAS Y DOTACION DE GANADO POR ESPECIE SEGUN REGION Y PROVINCIA (1986)

REGION Y PROVINCIA	EXPLOTACIONES (Nº)	EXISTENCIA DE GANADO (Nº)	
		OVINOS	BOVINOS
ULTIMA ESPERANZA	120	260.567	46.377
MAGALLANES	189	860.251	37.593
TIERRA DEL FUEGO	240	1.005.386	14.868
ANTARTICA	24	2.096	1.911
REGION	573	2.128.300	100.749

FUENTE : Estadísticas Ganaderas Año Agrícola 1985/86, INE XII Región

De acuerdo al Cuadro IV.6.2-5 que se presenta a continuación, existen 573 explotaciones o estancias en la región, concentrándose en la provincia de Tierra del Fuego el 41,9 % de los predios y el 47,2 % de la dotación ovina, el 46 % de los bovinos se encuentran en la provincia de Ultima Esperanza, el 53,1 % de las explotaciones poseen ganado ovino y bovino y el 60,2 % de estos predios tienen zonas de veranadas e invernadas en el mismo predio.

CUADRO IV.6.2-5
CARACTERIZACION DE LA ACTIVIDAD GANADERA XII REGION

REGION Y PROVINCIA	TOTAL		ACTIVIDAD GANADERA DE LA EXPLOTACION					
			OVINOS		BOVINOS		OVINOS-BOVINOS	
	EXPLOT. (Nº)	SUPERF. (há)	EXPLOT. (Nº)	SUPERF. (há)	EXPLOT. (Nº)	SUPERF. (há)	EXPLOT. (Nº)	SUPERF. (há)
ULTIMA ESPERANZA	120	727.458	8	50.500	31	177.982	81	498.976
MAGALLANES	189	1.328.256	36	359.984	44	57.508	109	910.764
TIERRA DEL FUEGO	240	1.327.229	139	565.412	7	60.850	94	700.967
ANTARTICA	24	299.280	-	-	4	85.980	20	213.300
TOTAL REGION	573	3.682.223	183	975.896	86	382.320		2.324.007

FUENTE : INE 1985-1986, Convenio Regional Instituto Nacional de Estadísticas

- Producción de carne

En la región de Magallanes el beneficio de ganado ovino a fines del año 1993 alcanzó las 641.000 cabezas, con un total de 9.400 toneladas en vara. El beneficio de este animal se ha mantenido relativamente estable en el tiempo, con excepción del año 1990 en que éste llego a las 720.000 cabezas con 10.500 ton de carne en vara.

En cuanto al beneficio de bovinos, este ha ido en disminución, tal como se aprecia en el Cuadro IV.6.2-6. Es así que desde el año 1989 en que se beneficiaron 22.000 cabezas, se tiene al año 1993 una disminución del faenamiento del orden del 38 %.

CUADRO IV.6.2-6
NUMERO DE ANIMALES Y PRODUCCION DE CARNE POR ESPECIE

AÑO	OVINOS		VACUNOS	
	Nº	PESO EN VARA (ton)	Nº	PESO EN VARA (ton)
1989	547250	8.189,3	21973	3.798,0
1990	719573	10.502,4	23328	3.930,0
1991	571200	8.715,6	19671	3.628,7
1992	505740	7.967,3	13485	2.787,5
1993	641006	9.383,5	13606	2.696,0

FUENTE : INE, 1993.

- Producción de lana

Según la información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en el documento "Estadísticas Ganaderas de la XII Región de Magallanes", en el año agrícola 1985-86 la producción total de lana en la región alcanzó a 9.061 toneladas, para 1.878.492 animales esquilados. Lo anterior, implica una producción promedio por animal de 4,8 Kg.

La producción de lana señalada está constituida en un 47% por lana de Tierra del Fuego, la cual es el producto de la esquila de 906.000 animales.

Siguiendo en orden de importancia, la provincia de Magallanes aportó en el año agrícola 1985-1986, 3.720 toneladas de lana (41%), correspondiente a la esquila de 757.000 animales.

Por último, la provincia de Ultima Esperanza aportó 1.070 toneladas de producción lanar, equivalente a 214.300 animales esquilados.

Cabe indicar que, además de las producciones señaladas anteriormente para cada provincia, se debe considerar, aunque con muy poca relevancia, una producción de 4,6 toneladas de lana en la provincia Antártica, producto de la esquila de 1.200 ovinos.

IV.6.3 PESCA

La actividad pesquera en la zona se encuentra concentrada en la captura y extracción de crustáceos y moluscos que conforman el mayor volumen de capturas totales, y la explotación de peces, principalmente merluza y congrio.

En el sector pesquero participan cuatro tipos de agentes, los pescadores artesanales, los buques-fábricas, centros de cultivos de especies salmonídeas y plantas faenadoras..

Del total de empresas procesadoras, alrededor de 10 se pueden catalogar como empresas medianas. El resto de ellas corresponde a pequeñas empresas de carácter artesanal que cumplen con los requisitos mínimos del Servicio Nacional de Salud y que no satisfacen las normas para exportar a la Comunidad Económica Europea.

En el Cuadro IV.6.3-1 se incluye los registros de desembarque total producido en la Región de Magallanes entre 1988 y 1994. Se incluye además el desembarque total del país y la razón entre el desembarque regional y nacional. Cabe consignar que el desembarque total incluye los desembarques industrial, artesanal, cosechas de centros de cultivos y recolección de algas. Se excluye de este total las capturas de barcos industrias y barcos fábricas en aguas internacionales.

CUADRO IV.6.3-1
DESEMBARQUE XII REGION Y NACIONAL

AÑO	DESEMBARQUE (Toneladas)		PARTICIPACION REGION RESPECTO AL PAIS (%)
	XII REGION	TOTAL PAIS	
1988	15.077	5.289.761	0,29
1989	13.913	6.556.874	0,21
1990	15.723	5.350.765	0,29
1991	17.664	6.102.650	0,29
1992	13.025	6.546.243	0,20
1993	20.692	6.112.574	0,34
1994	32.703	7.967.994	0,41

Fuente: SERNAP, Anuario Estadístico de Pesca
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Regional

IV.6.4 INDUSTRIA MANUFACTURERA

La industria manufacturera de la región de Magallanes representa 19% del Producto Interno Bruto regional. El resurgimiento del sector industrial comienza a notarse a partir del año 1989, el que como consecuencia de la puesta en marcha de la empresa productora de metanol, incrementó su participación en un 6,5% del PIB regional en un período de dos años.

Las principales industrias manufactureras corresponden a empresas relacionadas con los derivados del petróleo, industrias petroquímicas, maestranzas, talleres, etc.

En el Cuadro IV.6.4-1 se incluye las características más importantes de la pequeña industria manufacturera de la región, en donde se destaca el número de establecimientos industriales con un total de 10 a 49 personas ocupadas, la ocupación total que generan estos industrias y el valor bruto y agregado de estas industrias.

CUADRO IV.6.4-1
ESTABLECIMIENTOS CON 10 A 49 PERSONAS OCUPADAS

AÑO	Nº DE INDUSTRIAS	OCUPACION TOTAL (trabajadores)	VALOR BRUTO DE PRODUCCION (millones de pesos de cada año)	VALOR AGREGADO (millones de pesos de cada año)
1988	36	762	2.895	1.314
1989	35	792	6.512	2.787
1990	35	792	5.391	2.205
1991	31	785	7.766	3.274
1992	32	717	6.173	3.154
1993	30	672	8.590	4.424

FUENTE: INE, Encuesta Nacional Industrial Anual
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Regional

En el Cuadro IV.6.4-2 se incluyen los mismos datos consignados en el cuadro anterior, pero para aquellos establecimientos con más de 50 personas ocupadas.

CUADRO IV.6.4-2
ESTABLECIMIENTOS CON 50 Y MAS PERSONAS OCUPADAS

AÑO	Nº DE INDUSTRIAS	OCUPACION TOTAL (trabajadores)	VALOR BRUTO DE PRODUCCION (millones de pesos de cada año)	VALOR AGREGADO (millones de pesos de cada año)
1988	30	2.535	18.838	6.880
1989	25	2.168	40.842	23.766
1990	29	2.770	55.863	30.864
1991	26	2.365	68.862	42.774
1992	28	2.657	82.743	51.271
1993	24	2.475	89.066	50.383

FUENTE: INE, Encuesta Nacional Industrial Anual
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Regional

IV.6.5 PETROLEO Y SUS DERIVADOS

La región de Magallanes se ha caracterizado por contar desde siempre con recursos energéticos. Inicialmente la madera y carbón fueron utilizados como fuente de energía. Posteriormente el petróleo se convirtió en la fuente de energía más importante del país. En efecto, en Diciembre de 1945 surgió el primer pozo petrolero en el sector de Manantiales en la Isla de Tierra del Fuego.

Desde esa fecha esta zona es la única productora de este recurso en Chile, abasteciendo el 100% del consumo de gas licuado nacional y casi el 50% del consumo nacional de petróleo.

En el Cuadro IV.6.5-1 se consignan las áreas productivas de crudo y su producción entre los años 1989 a 1993. En el Cuadro IV.6.5-2 se indican los yacimientos de petróleo y gas más importantes de la región.

CUADRO IV.6.5-1
AREAS PRODUCTORAS DE CRUDO

AREA	PRODUCCION (Miles de m^3)				
	1989	1990	1991	1992	1993
Tierra del Fuego	284.186	237.560	326.008	216.130	253.390
Continente	222.581	207.778	190.240	178.153	171.247
Costa Afuera	775.145	692.556	517.064	467.950	400.445
Total	1.281.912	1.137.894	1.033.312	862.233	825.082

FUENTE: DIRECMIN, Directorio Minero de Chile, 1995 - 1996

CUADRO IV.6.5-2
YACIMIENTOS DE PETROLEO Y GAS

NOMBRE	UBICACION	SECTOR	PETROLEO	GAS
Tranquilo	Continente	Natales		X
Dicky	Continente	San Gregorio		X
Pampa Larga	Continente	San Gregorio	X	X
Kimire Aike	Continente	San Gregorio		X
Punta Delgada	Continente	San Gregorio	X	X
Posesión	Continente	San Gregorio	X	X
Daniel	Continente	San Gregorio	X	X
Daniel Este	Continente	San Gregorio	X	X
Punta Dungenes	Continente	San Gregorio	X	
Spiteful	Océano	Estrecho de Magallanes	X	
Ostión	Océano	Estrecho de Magallanes	X	
Manantiales	Tierra del Fuego	Primavera	X	X
Chañarcillo	Tierra del Fuego	Primavera		X
Victoria	Tierra del Fuego	Primavera	X	X
Sombrero	Tierra del Fuego	Primavera	X	X
Chillán	Tierra del Fuego	Primavera	X	
Calafate	Tierra del Fuego	Primavera	X	X
Catalina	Tierra del Fuego	Primavera		X
Catalina Sur	Tierra del Fuego	Primavera	X	X
Cullén	Tierra del Fuego	Primavera	X	X
Tres Lagos	Tierra del Fuego	Porvenir	X	X
Flamenco	Tierra del Fuego	Porvenir	X	
Gaviota	Tierra del Fuego	Porvenir	X	

FUENTE: ENAP, Empresa Nacional de Petróleo

De los yacimientos indicados en el cuadro anterior, prácticamente un tercio de los pozos productores de gas destinan su producción para el abastecimiento de la Planta de Metanol ubicada en Cabo Negro, al Norte de la ciudad de Punta Arenas. También se utiliza este gas para generar electricidad, como combustible de automóviles y para el uso en las viviendas de las ciudades.

En lo relativo al consumo a nivel nacional, el principal mercado para los derivados del petróleo es el sector transporte con un 52% del total, seguido por el sector industrial y minero con un 23,5%, el sector comercial y residencial con un 15,2% y, finalmente, el sector centros de transformación con un 9,3%.

La empresa del rubro energético más importante de la Región es ENAP-Magallanes, cuya actividad principal es la prospección y explotación de petróleo y gas. Esta empresa, en sus cinco décadas de operación ha perforado más de 3.000 pozos, con profundidades medias de 1.700 a 3.000 m de cada uno.

En el Cuadro IV.6.5-3 se indican las principales empresas del rubro energético que operan en la región, indicándose también, la actividad principal que desarrollan.

CUADRO IV.6.5-3
EMPRESAS DEL RUBRO ENERGETICO DE LA REGION

EMPRESA	ACTIVIDAD PRINCIPAL
Empresa Nacional de Petróleo ENAP	Exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos
Empresa Eléctrica de Magallanes EDELMAG	Producción y distribución de energía eléctrica, con Plantas en: Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir
GASCO	Distribución de gas natural a través de redes en las ciudades de: Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir y, provisión de gas licuado a los usuarios que se abastecen de este elemento
COPEC	Distribuidora de combustible
ESSO	Distribuidora de combustible
SHELL	Distribuidora de combustible

FUENTE: Proyecto Región - Estrategia de Desarrollo Regional Magallanes y Antártica Chilena, 1994. Gobierno Regional XII Región

La producción y consumo de gas natural ha aumentado significativamente en los últimos años. Ello se debe fundamentalmente a que es un combustible limpio, tanto en su operación como en su combustión, de fácil manejo y transporte y con un nivel de precio competitivo con otras alternativas.

El principal componente del gas natural es el metano que se encuentra en una proporción de casi un 82% y, su poder calorífico después de procesado, alcanza a más de 9.340 Kcal/m^3.

La Planta de Metanol en Magallanes produjo en el año 1993 alrededor de 4.196 millones de metros cúbicos de gas natural. A ese total, los yacimientos del Continente aportaron 2.088 millones de m^3, Costa Afuera 1.303 millones de m^3 y Tierra del Fuego 805 millones de m^3.

IV.6.6 FUERZA LABORAL DE LA REGION

La fuerza de trabajo más importante de la región la constituye los sectores agropecuarios y de servicios. En el primero de ellos se destaca el alto potencial ganadero de bovinos y, muy especialmente el ganado ovino, el cual a partir de comienzos de siglo se ha desarrollado intensamente. En el segundo sector se cuenta los servicios públicos y financieros.

La minería constituye otro de los principales recursos económicos de la región, destacándose la industria del petróleo, gas y en menor escala la industria del carbón. En los últimos años, gran importancia adquiere en el sector industrial la Planta de Metanol.

En el Cuadro IV.6.6-1 se presenta la fuerza de trabajo promedio ocupada por la región y su participación respecto de la fuerza total del país y la tasa de desocupación para el período 1989-1994. En el Cuadro IV.6.6-2 se presenta los datos de la fuerza de trabajo promedio ocupada de la región, por actividad económica para el mismo período indicado anteriormente.

CUADRO IV.6.6-1
FUERZA DE TRABAJO OCUPADA Y TASA DE DESOCUPACION 1989-1994

AÑO	FUERZA DE TRABAJO (Miles de trabajadores)		PARTICIPACION REGION RESPECTO AL PAIS (%)	TASA DE DESOCUPACION (%)
	XII Región	Total País		
1989	63,30	4.317,80	1,47	5,0
1990	63,40	4.394,40	1,44	4,5
1991	61,40	4.433,80	1,38	6,5
1992	62,85	4.626,41	1,36	4,5
1993	65,83	4.874,21	1,35	(1)
1994	67,39	4.904,78	1,37	(1)

(1) : Sin información
FUENTES: INE, Encuesta Nacional de Empleo
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Nacional

CUADRO IV.6.6-2
FUERZA DE TRABAJO REGIONAL POR ACTIVIDAD ECONOMICA

ACTIVIDAD ECONOMICA	FUERZA DE TRABAJO (Miles de trabajadores)					
	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Sector Agricultura, Caza y Pesca	7,30	9,10	10,00	10,70	9,68	8,54
Sector Minería	3,50	3,30	3,10	3,10	3,31	3,07
Sector Industrias	5,70	5,70	6,50	5,89	6,14	7,31
Sector Electricidad, Gas y Agua	0,50	0,50	0,30	0,33	0,39	0,34
Sector Construcción	7,00	5,60	5,10	5,26	6,90	8,27
Sector Comercio	11,00	11,50	9,70	9,59	10,84	11,08
Sector Transporte y Comunicaciones	6,10	6,80	7,10	7,41	5,87	6,35
Sector Servicios Financieros	1,80	2,60	2,40	2,78	2,90	2,25
Sector Servicios Comunales, Sociales y	20,70	18,30	17,40	17,79	18,79	20,19
Actividades no bien especificadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
TOTAL	63,60	63,40	61,60	62,85	64,84	67,40

FUENTES: INE, Encuesta Nacional de Empleo
Ministerio de Planificación y Cooperación, División de Planificación Nacional

V.1 CLIMA Y AGROCLIMA

V.1.1 INTRODUCCION

En este capítulo se describirá el recurso clima existente en el área donde se distribuyen las diferentes zonas de riego identificadas en este estudio. Se trata de una extensa área al este de la Cordillera de los Andes, de más de 300 km de extensión, comprendida entre los paralelos 51 y 54 grados Latitud Sur. El análisis se ha realizado tendiente a caracterizar climáticamente el área, zonificar mediante distritos agroclimáticos e identificar restricciones al desarrollo de las especies cultivadas, en especial a las utilizadas como recursos forrajeros para la ganadería regional.

La metodología utilizada en este estudio cuantifica el comportamiento espacial de las variables climáticas mediante una cartografía multiparamétrica, interpolando la información meteorológica disponible en las estaciones de la Región de Magallanes. Además, se ha considerado los estudios existentes, entre los cuales se puede citar a los siguientes:

- Mapa Agroclimático de Chile, INIA, 1989.
- Regiones Ecológicas de Chile, FAO-PNUD, J. Papadakis. 1973
- Normales Pluviométricas 1961-1990. Dirección Meteorológica de Chile. 1991.
- Balance Hidrológico. Isolíneas de temperatura y evaporación. Magallanes, DGA-MOP. 1987.
- Plan de Estudio Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Vol: VI Unidad de Trabajo N°3 Distritos Agroclimáticos: Antecedentes. Estación Experimental Kampenaike, INIA. 1982.

V.1.2 ASPECTOS METODOLOGICOS

Las series de estadística de información meteorológica provenientes de las estaciones ubicadas en el área y cercanas a ella, tales como, precipitaciones, temperaturas extremas y humedad relativa, se sometieron a un análisis con el objeto de evaluar la consistencia y eliminar los datos poco confiables. Luego de calcular los promedios para cada serie, se colocaron sobre una base cartográfica de relieve realzado, la que en este estudio fue una reducción a 1:500.000 de la carta Preliminar del I.G.M. escala 1:250.000 con curvas a los 100 y luego cada 200 m de altitud, posteriormente se procedió al trazado de las isolíneas. En este proceso se aplican criterios de interpolación y extrapolación que tienen en cuenta los accidentes fisiográficos, la altitud, la representatividad de cada estación, las tendencias de factores macroclimáticos modeladores del clima regional, como la continentalidad, influencia oceánica, latitud y la circulación general de la atmósfera.

La representatividad espacial de una estación es importante de considerar cuando la información es utilizada como apoyo a la cartografía. Para ello, se analizó la posición topográfica y los accidentes fisiográficos que puedan explicar un comportamiento particular de las estaciones. Las depresiones y terrenos bajos normalmente acentúan las temperaturas extremas, los biombos montañosos reducen las precipitaciones y aumentan la evapotranspiración, las disecciones de la costa atenúan las temperaturas mínimas reduciendo el número de heladas. Mediante una imagen de temperatura brillante del satélite NOAA, de un día particularmente frío, se estableció la distribución de las temperaturas, permitiendo corregir las formas de las figuras térmicas.

Una vez obtenida la cartografía de parámetros climáticos básicos se leyeron las cartas en puntos fijos equidistantes cada 5 minutos en latitud y longitud, aproximadamente unos 1.300 puntos para el área de estudio, en los cuales, se tienen reunidos los valores de todas las variables trazadas. A partir de esta información se derivaron los parámetros agroclimáticos en cada punto.

Los parámetros agroclimáticos derivados, como son las temperaturas efectivas de crecimiento (tomando como base 5 y 10°C), se calcularon mediante una rutina computacional que las estima a partir de las temperaturas extremas. El algoritmo utilizado calcula la fracción del día en que permanece por sobre 5°C y 10°C. La sumatoria mensual de estos valores corresponde a los grados-días anuales base 5 y base 10, respectivamente.

El régimen de heladas se evaluó por generación de probabilidades a partir de las temperaturas mínimas y considerando que éstas se distribuyen normalmente en torno al promedio mensual. Esto se refiere específicamente al período libre de heladas, fechas de la primera y última helada y número de días al año con temperatura inferior a 0°C.

La evapotranspiración potencial se estimó mediante las fórmulas de Turc, Ivanov y Blanney, ajustadas mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se ha realizado para diferentes lugares de Chile, lo que ha permitido establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula. Para la distribución mensual se utilizaron coeficientes obtenidos a partir de ajustes con información de evaporación de bandeja, también en diferentes lugares del país.

A partir de la información de precipitaciones y de la evapotranspiración mensual se calcularon otras variables que caracterizan el régimen hídrico, tales como el déficit hídrico mensual (ETP-PP) y los índices hídricos mensual y anual, calculados como el cuociente entre la PP y la ETP.

Los puntos de malla se agruparon tomando como criterios de zonificación tres variables, ellas son: suma anual de temperaturas efectivas de crecimiento, período libre de heladas y déficit hídrico anual.

El resultado del agrupamiento de puntos es la carta de Distritos Agroclimáticos, cuyos límites se corrigieron con apoyo de la topografía obtenida de las cartas 1:50.000 del IGM. Se revisaron también las cartas topográficas a escala 1:10.000, las que se utilizaron como antecedente general debido a que cubren sólo las áreas de los sectores predeterminados y no la región completa. Posteriormente se realizó una reducción, a una escala de representación 1:1.000.000, la que se entrega en el anexo cartográfico.

V.1.3 VARIABLES AGROCLIMATICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

A continuación se indica el significado e interpretación de las variables agroclimáticas analizadas en el presente estudio. Los valores que adquieren y que caracterizan los Distritos Agroclimáticos se muestran en el Cuadro V.1-1 y en los Cuadros V.1-4 al V.1-8, que se incluyen más adelante.

T. MAX, T.MIN, T.MED:

Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales; acotan el régimen térmico de cada distrito.

SUMA T.10°, SUMA T.5°:

Suma mensual y anual de temperaturas en base a 10 y 5°C, en días-grado. Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento (Tm-Tu), es decir, es la temperatura media (Tm) menos una temperatura umbral (Tu=10 y Tu=5), siendo 10°C y 5°C, los valores más ampliamente usados como umbrales térmicos. Constituye un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo y maduración de las especies vegetales. La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con la mayor suma térmica.

HR.FRIO:

Horas al mes, y al año, en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7°C, umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual. Considerando la gran cantidad de frío que se acumula en la Región de Magallanes, este parámetro no provoca ningún tipo de limitación.

R. SOLAR:

Radiación solar diaria promedio mensual y anual en cal/cm^2/día.

PERIODO LIBRE DE HELADAS:

Número promedio de días consecutivos sin heladas en el año. Se extiende desde la fecha de la última helada del año hasta la primera helada del año siguiente. Se entiende por Helada al descenso de la temperatura mínima por debajo de un umbral en que el daño a las plantas es de carácter irreversible. El valor del umbral es muy variable, por lo cual se emplea 0°C, que corresponde al punto crioscópico del agua pura.

FECHA PRIMERA HELADA:

Momento del año en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas antes de esa fecha. Corresponde al número ordinal del día a partir del 1° de enero.

FECHA ULTIMA HELADA:

Día del año en que termina de helar. Corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas después de la fecha indicada, y es el número ordinal del día a contar del 1° de enero.

NUMERO DE HELADAS:

Es el número promedio de días al año en que la temperatura mínima es igual o menor que 0°C. Valores inferiores a 1 indican que no todos los años hiela (0.5= hiela cada dos años; 0.1= hiela cada 10 años, etc.)

PRECIPITACIONES:

Precipitación total anual en mm.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL:

Se entiende por evapotranspiración potencial a la pérdida de agua por evaporación y transpiración, desde un cultivo plenamente desarrollado, en proceso activo de crecimiento y sin déficit de agua en el suelo. Esta variable entrega una idea sobre los aportes a través del riego necesarios como complemento a la almacenada por la precipitación. En general en el país, enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor. Se entregan los valores expresados en mm.

HUMEDAD RELATIVA:

Humedad relativa media mensual de los meses extremos, enero y julio (%).

DEFICIT HIDRICO:

Sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.

INDICES DE HUMEDAD:

Este índice se calcula mes a mes y aparece en los cuadros V.1-4 al V.1-8 correspondientes a los distritos 1 al 5 respectivamente. Es el cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 50% de la ETP (IH < 0.5). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP (IH > 1.0).

V.1.4 DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO

Luego de realizar una descripción cuantitativa de los recursos climáticos del área de estudio, se evaluó el grado de limitación que presentan un grupo de cultivos índices a las condiciones climáticas del área, mediante un modelo de diagnóstico agroclimático.

Este modelo consiste básicamente en confrontar las variables climáticas con los requerimientos de las especies, asignando un puntaje creciente, entre 0 y 1, en la medida que aumenta el grado de coincidencia variable-requerimiento. Para ello, se tiene una base de datos de coeficientes de las funciones matemáticas que representan la sensibilidad de las especies frente a las variables climáticas. De este modo, si el valor del parámetro se encuentra más allá de los límites de tolerancia del cultivo, obtiene un puntaje 0. Por el contrario, si la variable se encuentra en el rango óptimo de la especie, obtiene un puntaje 1.

La evaluación se realiza para las variables relevantes en el área de estudio y en la adaptación de las especies cultivadas, ellas son: suma de temperaturas efectivas, período libre de heladas, temperatura máxima, la que resultó sin incidencia en esta región, y el déficit hídrico.

Una vez confrontados todos los requerimientos de la especie, el modelo calcula un puntaje agroclimático único, que resume en un sólo índice todas las limitaciones que el clima impone al cultivo. Este puntaje permite ordenar las especies de acuerdo al grado de adaptación, desde la más adaptada a la menos adaptada. El puntaje agroclimático se calcula por efecto multiplicativo de sus componentes, hecho que le imprime gran sensibilidad al índice final.

En los resultados los índices parciales se indican en forma de códigos, los cuales tiene el significado que se consigna a continuación:

CODIGO	SIGNIFICADO
1	Sin limitaciones
2	Limitaciones leves
3	Limitaciones moderadas
4	Limitaciones severas
Ex	Excluido

La interpretación de cada variable climática y sus códigos es la siguiente:

1) Suma térmica (primera columna en la ficha de resultados). Indica el grado de disponibilidad de calor para las especies para alcanzar su madurez. Una deficiencia leve o moderada (códigos 2 y 3) indicará retardo en la maduración o prolongación del ciclo vegetativo más allá de lo deseado. Una limitación severa (código 4) podrá estar asociada a falta de maduración o bien maduración dispareja o extremadamente tardía. En el caso de cultivos anuales las deficiencias leves podrán superarse con variedades precoces cuando exista.

2) Período libre de heladas (segunda columna). Evalúa la influencia de las heladas en la reducción del rendimiento, se puede referir a heladas tempranas y/o tardías. Las limitaciones leves o moderadas (código 2 ó 3) podrán ser superadas con el uso de variedades precoces en cultivos anuales. Estará asociada a riesgos que no necesariamente se manifestarán todos los años, pero constituirán un accidente cada cierto número de años. En el caso de limitaciones severas (código 4), habría que pensar en sistemas de control de heladas. Este índice representa la situación general del área, las singularidades topográficas más locales pueden modificar la intensidad de incidencia de heladas por lo que la interpretación deberá ser cuidadosa cuando se aplique a escala muy reducida.

3) Temperatura máxima (tercera columna). Este índice indica limitaciones por excesos de temperatura en ciertos períodos, lo cual se reflejará esencialmente en problemas de calidad. En todo caso, esta variable no tiene incidencia en la Región de Magallanes debido a la ocurrencia de bajas temperaturas en forma casi permanente.

5) Déficit hídrico (quinta columna). Evalúa el aporte de los déficit hídricos ocurridos a través del ciclo de vida, en la reducción de los rendimientos del cultivo. Calculado sobre la base de un año promedio en cuanto a monto y distribución de las precipitaciones.

V.1.5 RESULTADOS

Se presentan primero los resultados de la zonificación y caracterización de los Distritos Agroclimáticos y luego, los resultados de la evaluación de las limitaciones climáticas.

La zonificación agroclimática dio como resultado la identificación de cuatro Distritos Agroclimáticos, más otro distrito en la zona limítrofe, al poniente del área de estudio, abarcando las partes altas de la Cordillera de los Andes e identificado como Distrito 5, el cual, se describe sólo como punto de referencia pero que no entra en el análisis de esta caracterización.

Los cuatro distritos identificados son:

1: Puerto Natales - Punta Arenas
2: Río Verde
3: Cerro Sombrero
4: Cameron
5: Zona Archipielágica

En el croquis de la Figura V.1-1 se presenta la ubicación de los Distritos Agroclimáticos y en el Plano V.1-1 se indica su ubicación más detallada en una cartografía 1:500.000.

PROYECTO : ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION C.N.R.– DEPTO DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	PLANO : CROQUIS DE UBICACION DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS	FECHA : 1997 ESCALA : S/E FIGURA : V.1 - 1

V.1.6 CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA

En gran parte de la XII Región de Magallanes se alcanzan a producir condiciones climáticas necesarias para la formación de tundras, pero debido al relieve accidentado, especialmente en la parte occidental de la región, existe un drenaje suficiente como para que no se produzcan las condiciones de retención de agua en el suelo, necesario para la formación de la tundra verdadera como paisaje natural. Debido a esto, en las laderas de muchas serranías se encuentran bosques como cuadro biogeográfico. Pero, cuando existen formas planas de relieve, inmediatamente aparecen los líquenes y los musgos en forma de cojín, que son el típico paisaje de tundra húmeda en el hemisferio norte.

Por otro lado, analizando la información de temperaturas de la región, se puede concluir que existe una gran homogeneidad térmica, lo que permite caracterizar a este clima como isotermo.

Más al oriente, entrando al área de estudio, se observa el desarrollo de un clima, denominado, según la clasificación de Koeppen, como Clima de Estepa Fría (**BSk'**). En esta zona se advierte cómo la Cordillera de los Andes, igual que para el resto del país, constituye una barrera climática importante al jugar un papel de disparador de las precipitaciones. De este modo, se genera una oposición climática notable entre la vertiente occidental y la oriental de la montaña. Mientras que en la primera se observa que las lluvias alcanzan valores de cinco y más metros, en la segunda ellas disminuyen rápidamente, y más allá de las estribaciones andinas se desarrolla una zona de mesetas marcadas por el sello de la aridez. Por el sur, donde la cordillera pierde su importancia climática, primero por su notable descenso, y luego por el cambio en su dirección, ella no juega un papel tan notable y se encuentra una distribución homogénea de las precipitaciones. En todo caso, en la medida en que se avanza hacia el Atlántico, la aridez se manifiesta cada vez con condiciones más estrictas y, en consecuencia, se llega aún al paisaje desierto. Sin embargo, para temperaturas tan bajas como las que se observan aquí, el descenso de las precipitaciones no tiene trascendencia biogeográfica.

Los meses invernales tienen temperaturas bastante bajas, pero la nieve no alcanza a perdurar, salvo raras excepciones, de tal manera que las ovejas pueden alimentarse durante el invierno con el pasto que la nieve oculta.

Aún cuando existe una débil oscilación térmica, llama la atención en los registros de temperaturas la existencia de días calurosos en el verano. Estos coinciden siempre con momentos de calma. Al parecer, las temperaturas bajas responden a la acción de los vientos que soplan pertinazmente durante los meses estivales impidiendo una mejor condición térmica para esos meses.

En lo que se refiere a la distribución de las lluvias en el año, no se observan cambios notables. Las precipitaciones se distribuyen homogéneamente a lo largo de todo el año, de tal manera que pudiera pensarse que no hay estación seca, sin embargo, al considerar los altos valores mensuales de la evapotranspiración potencial (ETP), se producen meses en que las precipitaciones no alcanzan a cubrir el 50% de la ETP. La cantidad de estos meses secos varía de 0, en la zona cordillerana (Distrito 5), a más de 8 meses en la zona oriental (Distrito 3).

A continuación, en el Cuadro V.1-1, se entregan los valores de los principales parámetros climáticos y agroclimáticos de cada distrito, obtenidos como promedio de todos los puntos de malla incluidos en cada zona y, en el Cuadro V.1-2, se incluye la nómina de las estaciones meteorológicas consideradas en el estudio.

CUADRO V.1-1
VALORES MEDIOS DE LOS PARAMETROS CLIMATICOS DE CADA DISTRITO

PARÁMETROS CLIMÁTICOS	DISTRITO				
	1 P.NATALES P.ARENAS	2 RIO VERDE	3 CERRO SOMBRERO	4 CAMERON	5 CORDILLERA OCCIDENTAL
Temp. máxima media mensual de enero, °C	15.6	14.6	16.0	15.7	13.1
Temp. mínima media mensual de enero, °C	6.6	6.2	6.8	6.2	5.8
Temp. máxima media mensual de julio, °C	4.5	4.2	5.1	4.1	4.1
Temp. mínima media mensual de julio, °C	-0.5	-0.3	-0.5	-0.2	<-0.1
Temperatura media anual °C	6.3	5.9	6.5	6.2	<5.5
Acumulación de temp. base 10°C,G-d/año	216	169	243	207	<107
Acumulación de temp. base 5°C, G-d/año	862	724	904	795	<579
Acumulación anual de horas de frío	5565	5898	5335	5733	>6359
Período libre de heladas, días	67	49	79	85	<8
Número de heladas al año	88	87	85	85	>90
Fecha de la primera helada	23-feb	25-ene	9-mar	3-feb	todo año
Fecha de la última helada	3-dic	24-dic	15-nov	16-dic	todo año
Radiación solar de enero, Ly/día	405	388	410	418	286
Radiación solar de julio, Ly/día	56	49	60	64	42
Humedad relativa media de enero, %	72	73	70	71	77
Humedad relativa media de julio, %	84	85	83	83	84
Evapotranspiración potencial anual, mm	978	890	871	830	<656
Precipitación total anual, mm	404	686	264	303	>1231
Déficit hídrico anual, mm	629	360	633	566	0
Número de meses secos (PP < 0,5 * ETP)	7	3	8	7	0

Se entregan valores para el Distrito 5, sólo como referencia, para observar la tendencia geográfica de la variación de los parámetros climáticos. No es un distrito propiamente tal, pues se refiere sólo a una franja, al borde de la zona de estudio.

CUADRO V.1-2
ESTACIONES METEOROLOGICAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO ORDENADA POR LATITUD

NUM.	NOMBRE ESTACION	LAT.	LONG.	ALT.	ESTADO	AÑOS INIC-TERM	PARAMETROS MEDIDOS PP	TE	HR	NU	IN	RS	VV	RV	EV	OT
1	PTO. IBAÑEZ DGA	46°17'	71°56'	250	ACT	1961-1990	X									
2	AER. CHILE CHICO	46°33'	71°44'	227	ACT	1967-1991	X	X	X							X
3	AER. COCHRANE	47°15'	72°35'	182	ACT	1969-1991	X	X	X	X						X
4	CO. GUIDO	50°53'	72°24'	815	ACT	1968-1992	X	X								
5	L. PEHOE EN PUDETO	51°06'	72°58'	55	DES	1964-1967	X									
6	ESTN. L. GREY	51°07'	73°08'	40	DES	1964-1967	X									
7	FUENTE DEL COYLE (*)	51°09'	71°54'	S/I	S/I	S/I	X									
8	ESTN. R. PAINE	51°11'	72°57'	46	DES	1964-1969	X									
9	CO. CASTILLO TORRES DEL PAI	51°16'	72°21'	750	ACT	1930-1960	X									
10	PTO. CONSUELO	51°36'	72°40'	20	DES	1942-1965	X	X	X	X	X					X
11	PTO. BORIS	51°42'	72°32'	22	DES	1930-1963	X									X
12	PTO. NATALES	51°44'	72°30'	20	ACT	1983-1991	X									
13	RIO TRANQUILO (*)	51°49'	72°08'	S/I	S/I	S/I	X	X								
14	TEN. MORRO CHICO	52°03'	71°26'	152	ACT	1980-1991	X									
15	CABO POSESION	52°18'	68°57'	80	DES	1913-1951	X									
16	FARO PTA. DUNGENES	52°23'	68°26'	5	ACT	1930-1989	X	X	X	X	X					X
17	LGNA. BLANCA	52°25'	71°11'	200	DES	1960-1976	X									
18	FARO PTA. DELGADA	52°27'	69°33'	5	ACT	1913-1989	X			X						
19	OAZY HARBOUR (*)	52°30'	70°33'	S/I	S/I	S/I	X	X								
20	R. VERDE	52°35'	71°30'	120	ACT	1985-1991	X									
21	POSONBY I. RIESCO	52°38'	71°30'	5	DES	1918-1920	X									
22	SECCION SEARLE	52°40'	71°05'	50	DES	1960-1976	X									
23	KAMPENAIKE	52°41'	70°54'	20	ACT	1977-1992	X									
24	BA. PECKET	52°45'	70°47'	5	DES	1913-1934	X									
25	CERRO SOMBRERO (*)	52°47'	69°18	S/I	S/I	S/I	X									
26	BA. FELIPE (*)	52°51'	69°54'	S/I	S/I	S/I	X	X								
27	CULLEN (*)	52°53'	68°24'	S/I	S/I	S/I	X									
28	I. MAGDALENA	52°55'	70°34'	30	DES	1913-1931	X									
29	FARO BA. FELIX	52°57'	74°08'	20	ACT	1913-1985	X									
30	AER. CARLOS IBAÑEZ EX CHABU	53°00'	70°51'	33	ACT	1963-1991	X	X	X	X	X	X	X			X
31	MONSEÑOR FAGNANO	53°08'	70°55'	32	ACT	1981-1991	X									
32	INST. DE LA PATAGONIA DGA	53°08'	70°55'	20	ACT	1888-1989	X									
33	BASE NAVAL MAGALLANES	53°08'	70°55'	8	ACT	1973-1978	X									
34	INST. DE LA PATAGONIA DMC	53°08'	70°55'	3	ACT	1983-1991	X									
35	RA. PORVENIR	53°17'	70°22'	5	DES	1939-1950	X									
36	PTO. PORVENIR	53°17'	70°22'	50	DES	1946-1953	X									
37	SAN SEBASTIAN (*)	53°20'	68°40'	S/I	S/I	S/I	X									
38	CTA. JOSEFINA	53°21'	69°34'	5	DES	1926-1958	X									
99	ONAISIN (*)	53°22'	69°17'	S/I	S/I	S/I		X								
40	ESTN. BAGLINA	53°34'	70°59'	1	DES	1964-1969	X									
41	CAMERON (*)	53°38'	69°09'	S/I	S/I	S/I	X	X								
42	RUSSFIN (*)	53°46'	69°16'	S/I	S/I	S/I	X	X								
43	CABO SAN ISIDRO	53°47'	70°58'	20	DES	1913-1951	X		X	X	X					X
44	BA. HARRIS	53°53'	70°27'	12	DES	1913-1927	X									
45	PAMPA GUANACO (*)	54°03'	68°45'	S/I	S/I	S/I		X								
46	NAVARINO	54°56'	68°20'	8	DES	1944-1958	X		X	X	X					X
47	I. NUEVA	55°11'	66°33'	4	ACT	1969-1975	X									
48	AER. ZAÑARTU EX PTO. WILLIA	55°56'	67°38'	8	ACT	1959-1992	X	X	X	X	X	X				X
49	I. DIEGO RAMIREZ	56°32'	68°43'	25	ACT	1956-1989	X	X	X	X						X

(*) INFORMACION OBTENIDA A PARTIR DE: PLAN DE ESTUDIO DESARROLLO TECNOLOGICO AGROPECUARIO. VOLUMEN VI, UNIDAD DE TRABAJO N°3. ESTACION EXPERIMENTAL KAMPENAIKE. INIA.1982

PARAMETROS MEDIDOS

PP : PRECIPITACIONES
TE : TEMPERATURAS
HR : HUMEDAD RELATIVA
NU : NUBOSIDAD
IN : INSOLACION
RS : RADIACION SOLAR
VV : VELOCIDAD DEL VIENTO
RV : RECORRIDO DEL VIENTO
EV : EVAPORACION DE BANDEJA
OT : OTROS PARAMETROS

V.1.7 CARACTERIZACION DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS

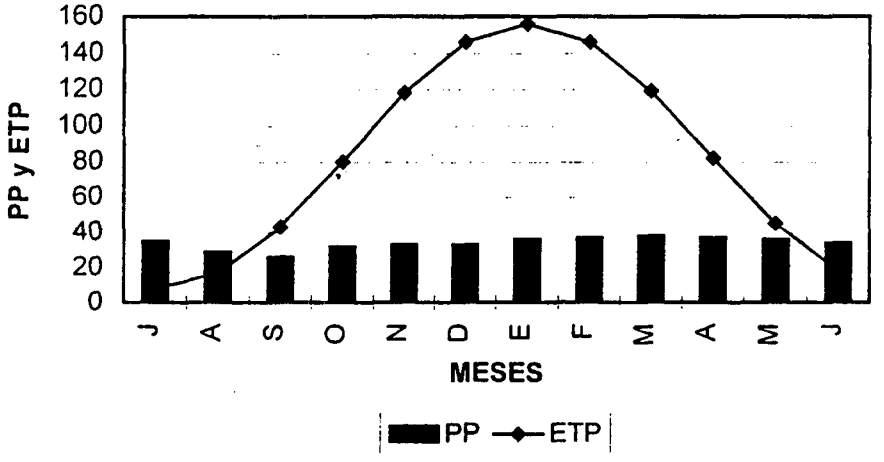
Distrito 1: Puerto Natales - Punta Arenas

Corresponde a una larga franja angosta que corre en dirección Noroeste-Sureste, desde el estero Las Chinas por el norte al límite con Argentina por el sur. Comprende las localidades de Puerto Natales, Rubens, Punta Arenas y Estancia Vicuña en el sur. Se caracteriza por un verano fresco, con menos de 16°C como temperatura máxima del mes más cálido y un invierno riguroso, con una temperatura mínima media del mes más frío de -0,5°C.

Con un período libre de heladas de apenas 67 días y 216 Grados-días sobre 10°C de acumulación de calor y 832 G-d sobre 5°C, es posible una cierta cantidad de cultivos anuales, hortalizas y especialmente praderas naturales, quedando excluidos los frutales de clima templado y especies exigentes en calor o sensibles a heladas.

En la Figura V.1-2 se presenta una representación gráfica de la precipitación y evapotranspiración potencial del Distrito Agroclimático 1.

FIGURA V.1-2
PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
DISTRITO 1: PUERTO NATALES - PUNTA ARENAS



Como puede observarse en el gráfico anterior, las precipitaciones son relativamente parejas durante el año, lloviendo como promedio 30 mm al mes, lo que no significa que durante el verano no se produzcan meses secos. Es así como, debido a la alta evapotranspiración existente en la zona, la que sobrepasa los 150 mm en el mes de enero, se producen 7 meses secos, entre octubre y abril del siguiente año.

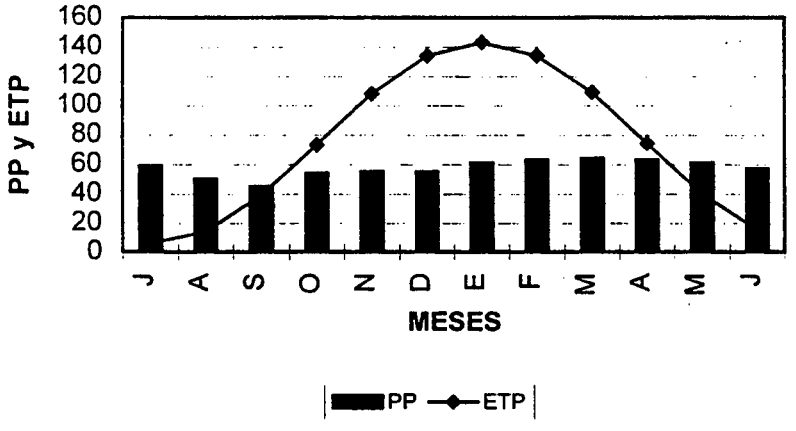
Distrito 2: Río Verde

Corresponde a una larga franja al poniente del distrito anterior y que también corre de norte a sureste, pero interrumpido por las alturas de la Península de Brunswick (al poniente de Punta Arenas). Abarcando terrenos ondulados y más altos hacia el oriente, donde se producen bajas temperaturas y, terrenos planos y bajos hacia el sureste, donde también se producen bajas temperaturas. Incluye las localidades de Sección Lazo por el norte, Río Verde, Bulnes y Puerto Arturo.

El régimen térmico en el Distrito 2 se caracteriza por presentar temperaturas levemente inferiores al anterior, una acumulación térmica de 724 G-d sobre 5°C y un período libre de heladas de apenas 49 días. Se producen alrededor de 87 días con temperaturas inferiores a 0°C, llegando incluso a -8°C en algunos años de invierno muy crudo.

En la Figura V.1-3 se presenta una representación gráfica de la precipitación y evapotranspiración potencial del Distrito Agroclimático 2.

FIGURA V.1-3
PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
DISTRITO 2: RIO VERDE



El régimen hídrico es bastante más húmedo que en el anterior, con un promedio para toda la zona de 680 mm de precipitación al año, en contra de los 400 mm del Distrito 1. Sin embargo, igualmente se producen meses secos entre diciembre y febrero.

Este panorama se traduce en una aptitud agrícola menor que en el Distrito 1, siendo posible los cereales y praderas naturales con ciertas limitaciones y algunas hortalizas con más limitaciones.

Distrito 3: Cerro Sombrero

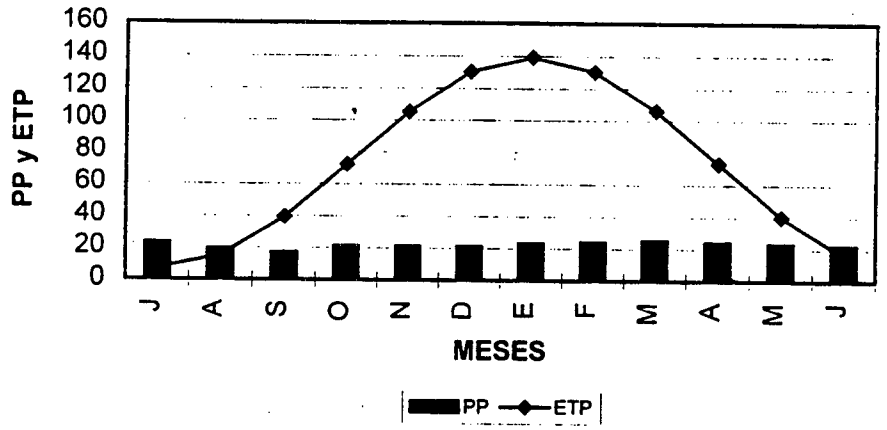
Corresponde al sector más oriental de la zona de estudio, a ambos lados del Estrecho de Magallanes y desde Morro Chico en el límite con Argentina hasta Faro Punta Dungenes al oriente. Hacia el sur llega hasta las localidades de Onaisín y San Sebastián.

Con una temperatura máxima media mensual del mes más cálido de 16°C, una mínima media mensual del mes más frío de -0,5°C y una temperatura media anual de 6,5°C, térmicamente este distrito es muy parecido a los anteriores, especialmente al Distrito 1, pero con un régimen hídrico mucho más seco. Es así, como el monto de las precipitaciones apenas supera los 260 mm al año, en contra de los 680 mm del Distrito 2 y los 400 mm del Distrito 1.

Como puede observarse en el siguiente gráfico, la distribución mensual también es muy homogénea, con un promedio de 23 mm mensuales, produciéndose con esto 8 meses secos, entre septiembre y abril del siguiente año.

En la Figura V.1-4 se presenta una representación gráfica de la precipitación y evapotranspiración potencial del Distrito Agroclimático 3.

FIGURA V.1-4
PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
DISTRITO 3: CERRO SOMBRERO



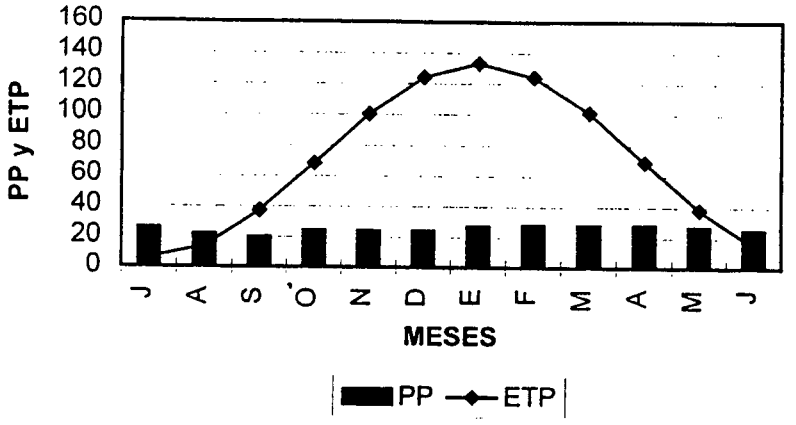
Distrito 4: Cameron

Corresponde a una gran franja intermedia entre los distritos 1 y 3 que comprende a Porvenir, Sección Russfin y Río Grande en Tierra del Fuego, junto al límite con Argentina. Hacia el norte se extiende a una pequeña sección del Estrecho de Magallanes. En general, es una zona muy expuesta a los vientos.

Entre los cuatro distritos existentes en la zona de estudio, es el más fresco, pero no el más helado, aún cuando igualmente se producen alrededor de 85 heladas al año, éstas no son tan intensas por efecto del mar.

En la Figura V.1-5 se presenta una representación gráfica de la precipitación y evapotranspiración potencial del Distrito Agroclimático 4.

FIGURA V.1-5
PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
DISTRITO 4: CERRO SOMBRERO



El régimen hídrico no es tan seco como el del Distrito 3: Cerro Sombrero. Tiene una precipitación un poco superior a los 300 mm, distribuidos en forma pareja a lo largo del año, con un promedio de 25 mm al mes. De todos modos, se producen 7 meses secos, entre octubre y abril. Por todo lo expuesto, se puede concluir que es el distrito con menos aptitud agrícola de los cuatro.

Una de las características relevantes de la zona en estudio, es la persistencia del viento con cierta intensidad durante gran parte del año. Esto queda de manifiesto en el Cuadro V.1-3, mostrada a continuación, donde se puede observar para algunas estaciones de la región el número de días con viento fuerte (mayor a 24 nudos, equivalente a 45 Km/hr, se aprecia cuando zumban los cables eléctricos y se dificulta andar con paraguas) y el número de días con viento muy fuerte (mayor a 36 nudos, equivalente a 67 Km/hr, este viento quiebra ramas, impide el andar y los automóviles son desviados en su marcha).

En el cuadro se observa una mayor cantidad de días con viento en los meses estivales, precisamente cuando aumentan las actividades agrícolas, situación que condicionará diversas prácticas culturales, especialmente en el caso de aplicar agua de riego por aspersión. También en el caso de contemplar la construcción de túneles o invernaderos para protección de las bajas temperaturas. En estos casos se debe considerar la construcción de cortinas cortavientos.

Al respecto conviene señalar que, comúnmente se distinguen tres tipos principales de cortinas cortavientos: 1) las cortinas de permeabilidad media y uniforme desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la cortina; 2) las cortinas densas o muy densas, y 3) las barreras tipo calleja que son hileras de árboles altos, sin ramas ni arbustos en la parte inferior.

CUADRO V.1-3
NUMERO DE DIAS AL MES CON VIENTO FUERTE Y MUY FUERTE

ESTACION	N°días con	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PUERTO BORIS	>24 nudos	0,8	0,4	0,6	0,6	0,6	1,4	0,2	0,6	1,8	1,7	1,0	0,6	11,5
	>36 nudos	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	1,5
PTA.DUNGENES	>24 nudos	11,0	7,5	11,0	10,2	8,2	9,1	6,7	8,2	8,1	8,0	7,9	8,2	104,0
	>36 nudos	3,3	2,4	4,5	3,3	3,2	2,6	3,4	3,1	2,4	2,8	2,9	1,6	35,5
PTA.ARENAS	>24 nudos	3,1	1,6	2,1	1,5	2,0	1,3	1,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	23,6
	>36 nudos	1,2	1,0	1,2	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,6	1,0	1,1	1,0	10,2
CABO S.ISIDRO	>24 nudos	6,1	4,0	5,0	4,3	4,0	4,3	5,0	5,3	5,0	5,0	6,0	5,0	59,0
	>36 nudos	1,7	1,1	1,4	1,2	1,6	1,2	1,3	1,6	1,6	1,6	1,5	1,1	17,0
ISLA NAVARINO	>24 nudos	0,9	1,5	0,8	2,4	2,2	2,2	3,0	3,2	3,0	2,5	1,5	1,8	25,0
	>36 nudos	0,0	0,0	0,1	1,0	0,3	0,5	1,5	0,9	0,3	0,5	0,2	0,0	5,3

En términos generales, deberá preferirse cortinas cortavientos del tipo 1, que no producen tanta turbulencia como las barreras densas y brindan una mayor longitud de protección hacia sotavento.

El espaciamiento entre barreras depende de un gran número de factores como velocidad del viento, dirección dominante, altura de las cortinas, sentido respecto a la dirección del viento, tipo y permeabilidad de la cortina. El efecto de las cortinas cortavientos no es acumulativo. La reducción del viento no aumenta de una cortina a la siguiente debido a que el viento está sometido a la influencia del flujo del aire ininterrumpido por encima de las cortinas. En términos muy generales y únicamente como valores indicativos para zonas muy ventosas como la Región de Magallanes, se puede considerar que las cortinas cortaviento protegen dos veces su tamaño en distancia horizontal hacia el lado de donde viene el viento (Barlovento) y 13 veces su tamaño en distancia horizontal hacia el lado donde va el viento (Sotavento), es decir, un total de quince veces su tamaño. Entonces, para evitar puntos con viento sobre la superficie, deberá espaciarse una cortina de la siguiente cada catorce veces su altura. De esta forma se logra una protección de traslape en los puntos críticos de un metro o más sobre la superficie del suelo. En algunos países europeos la ubicación de barreras (hileras de árboles) se hacen separadas por distancias de 30 a 50 veces su altura, con el único propósito de reducir en forma general la velocidad del viento.

El establecimiento de una red de cortinas cortavientos en rectángulo ofrece algunas ventajas sobre los sistemas de barreras paralelas, como un espaciamiento mayor entre las cortinas y hace perder importancia a la orientación de la barrera ya que protegen las áreas de cultivo por todos lados, especialmente en aquellos lugares como Magallanes donde no hay una dirección claramente dominante.

A continuación se presentan los cuadros con el resumen de los valores de las variables agroclimáticas para cada distrito.

CUADRO V.1-4
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL DISTRITO 1: PUERTO NATALES - PUNTA ARENAS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (° C)	15.6	15.3	13.7	11.0	8.1	5.7	4.5	4.8	6.4	9.1	12.0	14.4	10.1
T. MIN (° C)	6.6	6.5	5.5	3.8	1.9	0.4	-0.5	-0.4	0.6	2.3	4.2	5.7	3.1
T. MED (° C)	10.6	10.4	9.2	7.1	4.8	2.9	1.9	2.1	3.4	5.4	7.7	9.6	6.3
SUMA T.10° (DG bas10)	51	49	34	14	4	0	0	0	1	6	19	39	216
S.T10 ACUM. (DG bas10)	116	165	198	212	216	216	216	216	1	7	25	65	216
SUMA T.5° (DG base5)	197	188	129	53	15	0	0	0	3	23	72	151	832
S.T.5 ACUM. (DG base5)	446	634	763	817	832	832	832	832	3	26	98	249	832
HR.FRIO (hr.)	103	111	225	452	636	720	720	720	720	587	396	176	5565
H.F. ACUMU. (hr.)	4777	4888	5113	5565	636	1356	2076	2796	3516	4103	4499	4674	5565
R. SOLAR (Ly/dia)	405	358	277	184	103	56	56	103	184	277	358	405	231
PRECIPIT. (mm)	36	37	38	37	36	34	35	29	26	32	33	33	404
HUM. REL. (%)	72	73	75	78	81	83	84	83	81	78	75	73	78
EVAP.POT. (mm)	156	146	119	82	45	18	8	17	43	80	118	146	978
DEF.HIDR. (mm)	120	109	81	45	9	0	0	0	17	49	85	113	629
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	16	27	13	0	0	0	0	55
IND.HUMED.	0.23 *	0.25 *	0.32 *	0.45 *	0.79	1.88	4.34	1.76	0.61	0.39 *	0.28 *	0.22 *	0.41

* : mes seco

NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

0 ° C	0.0	0.4	1.0	3.3	9.2	14.5	17.2	16.9	13.7	8.1	3.0	0.7	88.0
-2 ° C	0.0	0.0	0.2	1.1	4.0	8.1	10.7	10.4	7.5	3.4	0.8	0.1	46.3
-4 ° C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	3.9	5.8	5.6	3.4	1.1	0.2	0.0	21.7
-6 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	2.6	2.5	1.3	0.3	0.0	0.0	8.5
-8 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.9	0.9	0.4	0.1	0.0	0.0	2.8
-10 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

FECHA PRIMERA HELADA : 23 de febrero (50% prob.)
FECHA ULTIMA HELADA : 3 de diciembre (50% prob)
PERIODO LIBRE DE HELADAS: 67 días

CUADRO V.1-5
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL DISTRITO 2: RIO VERDE

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (° C)	14.6	14.4	12.8	10.3	7.6	5.4	4.2	4.4	6.0	8.5	11.2	13.4	9.4
T. MIN (° C)	6.2	6.2	5.2	3.7	2.0	0.5	-0.3	-0.3	0.7	2.2	3.9	5.4	3.0
T. MED (° C)	9.9	9.8	8.6	6.7	4.6	2.8	1.8	2.0	3.2	5.1	7.2	9.0	5.9
SUMA T.10° (DG bas10)	42	40	22	11	3	0	0	0	0	5	15	32	169
S.T10 ACUM. (DG bas10)	93	133	155	166	169	169	169	169	0	5	19	51	169
SUMA T.5° (DG base5)	179	171	96	45	13	0	0	0	0	20	63	136	724
S.T.5 ACUM. (DG base5)	399	570	666	711	724	724	724	724	0	20	83	220	724
HR.FRIO (hr.)	142	151	280	488	669	720	720	720	720	608	436	242	5898
H.F. ACUMU. (hr.)	4979	5130	5410	5898	669	1389	2109	2829	3549	4158	4594	4836	5898
R. SOLAR (Ly/día)	388	343	264	173	94	49	49	94	173	264	343	388	219
PRECIPIT. (mm)	61	63	64	63	61	57	59	50	45	54	55	55	686
HUM. REL. (%)	73	74	76	79	82	84	85	84	82	79	76	74	79
EVAP.POT. (mm)	143	134	109	74	40	15	6	14	39	73	108	134	890
DEF.HIDR. (mm)	82	71	44	12	0	0	0	0	0	20	53	78	360
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	21	42	53	36	6	0	0	0	157
IND.HUMED.	0.42 *	0.47 *	0.59	0.84	1.51	3.77	9.83	3.49	1.14	0.73	0.51	0.41 *	0.77

* : mes seco

NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

0 ° C	0.1	1.1	1.2	3.8	8.0	13.9	16.5	16.3	13.4	8.3	3.5	1.1	87.0
-2 ° C	0.0	0.0	0.2	1.2	4.0	7.7	10.1	9.9	7.3	3.5	1.0	0.2	45.1
-4 ° C	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	3.6	5.3	5.2	3.3	1.2	0.2	0.0	20.6
-6 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	2.3	2.2	1.2	0.3	0.0	0.0	7.8
-8 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	2.5
-10 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

FECHA PRIMERA HELADA : 25 de enero (50% prob.)
FECHA ULTIMA HELADA : 24 de diciembre (50% prob.)
PERIODO LIBRE DE HELADAS: 49 días

CUADRO V.1-6
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL DISTRITO 3: CERRO SOMBRERO

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (° C)	16.0	15.8	14.1	11.5	8.6	6.3	5.1	5.3	7.0	9.6	12.5	14.8	10.6
T. MIN (° C)	6.8	6.7	5.7	3.9	2.0	0.4	-0.5	-0.4	0.6	2.4	4.3	5.9	3.2
T. MED (° C)	10.9	10.7	9.4	7.4	5.1	3.2	2.2	2.4	3.6	5.7	8.0	9.9	6.5
SUMA T.10° (DG bas10)	56	53	38	16	5	1	0	0	2	7	21	43	243
S.T10 ACUM. (DG bas10)	130	183	221	237	242	243	243	243	2	9	30	74	243
SUMA T.5° (DG base5)	209	199	140	61	19	2	0	0	7	27	78	162	904
S.T.5 ACUM. (DG base5)	483	682	822	883	902	904	904	904	7	34	113	274	904
HR.FRIO (hr.)	87	95	191	423	602	720	720	720	720	567	369	139	5353
H.F. ACUMU. (hr.)	4644	4739	4930	5353	602	1322	2042	2762	3482	4049	4418	4557	5353
R. SOLAR (Ly/día)	410	363	282	188	107	60	60	107	188	282	363	410	235
PRECIPIT. (mm)	23	24	25	24	23	22	23	19	17	21	21	21	264
HUM. REL. (%)	70	71	73	77	80	82	83	82	80	76	73	71	77
EVAP.POT. (mm)	139	130	106	73	40	16	7	15	39	72	105	130	871
DEF.HIDR. (mm)	116	106	81	49	17	0	0	0	21	51	84	108	633
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	6	16	4	0	0	0	0	26
IND.HUMED.	0.17 *	0.19 *	0.23 *	0.33 *	0.59	1.39	3.24	1.30	0.45 *	0.29 *	0.20 *	0.16 *	0.30

* : mes seco

NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

0 ° C	0.0	0.0	0.8	3.4	8.9	14.3	17.0	16.7	13.4	7.7	2.7	0.0	85.0
-2 ° C	0.0	0.0	0.1	1.0	3.9	8.1	10.7	10.4	7.3	3.2	0.7	0.0	45.4
-4 ° C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	3.9	5.8	5.6	3.4	1.0	0.1	0.0	21.3
-6 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	2.6	2.4	1.2	0.3	0.0	0.0	8.4
-8 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.9	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	2.7
-10 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

FECHA PRIMERA HELADA : 9 de marzo (50% prob.)
FECHA ULTIMA HELADA : 15 de noviembre (50% prob.)
PERIODO LIBRE DE HELADAS: 79 días

CUADRO V.1-7
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL DISTRITO 4: CAMERON

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (° C)	15.7	15.4	13.7	10.9	7.8	5.4	4.1	4.4	6.1	8.9	12.0	14.4	9.9
T. MIN (° C)	6.2	6.2	5.3	3.8	2.0	0.6	-0.2	-0.2	0.7	2.2	4.0	5.4	3.0
T. MED (° C)	10.5	10.3	9.0	7.0	4.7	2.8	1.9	2.0	3.3	5.3	7.6	9.5	6.2
SUMA T.10° (DG bas10)	50	47	32	13	3	0	0	0	0	5	18	38	207
S.T10 ACUM. (DG bas10)	111	158	191	204	207	207	207	207	0	6	24	62	207
SUMA T.5° (DG base5)	190	181	124	50	13	0	0	0	1	21	69	146	795
S.T.5 ACUM. (DG base5)	427	608	732	782	795	795	795	795	1	22	91	237	795
HR.FRIO (hr.)	127	135	254	463	653	720	720	720	720	594	410	217	5733
H.F. ACUMU. (hr.)	4881	5016	5271	5733	653	1373	2093	2813	3533	4127	4537	4754	5733
R. SOLAR (Ly/dia)	418	370	288	194	112	64	64	112	194	288	370	418	241
PRECIPIT. (mm)	27	28	28	28	27	25	26	22	20	24	24	24	303
HUM. REL. (%)	71	72	74	77	80	82	83	82	80	77	74	72	77
EVAP.POT. (mm)	133	124	101	69	38	15	6	14	37	68	100	124	830
DEF.HIDR. (mm)	106	97	73	42	11	0	0	0	17	45	76	100	566
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	11	20	8	0	0	0	0	39
IND.HUMED.	0.20 *	0.22 *	0.28 *	0.40 *	0.71	1.74	4.34	1.62	0.54	0.35 *	0.24 *	0.20 *	0.37

* : mes seco

NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

0 ° C	0.0	0.4	1.2	3.4	8.7	13.5	16.1	16.0	13.1	8.1	3.4	1.0	85.0
-2 ° C	0.0	0.0	0.2	1.2	3.8	7.5	9.8	9.6	7.0	3.4	1.0	0.2	43.7
-4 ° C	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	3.4	5.1	5.0	3.2	1.1	0.2	0.0	19.7
-6 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	2.2	2.1	1.1	0.3	0.0	0.0	7.4
-8 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	2.3
-10 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

FECHA PRIMERA HELADA : 3 de febrero (50% prob.)
FECHA ULTIMA HELADA : 16 de diciembre (50% prob.)
PERIODO LIBRE DE HELADAS: 85 días

CUADRO V.1-8
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL DISTRITO 5: CORDILLERA OCCIDENTAL

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (° C)	13.1	12.9	11.6	9.5	7.1	5.1	4.1	4.3	5.6	7.7	10.1	12.1	8.6
T. MIN (° C)	5.8	5.8	5.0	3.6	2.0	0.6	-0.1	-0.1	0.7	2.1	3.7	5.1	2.9
T. MED (° C)	9.0	8.9	7.9	6.2	4.3	2.8	1.9	2.0	3.0	4.7	6.6	8.2	5.5
SUMA T.10° (DG bas10)	29	22	16	6	2	0	0	0	0	3	9	18	107
S.T10 ACUM. (DG bas10)	60	82	99	105	107	107	107	107	0	3	12	31	107
SUMA T.5° (DG base5)	157	121	88	35	11	0	0	0	0	17	50	99	579
S.T.5 ACUM. (DG base5)	324	446	533	568	579	579	579	579	0	17	68	167	579
HR.FRIO (hr.)	196	205	346	545	720	720	720	720	720	651	496	320	6359
H.F. ACUMU. (hr.)	5263	5468	5814	6359	720	1440	2160	2880	3600	4251	4747	5067	6359
R. SOLAR (Ly/día)	286	253	197	131	75	42	42	75	131	197	253	286	164
PRECIPIT. (mm)	109	112	115	112	109	103	106	91	82	97	97	100	1231
HUM. REL. (%)	77	77	79	81	82	84	84	84	82	80	79	77	81
EVAP.POT. (mm)	105	98	80	55	30	12	5	11	29	54	79	98	656
DEF.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EXC.HIDR. (mm)	4	13	35	57	79	91	101	80	53	43	18	2	575
IND.HUMED.	1.04	1.14	1.43	2.03	3.62	8.79	21.15	8.29	2.83	1.79	1.22	1.02	1.88

NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

0 ° C	0.7	1.2	2.1	4.3	9.0	13.5	16.0	15.9	13.2	8.6	4.0	1.5	90.0
-2 ° C	0.1	0.1	0.3	1.3	3.9	7.3	9.5	9.4	7.1	3.7	1.2	0.3	44.3
-4 ° C	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	3.3	4.9	4.8	3.2	1.3	0.3	0.0	19.5
-6 ° C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	2.0	2.0	1.1	0.3	0.0	0.0	7.2
-8 ° C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.7	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	2.2

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.
H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

FECHA PRIMERA HELADA : 5 de enero (50% prob.)
FECHA ULTIMA HELADA : 28 de diciembre (50% prob.)
PERIODO LIBRE DE HELADAS: 8 días

CUADRO V.1-9
DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DEL DISTRITO 1: PTO. NATALES-PTA. ARENAS

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	DEF. HIDRI	INDIC.AGROCLI. SECANO	RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ballica	2	1	1	2	0.77	0.84	Limit. Leve
Festuca	2	1	1	1	0.79	0.83	Limit. Leve
Trigo	1	1	1	1	0.77	0.82	Limit. Leve
Avena	1	2	1	1	0.72	0.80	Limit. Leve
Cebada	2	2	1	2	0.67	0.79	Limit. Leve
T.Blanco	1	2	1	1	0.71	0.79	Limit. Leve
Pasto Ovi.	1	2	1	2	0.70	0.78	Limit. Leve
T.Rosado	1	2	1	1	0.69	0.77	Limit. Leve
T.Subterr.	1	2	1	2	0.67	0.75	Limit. Leve
Papas	2	2	1	1	0.66	0.71	Lim.Moderada
Ajo	3	2	1	2	0.37	0.57	Lim.Moderada
Cebolla	3	2	1	2	0.37	0.56	Lim.Moderada
Zanahoria	2	3	1	2	0.39	0.55	Lim.Moderada
Lechuga	2	4	1	2	0.43	0.50	Lim.Moderada
Alfalfa	2	4	1	2	0.40	0.50	Lim.Moderada
Arveja sec	3	3	1	1	0.27	0.30	Lim. Severa
Cerezo	4	1	1	3	0.14	0.28	Lim. Severa
Espárrago	4	2	1	4	0.08	0.26	Lim. Severa
Ciruelo	4	2	1	2	0.16	0.24	Excluido
Ají	4	2	1	4	0.09	0.21	Excluido
Tomate	4	2	1	4	0.09	0.21	Excluido
Peral	Ex	1	1	3	0.11	0.21	Excluido
Manzano	Ex	1	1	3	0.11	0.21	Excluido
Frejol gr.	Ex	2	1	4	0.07	0.16	Excluido
Garbanzo	Ex	3	1	1	0.13	0.13	Excluido
Maíz	Ex	3	1	4	0.00	0.00	Excluido
Durazno	Ex	2	1	2	0.00	0.00	Excluido
Maravilla	Ex	3	1	4	0.00	0.00	Excluido
Cucurbit.	Ex	2	1	3	0.00	0.00	Excluido

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado:

1 = Sin limitaciones para la especie.
2 = Existen limitaciones leves para una producción comercial.
3 = Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial.
4 = Limitaciones severas, restringe totalmente producción comercial.
Ex = Esta variable excluye a la especie.

CUADRO V.1-10
DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DEL DISTRITO 2: RIO VERDE

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	DEF. HIDRI	INDIC.AGROCLI. SECANO	INDIC.AGROCLI. RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ballica	1	1	1	1	0.80	0.84	Limit. Leve
Festuca	1	1	1	1	0.80	0.83	Limit. Leve
Trigo	1	2	1	1	0.77	0.82	Lim.Moderada
Cebada	2	1	1	1	0.76	0.77	Lim.Moderada
Avena	2	2	1	1	0.63	0.66	Lim.Moderada
T.Blanco	3	2	1	1	0.36	0.44	Lim. Severa
Lechuga	3	2	1	1	0.31	0.44	Lim. Severa
T.Rosado	3	2	1	1	0.35	0.40	Lim. Severa
Pasto Ovi.	3	2	1	1	0.32	0.38	Lim. Severa
T.Subterr.	3	2	1	1	0.34	0.38	Lim. Severa
Papas	4	2	1	1	0.32	0.37	Lim. Severa
Alfalfa	4	2	1	2	0.27	0.36	Lim. Severa
Zanahoria	3	2	1	1	0.33	0.35	Lim. Severa
Ajo	3	2	1	1	0.33	0.35	Lim. Severa
Cebolla	3	2	1	1	0.33	0.34	Lim. Severa
Arveja sec	4	3	1	1	0.20	0.20	Excluido
Cerezo	Ex	2	1	1	0.16	0.19	Excluido
Espárrago	4	2	1	3	0.10	0.18	Excluido
Ciruelo	Ex	2	1	1	0.15	0.16	Excluido
Ají	Ex	3	1	2	0.09	0.14	Excluido
Tomate	Ex	3	1	2	0.09	0.14	Excluido
Peral	Ex	2	1	1	0.12	0.13	Excluido
Manzano	Ex	2	1	1	0.12	0.13	Excluido
Garbanzo	Ex	3	1	1	0.08	0.09	Excluido
Frejol gr.	Ex	4	1	2	0.04	0.06	Excluido
Maíz	Ex	4	1	3	0.00	0.00	Excluido
Durazno	Ex	3	1	1	0.00	0.00	Excluido
Maravilla	Ex	4	1	2	0.00	0.00	Excluido
Cucurbit.	Ex	3	1	2	0.00	0.00	Excluido

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado:
1 = Sin limitaciones para la especie.
2 = Existen limitaciones leves para una producción comercial.
3 = Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial.
4 = Limitaciones severas, restringe totalmente producción comercial.
Ex = Esta variable excluye a la especie.

CUADRO V.1-11
DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DEL DISTRITO 3: CERRO SOMBRERO

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	DEF. HIDRI	INDIC.AGROCLI. SECANO	RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Festuca	1	1	1	2	0.67	0.85	Limit. Leve
Avena	1	1	1	2	0.64	0.84	Limit. Leve
Pasto Ovi.	1	1	1	2	0.63	0.83	Limit. Leve
Trigo	1	1	1	2	0.61	0.82	Limit. Leve
Zanahoria	2	2	1	2	0.67	0.77	Limit. Leve
Lechuga	2	2	1	3	0.65	0.70	Limit. Leve
Cebada	1	1	1	2	0.58	0.61	Lim.Moderada
Ballica	1	2	1	1	0.44	0.51	Lim.Moderada
T.Blanco	1	2	1	2	0.39	0.45	Lim.Moderada
Alfalfa	1	2	1	2	0.31	0.45	Lim.Moderada
T.Subterr	3	2	1	3	0.21	0.39	Lim. Severa
Papas	3	2	1	3	0.19	0.38	Lim. Severa
T.Rosado	3	2	1	2	0.26	0.34	Lim. Severa
Ajo	3	3	1	2	0.25	0.34	Lim. severa
Cebolla	4	3	1	2	0.28	0.33	Lim. Severa
Cerezo	4	2	1	4	0.09	0.23	Excluido
Arveja sec	3	3	1	1	0.22	0.22	Excluido
Espárrago	4	3	1	Ex	0.04	0.21	Excluido
Ciruelo	4	3	1	3	0.12	0.19	Excluido
Peral	Ex	2	1	4	0.06	0.17	Excluido
Manzano	Ex	2	1	4	0.06	0.17	Excluido
Ají	4	3	1	4	0.06	0.16	Excluido
Tomate	4	3	1	4	0.06	0.16	Excluido
Garbanzo	Ex	3	1	1	0.10	0.10	Excluido
Frejol gr.	Ex	4	1	4	0.02	0.06	Excluido
Maíz	Ex	Ex	1	Ex	0.00	0.00	Excluido
Durazno	Ex	3	1	3	0.00	0.00	Excluido
Maravilla	Ex	Ex	1	4	0.00	0.00	Excluido
Cucurbit.	Ex	3	1	4	0.00	0.00	Excluido

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado:
1 = Sin limitaciones para la especie.
2 = Existen limitaciones leves para una producción comercial.
3 = Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial.
4 = Limitaciones severas, restringe totalmente producción comercial.
Ex = Esta variable excluye a la especie.

CUADRO V.1-12
DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DEL DISTRITO 4: CAMERON

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	DEF. HIDRI	INDIC.AGROCLI. SECANO	RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ballica	1	3	1	1	0.51	0.52	Lim.Moderada
Festuca	2	3	1	1	0.51	0.52	Lim.Moderada
Pasto Ovi.	2	3	1	1	0.00	0.00	Lim.Moderada
Avena	4	4	1	1	0.40	0.44	Lim. Severa
Trigo	1	3	1	1	0.40	0.44	Lim. Severa
Zanahoria	4	4	1	1	0.42	0.43	Lim. Severa
Cebada gr.	2	3	1	1	0.41	0.42	Lim. Severa
Papas	2	3	1	1	0.33	0.36	Lim. Severa
Lechuga	4	4	1	2	0.34	0.35	Lim. Severa
T.Blanco	4	4	1	2	0.26	0.32	Lim. Severa
Alfalfa	4	4	1	2	0.22	0.30	Lim. Severa
Ajo	4	4	1	2	0.25	0.28	Lim. Severa
Cebolla	4	4	1	2	0.23	0.26	Lim. Severa
T.Rosado	4	4	1	1	0.14	0.16	Excluido
T.Subterr.	4	4	1	1	0.13	0.15	Excluido
Cerezo	Ex	4	1	2	0.08	0.10	Excluido
Espárrago	4	4	1	3	0.05	0.10	Excluido
Ciruelo	Ex	4	1	1	0.08	0.09	Excluido
Peral	Ex	4	1	2	0.06	0.07	Excluido
Manzano	Ex	4	1	2	0.06	0.07	Excluido
Arveja sec	4	Ex	1	1	0.06	0.06	Excluido
Ají	Ex	4	1	3	0.04	0.06	Excluido
Tomate	Ex	4	1	3	0.04	0.06	Excluido
Garbanzo	Ex	Ex	1	1	0.03	0.03	Excluido
Maravilla	Ex	Ex	1	3	0.00	0.00	Excluido
Durazno	Ex	4	1	1	0.00	0.00	Excluido
Frejol gr.	Ex	Ex	1	3	0.00	0.00	Excluido
Maíz	Ex	Ex	1	3	0.00	0.00	Excluido
Cucurbit.	Ex	Ex	1	2	0.00	0.00	Excluido

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado:
1 = Sin limitaciones para la especie.
2 = Existen limitaciones leves para una producción comercial.
3 = Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial.
4 = Limitaciones severas, restringe totalmente producción comercial.
Ex = Esta variable excluye a la especie.

V.2 SUELOS

V.2.1 INTRODUCCION

Este capítulo corresponde al estudio agrológico semidetallado, a escala 1:50.000, de los suelos de las provincias de Magallanes, Ultima Esperanza y Tierra del Fuego, forma parte del "Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes, XII Región".

El estudio agrológico fue efectuado de acuerdo a las normas actualmente usadas en el país y consta de un mapa agrológico y las clasificaciones técnicas interpretativas de Clase de Capacidad de Uso, Categoría de Riego, Clases de Drenaje y Erosión de los suelos.

Los sectores seleccionados para realizar potenciales proyectos de riego y/o drenaje se ubican en las Provincias de Ultima Esperanza, Magallanes y Tierra del Fuego, de la XII Región.

Los sectores en la Provincia de Ultima Esperanza son:

Sector S1:	Cerro Castillo - Cerro Guido
Sector S2:	Río Tres Pasos
Sector S4:	Río Tranquilo

Los sectores seleccionados en la Provincia de Magallanes son:

Sector S5:	Morro Chico
Sector S6:	Laguna Blanca
Sector S7:	San Jorge - Ciaike
Sector S8:	Río Susana - Bahía Oazy
Sector S9:	Río Verde
Sector S11:	Kampenaike
Sector S12:	Mina Rica
Sector S13:	Agua Fresca

Los sectores seleccionados en la Provincia de Tierra del Fuego son:

Sector S14:	Ríos Oscar, Oro y Rogers
Sector S15:	Río Side
Sector S16:	Porvenir
Sector S17:	Río Chico
Sector S18:	Río Grande

V.2.2 GEOMORFOLOGIA

La Región de Magallanes se encuentra dividida en macrounidades naturales que se identifican como sistemas territoriales[1]. Los sectores seleccionados por el proyecto se encuentran dentro de dos Sistemas Territoriales, Subandino Oriental y de Pampa.

[1] Colección Geografía de Chile, Geografía XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile, 1987.

Sistema Subandino Oriental:

En el Sistema Subandino Oriental se ubican los sectores: 1. Cerro Castillo - Cerro Guido, 2. Río Tres Pasos, 4. Río Tranquilo y 13. Agua Fresca.

Este sistema corresponde a la vertiente oriental de la cordillera Patagónica y al borde occidental de la Pampa Magallánica y constituye una angosta faja que corre de norte a sur.

El territorio de este sistema está constituido por mesetas de baja altura, está atravesado por modestos cordones montañosos, con cumbres que rara vez sobrepasan los 1.000 m.s.n.m. y están fuertemente modificados por los hielos cuaternarios y efectos postglaciales que labraron amplios valles.

El substrato geológico de esta unidad corresponde a depósitos marinos de diferentes épocas, presentando intercalaciones de depósitos del cuaternario, morrenas terminales y rocas volcánicas andesítico - basálticas.

Los sectores ubicados en esta unidad presentan diferentes formas: terrazas fluviales con planos de inundación en los valles de los ríos de Las Chinas, Tres Pasos, Tranquilo y Hollemberg; zonas planas y suavemente onduladas de sedimentos fluvioglaciales sobre materiales glaciales a diferentes profundidades y en el sector del Lago Balmaceda una formación de terraza marina de topografía plana a suavemente ondulada con un substrato de arenisca.

Sistema de Pampa:

Este sistema coincide con la unidad morfológica de la Pampa Patagónica, que ocupa gran parte del territorio situado en ambos márgenes del estrecho de Magallanes. Limita al norte y este con Argentina y por el oeste y sur con el Sistema Subandino Oriental. En este sistema se ubican los restantes sectores del proyecto.

El sistema se caracteriza por una topografía plana y con suaves ondulaciones, típicas del modelado fluvioglacial, y pequeños cordones montañosos que encierran numerosas cuencas lacustres.

El substrato geológico es predominantemente terciario, cubierto por un potente manto de depósitos glacio fluviolacustres del cuaternario.

Los sectores del proyecto ubicados en esta unidad territorial muestran diferentes formas, dominantemente planos y lomajes fluvioglaciales, terrazas fluviales con planos de inundación en los principales ríos como el Penitente, Susana, Ciaike, Side, del Oro, Oscar, Rogers, Chico y Grande, y vegas en los sectores bajos. Otra formación corresponde a la cuenca lacustre de Laguna Blanca, en el sector 6.

Un rasgo típico del clima del sistema es la presencia de fuertes vientos todo el año e incrementados en primavera y verano. Este viento es el causante principal de la erosión que muestran algunos suelos de la pampa.

V.2.3 COMENTARIO SOBRE LOS SUELOS Y SU VEGETACION POR SECTOR

Análisis de las diferentes Series de Suelos presentes en cada Sector estudiado (ver Cuadros Resúmenes de los suelos por Sector en V.2.5.5.)

V.2.3.1 Sector 1: Cerro Castillo - Cerro Guido

En los suelos de terrazas correspondientes a las Series Baguales y Las Chinas, predomina la comunidad de Mata Negra (*Verbena tridens*) con coirón amargo (*Stipa humilis*). Hacia la confluencia de los ríos Baguales y Las Chinas se observa la presencia de praderas higrófitas (vegas) y en los sectores de menor humedad se presenta el coirón (*Festuca gracillina* y *F. stipetum*), con trébol blanco.

En ciertas áreas se presentan abundantes carbonatos principalmente en la Serie Las Chinas. Estos carbonatos tienen su origen de rocas calcáreas muy antiguas (paleozoico superior), que contaminan los suelos de las terrazas aluviales. La salinidad es muy alta en algunas Fases de la Serie Las Chinas, presentándose eflorescencias salinas y sin vegetación. Corresponden a las unidades topográficas más bajas, donde los suelos pasan la mayor parte del tiempo bajo agua y además presentan escasa pendiente lo que dificulta su drenaje. En los suelos con mayor salinidad, fuertemente salino - sódicos, el pH es superior a 9; la conductividad eléctrica es superior a 7 dS/m y la relación de sodio con calcio y magnesio es muy alta, el RAS (Razón de Adsorción de Sodio del extracto de una pasta saturada), es superior a 59.

En consecuencia, dadas las condiciones de topografía, por la humedad casi permanente del sector y por el mal drenaje que impide eliminar las sales, previa aplicación de enmienda fundamental para eliminar el sodio, hacen casi imposible la habilitación de estos suelos. Lo más recomendable sería mantenerlos en las actuales condiciones, aprovechando los pastos naturales y posiblemente se puedan mejorar evitando los anegamientos del período de verano.

Los mejores suelos del sector corresponden a la Serie Tres Pasos, ocupa terrazas medias dentro del paisaje y en los lomajes se encuentran suelos de las Series Morro Chico y Ultima Esperanza. El suelo de la Serie Morro Chico es delgado y de baja retención de humedad. Son muy susceptibles a la erosión.

En los sectores más secos predomina el coirón asociado con vegetación arbustiva de Mata Barrosa (*Mulinun spinosum*), de densidad variable. En sectores, el Mogote (*Bolax gummifera*) se encuentra asociado a la Mata Negra.

V.2.3.2 Sector 2: Río Tres Pasos

Valle encerrado que presenta terrenos con vegas y empastadas naturales. En las vegas húmedas se encuentran fundamentalmente suelos de la Serie Baguales, los cuales presentan una estrata herbácea formada principalmente por Trébol blanco (*Trifolium repens*), pasto miel (*Holcus lanatus*), pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) y junquillo (*Marsippospermum grandiflorum*), en los sectores de mayor humedad.

En las posiciones más altas, igual que en el Sector 1, se encuentran suelos en posición de lomajes de las Series Tres Pasos y Ultima Esperanza con una vegetación de coirón con Mata Verde (*Chiliotrichum diffusum*), calafate (*Berberis buxifolia*) y en sectores bosque

abierto de Ñirre (*Nothofagus antarctica*). El piso herbáceo asociado al coirón está constituido principalmente por pasto miel , trébol blanco, diente de león o chicoria (*Taraxacum officinale*) y poa pratense (*Poa pratensis*).

V.2.3.3 Sector 4: Río Tranquilo

La mayor parte de este sector es húmedo, con suelos bajos, planos, de las Series El Calvario y Llanuras de Diana. Los de la Serie El Calvario son mal drenados por su posición y por un substrato de arenisca y los de la Serie Llanuras de Diana corresponden a antiguas turberas que han evolucionado, formando un suelo orgánico muy húmedo. En el momento del estudio el nivel freático estaba entre 90 y 100 cm en la Fase mejor drenada. La vegetación es de praderas higrófitas mezcladas con bosque abierto de Ñirre. La especie herbácea dominante es el pasto miel, junto a trébol blanco y junquillo. Otras especies son *Trisetum cumingii, Deschampsia flexuosa, Azorella hycopodioides, Agropyrum magellanicum.* En el sector del Lago Balmaceda se encuentra bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio*).

Los suelos de los sectores más altos son de la Serie Ultima Esperanza con vegetación de coirón y piso de pasto ovillo y pasto miel..

En el sector existen amplias áreas de Turbas, formados por acumulaciones de plantas briófitas y ciperáceas. Las Turbas de este sector como de otros sectores, deberían ser protegidas y conservadas.

V.2.3.4 Sector 5: Morro Chico

El sector incluye áreas bien definidas que relacionan suelo - clima y vegetación. Se ubican áreas bajas de las terrazas del río Penitente con suelos de la Serie Penitente y diferentes grados de humedad por problemas de drenaje. En ella la vegetación corresponde a un excelente estrato herbáceo representado principalmente por pasto miel, chicoria (*Taraxacum officinale*), poa pratense (*Poa pratensis*), cola de zorro (*Hordeum pubiflorum*), *Agrostis capillaris* y especies del género Carex.

Los sectores más altos y que corresponden a una zona de estepa, presentan suelos de las Series Ultima Esperanza y Morro Chico, la vegetación varía dependiendo del nivel de precipitación, en los sectores más húmedos se encuentra asociado Coirón con Mata Verde y en los sectores más secos y degradados por la erosión se presenta Coirón con murtilla (*Empetrum rubrum*).

El suelo de la Serie Morro Chico es muy susceptible a la erosión eólica y su manejo debe ser muy cuidadoso, evitando quede desprotegido de la vegetación.

V.2.3.5 Sector 6: Laguna Blanca

La precipitación del sector es de 250 a 300 mm. Su uso es de pastoreo de invierno.

La mayoría de los suelos del sector de Laguna Blanca corresponden a la Serie Tehuelche, de posición baja, con una suave pendiente hacia la laguna. Son suelos con problemas

de hidromorfismo, originados por sedimentos lacustres, de texturas arcillosas en profundidad y una estructura que tiende a prismática. Los horizontes superiores permiten un buen arraigamiento.

El mal drenaje y aumento de salinidad es en las Fases más cercanas a la laguna, donde se observan eflorescencias salinas. La Fase con menor salinidad presenta una conductividad eléctrica de aproximadamente 2 dS/m, sin mayor problema para las empastadas.

En los sectores de mayor salinidad y peor drenaje por su cercanía a la laguna, la conductividad es sobre 10 dS/m, con un alto contenido de sodio en el complejo de cambio, sobre 100 mmol+/L. Estos suelos son de muy difícil mejoramiento por cuanto se agrava el problema de salinidad por el mal drenaje, lo que hace prácticamente imposible habilitarlos mediante enmienda y lavado. Requieren de enmienda por su alto valor de RAS, sobre 30, debido a la preponderancia del sodio sobre calcio y magnesio.

Estos suelos se encuentran cubiertos por una excelente pradera con diferentes especies dependiendo de la mayor o menor humedad. En general domina el coirón asociado con otras especies como pasto miel, cola de zorro, cadillo (Acaena magellanica), diente de león, *poa pratense, cebadilla (Hordeum pubiflorum*), junco (*Juncus balticus y Juncus achenchzerioides*), *Festuca magallanica, agrostis* (*Agrostis capillaris*), y chicoria (*Azorella trifurcata*). En los sectores cercanos a la laguna, representado por vegas, la vegetación es muy heterogénea encontrándose como hierbas de mayor interés la cola de zorro, poa pratense, diente de león y especies del género Carex (*C. gallana, C. subantarctica y C. canescens*).

Los suelos de las posiciones más altas corresponden a las Serie La Leona y Ultima Esperanza, en ambos la vegetación es de coirón asociado con mata verde.

V.2.3.6 Sector 7: San Jorge - Ciaike

En el sector se encuentran suelos bajos, mal drenados de las Series Ciaike y Santa Susana con la típica vegetación de vega, con pradera de junquillo asociada con especies como chicoria o diente de león, poa pratense, cola de zorro, de los géneros *Carex y Agrostis, Trisetum cumingii y agropiron.*

Los suelos de la Serie Portada son de muy buenas características para empastadas, principalmente los de topografía ondulada suave o casi planos y en ella se presenta una vegetación predominante de pradera húmeda de coirón asociada a una estrata herbácea constituida principalmente por pasto miel, poa pratense, diente de león, cadillo y trébol blanco.

V.2.3.7 Sector 8: Río Susana - Bahía Oazy

El sector presenta diferentes suelos que dependiendo de su posición es la vegetación existente. En las áreas altas con suelos de las Series Los Azules y Oazy Harbour corresponde a una estepa con dominancia de gramíneas. La especie dominante es el coirón combinada con Mata Verde y entre las champas de coirón existe una asociación herbácea de los géneros Acaena, Bromus, Hordeum y Agropyron. El suelo Oazy Harbour está en posición de lomajes, es delgado, de texturas medias a moderadamente gruesas sobre un substrato arenoso grueso con gravas y de drenaje excesivo por lo que retiene muy poca humedad. Además se encuentra erosionado, influyendo en su degradación sus características negativas para mantener

una buena cubierta vegetal que lo proteja. En los sectores degradados por la erosión se produce una invasión de la murtilla.

En los sectores húmedos el Coirón está en comunidad con el coirón blanco, chicoria, diente de león, poa pratense, cola de zorro y pasto miel. Estos sectores bajos corresponden a Fases de las Series Dinamarquero y Santa Susana.

V.2.3.8 Sector 9: Río Verde

La vegetación del sector está muy asociada a la topografía de las diferentes áreas. El área baja con suelos de la Serie Río Verde tiene praderas de pasto ovillo, pasto miel y trébol blanco. Esta zona es la que presenta mejores características para el riego de praderas ya que son suelos planos y casi planos, de drenaje bueno a moderado a pesar de tener un subsuelo arcilloso denso. Otro sector con suelos de buenas condiciones para praderas son de la Serie Tres Pasos.

En sectores altos con suelos de la Serie Ultima Esperanza se presenta Mata Verde con Coirón, trébol blanco y pasto miel. También se presentan pequeños bosques de lenga y Ñirre.

V.2.3.9 Sector 11: Kampenaike

El sector corresponde a una zona de lomajes suaves con suelos de las Series Morro Chico, Kampenaike y Ultima Esperanza en los cuales domina la vegetación de coirón con Mata Verde con un tapiz de poa pratense, Rhytidosperma, Trisetum y Desehampsia flexuosa.

Los sectores de suelos con problemas de erosión, principalmente de las Series Morro Chico y Kampenaike, de similares características, presentan vegetación de coirón y murtilla, esta última domina en los sectores más degradados.

En los sectores húmedos con suelos de las Series Baguales y Las Chinas predominan los pastos de vegas con pasto miel, trébol blanco y junquillo.

V.2.3.10 Sector 12: Mina Rica

En el sector predominan suelos ondulados con pendientes entre 2 y 8% que corresponden a la Serie Mina Rica, en ellos la vegetación corresponde a una de matorrales en transición hacia la estepa, las praderas son de coirón con pasto miel, trébol, cadillo, chicoria y diente de león, asociados a matorrales de mata negra (*Verbena tridens*).

Las áreas húmedas presentan suelos de la Serie Santa Susana que tiene un substrato de arcilla densa que limita el drenaje y además se encuentran importantes sectores con turbas, predomina la pradera de junquillo asociado con especies como *Trisetum cumingii, Deschampsia flexuosa, Agropyron magallanicum.* El junquillo aumenta en densidad en los sectores más húmedos.

V.2.3.11 Sector 13: Agua Fresca

Terraza alta, ondulada, con suelos delgados sobre un substrato arcilloso. La vegetación es de mata verde en sectores y el estrato herbáceo está constituido principalmente por pasto miel y trébol blanco.

V.2.3.12 Sector 14: Ríos Oscar, Oro y Rogers

En las diferentes áreas que corresponden a este sector se encuentran extensos coironales con vegetación arbustiva rala de mata verde y vegetación herbácea de pasto ovillo y pasto miel.

Las áreas más húmedas de los suelos de terraza correspondientes a las Series Río Rogers y Río del Oro presentan una buena pradera de trébol blanco, pasto miel y junquillo.

V.2.3.13 Sector 15: Valle del Río Side

Una amplia zona presenta suelos de la Serie Sombrero que son delgados, de baja retención de humedad, erosionados, con una vegetación de coirón ralo y arbustos de mata verde. En sectores de la estepa se presenta un matorral rastrero, la murtilla, que va cundiendo a medida que el suelo es degradado por la erosión. Son típicos de suelos secos y ácidos, que en sectores presentan algunas plantas acojinadas como chicoria *(Azorella trifurcata)* y *Azorella caespitosa.*

En los sectores húmedos de suelos de las Series Bellavista y Side existe una buena cubierta herbácea, formada normalmente por pasto miel, trébol blanco, cadillo, poa pratense, diente de león y pasto ovillo.

V.2.3.14 Sector 16: Porvenir

En el sector se presentan suelos de lomajes suaves de la Serie Los Cisnes, delgados sobre mazacote y de la Serie Santa Olga, delgados sobre gravas y arenas, de baja retención de humedad. La vegetación dominante es de coirón con arbustos ralos de mata verde. En sectores se presenta mata negra (*Verbena tridens*) y mata barrosa (*Mulinum spinosum*). En ambas Series de suelos se presentan sectores erosionados donde se extiende la murtilla, planta típica de los sectores degradados.

Los sectores bajos de terrazas aluviales de las Series Río del Oro y Río Rogers, son húmedos y presentan vegetación herbácea de Deschampsia antártica, Hordeum comosum, poa pratense, chicoria, cadillo, trébol blanco, pasto miel y diente de león.

V.2.3.15 Sector 17: Río Chico

En el sector se presentan suelos en posición de lomaje suave correspondientes a la Serie Sombrero, delgados, sobre gravas y arenas, de baja retención de humedad.

En la posición baja se ubica el suelo de terraza aluvial, de la Serie Side con buena cubierta herbácea, característica de las vegas, con especies como cola de zorro, chicoria, diente de león y cadillo.

Los sectores de lomajes presentan vegetación de coirón con mata verde.

V.2.3.16 Sector 18: Río Grande

Los suelos de este sector son muy similares a los de Río Chico, al igual que la vegetación. Los sectores bajos húmedos presentan la misma cubierta herbácea. En sectores el río Grande deja terrenos anegados por la escasa pendiente de la llanura. Las vegas de mayor humedad tienen pastos blandos como *Hordeum comosum y Deschampsia antartica*, junquillo (*Marsippospermum grandiflorun) y Agropyron magellanicum.*

Los sectores más altos, con suelos de la Serie Sombrero están cubiertos con coirón (*Festuca gracillima*) y su densidad depende de lo erosionados que se encuentren.

Algunos sectores altos presentan bosque de lenga, de baja cobertura.

V.2.4 COMENTARIO DE LOS SUELOS HUMEDOS (HUMEDALES)

En los diferentes sectores estudiados se han presentado importantes áreas con terrenos de mal drenaje, tal como se presenta en el siguiente cuadro, y que varían desde drenaje moderado a muy pobre. Estos suelos se han clasificado en las diferentes Series incluidas en el estudio. Pero, además de ellas se definieron áreas de Turbas, correspondientes a terrenos húmedos, con masas de raíces y restos de vegetación en un 80 a 90%, con nivel freático superficial gran parte del año y cubiertos por vegetación hidromórfica y áreas de pantanos con agua superficial.

CUADRO V.2.4-1
AREAS CON PROBLEMAS DE DRENAJE

CLASE DE DRENAJE	SUPERFICIE (há)
Moderado	14.326,4
Imperfecto	20.039,2
Pobre	11.697,4
Muy pobre	1.072,1
SUPERFICIE TOTAL	47.135,1

Los suelos denominados de vegas, correspondientes a aquellos suelos de drenaje pobre y muy pobre, podrían ser mejorados con obras de drenaje o evitando su inundación, logrando así un mejor aprovechamiento de sus pastos. Las Series de suelos que incluyen unidades con estas características son: Baguales, Bellavista, Calvario, Ciaike, Dinamarquero, Llanuras de Diana, Río del Oro, Rogers y Tehuelches.

Los pantanos y turbas, por el contrario, tendrían el carácter de humedales y deberían ser protegidos, para la subsistencia de flora y fauna que obtienen su subsistencia en esas zonas. Esto es especialmente importante en una zona donde se están secando numerosas lagunas que constituyen el hábitat de especies como el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), las taguas (Fulica sp.), cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), caiquenes (*Choephaga picta*) y bandurrias (*Theristicus caudatus melanopis*) o bien de donde obtienen alimentos especies como el guanaco (*Lama guarnicoe*) o el ñandú o avestruz de Magallanes (*Pterocnemia pennata*).

Los sectores donde se ubican las turbas de mayor extensión son Río Tres Pasos, Río Tranquilo, Morro Chico, Río Susana-Bahía Oazy y Mina Rica, con una superficie total de 1.834,4 há.

Los sectores donde están los pantanos más importantes por superficie son Río Tres Pasos, Laguna Blanca y Kampenaike con una superficie total de 1.021,2 há.

V.2.5 ESTUDIO DE SUELOS

V.2.5.1 Aspectos Metodológicos

- Oficina:

El material cartográfico y fotográfico utilizado en los sectores estudiados corresponde a cartas IGM en escala 1:50.000, cartas topográficas en escala 1:20.000 de ENAP para tres sectores de Tierra del Fuego (Río Side, Río Chico y Río Grande) y las fotografías aéreas de un vuelo del Servicio Aerofotogramétrico de la FACH de 1983, en escala 1:60.000.

De los 16 sectores seleccionados, que a su vez varios de ellos se encuentran separados en subsectores, se identificaron las fotografías aéreas que los cubrían, a fin de efectuar la fotointerpretación.

- Fotointerpretación preliminar:

La fotointerpretación permite separar unidades, principalmente por topografía y variaciones de tonalidades, "pattern", facilitando el trabajo de terreno, tanto para la preparación de una leyenda y el reconocimiento de suelos.

En la etapa de oficina se revisó la información existente, principalmente las descripciones de las Asociaciones de Suelos de la provincia de Magallanes, Zona Continental[2] y Geomorfología y Capacidad de Uso de los Suelos[3], para ayudar en la preparación de una Leyenda Descriptiva de los suelos que podían presentarse.

- Terreno:

La etapa de terreno se inició con un recorrido por cada uno de los sectores seleccionados, efectuando transectos en los cuales se hicieron observaciones mediante calicatas, para realizar conjuntamente con la fotointerpretación y antecedentes de estudios anteriores una Leyenda Descriptiva de los suelos, definiendo además su clasificación y la posición que ocupan dentro del paisaje. Esta leyenda descriptiva facilitó el trabajo de la cartografía de terreno y la correlación de los suelos.

Paralelamente se comenzó el reconocimiento de suelos mediante observaciones con barreno agrológico y numerosas calicatas necesarias para describir todas las características de los suelos. Los puntos de observación estaban tentativamente identificados por la separación de unidades cartográficas de la fotointerpretación.

El mapeo de los suelos se efectuó utilizando la fotografía aérea como mapa base de terreno y se contó con el apoyo de cartas topográficas IGM a escala 1:50.000 para la mayor parte de los sectores seleccionados.

---

[2] "Inventario Preliminar de los Recursos Naturales. Provincia de Magallanes, Zona Continental y Tierra del Fuego", CIREN-CORFO, 1967. Informes N° 21 y 24.

[3] "Geomorfología y Capacidad de Uso de los Suelos. Provincia de Magallanes", CIREN-CORFO, 1968. Informe N°17.

El reconocimiento se inició en los sectores de la provincia de Ultima Esperanza, continuando en la provincia de Magallanes y posteriormente en la provincia de Tierra del Fuego. Se hizo siguiendo el orden de prioridades de los sectores seleccionados.

El reconocimiento se efectuó en base al Manual para Reconocimientos de Suelos y a las pautas aprobadas por la Asociación de Especialistas en Agrología, que corresponden a las especificaciones del Soil Survey Manual, modificado en 1984, del Departamento de Agricultura de EEUU de Norte América.

En cada punto observado con barreno se toman datos de textura, color, profundidad, consistencia, pedregosidad superficial, pendiente, etc. y se efectúan las clasificaciones técnicas de Clase y Subclase de Capacidad de Uso, Categoría y Subcategoría de Riego y Clase de Drenaje. En estas observaciones se identifica la unidad mediante la fórmula cartográfica.

En las descripciones realizadas en calicatas, además de los datos antes mencionados, se complementó con información de estructura, porosidad, tipo de substrato, espesor de horizontes, contenido de raíces, moteados y oxidaciones, presencia de sales o carbonatos y cualquier otra característica importante para definir las Series.

Terminada la etapa del reconocimiento se tomaron muestras de dos Series que presentaban Fases salinas.

El trabajo de terreno se vio facilitado por la homogeneidad de los suelos, encontrándose fundamentalmente suelos formados por procesos glaciales, de terrazas aluviales, de terrazas remanentes y de formaciones lacustrinas. En algunos sectores se encontraron turbas, en las posiciones mas bajas y deprimidas de áreas húmedas.

- Fotointerpretación definitiva:

Una vez terminado el reconocimiento en terreno se efectuó una nueva fotointerpretación a objeto de mejorar las separaciones de las unidades cartográficas antes del traspaso definitivo a la carta topográfica.

- Traspaso Cartográfico:

El traspaso de las líneas de suelo desde la fotografía a la carta topográfica es la última etapa en la preparación de la cartografía de suelos y se realizó en una reducción a escala 1:50.000 de las cartas topográficas a escala 1:10.000.

- Descripciones de los Suelos:

Con las descripciones de calicatas realizadas en las Fases representativas de cada Serie se describieron las diferentes Series de suelos identificadas por el estudio.

V.2.5.2 Unidades de Clasificación y Unidades Cartográficas

Se usó la Serie de Suelo como unidad de clasificación debido al nivel semidetallado del estudio y a la homogeneidad de los suelos en los diferentes sectores. Además

se usó la Fase como unidad cartográfica, corresponde a una subdivisión de la Serie basada en una o varias características que sean significativas en el manejo de los suelos.

Cada unidad cartográfica, Fase o Misceláneo, tiene un símbolo que las identifica en el mapa de suelos.

Simbología:

La simbología del mapa agrológico, definida en el Manual, consiste en un sistema binomial o trinomial de letras para designar la Serie, llevando la unidad cartográfica representativa de la Serie el número 1 y el resto de las Fases números secuenciales.

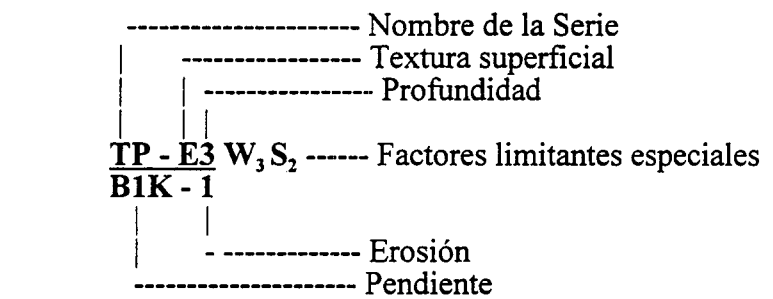
El símbolo consta de una fracción a la cual se adosan factores limitantes permanentes o temporales.

En la fracción, el numerador está formado por el nombre de la Serie (dos letras), textura superficial y profundidad.

El denominador está formado por los factores limitantes pendiente y erosión.

Los factores limitantes drenaje, pedregosidad, rocosidad, inundaciones, salinidad y/o alcalinidad, aparecen multiplicando la fracción.

Ejemplo de unidad cartográfica y su fórmula:



V.2.5.3 Características del Suelo. Símbolos, Conceptos y Rangos

a) Profundidad

La profundidad se mide en función de la existencia de un impedimento que limita o impide la penetración de raíces.

La textura superficial corresponde a los primeros 20 cm de suelos; en caso de existir más de un horizonte con diferentes texturas, debe referirse a la mezcla de ellos. Esta textura se denomina de acuerdo al agrupamiento textural.

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)
1	Profundo	más de 100 cm
2	Moderadamente profundo	75 - 100 cm
3	Ligeramente profundo	50 - 75 cm
4	Delgado	25 - 50 cm
5	Muy delgado	menos de 25 cm

b) Textura Superficial

Se basa en el Triángulo Textural del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA).

AGRUPAMIENTO TEXTURAL	SIMBOLOS CARTOGRAFICOS Y SUBDIVISION DE AGRUPAMIENTO TEXTURAL		TEXTURAS
Fina	A	Muy fina	Arcillosa (A)
	B	Fina	Arcillo limosa (AL) Arcillo Arenosa (Aa)
	C	Moderadamente fina	Franco arcillo limosa (FAL) Franco arcillosa (FA) Franco arcillo arenosa)FAa)
Media	D	Media	Limosa (L) Franco limosa (FL) Franca (F) Franco arenosa muy fina(Famf)
Gruesa	E	Moderadamente gruesa	Franco arenosa fina (Faf) Franco arenosa (Fa)
	F	Gruesa	Areno francosa muy fina (aFmf) Areno francosa fina (aFf) Areno francosa (aF) Areno francosa gruesa (aFg) Arenosa muy fina (amf) Arenosa fina (af)
Muy gruesa	G	Muy gruesa	Arenosa media (am) Arenosa gruesa (ag)

c) Pendiente Simple

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION	%
A	Plano	0 - 1
B	Suavemente inclinado	1 - 3
C	Moderadamente inclinado	3 - 8
D	Fuertemente inclinado	8 - 15
E	Moderadamente escarpado	15 - 25
F	Escarpado	25 - 45
G	Muy escarpado	45 - 65

d) Pendientes Complejas

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION	%
AK	Casi plano	1 - 3
B1K	Ligeramente ondulado	2 - 5
B2K	Suave ondulado	5 - 8
CK	Moderadamente ondulado	8 - 15
DK	Fuertemente ondulado	15 - 20
EK	De lomajes	20 - 30
FK	De cerros	30 - 50
GK	De montañas	más de 50

e) Erosión

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION
0	Ninguna o leve
1	Ligera
2	Moderada
3	Severa

f) Clases de Drenaje

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION
W1	Muy pobre
W2	Pobre
W3	Imperfecto
W4	Moderado
W5	Bueno (no se indica en la fórmula)
W6	Excesivo

g) Inundución

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION
F1 F2	Inundación frecuente (temporal) Inundación muy frecuente (casi permanente o permanente)

h) Salinidad

SIMBOLO CARTOGRAFICO	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (dS/m)*	DENOMINACION
S0	0 - 2	No salino (no se indica)
S1	2 - 4	Ligeramente salino
S2	4 - 8	Salino
S3	8 - 12	Muy salino
S4	Más de 12	Extremadamente salino

* La Conductividad Eléctrica de un Extracto de Pasta Saturada a 25° C

i) Alcalinidad

SIMBOLO CARTOGRAFICO	% SATURACION SODICA	DENOMINACION
A0	0 - 10	No alcalino (no se indica)
A1	10 - 15	Ligeramente alcalino
A2	15 - 25	Alcalino
A3	25 - 40	Muy alcalino
A4	más de 40	Extremadamente alcalino

j) Pedregosidad

Las clases de pedregosidad están definidas por las clases de clastos, entre 2 y 15 cm de diámetro. Se indica además el porcentaje de gravas cuando sólo se presentan clastos de 2 a 7,5 cm de diámetro. En la descripción deberá identificarse, si la pedregosidad es sólo superficial o si además está en el interior del perfil (pedón) del suelo.

SIMBOLO CARTOGRAFICO	% PIEDRAS (7,5-14 cm DIAMETRO	% GRAVAS (2-7,5 cm DIAMETRO)	DENOMINACION
P0			Sin pedregosidad
P1	0 - 5	0 - 10	Ligera pedregosidad
P2	5 - 15	10 - 20	Moderada pedregosidad
P3	15 - 35	20 - 40	Abundante pedregosidad
P4	35 - 50	40 - 85	Terrenos pedregosos
	más de 50	más de 85	

V.2.5.4 Clasificaciones Interpretativas. Símbolos y Conceptos

a) Capacidad de Uso

i) Clases de Capacidad de Uso

Indica magnitud o grado de limitaciones o riesgos.

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION
I	Arable. Sin limitaciones
II	Arable. Ligeras limitaciones
III	Arable. Moderadas limitaciones
IV	Arable. Severas limitaciones
V	Clasificación temporal posible de mejorar (*)
VI	No arable. Aptitud preferentemente ganadera
VII	No arable. Aptitud preferentemente forestal
VIII	No arable. Vida silvestre

(*) La Clase V de Capacidad de Uso es una clasificación temporal que incluye los suelos que tienen condiciones potenciales para cultivarse, pero que, por factores económicos circunstanciales no han sido habilitados. Las limitaciones que impiden los cultivos pueden ser falta de drenaje, inundaciones frecuentes, muy pedregosos, etc., pero debe considerarse que hay posibilidades de resolverlas usando tecnología adecuada y siempre que los estudios económicos lo aconsejen.

ii) Sub-clases de Capacidad de Uso (sub-índice)

Indica tipo general de limitación

SIMBOLO CARTOGRAFICO	TIPO DE LIMITANTE
s	Limitaciones en el perfil del suelo que afectan el arraigamiento
e	Limitación por erosión hídrica o eólica
w	Limitación por inundaciones o drenaje
c	Limitaciones climáticas

iii) Unidades de Capacidad de Uso (sub-índice)

SIMBOLO CARTOGRAFICO	CARACTERISTICAS DE LA LIMITANTE
0	Estrata arenosa o gravosa en el perfil
1	Erosión actual hídrica o eólica
2	Drenaje o riesgo de inundación
3	Subsuelo o estrata de permeabilidad lenta
4	Texturas gruesas en todo el perfil
5	Texturas finas o muy finas en todo el perfil
6	Salinidad o alcalinidad que limita permanentemente
7	Piedras, guijarros o rocas superficiales que interfieren labores
8	Hardpan o rocas sin meteorizar en zona de arraigamiento
9	Baja fertilidad inherente del suelo

b) Categorías de Suelos para Regadío

i) Categorías

Indica el grado de limitación o riesgos en su aptitud para ser regado.

SIMBOLO CARTOGRAFICO	DENOMINACION
1	Muy bien adaptada
2	Moderadamente bien adaptada
3	Pobremente adaptada
4	Muy pobremente adaptada
5	Condición especial
6	No apta para riego

ii). Sub-Categorías (sub-índice)

Indica la limitante general principal por la cual la categoría está limitada y se considera inferior a la 1ª categoría.

SIMBOLO CARTOGRAFICO	LIMITANTE
s	Limitación en el perfil del suelo
t	Limitación por topografía
w	Limitación por drenaje

V.2.5.5 Cuadros Resúmenes de los Suelos por Sector

Se presentan a continuación los Cuadros de los Suelos por Sectores Seleccionados:

SECTOR 1: CERRO CASTILLO - CERRO GUIDO

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE BAGUALES					
BG-C1 W3	IVw2	3w	3	-	206,8
BG-C1 W2	Vw2	6	2	-	683,8
BG-A1 W2	Vw2	6	2	-	501,4
SERIE LAS CHINAS					
CH-D2 W4	IIw	1	4	-	40,0
CH-D1 W3	IIIw2	2w	3	-	1.755,4
CH-C1 W2	IVw2	3w	2	-	74,6
CH-C1 W2S2	VIw6	6	2	-	742,5
CH-C1 W2S3A3	VIIw6	6	2	-	1.893,1
SERIE MORRO CHICO					
MC-E3 AK	IIIs0	2t	5	-	121,3
MC-E3 B1K	IIIs0	3t	5	-	81,3
MC-E3 W3 AK	IIIw2	2w	3	-	47,5
MC-E3 B2K	IVe1	3t	5	-	211,3
SERIE TRES PASOS					
TP-E2	IIIs0	2s	5	-	222,5
TP-E2 W4	IIIs0	2s	4	-	105,0
TP-E2 B1K	IIIs0	2t	5	-	833,4
TP-E2 B2K	IIIs0	3t	5	-	256,7
TP-E2 CK	VIe1	6	5	-	529,8
SERIE ULTIMA ESPERANZA					
UE-D4 W4 AK	IVs3	3s	4	-	606,3
UE-D4 B1K	IVe1	3t	5	-	1.046,5
UE-E4 B1K	IVe1	3t	5	-	623,8
UE-D4 B2K	IVe1	4t	5	-	716,3
UE-D4 CK	VIe1	6	5	-	293,8
OTRAS UNIDADES					
La LAGUNA	-	-	-	-	19,4
E ESCARPE	VIIe1	6	5	-	121,3
SUPERFICIE TOTAL					11.733,8

SECTOR 2: RIO TRES PASOS

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE BAGUALES					
BG-C1 W_3	IVw2	3w	3	-	832,5
BG-C1 W_2	Vw2	6	2	-	814,6
SERIE TRES PASOS					
TP-E2	IIIs0	2s	5	-	471,3
TP-E2 B1K	IIIs0	2t	5	-	571,3
TP-E2 B2K	IVe1	3t	5	-	616,4
TP-E2 CK	VIe1	6	5	-	181,3
SERIE ULTIMA ESPERANZA					
UE-D3 W_4 AK	IIIs3	2t	5	-	577,8
UE-D4 W_4 AK	IVs3	3s	4	-	332,5
UE-D4 B1K	IVe1	3t	5	-	542,5
UE-D4 CK	VIe1	6	5	-	191,9
OTRAS UNIDADES					
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	580,6
MP PANTANO	VIII	6	-	-	96,3
C CAJA RIO	VIII	6	-	-	130,0
La LAGUNA	-	-	-	-	44,5
TB TURBA	Vw	6	1	-	137,5
SUPERFICIE TOTAL					6.121,0

SECTOR 4: RIO TRANQUILO

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE BAGUALES					
BG-B1 W_2	Vw2	6	2	-	50,0
SERIE EL CALVARIO					
CV-C2 W_3	IVw2	3w	3	-	460,8
CV-D2 W_2	VIw2	6	2	-	75,0
CV-C2 W_2	VIw2	6	2	-	211,3
SERIE LLANURAS DE DIANA					
LD-D3 W_3	IVw2	4w	3	-	932,5
LD-D3 W_2	Vw2	6	2	-	665,0
SERIE TRES PASOS					
TP-E2	IIIs0	2s	5	-	121,5
SERIE ULTIMA ESPERANZA					
UE-D3 W_4 AK	IIIs3	2t	4	-	98,7
UE-D4 W_4 AK	IVs3	3s	4	-	242,5
UE-E4 W_4 AK	IVs3	3t	4	-	251,2
UE-E4 B1K	IVe1	3t	5	-	66,9
UE-E4 W_3 AK	IVw2	3w	3	-	33,8
UE-D4 B1K	IVe1	3t	5	-	471,3
OTRAS UNIDADES					
TB TURBA	Vw	6	1	-	680,0
DU DUNA	VIII	6	6	-	390,1
MQ QUEBRADA	VIIe1	6	5	-	44,4
MP PANTANO	VIII	6	1	-	37,3
PLAYA	-	-	-	-	83,8
SUPERFICIE TOTAL					4.916,1

SECTOR 5 : MORRO CHICO

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (ha)
SERIE MORRO CHICO					
MC-E4 AK	IVs0	3s	5	-	1.203,9
MC-D4 AK	IVs0	3s	5	-	560,0
MC-E4	IVs0	3s	5	-	116,3
MC-E4 AK-1	IVe1	3t	5	1	373,8
MC-E4 B1K	IVe1	3t	5	-	158,8
MC-E3 B2K	IVe1	3t	5	-	174,6
MC-D4 B1K	IVe1	3t	5	5 -	747,5
MC-D4 B2K	IVe1	4t	5	-	103,8
MC-E4 B2K	IVe1	4t	5	-	2.555,1
MC-E4 DK-1	VIIe1	6	5	1	47,5
SERIE PENITENTE PT-D1 W_3	IIIw2	2w	3	-	222,5
PT-D1 W_4	IIw2	1	4	-	484,2
PT-D1 W_3 AK	IIIw2	2w	3	-	973,8
PT-D1 W_2	IVw2	3w	2	-	222,5
PT-E3 W_3 AK	IVw2	3w	2	-	101,3
SERIE ULTIMA ESPERANZA					
UE-D4 B1K	IVe1	3t	5	-	200,0
UE-E4 B1K	IVe1	3t	5	-	758,8
UE-D4 W_4 AK	IVs3	3s	4	-	702,5
UE-E4 W_4 AK	IVs3	3t	4	-	878,8
UE-D4 B2K	IVe1	4t	5	-	200,0
UE-E4 B2K	IVe1	4t	5	-	102,5
UE-E4 B2K-T	VIe1	6	5	-	1.258,8
OTRAS UNIDADES					
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	176,3
TB TURBA	Vw	6	5	-	252,5
SUPERFICIE TOTAL					12.575,8

SECTOR 6: LAGUNA BLANCA

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE LA LEONA					
LN-D1 B1K	IIIs1	2t	5	-	387,5
LN-D1 AK	IIIs1	2t	5	-	407,5
SERIE TEHUELCHE					
TH-C1 W_4	IIIs5	2s	4	-	137,5
TH-C1 W_4 AK	IIIs5	2t	4	-	340,0
TH-C1 W_4 B	IIIs5	2t	4	-	797,5
TH-D1 W_3	IIIw2	2w	3	-	243,8
TH-C1 W_4 S_1	IVs5	3s	4	-	385,0
TH-C1 W_4 S_1 A_1	IVs6	3s	4	-	292,5
TH-C1 W_3 S_2	VIs6	6	3	-	867,5
TH-C1 W_3 S_2 AK	VIs6	6	3	-	352,5
TH-C1 W_3 S_3 A_3	VIIs6	6	3	-	1.028,8
TH-B1 W_3 S_3 A_3	VIIs6	6	3	-	102,5
TH-C1 W_2 S_3 A_3	Vw6	6	2	-	613,8
SERIE ULTIMA ESPERANZA					
UE-D4 W_4 AK	IVs3	3s	4	-	312,5
UE-D4 B1K	IVe1	3t	5	-	640,0
UE-E4 B2K	IVe1	4t	5	-	53,8
OTRAS UNIDADES					
MP PANTANO	VIII	6	1	-	702,5
SUPERFICIE TOTAL					7.665,2

SECTOR 7: SAN JORGE - CIAIKE

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE CIAIKE					
CK-D2 W_2	Vw2	6	2	-	1.672,6
CK-E3 W_3 AK	VIw2	6	3	-	379,5
SERIE PORTADA					
PA-D3 AK	IIIs0	2t	5	-	1.310,2
PA-E4 W_6 AK	IVs0	4s	6	-	413,8
PA-D3 B1K	IVs0	3t	5	-	886,5
PA-D3 B2K	VIe1	6	5	-	346,8
PA-D3 CK	VIIe1	6	5	-	76,3
SERIE SANTA SUSANA					
SS-D3 W_3	IVw8	3w	3	-	383,8
SS-D3 W_3 AK	IVw8	3w	3	-	296,3
SS-D3 W_3 B1K	IVw8	4t	3	-	143,8
OTRAS UNIDADES					
MQ QUEBRADA	VIIe1	6	5	-	56,3
E ESCARPE	VIIe1	6	5	-	92,6
SUPERFICIE TOTAL					6.058,5

SECTOR 8: RIO SUSANA - BAHIA OAZY

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE DINAMARQUERO					
DR-D2 W2	VIw2	6	2	-	408,4
DR-D2 W1	Vw2	6	1	-	1.072,1
SERIE LOS AZULES					
AZ-D3 W4 B1K-1	IVe1	3t	4	1	464,1
AZ-D3 W4 AK-1	IIIe1	2t	4	1	388,8
AZ-D3 W4 B2K-2	VIe1	6	4	2	94,3
SERIE OAZY HARBOUR					
OH-E4 B1K-1	IVs0	3t	5	1	1.748,8
OH-E3 AK	IIIs0	2s	5	-	745,1
OH-E3 B2K-1	IVe1	3t	5	1	291,3
OH-E4 B2K-2	VIe1	6	5	2	782,5
SERIE SANTA SUSANA					
SS-D3 W3	IVw8	3w	3	-	757,5
SS-D3 W3 AK	IVw8	3w	3	-	792,5
OTRAS UNIDADES					
La LAGUNA	-	-	-	-	156,5
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	87,5
TB TURBA	Vw	6	1	-	195,1
SUPERFICIE TOTAL					7.984,5

SECTOR 9: RIO VERDE

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE RIO VERDE					
RV-D3 W_4	IIIs3	2s	4	-	97,5
RV-D4 W_4	IIIs3	2s	4	-	1.195,0
RV-E4 W_4	IIIs3	2s	4	-	197,5
RV-D3 / AK	IIIs3	2t	5	-	675,2
RV-E3 / AK	IIIs3	2t	5	-	242,5
SERIE MORRO CHICO					
MC-E4 / AK	IVs0	3s	5	-	360,1
SERIE ULTIMA ESPERANZA					
UE-E4 W_4 / AK	IVs3	3t	4	-	2.054,2
UE-D4 W_4 / AK	IVs3	3t	4	-	128,8
UE-E4 W_4 / B	IVs3	3t	4	-	1.596,3
UE-E4 / B1K	IVe1	3t	5	-	2.011,5
UE-E4 / B2K	IVe1	4t	5	-	270,0
UE-E4 / C	VIe1	6	5	-	898,8
SERIE TRES PASOS					
TP-E2	IIIs0	2s	5	-	211,3
TP-E2 W_4	IIIs0	2s	4	-	203,8
TP-E2 / B1K	IIIs0	2t	5	-	593,8
OTRAS UNIDADES					
TA TERRAZA ALUVIAL	VIs0	6	6	-	137,5
MQ QUEBRADA	VIIe1	6	5	-	394,0
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	1.582,7
La LAGUNA	-	-	-	-	72,1
PLAYA	-	-	-	-	65,0
SUPERFICIE TOTAL					12.987,6

SECTOR 11 : KAMPENAIKE

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (ha)
SERIE KAMPENAIKE					
KP-E4 / AK	IIIs0	3s	5	-	213,8
KP-E4 / AK-1	IVs1	3t	5	1	941,2
KP-E4 / B1K	IVe1	3t	5	-	158,8
KP-E4 / B1K-1	IVe1	39	5	1	590,1
KP-E4 / CK-2	VIe1	6	5	2	200,0
KP-E4 / B2K-2	VIe1	6	5	2	141,3
SERIE MORRO CHICO					
MC-E4 / AK	IVs0	3s	5	-	102,6
MC-E4 / B1K-1	IVe1	3t	5	1	1.110,1
MC-E4 / B2K-1	IVe1	4t	5	1	348,8
MC-E4 / B2K-2	VIe1	6	5	2	381,3
MC-E4 / CK-2	VIe1	6	5	2	165,0
ULTIMA ESPERANZA					
UE-E4 W_4 / AK	IVs3	3t	4	-	131,9
UE-E4 / AK-1	IVe1	3t	5	1	528,6
UE-E4 / B1K	IVe1	3t	5	-	475,1
UE-E4 / B1K-1	IVe1	3t	5	1	926,3
UE-E4 / CK-2	VIe1	6	5	2	43,8
SERIE BAGUALES BG-C1 W_2	Vw2	6	2	-	702,5
SERIE LAS CHINAS	I				
CH-C1 W_2	Vw2	3w	2	-	222,5
OTRAS UNIDADES					
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	1.342,9
MP PANTANO	VIII	6	1	-	185,1
E ESCARPE	VIIe1	6	5	-	50,0
La LAGUNA	-	-	-	-	54,0
SUPERFICIE TOTAL					9.015,7

SECTOR 12: MINA RICA

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE SANTA SUSANA					
SS-D3 W_3	IVw8	3w	3	-	196,3
SS-E3 W_3 AK	IVw8	3w	3	-	465,0
SS-E3 W_3 B1K	IVw8	4t	3	-	73,8
SERIE MINA RICA					
MR-D2 AK	IIIs0	2t	5	-	150,0
MR-D3 AK	IIIs0	2t	5	-	150,0
MR-D2 B1K	IIIs0	2t	5	-	55,0
MR-D3 B1K	IVs0	3t	5	-	1.702,6
MR-D3 B2K	VIe1	6	5	-	227,5
MR-E4 CK-1	VIe1	6	5	1	33,8
OTRAS UNIDADES					
TB TURBA	Vw	6	1	-	569,3
MQ QUEBRADA	VIIe	6	5	-	97,5
La LAGUNA	-	-	-	-	9,5
SUPERFICIE TOTAL					3.730,3

SECTOR 13: AGUA FRESCA

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE AGUA FRESCA					
AF-D4 AK	IIIs3	2s	5	-	291,3
AF-D4 B1K	IIIe1	2t	5	-	1.152,6
AF-D4 B2K	IIIe1	2t	5	-	1.210,0
AF-D4 CK	IVe1	3t	5	-	206,3
AF-D4 DK	VIe1	6	5	-	86,3
OTRAS UNIDADES					
TR TERRAZA RECIENTE	IVs0	3s	5	-	136,3
TA TERRAZA RECIENTE	VIs0	6	6	-	203,8
MQ QUEBRADA	VIIe1	6	5	-	712,6
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	478,9
E ESCARPE	VIIe1	6	5	-	216,3
RIO	-	-	-	-	166,3
SUPERFICIE TOTAL					4.860,7

SECTOR 14: RIOS OSCAR, ORO Y ROGERS

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE LOS CISNES					
LC-E3 W4 AK	IIIs3	2t	4	-	222,5
LC-E4 W4 AK	IVs3	3t	4	-	502,5
SERIE RIO DEL ORO					
RO-D1 W_3	IIIw2	2w	3	-	1.435,0
RO-D2 W_2	IVw2	3w	2	-	1.072,5
SERIE RIO ROGERS					
RS-D1 W3 AK	IVw2	3w	3	-	817,5
SERIE SANTA OLGA					
SG-E4 P1	IIIs0	3s	5	-	1.335,0
OTRAS UNIDADES					
CE CERRO	VIIe	6	5	-	277,5
PLAYA	-	-	-	-	430,0
SUPERFICIE TOTAL					6.092,5

SECTOR 15: RIO SIDE

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (ha)
SERIE BELLAVISTA					
BV-D2 W2	Vw2	6	2	-	970,0
BV-D2 W3 B1K	IVw2	3w	3	-	977,5
SERIE SIDE					
SD-E2 W3	IIIw2	2w	3	-	77,5
SD-E2 W2	IVw2	3w	2	-	165,0
SERIE SOMBRERO					
SM-E3	IIIs0	3s	5	-	330,0
SM-E4 W6 AK-1	IVe1	3t	6	1	2.582,5
SM-E4 W6 A-2	VIe1	6	6	2	975,0
OTRAS UNIDADES					
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	80,0
SUPERFICIE TOTAL					6.157,5

SECTOR 16: PORVENIR

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE LOS CISNES					
LC-E3 W4 / AK	IIIs3	2t	4	-	115,0
LC-D4 W4 / AK	IVs3	3t	4	-	247,5
LC-E4 W4 / AK	IVs3	3t	4	-	1.527,5
LC-D4 / B1K	IVs3	3t	5	-	502,5
LC-E4 / B1K	IVs3	3t	5	-	135,0
LC-D4 W4 / AK-1	IVs3	3t	4	1	642,5
LC-D4 / B1K-1	IVe1	3t	5	1	1.720,5
LC-D4 W3 / AK	IVw2	3w	3	-	142,5
LC-E4 / B2K	VIe1	6	5	-	227,5
LC-D3 W2 / AK	VIw2	6	2	-	162,5
SERIE RIO DEL ORO					
RO-D2 W3	IIIw2	2w	3	-	447,5
RO-D2 W2	IVw2	3w	2	-	235,0
SERIE RÍO R0GERS					
RS-D1 W3	IIIw2	2w	3	-	280,0
RS-E3 W3	IIIw2	3w	3	-	82,5
RS-E3 W3 / AK	IVw2	3w	3	-	32,5
RS-D1 W2	IVw2	3w	2	-	487,5

SECTOR 16: PORVENIR (Continuación)

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE SANTA OLGA					
SG-E4 B1K-1	IVe1	3t	5	1	2.370,0
SG-E4 AK	IVs0	3t	5	-	267,5
SG-E4 AK-1	IVe1	3t	5	1	1.320,0
SG-E3 B1K-1	IVe1	3t	5	1	187,5
SG-E4 B2K	IVe1	3t	5	-	375,0
SG-E4 B2K-1	VIe1	6	5	1	477,5
SG-E4 B1K-2	VIe1	6	5	2	662,5
SG-E4 CK-2	VIe1	6	5	2	170,0
SG-E4 DK-2	VIIe1	6	5	2	699,0
OTRAS UNIDADES					
CE CERRO	VIIe1	6	5	-	1.337,5
L. LAGUNA	-	-	-	-	231,0
PLAYA	-	-	-	-	37,5
SUPERFICIE TOTAL					15.483,0

SECTOR 17: RIO CHICO

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE SIDE					
SD-D2 W3 AK	IIIw2	2w	3	-	1.535,0
SERIE SOMBRERO					
SM-D3 B1K	IIIe1	3t	5	-	1.255,0
SM-E4 W6 B1K-1	IVe1	3t	5	1	327,5
SUPERFICIE TOTAL					3.117,5

SECTOR 18: RIO GRANDE

UNIDADES	CAPACIDAD DE USO	CATEGORIA DE RIEGO	CLASE DE DRENAJE	EROSION	SUPERFICIE (há)
SERIE SIDE					
SD-D2 W3 AK	IIIw2	2w	3	-	2.662,5
SERIE SOMBRERO					
SM-D4 AK	IVs1	3t	5	0	1.355,0
SM-E4 W6 AK-1	IVe1	3t	6	1	2.647,5
SM-D4 B1K-1	IVe1	3t	5	1	3.055,0
SM-D4 B1K-2	VIe1	6	5	2	220,0
SUPERFICIE TOTAL					9.940,0

V.2.5.6 Descripciones de Suelos

1. SERIE AGUA FRESCA, franco limoso

Símbolo Cartográfico : AF

Caracterización General

Suelo que ocupa terrazas medias y altas, originado aparentemente a partir de cenizas volcánicas. Descansa sobre un material fino llamado comúnmente mazacote[4]. De textura superficial franco limosa y colores pardo grisáceo muy oscuro; de textura franco arcillo arenosa y color oliva en profundidad sobre gris verdoso en el substrato. Contiene gravas finas en el perfil que aumentan en profundidad. Drenaje moderado. Topografía ligeramente ondulada. La vegetación del área de la descripción corresponde a Mata Verde con un estrato herbáceo de pasto miel y trébol blanco.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 13	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura granular fina, débil. Raíces muy abundantes. Límite lineal, claro.
13 - 25	Pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro (10YR 3/2 a 3/3) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes. Gravas finas semiredondeadas abundantes. Límite lineal, abrupto.
25 - 38	Oliva (5Y 5/3 y 5Y 5/4) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias muy abundantes. Gravas finas redondeadas, abundantes. Límite lineal, claro.
38 - 50	Oliva (5Y 5/4) en húmedo; franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas escasas. Gravas finas y medias muy abundantes. Límite lineal, abrupto.
50 - 60 y más	Gris verdoso (5GY 5/1) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; firme; maciza. Raíces hasta 60 cms por fracturas. Gravas abundantes.

[4] Mazacote: denominación vulgar a un tipo de substrato compactado, muy duro, formado por sedimentos glaciolacustres, de textura arcillosa o arcillo limosa, que puede presentar gravas finas y medias. Este material se fractura debido posiblemente a su congelamiento y descongelamiento. Por este agrietamiento penetran raíces.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Agua Fresca y ocupan una superficie de 2.946,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en el sector 13, Agua Fresca, a 4.080,0 Km Lat. UTM. y a 367,8 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

En sectores la cuarta estrata (38 a 50 cm), de textura franco arcillo arenosa es reemplazada por textura franco arcillo limosa y el color que puede ser pardo amarillento oscuro, 10YR 4/4.

Variaciones de la Serie Agua Fresca

AF-D4 B1K Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, delgado, bien drenado, ligeramente ondulado con 2 a 5% de pendiente compleja. La profundidad varía de 40 a 60 cm. Incluye pendientes de 1 a 3% que se presentan ocasionalmente. Ocupa una superficie de 1.152,6 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIe1
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

AF-D4 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, casi plana con 1 a 3% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 291,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

AF-D4 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 1.210,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIe1
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

AF-D4 CK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 206,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

AF-D4
DK

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, fuertemente ondulada con pendientes de 15 a 20% y bien drenada. Ocupa una superficie de 86,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

2. SERIE BAGUALES, franco arcillo limoso

Símbolo Cartográfico : BG

Caracterización General

Suelo sedimentario, profundo, plano, en posición deprimida.

De textura superficial franco arcillo limosa y color pardo grisáceo muy oscuro; de textura arcillosa densa y gris muy oscuro en profundidad. Presenta un horizonte orgánico superficial y horizontes con colores gley en profundidad.

En el sector del río Baguales se presentan pequeñas áreas con abundantes carbonatos y salinidad. Drenaje pobre y nivel freático a 60 cm.
La vegetación del área de la descripción corresponde a la típica de sectores húmedos, formada básicamente por junquillo, pasto miel, diente de león, trébol blanco y poa pratense.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

15 - 0 Horizonte orgánico, de color negro (10YR 2/1) en húmedo. Raíces finas y muy finas muy abundantes.

0 - 20 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Moteados débiles, escasos. Límite lineal, difuso.

20 - 60 Gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; arcillosa densa; muy plástico y muy adhesivo; firme; maciza. Raíces finas abundantes, medias comunes. Cutanes de arcilla discontinuos abundantes. Moteados abundantes de color gris oliva (5Y 5/2). Límite ondulado, difuso.

60 - 100 Color vario, dominantes gris oliva (5Y 4/2) y gris (5Y 5/1) en húmedo; arcillosa; muy plástico y muy adhesivo; maciza. Saturado.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores Cerro Castillo-Cerro Guido, Río Tres Pasos, Río Tranquilo y Kampenaike y ocupan una superficie de 3.791,6 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en el sector 1 Cerro Castillo-Cerro Guido, lámina 1/2, a 4.342,1 Km Lat. UTM. y a 673,4 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El horizonte orgánico no se presenta en algunos sectores, principalmente cuando hay abundantes carbonatos y la textura es arcillosa desde la superficie. El color varía de pardo grisáceo muy oscuro a negro en matiz 10YR.

En profundidad, bajo 60 cm, los colores son muy variables dominando los colores en matiz 5Y y bandas de gley de colores verde grisáceo y verde pálido, 5G 5/1 y 4/1.

Los sectores salinos presentan bandas de colores gris oliva claro y gris claro, 5Y 6/2 y 7/2, en profundidad.

Variaciones de la Serie Bagualés

BG-C1 W_2 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arcillo limosa, profundo, plano con 0 a 2% de pendiente y drenaje pobre. Ocupa una superficie de 2.200,9 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

BG-C1 W_3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana y de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 1.039,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

BG-A1 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial arcillosa, profunda, plana y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 501,4 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

BG-B1 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial arcillo limosa, profunda, plana y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 50,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

3. SERIE BELLAVISTA, franco limoso

Símbolo Cartográfico : BV

Caracterización General

Suelo en posición de terrazas bajas, originado a partir de sedimentos fluvioglaciales. De textura superficial franco limosa y color pardo rojizo oscuro; de textura arcillosa y color negro en profundidad. Puede presentar un substrato aluvial de gravas con arena bajo 100 cm. Drenaje pobre. Nivel freático a 50 cm.

La vegetación del área de la descripción corresponde a una buena empastada formada básicamente por trébol blanco, cola de zorro, chicoria, cadillo y diente de león..

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

10 - 0	Pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo. Material vegetal compuesto por raíces muy finas a medias muy abundantes (60 a 70%).
0 - 12	Negro (5YR 2.5/1) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravas redondeadas escasas. Moteados finos tenues, escasos. Límite lineal, abrupto.
12 - 50	Pardo rojizo oscuro (5Y 3/2) en húmedo; arcillo limosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes. Moteados medios comunes. Límite lineal, claro.
50 - 80 y más	Negro (7.5YR 2/0) en húmedo; arcillosa; plástico y muy adhesivo; firme; Maciza. Raíces escasas. Gravas finas y medias abundantes. Moteados finos, distintos, abundantes. Saturado.

Ubicación

Las Fases de esta Serie se encuentran ubicadas en el sector del Río Side y ocupan una superficie de 1.947,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 15, Valle del Río Side, a 4.154,1 Km Lat. UTM. y a 481,3 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El color del horizonte orgánico puede variar a pardo grisáceo muy oscuro, matiz 10YR.

El segundo horizonte puede ser de textura limosa y color negro de matiz 7,5YR o pardo grisáceo muy oscuro de matiz 10YR..

La textura del tercer horizonte puede variar de arcillo limosa a franco arcillo limosa y el color puede ser pardo grisáceo muy oscuro de matiz 2,5Y.

El horizonte arcilloso puede tener estructura prismática en los sectores más altos, que presentan suelos más secos. La textura puede ser arcillo arenosa.

Variaciones de la Serie Bellavista

BV-D2 W2 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, moderadamente profundo, plano con pendiente de 0 a 1% y de drenaje pobre. El arraigamiento varía entre 50 y 60 cm. Ocupa una superficie de 970,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

BV-D2 W3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 977,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

4. SERIE CIAIKE, franco limoso

Símbolo Cartográfico : CK

Caracterización General

Suelo sedimentario, en posición baja, plana con pendiente de 0 a 2%. De textura superficial franco limosa y color negro en matiz 10YR; de textura arcillo arenosa y color gris verdoso en profundidad. Presenta un horizonte orgánico de 30 a 40 cm con abundantes raíces y ligera reacción por carbonatos. En profundidad aumentan los carbonatos hasta 70 cm. Drenaje pobre.

La vegetación del área de la descripción corresponde a la típica de vega, formada básicamente por junquillo asociado a especies como diente de león, poa pratense, cola de zorro, agropiron y agrostis.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 40	Negro (10YR 2/1) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; estructura granular fina. Raíces finas y muy finas muy abundantes; poros abundantes. Límite ondulado, abrupto.
40 - 70	Gris oscuro (5Y 4/1) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; estructura maciza. Raíces finas y medias abundantes; poros finos comunes. Abundantes carbonatos. Moteados abundantes y manchas de color gley. Límite ondulado, claro.
70 - 100	Gris verdoso (5G 6/1) en húmedo; arcillo arenosa; plástico y adhesivo; estructura maciza. Moteados y bandas con color gley, abundantes.
100 - 120	Gris verdoso (5Y 5/1) en húmedo; arenosa fina.

Observaciones

Abundante materia orgánica que da la textura franco limosa superficial. Suelo saturado bajo 70 cm.

Ubicación

Las Fases de esta Serie se encuentran ubicadas en el sector San Jorge-Ciaike y ocupan una superficie de 2.052,1 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en el sector 7 San Jorge-Ciaike, lámina 2/2, a 4.225,0 Km Lat. UTM. y a 417,2 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte presenta texturas franco limosa y franco arenosa. El segundo horizonte puede presentar gravas comunes.

En profundidad se presentan diferentes colores dentro de los gleyzados.

La topografía es plana cóncava y en sectores con microrrelieve moderado.

Variaciones de la Serie Ciaike

CK-D2 W_2 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura franco limosa, moderadamente profundo, plano con pendiente de 0 a 2% y drenaje pobre. Ocupa una superficie de 1.672,6 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

CK-E3 W_3 / AK Corresponde a la Fase ligeramente profunda, casi plana con 1 a 3% de pendiente y drenaje imperfecto. Presenta gravas frescas y meteorizadas bajo los 20 cm. Ocupa una superficie de 379,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

5. SERIE DINAMARQUERO, franco limoso

Símbolo Cartográfico : DR

Caracterización General

Suelo formado por sedimentos glaciares, en posición deprimida y topografía plana, cóncava. De textura superficial franco limosa y color negro; en profundidad la textura es arcillosa y el color es pardo grisáceo (2.5Y 5/2) con vetas verde grisáceo de color gley. Suelo moderadamente profundo, de drenaje pobre.

La vegetación del sector está constituida por trébol blanco, pasto miel y poa pratense.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 10 Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles que se parten en granular. Raíces finas y medias abundantes; poros abundantes. Límite lineal, abrupto.

10 - 30 Negro (2.5Y 2/0) en húmedo; franco arcillo arenosa fina; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura granular media. Raíces finas y medias abundantes; poros finos comunes. Límite lineal, claro.

30 - 55 Negro (2.5Y 2/0) en húmedo; arcillo limosa; plástico y adhesivo; firme; estructura maciza. Raíces finas comunes; poros finos comunes. Límite ondulado, claro.

55 - 100 Pardo grisáceo (2.5Y 5/2) en húmedo, con vetas de color verde grisáceo (5G 5/2); arcillosa densa; muy plástico y muy adhesivo. Moteados abundantes. Saturado.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Río Susana-Bahía Oazy y ocupan una superficie de 1.480,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en el sector 8, Río Susana-Bahía Oazy, en la lámina 2/2, a 4.163,1 Km Lat. UTM. y a 393,2 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte puede ser orgánico, en los sectores más húmedos y su textura puede variar a franco arenosa muy fina. Puede ser un horizonte más profundo, de hasta 30 cm.

El segundo horizonte puede variar a textura franco arcillosa y el color de negro (2.5Y 2/0) a pardo grisáceo oscuro (10YR 2/2).

En profundidad la textura puede ser arcillo arenosa y variados colores dentro de los gley.

Variaciones de la Serie Dinamarquero

DR-D2 W_2 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, moderadamente profundo, plano y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 408,4 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

DR-D2 W_1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profunda, plana y de drenaje muy pobre. Ocupa una superficie de 1.072,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	1
Erosión	:	0

6. SERIE EL CALVARIO, franco arcillo limoso

Símbolo Cartográfico : CV

Caracterización General

Suelo de origen fluvioglacial en posición de terraza baja, plana, con pendiente de 0 a 1%, cóncavas, y en terrazas intermedias de topografía ligeramente inclinada con pendientes de 1 a 2%. De textura franco arcillo limosa y color negro en superficie; de textura franco arenosa muy fina a franco limosa y color pardo grisáceo de matiz 5Y y gris verdoso oscuro de matiz 5BG, en profundidad; substrato de arenisca, arena cementada y quebradiza, que impide el desarrollo de las raíces, salvo por pequeñas fracturas que se producen en ella.

La vegetación es de praderas higrófitas mezcladas con bosque abierto de Ñirre. La especie herbácea dominante es el pasto miel, junto a trébol blanco y junquillo.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

17 - 0 Masa de raíces finas y medias.

0 - 30 Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; friable, suelto; estructura granular fina, débil. Raíces finas y medias muy abundantes; poros abundantes. Límite lineal, claro.

30 - 60 Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Incluye pequeñas estratas de textura arenosa fina y estructura de grano simple. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, abrupto.

60 - 80 Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) y gris oliva (5Y 4/2) en húmedo; franco arenosa muy fina a franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles, que se parten en bloques subangulares finos, moderados. Raíces muy escasas; poros finos y medios abundantes. Límite ondulado, abrupto.

80 - 90 Gris oliva (5Y 5/2) y gris verdoso (5BG 5/1) en húmedo; arena muy fina compactada y en parte cementada, que impide la penetración de las raíces.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Río Tranquilo y ocupan una superficie de 747,1 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 4, Río Tranquilo, a 4.244,2 Km Lat. UTM. y a 694,9 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte es de textura franco arenosa fina en algunos sectores y ocasionalmente puede ser franco arenosa muy fina.
Los suelos de la Serie El Calvario presentan gravilla en el perfil.

Los colores de gley pueden presentarse en todo el perfil.

La arenisca puede ser de color gris claro y gris pardusco claro (10YR 7/1 y 6/2).

Variaciones de la Serie El Calvario

CV-C2 W_3 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arcillo limosa, plano, con pendiente de 0 a 1%, moderadamente profundo y de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 460,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

CV-D2 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, moderadamente profunda, plana y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 75,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

CV-C2 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, moderadamente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y pobremente drenada. Ocupa una superficie de 211,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

7. SERIE KAMPENAIKE, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : KP

Caracterización General

Suelo de origen fluvioglacial, en posición de terrazas bajas e intermedias, de topografía ligeramente ondulada. De textura franco arenosa fina y de color pardo rojizo oscuro en superficie y de textura franco arcillo arenosa y color gris oliva y oliva en profundidad; presenta gravilla y gravas finas abundantes, tanto frescas como meteorizadas, desde los 35 cm; suelo delgado, con buen drenaje.

La vegetación dominante es de coirón con murtilla.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 21 Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas muy abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.

21 - 35 Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares gruesos, débiles, que se parten en bloques subangulares medios y finos. Raíces abundantes. Límite lineal, abrupto.

35 - 48 Gris oliva (5Y 4/2) y oliva (5Y 5/3) en húmedo; franco arcillo arenosa fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas escasas. Gravilla y gravas finas angulares, abundantes. Límite lineal, claro.

48 - 60 Gris oliva (5Y 4/2) y oliva (5Y 5/3) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Gravilla y gravas meteorizadas y frescas muy abundantes.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Kampenaike y ocupan una superficie de 2.245,2 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 11 Kampenaike, a 4.163,8 Km Lat. UTM. y a 366,9 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El suelo puede presentar gravas en todo el perfil. En sectores bajos la textura puede ser arcillo limosa, en profundidad.

Variaciones de la Serie Kampenaike

KP-E4 B1K Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura franco arenosa fina, delgado, bien drenado, ligeramente ondulado con 2 a 5% de pendiente. Incluye pequeños sectores con 5 a 8 % de pendiente. Ocupa una superficie de 158,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

KP-E4 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, casi plana con 1 a 3% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 213,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	3s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

KP-E4 AK-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, casi plana con 1 a 3% de pendiente, bien drenada y ligera erosión. Ocupa una superficie de 941,2 há Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	1

KP-E4 B1K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, ligeramente ondulada con 2 a 5% de pendiente, bien drenada y con ligera erosión. Ocupa una superficie de 590,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVe1
Categoría de Riego : 3t
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 1

KP-E4 B2K-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente, bien drenada y con moderada erosión. Ocupa una superficie de 141,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : VIe1
Categoría de Riego : 6
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 2

KP-E4 CK-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, moderadamente ondulada con pendientes de 8 a 15%, bien drenada y con moderada erosión. Ocupa una superficie de 200,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : VIe1
Categoría de Riego : 6
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 2

8. SERIE LA LEONA, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : LN

Caracterización General

Suelo formado por sedimentos fluvioglaciales, profundo, de topografía ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenado. De textura superficial franco arenosa fina y color pardo rojizo oscuro; de textura arcillo arenosa y color pardo grisáceo oscuro en profundidad. Presenta grava angular en todo el perfil, aumentando en profundidad.

La vegetación en el área de la descripción es de coirón asociado con mata verde.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20 Pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas y muy finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Grava angular media, común. Materia orgánica muy descompuesta, muy abundante. Límite lineal, claro.

20 - 42 Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas y muy finas comunes; poros finos y medios abundantes. Grava angular común. Límite lineal, claro.

42 - 70 Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo; franco arcillo arenosa; plástico y ligeramente adhesivo; duro en seco; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces escasas; poros finos y medios comunes. Grava angular común. Límite ondulado, claro.

70 - 100 Pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/2) en húmedo; arcillo arenosa; plástico y adhesivo; duro; estructura maciza. Gravas angulares y redondeadas comunes.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Laguna Blanca y ocupan una superficie de 795,0 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 6, Laguna Blanca, a 4.189,5 Km Lat. UTM. y a 357,3 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El horizonte superficial presenta un color negro a pardo rojizo oscuro de matiz 5YR y la textura varía entre franco arenosa muy fina y franco arenosa fina. En algunos sectores se presenta un horizonte orgánico.

En profundidad el color es pardo grisáceo oscuro variando entre los matices 10YR y 2,5Y.

Variaciones de la Serie La Leona

LN-D1 B1K Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa muy fina, profundo, de topografía ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenado. Ocupa una superficie de 387,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs1
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

LN-D1 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, profunda, de topografía casi plana con microrrelieve moderado y bien drenada. Ocupa una superficie de 407,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs1
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

9. SERIE LAS CHINAS, franco limoso

Símbolo Cartográfico : CH

Caracterización General

Suelo en posición de terraza aluvial intermedia, profundo, plano con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro; de textura franco arcillo limosa y color pardo a pardo oscuro en profundidad. Presenta buen arraigamiento y carbonatos moderados. La vegetación es de mata negra con coirón y un estrato herbáceo de trébol blanco y pasto miel.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas muy abundantes. Moderada reacción al ácido clorhídrico 1/3. Límite lineal, claro.
20 - 40	Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Moderada reacción al ácido clorhídrico 1/3. Límite lineal, claro.
40 - 70	Pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes. Ligera reacción al ácido clorhídrico 1/3. Límite lineal, claro.
70 - 100	Pardo a pardo oscuro (7.5YR 4/3) en húmedo; franca; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias escasas; poros finos abundantes. Moteados gruesos, prominentes, abundantes. Oxidaciones comunes. Límite lineal, claro.
100 - 130 y más	Pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco limosa a franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Moteados abundantes, prominentes. Gravilla abundante.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores Cerro Castillo-Cerro Guido y Kampenaike y ocupan una superficie de 4.728,1 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 1/2 del sector 1 Cerro Castillo-Cerro Guido, a 4.351,8 Km Lat. UTM. y a 663,4 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

La textura del primer horizonte puede ser franco arenosa fina y en el tercer horizonte (40 - 70 cm) puede variar a franco arcillo limosa.

En pequeños sectores el substrato se encuentra a 100 cm y es de ripio con matriz arenosa.

Los carbonatos aumentan en sectores.

Variaciones de la Serie Las Chinas

CH-D1 W_3 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, profundo, plano con 0 a 1% de pendiente y drenaje imperfecto. Ocasionalmente casi plano con 1 a 3% de pendiente. Ocupa una superficie de 1.755,4 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

CH-D2 W_4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profundo, plano con 0 a 1% de pendiente y drenaje moderado. El arraigamiento promedio es de 70 cm. Generalmente ocupa las terrazas más altas de la Serie. Ocupa una superficie de 40,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIw2
Categoría de Riego	:	1
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

CH-C1 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 297,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

CH-C1 W_2S_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana, de drenaje pobre y salina. Ocupa una superficie de 742,5 há. La Fase salina tiene sus rangos de salinidad entre 4 y 8 dS/m y su efecto es de disminución de rendimiento de muchos cultivos. Para su mejoramiento requiere de drenaje y lavado de las sales. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIw6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

CH-C1W$_2$S$_3$A$_3$ Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana, de drenaje pobre, muy salino y muy alcalino. Ocupa una superficie de 1.893,1 há. La Fase muy salina y muy alcalina tiene su rango de salinidad entre 8 y 12 dS/m y su rango de alcalinidad está entre 25 y 40% de saturación de sodio en el complejo de cambio. El efecto de estas características es que permite sólo cultivos muy tolerantes y produce problemas de baja infiltración de agua, baja permeabilidad y compacidad. El suelo requiere de tratamiento con enmiendas químicas, lavado y mejoramiento del drenaje. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIIw6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO

SERIE: LAS CHINAS

FASE FUERTEMENTE SALINA Y ALCALINA: CH-C1 W$_2$S$_3$A$_3$

PROFUNDIDAD cm	0 - 20	20 - 50
pH H2O 1:1	9,25	9,39
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA dS/m	7,8	10,8
CaCO3 %	3,4	2,7
SATURACION DE AGUA %	118	149
COMPLEJO DE CAMBIO		
Ca	3,2	3,5
Mg	1,4	1,7
K	0,2	0,2
Na	89,1	123,2
ANIONES SOLUBLES (mmol-/L)		
CO3	0,0	0,0
HCO3	4,8	4,0
Cl	34,0	51,8
SO4	53,0	74,0
RAS	59,1	76,8

10. SERIE LOS CISNES, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : LC

Caracterización General

Suelo ligeramente profundo, formado por sedimentos fluvioglaciales depositado sobre materiales glaciolacustres de textura arcillosa, muy duros, denominado comúnmente mazacote. Este substrato presenta gravas finas y medias abundantes. De textura superficial franco arenosa fina y color negro; en profundidad las texturas son franco arcillo limosa y arcillo limosa, de colores pardo rojizo oscuro y gris

verdoso. Estos suelos superficialmente son sueltos, permeables, porosos y bien estructurados y con un elevado contenido de materia orgánica.

La vegetación dominante es de coirón con arbustos ralos de mata verde.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 10	Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.
10 - 33	Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco arcillo limosa; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles, que se parten en granular fina. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes. Límite ondulado, claro.
33 - 57	Gris verdoso (5G 5/1) en húmedo; arcillo limosa; plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas y medias escasas. Límite ondulado, claro.
57 - 65	Gris verdoso oscuro (5GY 4/1) en húmedo; arcillo limosa; plástico y adhesivo; maciza. Raíces muy escasas. Límite ondulado, abrupto.
65 y más	Oliva pálido (5Y 6/4) en húmedo; arcillosa; muy duro; gravas finas y medias abundantes. Mazacote.

Observaciones

Las raíces sólo penetran por las fracturas del mazacote.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores 14, Bahía Felipe y 16, Porvenir y ocupan una superficie de 6.148,0 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 14, Ríos Oscar, Oro y Rogers, a 4.143,3 Km Lat. UTM. y a 436,3 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte puede ser de textura franco arenosa muy fina.

El segundo horizonte puede ser de textura franco arenosa fina y franco limosa, manteniéndose los colores pardo rojizo oscuro de matiz 5YR.

La profundidad efectiva del suelo varía entre 40 a 70 cm, las raíces penetran en los primeros 10 ó 15 cm del mazacote por las fracturas. En sectores este mazacote presenta moteados de escasos a comunes, medios, débiles, hasta abundantes, medios, prominentes. La matriz en general es de matiz 5Y.

En sectores el substrato se presenta como una arenisca de colores gris claro y pardo grisáceo claro de matiz 10YR.

Se presentan sectores con ligera a moderada erosión eólica.

Variaciones de la Serie Los Cisnes

LC-E3 W4 / AK Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura franco arenosa fina, ligeramente profundo, casi plano con pendientes de 1 a 3% y drenaje moderado. El espesor del pedón es entre 35 a 50 cm. Ocupa una superficie de 337,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

LC-D4 W_4 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, casi plana con pendientes de 1 a 3% y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 247,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

LC-E4 W_4 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, casi plano con 1 a 3% de pendiente y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 2.030,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

LC-D4 W_4 / AK-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina a franco limosa, delgada, casi plana con pendiente de 1 a 3%, drenaje moderado y ligera erosión. Ocupa una superficie de 642,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	1

LC-D4 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina a franco limosa, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 502,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

LC-E4 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 135,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

LC-D4 B1K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina a franco limosa, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5%, bien drenada y con ligera erosión. Incluye sectores con erosión moderada. Ocupa una superficie de 1.720,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

LC-E4 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, bien drenada, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente. Ocupa una superficie de 227,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

LC-D4 W_3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, delgada, casi plana con pendientes de 1 a 3% y de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 142,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

LC-D3 W_2 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profundo, casi plana con pendientes de 1 a 3%, ubicada en posición baja y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 162,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

11. SERIE LOS AZULES, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : AZ

Caracterización General

Suelo formado por sedimentos glaciales, en posición de lomajes suaves. De textura franco arenosa muy fina y color negro en superficie y de textura franco arcillo arenosa, de color pardo oliva en profundidad; con abundante gravilla y grava en el perfil, que aumenta en profundidad. Substrato de arcilla glacial. Presenta erosión eólica ligera a moderada. Drenaje moderado. Gravilla superficial. La vegetación dominante es de coirón con arbustos de mata verde y murtilla.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 13	Negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas y medias abundantes; poros abundantes. Límite lineal, claro.
13 - 40	Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y muy finas comunes; poros abundantes. Gravilla fina abundante; gravas comunes. Límite ondulado, claro.
40 - 70	Pardo oliva (2.5Y 4/4) en húmedo; franco arcillo arenosa; plástico y ligeramente adhesivo; maciza. Raíces finas y medias escasas; poros comunes. Gravilla y grava abundante. Piedras meteorizadas. Límite ondulado, abrupto.
70 y más	Substrato de arcilla gleizada con gravas frescas y meteorizadas.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Río Susana-Bahía Oazy y ocupan una superficie de 947,2 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 8, Río Susana-Bahía Oazy, a 4.165,7 Km Lat. UTM. y a 393,9 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte puede variar de textura franco arenosa muy fina a franco arenosa fina.

El tercer horizonte que presenta textura franco arcillo arenosa puede variar a franco arenosa y el color puede ser pardo oscuro de matiz 10YR.

La pérdida de suelo por erosión eólica varía de ligera a moderada y presenta gravilla superficial variable.

Variaciones de la Serie Los Azules

AZ-D3 W_4 B1K-1 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profundo, ligeramente ondulado con pendiente de 2 a 5%, drenaje moderado y erosión ligera. Ocupa una superficie de 464,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	1

AZ-D3 W_4 AK-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, de topografía casi plana con pendiente de 1 a 3%, drenaje moderado y erosión ligera. Ocupa una superficie de 388,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIe1
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	1

AZ-D3 W_4 B2K-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, suavemente ondulada con pendiente de 5 a 8%, drenaje moderado y erosión moderada. Ocupa una superficie de 94,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	2

12. SERIE LLANURAS DE DIANA

Símbolo Cartográfico : LD

Caracterización General

Suelo en posición baja dentro del paisaje, cercano a los suelos denominados de vega, plano, con pendiente que varía de 0 a 1%. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro; en profundidad la textura es franco limosa con colores negro a gris muy oscuro. Presenta generalmente agua libre entre 90 y 100 cm. De drenaje imperfecto.

En el sector de la descripción la especie herbácea dominante es el pasto miel, junto a trébol blanco y junquillo.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

20 - 0	Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; franco limosa con masa de raíces en un 80 a 90%.
0 - 20	Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura granular fina, débil. Raíces muy abundantes. Limite lineal, abrupto.
20 - 100 y más	Negro a gris muy oscuro (10YR 2/1 a 5Y 3/1) en húmedo; franco limosa; raíces muy abundantes que representan el 50 a 60% del volumen de la estrata. Nivel freático entre 50 y 90 cm.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Río Tranquilo y ocupan una superficie de 1.597,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 4 Río Tranquilo, a 4.250,1 Km Lat. UTM. y a 690,8 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte presenta variaciones en el color, de pardo rojizo oscuro de matiz 5YR a pardo muy oscuro de matiz 10YR.

Entre 20 y 80 cm se presenta en algunos sectores una textura franco arcillo limosa. Bajo los 40 cm puede presentar color gley, gris azulado oscuro, 5BG 5/1.

Variaciones de la Serie Llanuras de Diana

LD-D3 W_3 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, ligeramente profundo, plano con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 932,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	4w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

LD-D3 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje pobre. Ocupa una superficie de 665,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw2
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

13. SERIE MINA RICA, franco limoso

Símbolo Cartográfico : MR

Caracterización General

Suelo sedimentario, de origen fluvioglacial, ligeramente profundo, bien drenado. De textura superficial franco limosa y color pardo rojizo oscuro de matiz 5YR; de textura franco arcillo limosa y color pardo oliva en profundidad. Substrato de gravas con matriz arenosa. La topografía es ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5%.

En el punto descrito para la Serie la pradera es de coirón con pasto miel, trébol, cadillo, chicoria y diente de león, asociados a matorrales de mata negra.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 23	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura granular fina, débil. Raíces muy finas a medias abundantes, gruesas comunes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, abrupto.
23 - 33	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles, que se parten en granular media, moderada. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.
33 - 52	Pardo oliva (2,5Y 4/4) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; firme; maciza. Raíces finas y muy finas escasas; poros finos abundantes. Gravilla fina y media común. Gravas meteorizadas escasas. Límite lineal, abrupto.
52 - 69	Pardo oliva (2,5Y 4/4) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; firme; maciza. Raíces muy escasas; poros finos comunes. Límite onduladó, abrupto.
69 - 100	Color Vario, dominante pardo oliva claro (2,5Y 5/6) en húmedo. Substrato de ripio con matriz arenosa.

Ubicación

Las Fases de esta Serie se encuentran ubicadas en el sector Mina Rica y ocupan una superficie de 2.318,9 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 12 Mina Rica, a 4.120,3 Km Lat. UTM. y a 357,4 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte puede presentar gravilla escasa y el color variar de pardo rojizo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro. El segundo horizonte puede presentar gravas comunes.

El cuarto horizonte puede presentar textura franco arcillo arenosa y el color variar a rojo amarillento (5YR 5/8).

La profundidad del suelo es variable entre 40 y 90 cm..

Variaciones de la Serie

MR-D3 B1K Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, ligeramente profundo, de topografía ligeramente ondulada con pendiente de 2 a 5% y bien drenado. Ocupa una superficie de 1.702,6 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MR-D2 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profunda, de topografía casi plana con pendiente de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 150,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MR-D3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, de topografía casi plana con pendiente de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 150,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MR-D2 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profunda, ligeramente ondulada con pendiente de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 55,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MR-D3
B2K

Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, de topografía suavemente ondulada con pendiente de 5 a 8% y bien drenada. Ocupa una superficie de 227,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MR-E4
CK-1

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, de topografía moderadamente ondulada con pendiente de 8 a 15%, bien drenada y ligera erosión. Ocupa una superficie de 33,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

14. SERIE MORRO CHICO, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : MC

Caracterización General

Suelo de origen fluvioglacial, delgado, en posición de terrazas altas y medias. De textura superficial franco arenosa fina y color pardo oscuro; de textura franco arenosa con gravas redondeadas y color pardo oscuro a pardo rojizo oscuro en profundidad. Substrato de gravas redondeadas con matriz arenosa gruesa. Los suelos presentan erosión eólica en sectores. Bien drenado.

La Serie se describió en un sector típico de estepa con vegetación de coirón.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 25 Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros abundantes. Gravas redondeadas escasas. Límite lineal, abrupto.

25 - 50 Pardo oscuro (7,5YR 3/2) a pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravas redondeadas comunes. Límite ondulado, abrupto.

50 y más Substrato de gravas redondeadas con matriz arenosa gruesa.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores Cerro Castillo-Cerro Guido, Morro Chico, Río Verde y Kampenaike y ocupan una superficie de 8.610,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 1/2 del sector 5, Morro Chico, a 4.233,7 Km Lat. UTM. y a 338,8 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

La textura superficial varía de franco arenosa fina a franco arenosa muy fina y el color de pardo oscuro a pardo rojizo oscuro (5YR 2,5/2).

El suelo presenta gravilla fina superficial en los sectores erosionados.

Entre el segundo horizonte y el substrato puede encontrarse un horizonte de textura areno francosa con gravas abundantes.

Variaciones de la Serie Morro Chico

MC-E4 AK Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa fina, delgado, casi plano con pendientes de 1 a 3% y bien drenado. Ocupa una superficie de 1.666,6 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MC-E3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, casi plana con pendientes de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 121,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MC-E4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, plana, delgada y bien drenada. Ocupa una superficie de 116,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MC-E3 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 81,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IIIs0
Categoría de Riego : 3t
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 0

MC-E4 AK-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, casi plana con pendientes de 1 a 3%, bien drenada y con ligera erosión. Ocupa una superficie de 373,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVe1
Categoría de Riego : 3t
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 1

MC-D4 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, casi plana con pendiente de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 560,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVs0
Categoría de Riego : 3s
Clase de Drenaje : 4
Erosión : 0

MC-E4 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 158,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVe1
Categoría de Riego : 3t
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 0

MC-E3 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8% y bien drenada. Ocupa una superficie de 385,9 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVe1
Categoría de Riego : 3t
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 0

MC-E3 W_3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, casi plana con pendientes de 1 a 3% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 47,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IIIw2
Categoría de Riego : 2w
Clase de Drenaje : 3
Erosión : 0

MC-D4 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 747,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MC-E4 B1K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y ligera erosión. Ocupa una superficie de 1.110,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

MC-E4 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8 % y bien drenada. Ocupa una superficie de 2.555,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MC-D4 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8 % y bien drenada. Ocupa una superficie de 103,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MC-E4 B2K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8% y ligera erosión. Ocupa una superficie de 348,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

MC-E4 B2K-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8% y moderada erosión. Ocupa una superficie de 381,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	2

MC-E4 CK-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, moderadamente ondulada con pendientes de 8 a 15% y erosión moderada. Ocupa una superficie de 165,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	2

MC-E4 DK-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, fuertemente ondulada con pendientes de 15 a 20% y erosión ligera. Ocupa una superficie de 47,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

15. SERIE OAZY HARBOUR, franco arenoso

Símbolo Cartográfico : OH

Caracterización General

Suelo formado por sedimentos fluvioglaciales, ligeramente profundo, de topografía ligeramente ondulada, con pendientes de 2 a 5%. De textura superficial franco arenosa y color negro; de textura arenosa en profundidad y color pardo grisáceo muy oscuro. Substrato formado por gravas y piedras redondeadas, frescas y meteorizadas. Suelo susceptible a la erosión eólica y variando en sectores de ligera a moderada erosión de manto. Drenaje excesivo.

Vegetación de mata verde con coirón y murtilla por estar erosionado.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 25 Negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y muy finas abundantes, medias escasas; poros finos y medios abundantes. Grava fina abundante. Límite lineal, claro.

25 - 40 Negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arenosa fina; ligeramente plástico y no adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas y medias comunes; poros finos y medios abundantes. Grava redondeada abundante. Límite ondulado, claro.

40 - 60 Pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; friable; grano simple. Raíces finas escasas; poros abundantes. Grava y gravilla abundante. Límite ondulado, gradual.

60 - 100 Substrato formado por gravas y piedras frescas y meteorizadas, con matriz arenosa; no plástico y no adhesivo. Color pardo oliva (2,5Y 4/2) en húmedo.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Río Susana-Bahía Oazy y ocupan una superficie de 3.567,7 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 1/2 del sector 8, Río Susana-Bahía Oazy, a 4.183,6 Km Lat. UTM. y a 396,1 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte puede variar en color de negro (10YR 2/1) a pardo rojizo oscuro (5YR 2,5/2).

El segundo horizonte puede también variar de color a pardo rojizo oscuro y su textura varía de franco arenosa fina a franco arenosa muy fina.

El tercer horizonte puede variar en su textura de franco arenosa a areno francosa. También puede estar ausente.

Variaciones de la Serie Oazy Harbour

OH-E4 B1K-1 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de superficial franco arenosa, delgado, ligeramente ondulado con pendiente de 2 a 5%, bien drenado y erosión ligera. Ocupa una superficie de 1.748,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

OH-E3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, ligeramente profunda, casi plana con pendiente de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 745,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

OH-E3 B2K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, ligeramente profunda, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8%, erosión ligera y bien drenada. Ocupa una superficie de 291,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

OH-E4
B2K-2

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8%, erosión moderada y bien drenada. Ocupa una superficie de 782,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	2

16. SERIE PENITENTE, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : PT

Caracterización General

Suelo sedimentario, en posición de terraza aluvial, profundo y de drenaje imperfecto. De textura superficial franco arenosa muy fina y color pardo oscuro; de textura arcillo limosa y color pardo grisáceo oscuro en profundidad. Terraza plana con ligero microrrelieve que en las partes bajas presenta un drenaje pobre.

La vegetación corresponde a un excelente estrato herbáceo representado principalmente por pasto miel, pasto ovillo, chicoria, poa pratense, cola de zorro y agrostis.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20 Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas y muy finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Grava redondeada escasa. Límite lineal, claro.

20 - 43 Pardo a pardo oscuro (10YR 3/3 a 4/3) en húmedo; franca; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes, medios comunes. Grava y gravilla redondeada escasa. Límite lineal, claro.

43 - 70 Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas comunes; poros finos abundantes. Grava redondeada común. Moteados finos, tenues, escasos. Límite ondulado, gradual.

70 - 95 Pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) en húmedo; arcillo limosa; muy plástico y muy adhesivo; firme; maciza. Oxidaciones de color pardo fuerte (7,5YR 5/6), abundantes. Moteados gruesos, prominentes, abundantes. Grava común. Límite ondulado, difuso.

95 - 120 Color vario, dominante pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) y gris oliva (5Y 5/2) en húmedo; arcillo limosa; maciza. Moteados y oxidaciones muy abundantes.

Observaciones

Suelo saturado desde 70 cm.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Morro Chico y ocupan una superficie de 2.004,3 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 2/2 del sector 5, Morro Chico, a 4.210,9 Km Lat. UTM. y a 336,5 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

Las principales variaciones son en el color de los suelos por cambios en el drenaje.

El primer horizonte puede variar a textura franco arenosa fina y el color de pardo oscuro de matiz 10YR a 7,5YR.

Los horizontes más finos pueden variar su color presentándose los gris oliva y pardo grisáceo más superficialmente.

La profundidad del substrato con ripio puede estar a menos de 100 cm en pequeños sectores cercanos al río Penitente.

Variaciones de la Serie Penitente

PT-D1 W_3 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa muy fina, profundo, plano con ligero microrrelieve y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 222,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

PT-D1 W_4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, profunda plana y de drenaje moderado. Ocupa una superficie de 484,2 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIw2
Categoría de Riego	:	1
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

PT-D1 W_3 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, profunda, casi plana con pendiente de 1 a 3% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 973,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

PT-D1 W_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, plana, profunda y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 222,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

PT-E3 W_2 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, casi plana con pendientes de 1 a 3% y de drenaje pobre. Ocupa una superficie de 101,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

17. SERIE PORTADA, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : PA

Caracterización General

Suelo sedimentario, de origen fluvioglacial, ligeramente profundo, bien drenado. De textura superficial franco arenosa muy fina y color negro, con gravilla común; de textura franco arenosa gruesa y color pardo oscuro en profundidad, con abundante gravilla y gravas. Buen arraigamiento hasta 50 cm. La topografía es casi plana con pendientes de 1 a 3%.

Se presenta una vegetación predominante de pradera húmeda de coirón asociada a una estrata herbácea constituida principalmente por pasto miel, poa pratense, diente de león, cadillo y trébol blanco.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20 Negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura granular fina, débil.

Raíces finas y medias abundantes; poros finos, medios y gruesos abundantes. Gravilla de hasta 2 cm común. Límite lineal, claro.

20 - 45 Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de grano simple. Raíces finas y medias abundantes; poros abundantes. Gravilla y grava común. Límite lineal, claro.

45 - 80 Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa gruesa; no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Raíces finas escasas; poros abundantes. Abundante gravilla y gravas.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector San Jorge-Ciaike y ocupan una superficie de 3.033,6 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 2/2 del sector 7, San Jorge-Ciaike, a 4.222,0 Km Lat. UTM. y a 417,3 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

La textura superficial varía de franco arenosa muy fina a franco arenosa fina.

En el perfil es variable la cantidad de gravilla y gravas angulares y redondeadas.

Se presentan sectores con ligera erosión eólica.

Variaciones de la Serie Portada

PA-D3 / AK Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profundo, de topografía casi plana con pendiente de 1 a 3% y bien drenado. Ocupa una superficie de 1.310,2 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

PA-D3 / B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, ligeramente ondulada con pendiente de 2 a 5%, bien drenada. Ocupa una superficie de 886,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

PA-E4 W_6 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, de topografía casi plana con pendiente de 1 a 3% y de drenaje excesivo. Ocupa una superficie de 413,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVs0
Categoría de Riego : 4s
Clase de Drenaje : 6
Erosión : 0

PA-D3 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, de topografía suavemente ondulada con pendiente de 5 a 8% y bien drenada. Ocupa una superficie de 346,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : VIe1
Categoría de Riego : 6
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 0

PA-D3 CK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, de topografía moderadamente ondulada con pendiente de 8 a 15% y bien drenada. Ocupa una superficie de 76,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : VIIe1
Categoría de Riego : 6
Clase de Drenaje : 5
Erosión : 0

18. SERIE RIO DEL ORO, franco arenoso muy fino.

Símbolo Cartográfico : RO

Caracterización General

Suelo en posición de terraza aluvial baja, plano con pendiente dominante de 0 a 1%, estratificado, de color negro en las primeras estratas, hasta 30 cm y gris oscuro de matiz 5Y; en profundidad gris verdoso oscuro de matiz 5GY; de textura franco arenosa muy fina en la superficie y franco arcillo limosa y franco arenosa muy fina en profundidad. Presenta un horizonte superficial orgánico con raíces muy abundantes. El drenaje es imperfecto y el arraigamiento alcanza en promedio a 60 cm variando entre 50 y 70 cm.

En el punto descrito se presenta una buena pradera de trébol blanco, pasto miel y junquillo.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

10 - 0 Negro (7,5YR 2/0) en húmedo; franco arenosa muy fina; es una masa de raíces (60 a 70%).

0 - 20 Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable, suelto; estructura granular fina, débil.

	Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos abundantes. Cristales de cuarzo abundantes. Límite lineal, claro.
20 - 30	Negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; friable, suelto; estructura granular fina, débil. Raíces abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto.
30 - 50	Gris oscuro (5Y 4/1) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces escasas. Límite lineal, claro.
50 - 90	Gris oscuro (5Y 4/1) y gris oliva (5Y 5/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Sin raíces. Moteados gruesos abundantes, tenues. Límite lineal, claro.
90 - 120 y más	Gris verdoso (5GY 5/1) en húmedo; franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; firme en húmedo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Sin raíces. Moteados gruesos abundantes, tenues, de color oliváceo (5Y 5/3) en húmedo.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores 14, Ríos Oscar, Oro y Rogers y 16, Porvenir y ocupan una superficie de 3.190,0 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 14, Ríos Oscar, Oro y Rogers, a 4.139,4 Km Lat. UTM. y a 434,7 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte puede ser de color negro de matiz 5YR.

El segundo horizonte en sectores se presenta con textura arcillo limosa y el color puede variar a pardo muy oscuro de matiz 10YR. Es un suelo estratificado que puede presentar mayor número de estratas de arena muy fina o franco arcillo limosa y en áreas presenta gravas redondeadas en el perfil. Bajo los 80 cm puede presentar textura franco arenosa muy fina. En sectores a 70 cm descansa sobre gravas redondeadas con arena.

En sectores presenta carbonatos abundantes en el perfil y en forma de acumulaciones superficiales.

Variaciones de la Serie Río del Oro

RO-D1 W3 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa muy fina, profundo, plano con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. El arraigamiento varía entre 50 y 70 cm. Ocupa una superficie de 1.435,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

RO-D2 W3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, moderadamente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 447,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

RO-D2 W2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, moderadamente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje pobre. Ocupa una superficie de 1.307,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

19. SERIE RIO VERDE, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : RV

Caracterización General

Suelo sedimentario, en posición de terraza marina. De textura superficial franco arenosa muy fina y color negro de matiz 5YR; de textura franco arenosa muy fina y color pardo muy oscuro de matiz 10YR. Substrato de arcilla densa con gravas y piedras. Terraza plana, baja, de drenaje moderado.

La vegetación del área de la descripción corresponde a una muy buena empastada formada básicamente por pasto miel y trébol blanco.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20 Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles, que se parten en granular fina. Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite ondulado, difuso.

20 - 50 Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Cristales de cuarzo hialinos abundantes. Límite ondulado, abrupto.

50 - 70 Pardo grisáceo (2,5Y 5/2) en húmedo; arcillosa densa; muy plástico y muy adhesivo; maciza. Abundantes gravas y piedras frescas y meteorizadas. Vetas de colores gris oliva (5Y 5/2) y gris verdoso (5GY 5/1).

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Río Verde y ocupan una superficie de 2.407,7 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 2/2 del sector 9, Río Verde, a 4.168,1 Km Lat. UTM. y a 330,8 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El horizonte superficial puede variar en su textura a franco arenosa fina y el color a negro de matices 10YR y 7,5YR, por la gran cantidad de materia orgánica.

El segundo horizonte puede ser de textura franco limosa y el color variar a gris muy oscuro de matiz 5YR.

El color del substrato varía a oliva y gris oliva de matiz 5Y.

Variaciones de la Serie Río Verde

RV-D4 W_4 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa muy fina, delgado, plano con pendiente de 0 a 1% y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 1.195,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

RV-E4 W_4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, plana y de drenaje moderado. Ocupa una superficie de 197,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

RV-D3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, casi plana con pendientes de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 675,2 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

RV-D3 W_4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 97,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

RV-E3 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, casi plana con pendientes de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 242,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

20. SERIE RIO ROGERS, franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico : RS

Caracterización General

Suelo en posición de terraza aluvial baja, plano con pendiente dominante de 0 a 1%, estratificado, de color negro en las primeras estratas (hasta 40 cm) y gris azulado oscuro de matiz 5GY, en profundidad; de textura franco arenosa muy fina en la superficie y franco arenosa muy fina y franco arenosa fina en profundidad. Presenta un horizonte superficial orgánico con raíces muy abundantes. El drenaje es imperfecto y el arraigamiento alcanza entre 50 y 60 cm.

Se presenta una buena pradera de trébol blanco, pasto miel y junquillo.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

5 - 0 Negro (5YR 2/1) en húmedo. Es una masa de raíces con material de textura franco arenosa muy fina.

0 - 20 Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.

20 - 40 Negro (7,5YR 2/0) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles, que se parten en granular fina, débil. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto.

40 - 45 Gris oliva claro (5Y 6/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas escasas. Límite lineal, abrupto.

45 - 50	Oliva pálido (5Y 6/3) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles. Raíces finas escasas. Gravas finas comunes, redondeadas y angulares. Límite lineal, abrupto.
50 - 70	Gris verdoso (5GY 6/1) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Sin raíces. Oxidaciones como manchas de color oliva (5Y 5/3).
70 - 100	Gris azulado (5B 4/1) en húmedo, con vetas de color oliva (5Y 5/3); franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Sin raíces. Límite lineal, claro.
100 - 120 y más	Gris azulado (5B 5/1) en húmedo; areno francosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; grano simple. Sin raíces.

Observaciones

Suelo saturado desde 70 cm.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores 14, Ríos Oscar, Oro y Rogers y 16, Porvenir y ocupan una superficie de 1.700,0 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 14, Ríos Oscar, Oro y Rogers, a 4.140,5 Km Lat. UTM. y a 336,7 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

A 70 cm puede encontrarse un horizonte enterrado de color pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, de textura franco arcillo limosa, con abundante materia orgánica semi descompuesta y sin descomponer.

Es un suelo estratificado que puede presentar grandes variaciones en el número de estratas. Las texturas pueden variar, presentando estratas de arena muy fina o franco arcillo arenosa. En sectores descansa sobre gravas redondeadas con arena.

En sectores presenta abundantes carbonatos en el perfil y en forma de acumulaciones superficiales.

Variaciones de la Serie Río Rogers

RS-D1 W3
AK

Representa a la Serie y corresponde a suelos de textura superficial franco arenosa muy fina, profundo, casi plano con pendiente de 1 a 3% y drenaje imperfecto. El arraigamiento varía entre 40 y 55 cm. Ocupa una superficie de 817,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

RS-D1 W3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 280,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

RS-D1 W2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, profunda, plano con pendiente de 0 a 1% y drenaje pobre. Ocupa una superficie de 487,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

RS-E3 W3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, casi plana con pendiente de 1 a 3% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 32,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

RS-E3 W3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 82,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

21. SERIE SANTA OLGA, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : SG

Caracterización General

Suelo en posición de terraza altas y medias, delgado; de textura superficial franco arenosa fina y color pardo rojizo oscuro de matiz 5YR y de textura arenosa de color pardo grisáceo oscuro de matiz 10YR en profundidad. Presenta grava y gravilla en todo el perfil, que aumenta en profundidad. Bien drenado y con ligera a moderada erosión.

La vegetación es de coirón con arbustos ralos de mata verde, por lo erosionado del sector se encuentra la murtilla, planta típica de los sectores degradados.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20	Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravas redondeadas y angulares, finas y medias comunes; gravilla abundante. Límite lineal, claro.
20 - 40	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable. Raíces finas abundantes. Gravilla abundante y gravas redondeadas comunes. Límite lineal, claro.
40 - 50	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas y comunes; poros abundantes. Gravilla escasa y gravas medias redondeadas, comunes. Límite lineal, abrupto.
50 - 90	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; arenosa; no plástico y no adhesivo. Sin raíces. Gravilla y gravas abundantes. Límite lineal, abrupto.
90 - 120 y más	Gris oliva (5Y 4/2) en húmedo; areno francosa; no plástico y no adhesivo; friable en húmedo; estructura de grano simple. Sin raíces. Sin gravas.

Ubicación

Las Fases de esta Serie se encuentran ubicadas en los sectores 14, Ríos Oscar, Oro y Rogers y 16, Porvenir y ocupan una superficie de 7.864,0 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 16, Porvenir, a 4.091,0 Km Lat. UTM. y a 416,1 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El color de matiz 5Y puede presentarse a partir de 30 cm. Los colores pueden variar bastante en los distintos sectores, pero en general abarca desde matiz 10YR a 5Y en profundidad.

Presenta sectores con ligera pedregosidad superficial. En sectores presenta bloques erráticos en superficie. La textura superficial puede ser franco arenosa a franco arenosa fina.

Presenta ligera a moderada erosión eólica y en pequeños sectores es severa.

Variaciones de la Serie Santa Olga

SG-E4 **B1K-1**	Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa fina, delgado, ligeramente ondulado con 2 a 5% de pendiente, bien drenado, y erosión ligera. El arraigamiento varía entre 55 y 70 cm. En

sectores presenta ligera y moderada pedregosidad e incluye sectores aislados con erosión severa y pendientes complejas de 3 a 8%. Ocupa una superficie de 2.370,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

SG-E4 P1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, plana con pendiente de 0 a 1%, bien drenada, y con ligera pedregosidad superficial. Ocupa una superficie de 1.335,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	3s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

SG-E4 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, casi plana con pendiente de 1 a 3% y bien drenada. Ocupa una superficie de 267,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

SG-E4 AK-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, casi plana con pendiente de 1 a 3% , bien drenada y erosión ligera. Ocupa una superficie de 1.320,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

SG-E3 B1K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, bien drenada, ligeramente ondulada con pendiente de 1 a 3% y erosión ligera. Ocupa una superficie de 187,5 há. Se clasifica en:

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

SG-E4 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5a 8% y bien drenada. Ocupa una superficie de 375,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

SG-E4 B2K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8%, bien drenada y erosión ligera. Incluye sectores con moderada erosión. Ocupa una superficie de 477,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

SG-E4 B1K-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, ligeramente ondulada con pendientes de 5 a 8% y bien drenada. Ocupa una superficie de 662,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	2

SG-E4 CK-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, moderadamente ondulada con pendientes de 8 a 15%, bien drenada y erosión moderada. Ocupa una superficie de 170,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	2

SG-E4 DK-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, delgada, fuertemente ondulada con pendientes de 15 a 20%, bien drenada y con erosión moderada. Ocupa una superficie de 699,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	2

22. SERIE SANTA SUSANA, franco limoso

Símbolo Cartográfico : SS

Caracterización General

Suelo sedimentario, formado por materiales glaciales que se presentan compactados en profundidad. De textura superficial franco limosa y color negro de matiz 5YR; de textura arcillo limosa y color negro de matiz 2,5Y sobre una arcilla glacial de color gris oliva de matiz 5Y, semipermeable y que limita la profundidad de arraigamiento del suelo.

Suelo plano, en posición deprimida, ligeramente profundo y de drenaje imperfecto. Presenta la típica vegetación de vega, con pradera de junquillo asociada con especies como chicoria o diente de león, poa pratense, cola de zorro, agrostis y agropiron.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20	Negro (5YR 2,5/1), en húmedo; franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura granular fina. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.
20 - 45	Negro (2,5Y 2/0), en húmedo; arcillo limosa; muy plástico y adhesivo; firme; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas y medias escasas; poros finos comunes. Límite ondulado, claro.
45 - 60	Gris oliva (5Y 5/2), en húmedo; arcillo limosa; moteados de color gris claro. No hay raíces.
60 - 100 y más	Gris oliva (5Y 5/2), en húmedo; arcilla densa; con moteados y bandas de colores gley que aumentan en profundidad. Maciza.

Ubicación

Las Fases de esta Serie se encuentran ubicadas en los sectores San Jorge-Ciaike, Río Susana-Bahía Oazy y Mina Rica y ocupan una superficie de 3.109,0 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 1/2 del sector 8, Río Susana-Ciaike, a 4.181,6 Km Lat. UTM. y a 397,7 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte presenta texturas que varían de franco limosa a franco arenosa fina y franco arenosa muy fina; de color negro de matices 5YR y 10YR. En sectores de vega presenta un horizonte superficial orgánico.

En el segundo horizonte la textura varía entre franco arcillo limosa y arcillo limosa y el color puede ser gris muy oscuro de matiz 2,5Y a pardo muy oscuro de matiz 10YR.

En sectores presenta acumulación de carbonatos sobre la arcilla densa glacial.

La arcilla glacial presenta gravas frescas y meteorizadas. El color puede ser verde grisáceo (gley).

Variaciones de la Serie Santa Susana

SS-D3 W_3 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco limosa, ligeramente profundo, plano y de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 1.337,6 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw8
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

SS-D3 W_3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, casi plana con 1 a 3% de pendiente y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 1.088,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw8
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

SS-E3 W_3 AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, casi plana con 1 a 3% de pendiente y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 465,0 há. Se clasifica en:

Capacidad de Uso	:	IVw8
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

SS-D3 W_3 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 143,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw8
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

SS-E3 W_3 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 73,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw8
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

23. SERIE SIDE, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : SD

Caracterización General

Suelo sedimentario, en posición de terraza aluvial, moderadamente profundo y de drenaje pobre. De textura superficial franco arenosa fina y color pardo oscuro de matiz 10YR; de textura franco arcillo limosa y color pardo grisáceo oscuro de matiz 2,5Y en profundidad. Terraza plana con ligero microrrelieve. Buena cubierta herbácea, formada por pasto miel, trébol blanco, cadillo, poa pratense, diente de león y pasto ovillo.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 25 Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles que se parten en granular. Raíces finas y muy finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Materia orgánica abundante. Límite lineal, abrupto.

25 - 45 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados, con tendencia a laminar. Raíces medias comunes y finas escasas; poros finos comunes. Oxidaciones muy abundantes; moteados finos, prominentes, abundantes. Materia orgánica abundante. Raíces muertas abundantes. Límite ondulado, claro.

45 - 75 Pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; firme; maciza. Compactado. Moteados gruesos, prominentes, abundantes; oxidaciones abundantes. Límite ondulado, abrupto.

75 - 120 Estratas de texturas franco arenosa y arenosas de color gris oscuro (5Y 4/1) en húmedo. Moteados y oxidaciones abundantes.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector 15, Río Side y ocupan una superficie de 242,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina correspondiente a Río Side, a 4.154,1 Km Lat. UTM. y a 481,3 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

Las principales variaciones son en el color de los suelos por cambios en el drenaje. El primer horizonte puede variar en su color de pardo oscuro de matiz 10YR a 7,5YR.

Los horizontes más finos pueden variar su color presentándose los gris oliva y pardo grisáceo más superficialmente.

La profundidad del substrato con ripio puede estar a menos de 100 cm.

Variaciones de la Serie Side

SD-E2 W_2 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profundo, plano con ligero microrrelieve y drenaje pobre. Ocupa una superficie de 165,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

SD-E2 W_3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profunda, plana con ligero microrrelieve y drenaje imperfecto Ocupa una superficie de 77,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

24. SERIE SOMBRERO, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : SM

Caracterización General

Suelo de origen fluvioglacial, delgado, en posición de terrazas medias. De textura superficial franco arenosa fina y color pardo oscuro de matiz 7,5YR; de textura franco arenosa con gravas redondeadas y color pardo oscuro de matiz 10YR en profundidad. Substrato de gravas redondeadas con matriz arenosa gruesa. Los suelos presentan sectores con erosión eólica. De drenaje excesivo.

Vegetación de coirón ralo y arbustos de mata verde, en sectores se presenta un matorral rastrero, la murtilla.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20 Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros abundantes. Gravilla redondeada escasa. Límite lineal, abrupto.

20 - 45 Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas y medias comunes; poros finos y medios abundantes. Gravilla redondeada común. Límite ondulado, abrupto.

45 y más Substrato de gravas redondeadas con matriz arenosa gruesa.

Ubicación

Las Fases de esta Serie se encuentran ubicadas en el sector 15, Río Side y ocupan una superficie de 3.887,5 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina de Río Side, a 4.154,4 Km Lat. UTM. y a 480,1 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

La textura superficial varía de franco arenosa fina a franco arenosa y el color de pardo oscuro de matiz 7,5YR a pardo grisáceo muy oscuro de matiz 10YR.
El suelo presenta gravilla fina superficial en los sectores erosionados.

Entre el segundo horizonte y el substrato puede encontrarse un horizonte de textura areno francosa con gravas abundantes.

Variaciones de la Serie Sombrero

SM-E4W6 AK-1 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa fina, delgado, casi plano con pendientes de 1 a 3% y de drenaje excesivo. Ocupa una superficie de 2.582,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	6
Erosión	:	1

SM-E3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, ligeramente profunda, plana con pendiente de 0 a 1% y bien drenada. Ocupa una superficie de 330,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	3s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

SM-E4W6 A-2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente erosionada, delgada, plana con pendiente de 0 a 1% y de drenaje excesivo. Ocupa una superficie de 975,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	6
Erosión	:	2

25. SERIE TEHUELCHE, franco limoso

Símbolo Cartográfico : TH

Caracterización General

Suelo formado por sedimentos lacustres finos, con pendientes dominantes de 0 a 2%. De textura franco limosa y color pardo rojizo oscuro de matiz 5YR en la superficie y arcillosa de color gris pardusco claro de matiz 10YR en profundidad. Presenta moteados abundantes, gruesos, prominentes a partir de los 70 cm, raíces sólo hasta 40 ó 50 cm y drenaje moderado. Presenta ligera reacción al ácido clorhídrico 1/3 entre 44 y 70 cm.

Los sectores salinos están cerca de la laguna y su posible origen es marino.

La vegetación del punto donde se describió la Serie es de coirón asociado con otras especies como cadillo, diente de león, poa pratense, cebadilla y chicoria.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

10 - 0	Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco limosa. Abundantes raíces (80 a 90%), horizonte orgánico. Límite lineal, abrupto.
0 - 25	Negro (7,5YR 2/0) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; ligeramente duro, friable; estructura granular y bloques subangulares finos y medios, débiles. Raíces finas abundantes. Límite lineal, claro.
25 - 44	Gris oscuro (10YR 4/1) en húmedo; arcillosa densa; muy plástico y muy adhesivo; muy duro, firme; maciza. Raíces hasta los 40 cm, en profundidad raíces muertas. Cutanes abundantes. Límite lineal, abrupto.
44 - 70	Gris pardusco claro (10YR 6/2) en húmedo; arcillosa densa; muy plástico y muy adhesivo; muy duro, firme; maciza. Moderada reacción al ácido clorhídrico 1/3. Sin raíces. Límite lineal, claro.
70 - 120	Gris verdoso (5BG 6/1) en húmedo; arcillosa; muy plástico y muy adhesivo; muy duro, firme; maciza. Moteados abundantes, gruesos, prominentes de color oliva (5Y 5/3). Sin raíces.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en el sector Laguna Blanca y ocupan una superficie de 5.161,4 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina del sector 6, Laguna Blanca, a 4.186,2 Km Lat. UTM. y a 344,9 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

En sectores no existe el primer horizonte y el suelo comienza con textura arcillosa densa. Ocasionalmente el suelo descansa a los 100 cm sobre gravas.

Colores en profundidad varían a gris oliva (5Y 5/2), dependiendo de la salinidad.

Variaciones de la Serie Tehuelche

TH-C1 W_4 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arcillo limosa, profundo, plano con 0 a 1% de pendiente y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 137,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IIIs5
Categoría de Riego : 2s
Clase de Drenaje : 4
Erosión : 0

TH-C1 W_4 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, casi plana con 1 a 3% de pendiente y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 340,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IIIs5
Categoría de Riego : 2t
Clase de Drenaje : 4
Erosión : 0

TH-C1 W_4 / B Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, ligeramente inclinada con pendiente de 1 a 2% y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 797,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IIIs5
Categoría de Riego : 2t
Clase de Drenaje : 4
Erosión : 0

TH-C1 W_4S_1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana con 0 a 1% de pendiente, drenaje moderado y ligeramente salina. El arraigamiento alcanza una profundidad entre 40 a 70 cm. Una Fase ligeramente salina tiene su rango de conductividad eléctrica entre 2 y 4 dS/m y su efecto es la disminución del rendimiento de los cultivos muy sensibles. Puede mejorar con el lavado de las sales. Ocupa una superficie de 385,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IIIs5
Categoría de Riego : 2t
Clase de Drenaje : 4
Erosión : 0

TH-C1 $W_4S_1A_1$ Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana con 0 a 1% de pendiente, drenaje moderado, ligeramente salina y ligeramente alcalina. Una Fase ligeramente salina y ligeramente alcalina tiene su rango de conductividad eléctrica entre 2 y 4 dS/m y el porcentaje de saturación sódica entre 10 y 15. Produce una disminución de rendimiento de los cultivos muy sensibles. Puede mejorar con el lavado de las sales. El arraigamiento alcanza una profundidad entre 40 a 70 cm. Ocupa una superficie de 292,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso : IVs6
Categoría de Riego : 3s
Clase de Drenaje : 4
Erosión : 0

TH-D1 W_3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, profunda, plana y de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie 243,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIw2
Categoría de Riego	:	2w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

TH-C1 W_3S_2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana, de drenaje imperfecto y salinidad. Ocupa una superficie de 867,5 há. La Fase salina tiene su rango de conductividad eléctrica entre 4 y 8 dS/m y su efecto es la disminución del rendimiento de muchos cultivos. Puede mejorar con el lavado de las sales y requiere de drenaje. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIs6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

TH-C1 W_3S_2 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, casi plana con pendiente de 1 a 3%, drenaje imperfecto y salina. La Fase salina tiene su rango de conductividad eléctrica entre 4 y 8 dS/m y su efecto es la disminución del rendimiento de muchos cultivos. Puede mejorar con el lavado de las sales y requiere de drenaje. Ocupa una superficie de 352,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIs6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

TH-C1 $W_3S_3A_3$ Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana, de drenaje imperfecto, muy salina y muy alcalina. Esta Fase tiene su rango de salinidad entre 8 y 12 dS/m y su rango de alcalinidad entre 25 y 40% de saturación de sodio. Un suelo de estas características sólo permite cultivos muy tolerantes y tiene problemas de infiltración de agua, baja permeabilidad y compacidad. Ocupa una superficie de 1.028,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIIs6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

TH-B1 $W_3S_3A_3$ Corresponde a la Fase de textura superficial arcillo limosa, profunda, plana, de drenaje imperfecto, muy salina y muy alcalina. Esta Fase tiene su rango de salinidad entre 8 y 12 dS/m y su rango de alcalinidad entre 25 y 40% de saturación de sodio. Un suelo de estas características sólo permite cultivos muy tolerantes y tiene problemas de infiltración de agua, baja permeabilidad y compacidad. Ocupa una superficie de 102,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIIs6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

TH-C1 $W_2S_3A_3$ Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana, de drenaje pobre, muy salina y muy alcalina. Esta Fase tiene su rango de salinidad entre 8 y 12 dS/m y su rango de alcalinidad entre 25 y 40% de saturación de sodio. Un suelo de estas características sólo permite cultivos muy tolerantes y tiene problemas de infiltración de agua, baja permeabilidad y compacidad. El problema está agravado por un drenaje muy deficiente, que dificulta las posibilidades de mejoramiento Ocupa una superficie de 613,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw6
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	2
Erosión	:	0

NOTA: Para mejorar un suelo salino (Fases salinas) se requiere de lavados que permitan la eliminación de las sales. En el caso de los suelos salino-sódicos (Fases muy salina y muy alcalina), se requiere de la aplicación de una enmienda química, como yeso, que permita solubilizar las sales de sodio, previo a su lavado. Además es necesario mejorar el drenaje.

PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO

SERIE: TEHUELCHE

FASE LIGERAMENTE SALINA: TH-C1 W_4S_1

PROFUNDIDAD cm	0 - 25	25 - 50
pH H2O 1:1	7,10	7,27
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA dS/m	2,61	2,03
CaCO3 %	0,0	0,0
SATURACION DE AGUA %	76	67
COMPLEJO DE CAMBIO		
Ca	10,4	10,7
Mg	4,3	4,4
K	0,9	0,5
Na	13,6	8,2
ANIONES SOLUBLES (mmol-/L)		
CO3	0,0	0,0
HCO3	1,5	1,7
Cl	11,4	9,4
SO4	16,0	12,0
RAS	5,0	3,0

FASE MUY SALINA Y MUY ALCALINA: TH-C1 $W_3S_3A_3$

PROFUNDIDAD cm	0 - 20	20 - 40
pH H2O 1:1	8,03	8,09
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA dS/m	11,7	10,9
CaCO3 %	11,0	9,6
SATURACION DE AGUA %	90	71
COMPLEJO DE CAMBIO		
Ca	17,4	15,3
Mg	11,1	9,3
K	5,5	4,7
Na	123,6	105,5
ANIONES SOLUBLES (mmol-/L)		
CO3	0,0	0,0
HCO3	5,4	4,4
Cl	95,8	95,0
SO4	48,0	37,0
RAS	32,7	30,1

26. SERIE TRES PASOS, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : TP

Caracterización General

Suelo de terraza aluvial, en posición ligeramente inclinada con pendiente dominante de 1 a 2%. Ocupa generalmente las terrazas medias dentro del paisaje. De textura superficial franco arenosa fina y color pardo rojizo oscuro de matiz 5YR; de textura franco arenosa con gravilla y color pardo oscuro de matiz 7.5YR, en profundidad. Presenta gravas finas redondeadas y angulares en todo el perfil. Moderadamente profundo con arraigamiento entre 75 a 80 cm.

Esta Serie se describió es una antigua pradera de alfalfa.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 12	Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas y medias muy abundantes. Grava fina redondeada y angular escasa. Límite lineal, claro.
12 - 29	Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes. Gravas finas escasas y gravas redondeadas gruesas aisladas. Límite lineal, claro.
29 - 48	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos y medios débiles. Raíces finas abundantes. Gravas redondeadas finas y medias escasas; gravilla abundante, especialmente de cuarzo. Límite lineal, claro.
48 - 68	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, muy débiles. Raíces finas y medias abundantes. Gravilla y gravas finas abundante, gravas gruesas redondeadas, escasas. Límite ondulado, abrupto.
68 - 90	Arena gruesa con gravilla y gravas redondeadas finas y medias abundantes. Raíces escasas hasta 80 cm, no hay en profundidad.

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores Cerro Castillo-Cerro Guido, Río Tres Pasos, Río Tranquilo y Río Verde y ocupan una superficie de 4.918,1 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 2/1 del sector 1, Cerro Castillo-Cerro Guido, a 4.342,9 Km Lat. UTM. y a 673,6 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

En sectores aparece una estrata superficial extra, de 20 a 25 cm de espesor, de color negro (5YR 2/1) y textura franco arenosa fina.

En cortes de perfiles se puede apreciar que bajo los 100 cm suele aparecer mazacote, que es una estrata arcillo limosa de colores 5Y pero que no tiene influencia en el comportamiento de este suelo.

Variaciones de la Serie Tres Pasos

TP-E2 Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profunda, ligeramente inclinada con 1 a 2% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 1.026,6 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

TP-E2 W_4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profunda, plana y de drenaje moderado. Ocupa una superficie de 308,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2s
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

TP-E2 B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profunda, ligeramente ondulada con 2 a 5% de pendiente y bien drenada. Incluye sectores casi planos con 1 a 3% de pendiente. Ocupa una superficie de 1.998,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs0
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

TP-E2 B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profunda, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 873,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

TP-E2 CK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa fina, moderadamente profunda, moderadamente ondulada con pendientes de 8 a 15% y bien drenada. Ocupa una superficie de 711,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

27. SERIE ULTIMA ESPERANZA, franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico : UE

Caracterización General

Son suelos delgados, formados por sedimentos fluvioglaciales depositados sobre materiales glaciolacustres que se presentan compactados y extraordinariamente duros, pero que no están cementados y son de textura arcillo limosa, las raíces sólo penetran por las fracturas. Este substrato está acompañado de gravas finas escasas a comunes. De textura superficial franco limosa o franco arenosa muy fina llegando a ser franca en sectores y de color negro. Son materiales sueltos, permeables, porosos y bien estructurados y con un elevado contenido de materia orgánica.

La vegetación del sector es de coirón con mata negra y hierbas como diente de león y trébol blanco.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 20 Negro (5YR 2/1) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura granular fina. Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.

20 - 35 Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2), en húmedo; franco arenoso muy fino; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes. Gravas finas comunes. Límite lineal, abrupto.

35 - 50 Gris oliva (5Y 4/2) en húmedo; franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias escasas. Gravas finas angulares comunes. Límite ondulado, abrupto.

50 y más Oliva (5Y 4/3); arcillo limosa; se presenta extraordinariamente duro en seco, fracturado, por donde penetran raíces. En sectores el color es oliváceo (5Y 4/4), como manchas, correspondientes a oxidaciones. Suele presentar canalículos de antiguas raíces de color negro, (10YR 2/1 y 7,5YR 2/0).

Ubicación

Las Fases de ésta Serie se encuentran ubicadas en los sectores Cerro Castillo-Cerro Guido, Río Tres Pasos, Río Tranquilo, Morro Chico, Laguna Blanca, Río Verde y Kampenaike y ocupan una superficie de 18.163,1 há. El Pedón donde se efectuó la descripción se ubica en la lámina 1/2 del sector 1, Cerro Castillo-Cerro Guido, a 4.354,7 Km Lat. UTM. y a 663,6 Km Long. UTM.

Rango de Variaciones

El primer horizonte presenta sectores de textura superficial franco arenosa muy fina. Puede presentar gravas finas y gruesas redondeadas y angulares entre 50 y 55 cm.

En el sector de Llanuras de Diana, el color del segundo horizonte puede ser gris muy oscuro (10YR 3/1). El mazacote (a más de 50 cm), puede estar cubierto con manchas de Manganeso.

La profundidad efectiva del suelo varía entre 25 a 50 cm, las raíces penetran en los primeros 10 ó 15 cm del mazacote por las fracturas que se producen, al parecen, por el congelamiento y descongelamiento de él. En sectores este mazacote presenta moteados de escasos a comunes, medios, débiles, hasta abundantes, medios, prominentes. La matriz en general presenta colores de matiz 5Y.

Se presentan sectores con ligera a moderada erosión eólica.

Variaciones de la Serie Ultima Esperanza

UE-D4 / B1K Representa a la Serie y corresponde a un suelo de textura franco arenosa muy fina, delgado, ligeramente ondulado con pendientes de 2 a 5% y bien drenado. El espesor del pedón es entre 35 a 50 cm. Ocupa una superficie de 2.900,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

UE-D3 W_4 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, casi plana con pendiente de 1 a 3% y drenaje moderado. Ocupa una superficie de 676,5 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IIIs3
Categoría de Riego	:	2t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

UE-D4 W_4 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, casi plana con 1 a 3% de pendiente y de drenaje moderado. Incluye sectores ligeramente inclinados con 1 a 2% de pendiente. Ocupa una superficie de 2.325,1 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

UE-E4 W_4 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, casi plana con pendientes de 1 a 3% y de drenaje moderado. Ocupa una superficie de 3.184,2 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

UE-E4 W_4 / B Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, ligeramente inclinada con pendientes de 1 a 2% y de drenaje moderado. Ocupa una superficie de 1.596,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs3
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	4
Erosión	:	0

UE-E4 / B1K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, ligeramente ondulada, con pendientes de 2 a 5% y bien drenada. Ocupa una superficie de 3.461,0 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	3t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

UE-E4 W_3 / AK Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, casi plana con pendientes de 1 a 3% y de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 33,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVw2
Categoría de Riego	:	3w
Clase de Drenaje	:	3
Erosión	:	0

UE-D4 / B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, delgada, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 916,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

UE-E4 / B2K Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8% y bien drenada. Ocupa una superficie de 426,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVe1
Categoría de Riego	:	4t
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

UE-E4 / B2K-1 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8%, bien drenada y ligeramente erosionada. Ocupa una superficie de 1.258,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	1

UE-D4 / CK Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, delgada, moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 485,7 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

UE-E4 / C Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, delgada, moderadamente inclinada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada. Ocupa una superficie de 898,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

UNIDADES NO DIFERENCIADAS

TERRAZA RECIENTE

Símbolo Cartográfico : TR

Corresponden a un suelo aluvial, estratificado, delgado, ubicados en posición de terrazas recientes. Se describió en la terraza del río Agua Fresca. Ocupa una superficie de 136,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	IVs0
Categoría de Riego	:	3s
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

Las características del punto descrito son las siguientes:

Profundidad (cm).

0 - 20	Pardo oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; estructura de grano simple. Raíces finas escasas; poros abundantes. Gravilla fina común, gravas escasas. Límite lineal, abrupto.
20 - 50	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; areno francosa; no plástico y no adhesivo; suelto; estructura de grano simple. Gravas finas y medias comunes. Límite lineal, abrupto.
50 y más	Gravas con matriz arenosa gruesa.

TERRAZA DE AGUA FRESCA

Símbolo Cartográfico : TA

Corresponden a suelos de terrazas recientes, formados por depósitos marinos en la Bahía de Agua Fresca. Corresponde a una acumulación de gravilla fina con una matriz de textura arenosa gruesa, delgado, de drenaje excesivo. Su topografía es con moderado microrrelieve a casi plana. Son muy pobres y presentan una escasa vegetación. Un sector similar fue descrito en Seno Skyring, Río Verde. Ocupa una superficie de 341,3 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIs0
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	6
Erosión	:	0

TIPOS MISCELANEOS DE SUELOS

MISCELANEO ESCARPE

Símbolo Cartográfico : E

Corresponde a caídas entre terrazas con pendientes superiores a 30%. Ocupa una superficie de 480,2 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MISCELANEO QUEBRADA

Símbolo Cartográfico : MQ

Corresponde a terrenos de pendientes abruptas por donde escurren los cursos de agua. Están cubiertos por vegetación. Ocupa una superficie de 1.304,8 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIIe1
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	5
Erosión	:	0

MISCELANEO PANTANO

Símbolo Cartográfico : MP

Corresponde a terrenos húmedos, con agua superficial y cubiertos por vegetación hidromórfica. Ocupa una superficie de 1.021,2 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	VIII
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	1
Erosión	:	0

MISCELANEO TURBA

Símbolo Cartográfico : TB

Corresponde a terrenos húmedos, de turberas, con masas de raíces en un 80 a 90%, de material fresco y cubiertos por vegetación hidromórfica. Ocupa una superficie de 1.834,4 há. Se clasifica en :

Capacidad de Uso	:	Vw
Categoría de Riego	:	6
Clase de Drenaje	:	1
Erosión	:	0

OTROS SIMBOLOS CARTOGRAFICOS

CAJA DE RIO:		(C)
CERRO	:	(CE)
LAGUNA	:	(La)
DUNA	:	(DU)
PLAYA		
RIO		

V.3.1 PLUVIOMETRIA

V.3.1.1 Introducción

El objetivo del estudio es caracterizar el régimen de precipitaciones de las diferentes cuencas de la región magallánica que son de interés para el aprovechamiento de sus recursos hídricos con fines agrícolas.

Para ello se recopilaron las estadísticas pluviométricas controladas en la región por la Dirección General de Aguas (DGA) y por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Se recopiló la información a nivel mensual y también diario, con el objeto de detectar posibles diferencias, calcular las series de precipitaciones mensuales, estacionales, anuales y máximas anuales en 1, 2, 3, 4 y 5 días consecutivos de duración.

La información obtenida se sometió a los procesos estadísticos corrientes de revisión, corrección, relleno y verificación de homogeneidad aplicando el método de las curvas doble acumuladas.

Con los datos finales se efectuaron los análisis de frecuencia de las series mensuales, estacionales y anuales obteniendo los valores necesarios para preparar los planos de isoyetas para las diferentes probabilidades de excedencia.

Las series máximas anuales en 1, 2, 3, 4 y 5 días consecutivos de duración que fue posible obtener, exceptuando la estación Punta Arenas DMC, son muy cortas y como las correlaciones que habrían permitido extenderlas resultaron muy malas, se decidió no efectuar los análisis de frecuencia.

V.3.1.2 Catastro de Información Disponible

Sobre la base de la información disponible en la DGA y en la DMC, se efectuó un catastro de las estaciones pluviométricas que pudieran contener la información requerida para el desarrollo del estudio.

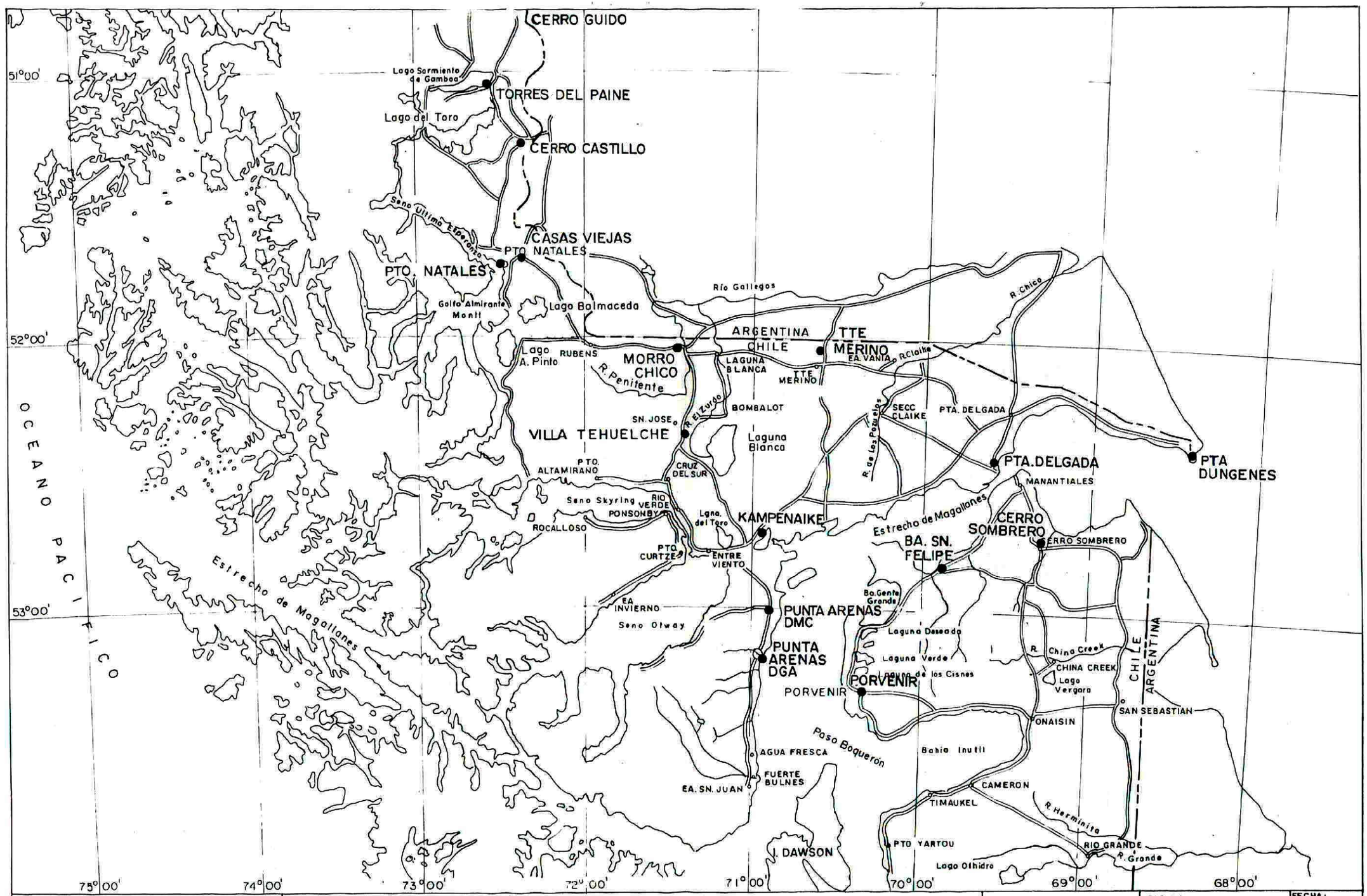
Los datos disponibles muestran que los registros se inician en los años 1960, pero sólo con la estación Punta Arenas DMC en forma continuada hasta la fecha, varias estaciones se instalan en los años 1970 y a principios de los años 1980, y otro conjunto de estaciones es instalado por la DGA a fines de 1980 y principios de los años 1990, de modo que la longitud del período de análisis no sobrepasa los 22 años, con excepción de la estación Punta Arenas DMC.

Considerando los objetivos del estudio de conformar una estadística pluviométrica de un período hidrológico lo más extenso posible, pero compatible con la longitud de estadística disponible, y considerando también la cobertura espacial requerida, se seleccionaron 16 estaciones pluviométricas para ser analizadas.

En la Figura V.3.1-1 se muestra la ubicación de las estaciones seleccionadas para la zona del estudio.

En el Cuadro V.3.1-1 se presenta, para las estaciones seleccionadas, un resumen con la longitud y período de información pluviométrica disponible a nivel mensual. En cada año se indica el número de meses que cuenta con datos.

No se incluyeron las estaciones instaladas recientemente por la DGA en los años 1989, 1990 y 1993 porque aportan estadísticas de muy corta duración, tampoco se incluyeron las estaciones de Río Paine en Estancia, Lago Pehoé, Lago Sarmiento y Baglina porque sus registros consisten en datos incompletos de algunos años en las décadas 1960 y 1970.



SIMBOLOGIA :

● ESTACION PLUVIOMETRICA

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE
PROYECTO MAGALLANES - XII REGION
1996

ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES

FIGURA
ESTACIONES PLUVIOMETRICAS SELECCIONADAS

FECHA:

ESCALA: 1:1.500.000

FIGURA Nº V.3.1 - 1

CUADRO V.3.1-1

INFORMACION PLUVIOMETRICA DISPONIBLE

Nº	DECADA					1960										1970										1980										1990				
	ESTACION / AÑO HIDROLOGICO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5				
1	Punta Dungenes		8	c	c	b	c	b	b	c	b	c	b	c	c	c	c	a	b	c	a	a	c	c	c	c	c	c	c	c	7	7								
2	Punta Delgada												8	b	c	b	c	c	a	c	c	a	2	c	c	c	c	c	c	c	c	1								
3	Punta Arenas DMC		c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	4			
4	Punta Arenas DGA														4	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	a	c	b	c					
5	Cerro Sombrero														4	c	b	b	c	a	2	c	a	a	9	b	c	c	b	a	b	b	c	a	b	c					
6	Bahia San Felipe														4	c	b	c	a	b	b	c	b	c	c	b	b	b	c	c	c	c	9	7	a	9					
7	Teniente Merino															c	c	b	c	c	8	b	c	3	6	c	c	c	c	c	c	b	c	b	b	a					
8	Villa Tehuelche																					c	c	c	c	c	c	c	c	a	a	c	a	c	c	a					
9	Porvenir DMC																										b	c	c	c	c	c	c	a	c	a					
10	Morro Chico en Retén																					c	c	a	c	b	b	c	a	c	c	c	c	b	9					
11	Cerro Guido																									c	c	a	9	a	c	c	c	b	c	a					
12	Torres del Paine																							a	c	b	c	c	c	c	c	c	c	c	c	9					
13	Cerro Castillo																					b	c	c	c	c	c	c	a	9	c	c	c	c	c	a					
14	Casas Viejas																					c	c	c	c	c	c	c	c	1	5	c	c	c	c	a					
15	Puerto Natales																											c	c	c	c	c	c	c	b	a					
16	Kampenaike																				2	c	c	c	c	9	2	b	c	8	c	c	c	9	2	8					

NOTA : El año hidrológico comienza el 1º de marzo y termina el 28 de febrero

Simbología:

1,2,3...9 : Número de meses con información
a : Año con 10 meses de información
b : Año con 11 meses de información
c : Año con 12 meses de información

V.3.1.3 Relleno de Estadísticas

Las estadísticas de las estaciones seleccionadas que presentaban algunos meses sin información, se completaron mediante el procedimiento usual en Hidrología de los módulos pluviométricos.

$$P_x = M_x * \Sigma(P_i/M_i) *(1/k) ; \quad \text{con } i = 1 \text{ a } 3 \text{ y } 1 \leq k \leq 3$$

donde :

P_x : es la precipitación mensual incógnita.
P_i : es la precipitación mensual de una estación vecina i.
M_i : es el módulo pluviométrico de la correspondiente estación vecina i.
M_x : es el módulo pluviométrico de la estación en análisis.

Aplicando este método se pudo obtener períodos continuos completos para cada estación seleccionada.

Las series originales rellenadas se ordenaron en términos de años hidrológicos, que se inicia en marzo de un año y termina en febrero del año siguiente, y con ellas se determinaron las lluvias anuales correspondientes.

El detalle de los rellenos efectuados con este procedimiento se encuentra en archivos internos de trabajo.

V.3.1.4 Homogeneización de Estadísticas

Con el fin de verificar la homogeneidad de la información, la estadística de precipitaciones anuales se sometió a un análisis de curvas doble acumuladas.

El primer patrón se definió con las estaciones Punta Arenas DMC, Punta Dúngenes, Punta Delgada, Cerro Sombrero y Bahía San Felipe.

El análisis de los integrantes de este Patrón 1 indicó la necesidad de agregar Punta Arenas DGA y sacar Cerro Sombrero, Punta Dúngenes y Punta Delgada con lo que el Patrón 2 quedó integrado por Punta Arenas DGA, Punta Arenas DMC y Bahía San Felipe.

El análisis de este Patrón 2 indicó la necesidad de corregir Bahía San Felipe con lo que se definió el Patrón 3 igual al Patrón 2 pero con Bahía San Felipe corregida.

Con este último Patrón 3 se analizaron las demás estaciones, obteniéndose resultados poco satisfactorios, por lo que se decidió efectuar un análisis de correlaciones cruzadas entre los valores anuales de todas las estaciones con el fin de detectar los valores anómalos de las estaciones con problemas.

Mediante las correlaciones cruzadas es posible detectar los valores anómalos de manera más confiable ya que la corrección se efectúa solamente si ella es consistente en todas las correlaciones efectuadas.

El análisis de correlaciones cruzadas permitió detectar en muchas correlaciones una gran dispersión de los datos, lo cual pone de manifiesto que mucha de la información disponible presenta errores importantes y es poco confiable, errores que probablemente

provienen de efectos de viento que impiden una adecuada medición de la precipitación o también de la posibilidad de que no se registre la precipitación en forma de nieve y/o su mezcla agua nieve.

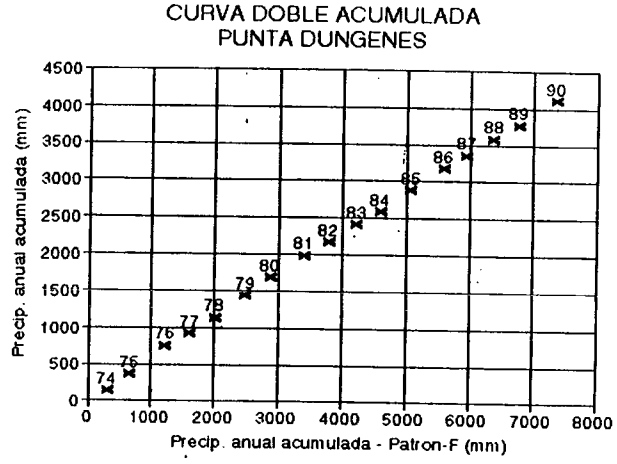
Terminado este procedimiento se pudo contar con series anuales corregidas, las que fueron analizadas en cuanto a su homogeneidad mediante el Patrón final, Patrón F, integrado por las estaciones Punta Arenas DGA y Punta Arenas DMC.

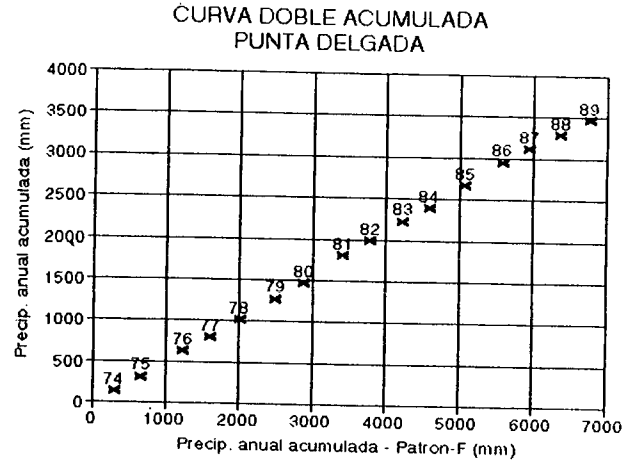
Los resultados obtenidos son satisfactorios en cuanto a su homogeneidad, como puede apreciarse en la Figura V.3.1-2 que sigue.

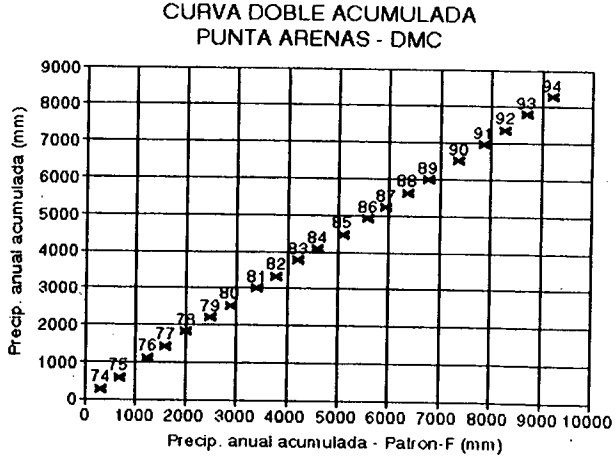
Los valores mensuales de los años corregidos se obtuvieron aplicándoles el factor de corrección dado por el cuociente entre la precipitación anual corregida y la original, de tal manera que la suma de los nuevos valores mensuales sea coincidente con el valor anual corregido.

Las estadísticas de precipitaciones mensuales y anuales definitivas se presentan en los Cuadros V.3.1-2 a V.3.1-17 que siguen.

FIGURA V.3.1-2


CURVA DOBLE ACUMULADA
PUNTA DUNGENES
Precip. anual acumulada (mm)
Precip. anual acumulada - Patron-F (mm)
0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000
74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90


CURVA DOBLE ACUMULADA
PUNTA DELGADA
Precip. anual acumulada (mm)
Precip. anual acumulada - Patron-F (mm)
0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000
74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89


CURVA DOBLE ACUMULADA
PUNTA ARENAS - DMC
Precip. anual acumulada (mm)
Precip. anual acumulada - Patron-F (mm)
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000
74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94

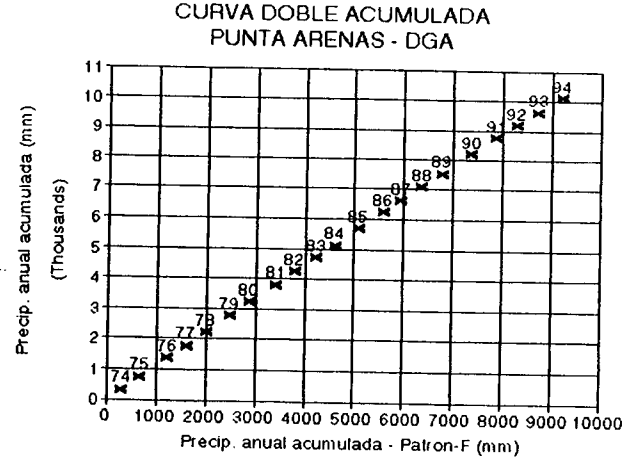
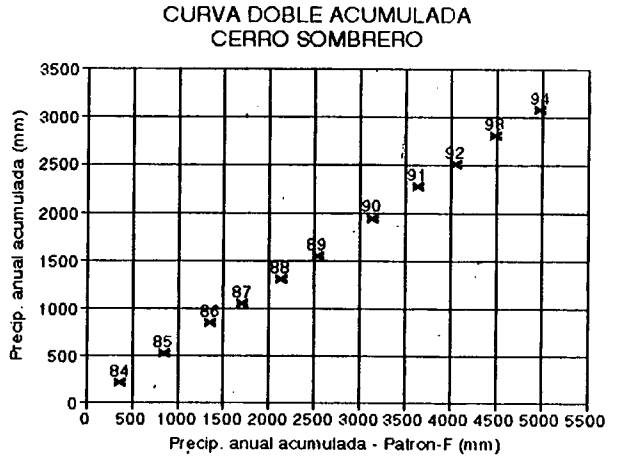
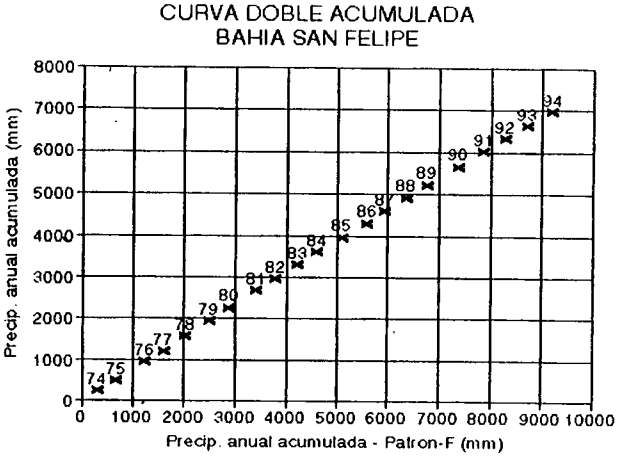
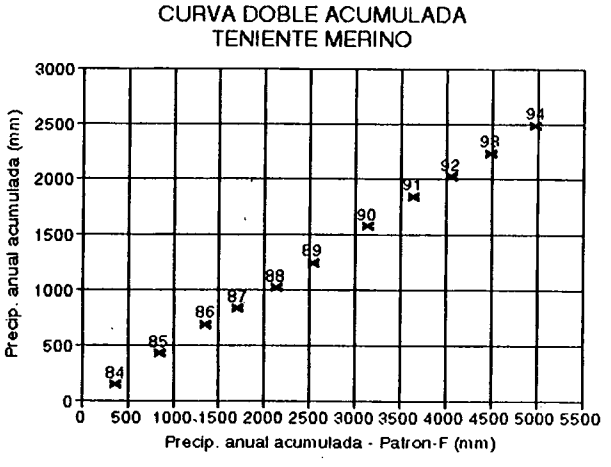

CURVA DOBLE ACUMULADA
PUNTA ARENAS - DGA
Precip. anual acumulada (mm)
(Thousands)
Precip. anual acumulada - Patron-F (mm)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000
74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94

FIGURA V.3.1-2
(Continuación)







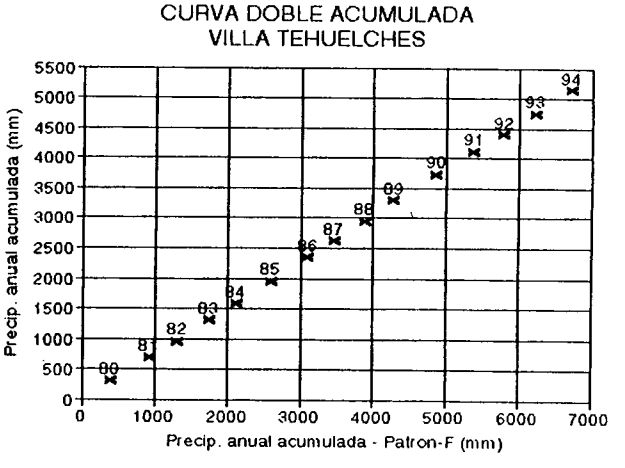
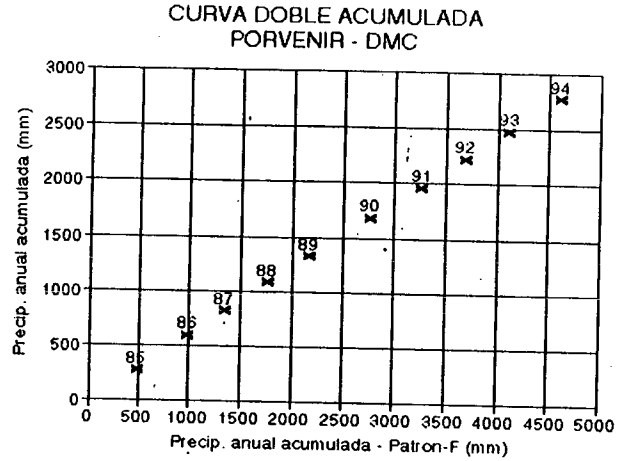
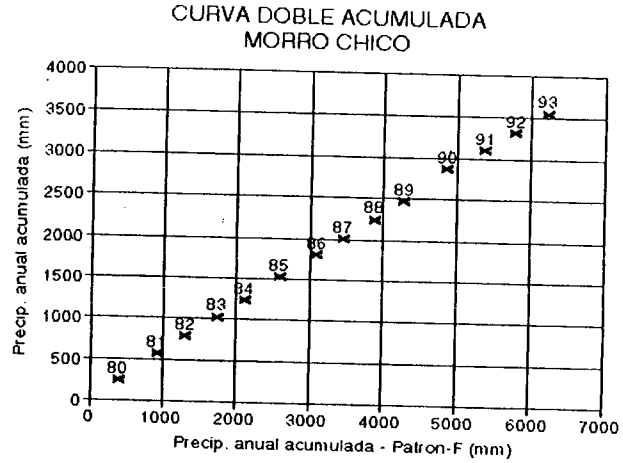
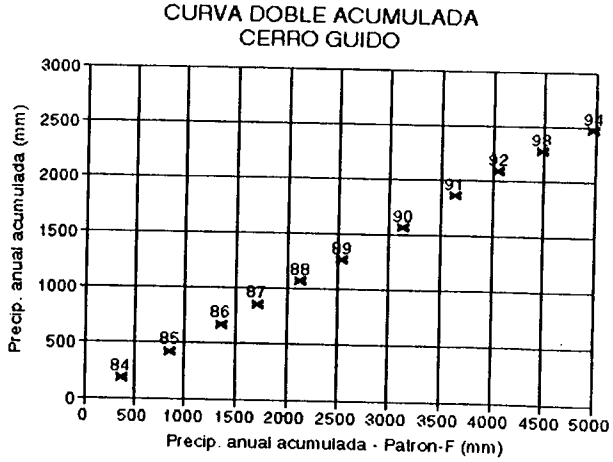


FIGURA V.3.1-2
(Continuación)







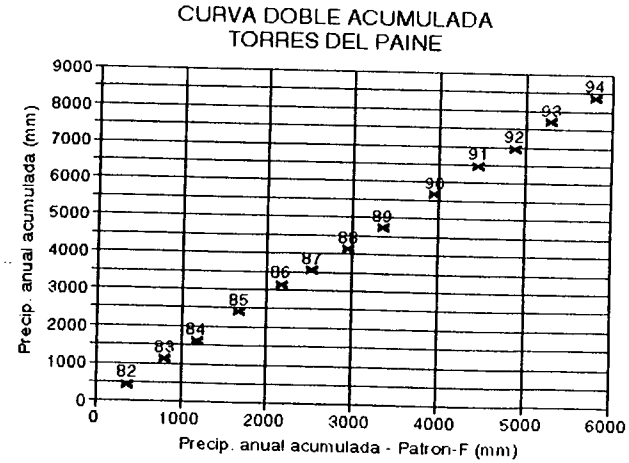
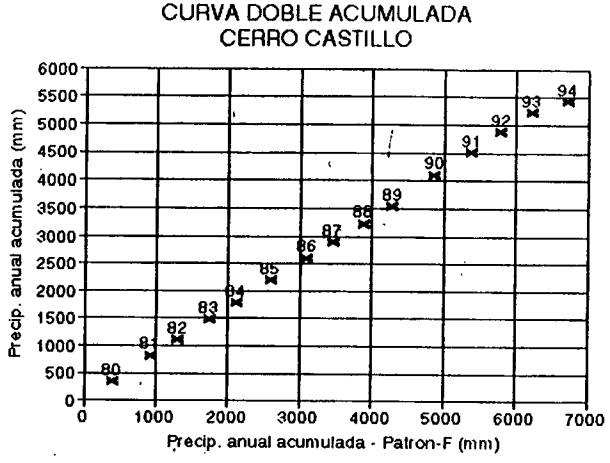
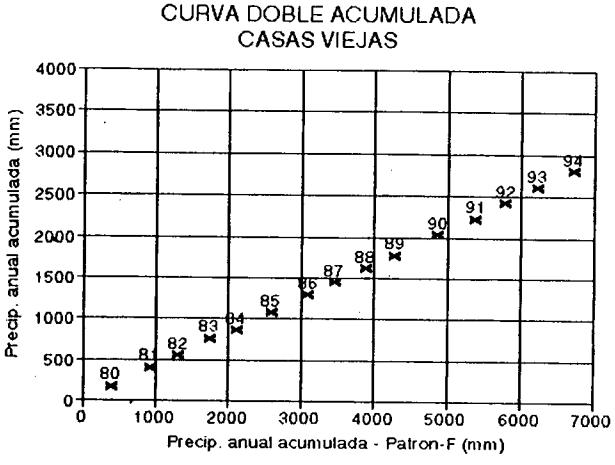
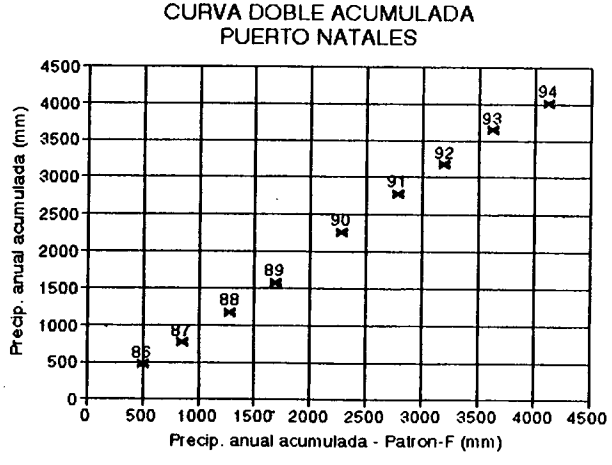
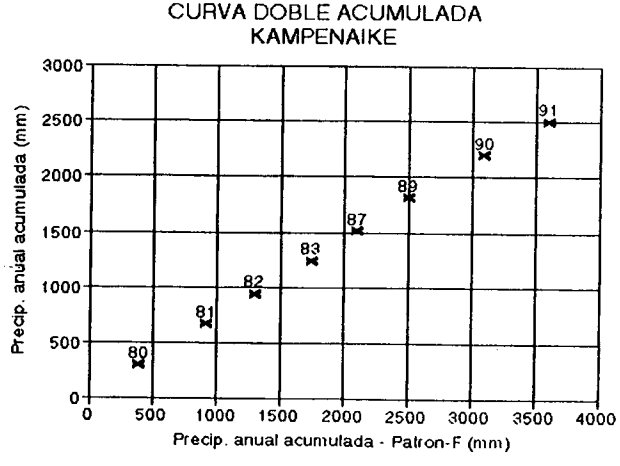


FIGURA V.3.1-2
(Continuación)









CUADRO V.3.1-2
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1972-1990
ESTACION : PUNTA DUNGENES-FARO

Latitud : 52°23' S Longitud : 68°26' O Elevacion : 4 m

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1972	1,60	30,50	13,90	10,10	28,10	15,80	19,20	29,90	9,10	41,00	34,70	18,60	252,50
1973	11,40	4,40	3,50	77,80	13,70	9,40	5,70	17,90	19,80	13,50	21,40	3,30	201,80
1974	12,80	10,10	6,40	18,00	0,00	17,00	0,40	14,90	5,30	27,10	8,80	27,00	147,80
1975	9,50	24,20	13,30	48,60	16,10	9,40	5,80	3,30	33,10	23,00	19,30	10,70	216,30
1976	47,30	41,80	27,80	38,30	8,90	8,70	17,10	47,30	71,60	29,30	22,10	26,80	387,00
1977	21,90	16,70	8,90	8,90	21,90	22,70	4,80	32,00	2,00	11,20	8,70	14,50	174,20
1978	49,50	6,90	22,70	28,90	28,90	1,60	13,20	6,80	16,20	2,60	14,20	19,70	211,20
1979	9,30	8,70	32,70	14,30	40,30	46,60	15,40	3,90	11,80	52,80	18,20	49,40	303,40
1980	47,30	4,10	21,90	2,60	39,40	21,70	12,10	16,40	17,90	12,40	14,40	28,30	238,50
1981	19,80	24,80	61,40	20,90	57,30	15,80	2,20	14,10	11,70	20,60	21,10	36,10	305,80
1982	3,20	5,70	14,30	11,60	9,90	2,90	20,60	20,20	10,70	14,70	47,90	26,50	188,20
1983	29,50	58,60	18,00	12,90	9,10	12,00	10,10	9,70	4,60	7,70	52,00	12,20	236,40
1984	8,60	6,70	17,20	26,20	32,20	2,80	10,10	30,80	11,80	6,90	0,60	20,00	173,90
1985	25,70	50,60	32,70	68,80	18,90	5,40	41,50	12,60	9,30	10,40	15,00	3,70	294,60
1986	83,70	23,70	44,50	4,90	7,20	4,70	4,30	15,70	39,60	11,90	44,00	13,90	298,10
1987	6,60	33,20	17,00	14,00	31,80	12,20	3,40	3,90	20,30	13,90	17,40	4,10	177,80
1988	8,30	14,60	26,50	30,00	18,80	8,70	7,90	20,10	13,10	13,10	44,90	20,00	226,00
1989	9,10	36,80	4,20	14,10	20,30	19,40	4,20	13,90	18,60	20,60	17,30	17,70	196,20
1990	49,30	8,60	61,00	4,50	12,80	33,10	17,60	9,40	16,90	43,70	38,10	43,70	338,70
MEDIA	23,92	22,90	26,80	26,10	22,00	15,10	11,90	16,60	20,10	25,40	27,30	24,80	250,97
DESV. STD.	21,92	16,53	16,92	21,10	14,08	11,24	9,54	11,33	15,86	13,54	14,81	12,69	64,52
COEF. VAR.	0,92	0,72	0,63	0,81	0,64	0,74	0,80	0,68	0,79	0,53	0,54	0,51	0,26
MÁXIMA	83,70	58,60	61,40	77,80	57,30	46,60	41,50	47,30	71,60	52,80	52,00	49,40	387,00
MÍNIMA	1,60	4,10	3,50	2,60	0,00	1,60	0,40	3,30	2,00	2,60	0,60	3,30	147,80

CUADRO V.3.1-3
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACION MENSUAL (mm) PERIODO 1973-1989
ESTACION : PUNTA DELGADA-FARO

Latitud : 52°28' S Longitud : 69°35' O Elevacion : 5 m

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1973	6,20	5,00	13,80	15,50	14,80	8,90	10,20	26,30	14,50	19,70	34,60	16,00	185,50
1974	10,40	21,40	4,20	11,90	8,70	7,90	1,00	7,70	25,80	12,80	8,60	25,40	145,91
1975	1,20	11,50	6,80	36,70	19,00	5,00	4,10	9,00	17,50	25,60	19,40	18,50	174,10
1976	14,20	20,20	10,60	14,20	8,90	0,00	31,60	66,20	67,70	21,60	13,10	50,00	318,30
1977	15,70	12,10	13,40	0,70	10,10	8,00	10,10	28,00	12,00	32,30	8,00	10,50	160,94
1978	5,90	12,50	17,20	11,20	58,50	11,80	17,50	5,50	17,50	10,50	32,10	12,90	213,10
1979	46,90	5,40	33,50	12,20	17,40	20,50	24,30	4,40	5,50	39,60	27,30	21,90	259,00
1980	37,40	6,20	25,80	8,30	25,70	18,50	2,20	12,60	22,00	13,40	1,00	27,80	200,90
1981	65,80	14,00	36,70	26,50	74,90	18,20	1,10	2,80	4,60	5,20	62,10	15,20	327,00
1982	1,00	8,00	25,10	8,30	15,40	4,20	18,90	18,30	23,50	9,60	40,70	13,70	186,70
1983	29,20	24,10	48,10	15,20	7,20	20,80	10,60	3,70	14,30	5,50	49,50	16,00	244,20
1984	9,20	6,00	12,10	29,40	9,50	2,20	6,20	29,50	12,00	6,60	20,00	21,90	164,60
1985	34,00	24,00	35,10	26,60	14,10	9,90	29,50	10,30	39,50	27,70	14,50	7,10	272,20
1986	57,10	13,20	62,70	24,60	7,20	83,60	1,90	11,60	10,40	2,90	8,00	3,70	286,85
1987	96,70	6,90	6,50	9,00	3,70	7,00	3,70	6,00	5,70	3,80	3,70	7,70	160,40
1988	9,70	19,60	17,80	23,10	6,00	2,60	12,00	33,90	12,40	8,00	18,00	13,50	176,60
1989	23,20	40,80	7,00	9,30	20,90	3,50	1,20	9,30	20,90	26,20	7,00	6,50	175,70
1990	11,50												
MEDIA	27,28	14,76	22,14	16,63	18,94	13,68	10,95	16,77	19,16	15,94	21,62	16,96	214,82
DESV. STD.	26,51	9,40	16,40	9,53	19,12	19,19	10,09	16,13	15,21	11,15	17,20	10,86	58,21
COEF. VAR.	0,97	0,64	0,74	0,57	1,01	1,40	0,92	0,96	0,79	0,70	0,80	0,64	0,27
MÁXIMA	96,70	40,80	62,70	36,70	74,90	83,60	31,60	66,20	67,70	39,60	62,10	50,00	327,00
MÍNIMA	1,00	5,00	4,20	0,70	3,70	0,00	1,00	2,80	4,60	2,90	1,00	3,70	145,91

CUADRO V.3.1-4

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1961-1994

ESTACION : PUNTA ARENAS-PDTE. CARLOS IBAÑEZ

Latitud : 53°00' S Longitud : 70°51' O Elevacion : 37 m

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1961	16,00	43,40	45,00	3,10	16,30	72,80	13,30	9,30	26,20	29,20	34,00	4,70	313,30
1962	20,90	23,80	34,80	33,00	15,30	35,80	13,20	22,30	4,40	15,60	14,50	21,50	255,10
1963	21,60	94,70	39,30	60,90	47,70	71,30	16,50	11,40	13,80	36,60	39,90	21,90	475,60
1964	27,90	19,90	46,50	17,10	38,50	6,60	24,30	6,00	15,90	43,60	41,90	46,00	334,20
1965	34,80	38,30	14,00	78,40	13,80	37,00	20,30	15,60	14,50	2,70	4,80	8,50	282,70
1966	41,90	10,90	21,10	18,90	8,30	14,40	25,10	18,20	11,80	29,90	37,30	17,10	254,90
1967	40,90	47,20	59,70	8,90	24,50	10,70	27,90	10,20	24,40	31,30	9,30	34,20	329,20
1968	26,70	40,00	44,60	16,20	16,70	18,10	20,00	6,70	29,10	50,50	31,30	61,70	361,60
1969	25,30	74,40	64,10	65,10	24,00	54,30	39,30	11,20	25,10	40,50	94,20	41,30	558,80
1970	35,30	44,30	38,20	23,20	16,60	7,00	21,10	58,00	7,60	17,90	29,40	36,10	334,70
1971	21,70	23,40	30,70	20,60	16,40	45,60	44,10	25,30	54,10	39,90	30,40	21,20	373,40
1972	12,00	35,70	30,90	19,90	42,50	14,80	18,30	38,40	16,90	44,30	32,30	27,20	333,20
1973	20,40	35,80	12,90	71,30	30,70	30,90	12,30	22,20	23,40	12,00	27,10	9,30	308,30
1974	24,80	38,70	23,80	11,00	11,80	35,40	9,50	23,60	17,70	23,40	30,00	25,50	275,20
1975	10,60	37,90	20,10	50,60	10,20	29,50	11,70	5,80	46,80	34,00	27,80	24,10	309,10
1976	21,30	57,60	34,60	17,20	13,40	39,80	28,10	58,50	71,20	75,60	55,70	54,30	527,30
1977	37,30	26,50	34,20	33,30	35,20	19,80	14,90	29,70	14,30	34,30	41,80	7,80	329,10
1978	42,60	60,60	57,30	13,40	61,70	23,30	50,20	7,40	23,20	7,20	23,00	22,10	392,00
1979	18,90	24,80	56,20	17,80	38,70	33,70	51,90	7,90	32,50	31,00	45,50	44,40	403,30
1980	58,90	8,60	46,50	14,10	24,20	39,80	21,50	19,40	19,10	19,70	24,60	30,80	327,20
1981	43,40	22,70	84,40	20,50	108,50	37,20	12,30	7,90	12,20	26,90	64,40	16,20	456,60
1982	14,10	20,70	24,80	14,90	33,60	9,60	37,40	52,90	26,80	24,90	36,90	34,30	330,90
1983	22,00	69,40	70,30	21,50	3,40	48,90	4,70	32,10	28,70	19,30	64,30	29,00	413,60
1984	12,60	36,10	29,60	16,20	22,80	35,70	41,50	57,60	16,30	7,00	32,30	25,90	333,60
1985	57,00	38,50	62,70	47,20	20,30	22,80	32,40	20,80	43,80	24,60	12,40	14,40	396,90
1986	60,20	35,90	88,20	37,80	20,80	4,10	5,70	15,70	57,60	31,20	38,10	35,50	430,80
1987	13,40	30,80	23,70	27,40	74,20	45,90	13,10	27,00	32,90	9,70	15,10	9,40	322,60
1988	33,90	32,50	13,80	54,50	11,10	16,00	12,50	54,30	19,40	27,40	69,60	36,20	381,20
1989	18,60	54,90	15,20	46,90	12,80	18,00	32,70	22,80	48,30	42,40	39,50	19,60	371,70
1990	41,80	40,60	81,60	24,00	34,20	76,10	34,40	20,10	57,70	44,10	28,60	39,20	522,40
1991	84,20	40,80	21,70	25,10	3,40	17,30	52,80	18,90	37,10	99,40	36,90	12,90	450,50
1992	47,70	25,10	23,00	22,00	6,50	11,00	43,40	25,00	13,60	25,90	70,30	72,40	385,90
1993	74,10	28,40	21,00	4,30	18,60	58,00	32,90	27,90	13,20	41,00	41,30	66,30	427,00
1994	67,10	94,60	41,90	31,50	32,50	11,50	35,00	19,50	44,70	56,50	24,80	49,10	508,70
1995	61,00	28,00	53,20	21,10									
MEDIA	34,60	39,59	40,27	28,83	26,74	30,96	25,71	23,81	27,77	32,34	36,74	30,00	376,78
DESV. STD.	19,27	20,03	20,92	19,11	21,46	19,71	13,73	15,87	16,46	19,25	18,93	17,15	79,01
COEF. VAR.	0,56	0,51	0,52	0,66	0,80	0,64	0,53	0,67	0,59	0,60	0,52	0,57	0,21
MÁXIMA	84,20	94,70	88,20	78,40	108,50	76,10	52,80	58,50	71,20	99,40	94,20	72,40	558,80
MÍNIMA	10,60	8,60	12,90	3,10	3,40	4,10	4,70	5,80	4,40	2,70	4,80	4,70	254,90

CUADRO V.3.1-5

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1974-1994

ESTACION : PUNTA ARENAS - DGA

CODIGO BNA : 12586050-8 LATITUD S : 53 10

CUENCA : COSTERAS L. BLANCA LONGITUD W : 70 54 ALTITUD : 10 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1973									19,10	4,80	15,90	6,70	
1974	37,40	70,20	37,20	11,10	12,50	55,30	24,80	21,70	10,90	34,90	21,50	0,20	337,70
1975	14,90	56,40	19,30	76,20	21,30	67,10	19,10	10,10	52,20	27,70	27,90	32,30	424,50
1976	14,40	72,40	38,30	26,70	26,60	66,30	48,30	69,30	59,40	91,00	48,00	46,80	607,50
1977	40,00	54,70	36,50	40,90	47,80	36,90	29,60	30,20	20,70	37,00	36,50	7,30	418,10
1978	45,00	45,70	38,50	22,10	80,20	36,40	49,10	21,50	31,50	12,80	20,30	20,00	423,10
1979	18,70	51,30	80,50	31,30	55,90	77,20	78,10	13,30	35,80	27,80	38,60	51,60	560,10
1980	65,30	11,70	64,70	20,80	28,10	72,30	46,10	36,90	25,50	18,80	17,90	39,90	448,00
1981	50,00	28,80	85,30	16,00	151,70	96,20	11,30	12,10	27,40	33,40	65,60	20,70	598,50
1982	18,90	31,50	29,30	22,40	59,20	16,40	57,50	61,20	23,40	29,20	41,90	36,30	427,20
1983	21,00	75,70	93,20	22,30	6,70	66,80	8,00	34,80	20,10	17,80	79,50	22,50	468,40
1984	16,50	54,50	32,50	13,80	31,20	58,50	41,20	60,90	15,60	8,70	36,90	41,20	411,50
1985	53,60	58,40	78,90	68,60	24,30	48,90	48,30	48,70	42,50	24,80	21,70	45,80	564,50
1986	66,40	35,90	95,90	82,40	37,40	6,60	13,60	27,10	80,20	36,10	52,80	38,90	573,30
1987	17,30	38,50	27,80	33,40	68,30	53,80	21,40	35,50	48,00	8,40	21,10	15,40	388,90
1988	42,90	34,40	19,30	59,40	12,30	37,50	15,10	56,00	34,30	35,70	74,10	40,20	461,20
1989	33,50	71,30	24,30	87,40	18,60	22,70	33,30	12,90	38,90	40,20	30,60	18,00	431,70
1990	52,90	35,90	102,90	33,80	54,60	97,90	58,60	27,40	85,70	48,80	27,20	35,80	661,50
1991	98,10	73,80	25,70	62,00	8,60	16,90	57,20	26,20	41,10	92,00	29,60	12,50	543,70
1992	75,45	27,15	43,22	26,47	5,93	12,12	35,40	38,41	13,23	31,79	66,08	71,75	447,00
1993	86,60	41,20	24,60	8,00	25,20	66,90	36,80	34,20	10,50	21,50	26,60	44,50	426,60
1994	59,80	89,50	42,40	52,80	27,60	25,50	44,10	19,00	38,00	38,20	18,10	37,70	492,70
1995	64,00	34,30	50,50	24,80	50,40	17,70	26,00	38,30	16,70				
MEDIA	44,22	49,69	49,58	38,30	38,84	48,00	36,50	33,44	34,38	31,36	37,20	31,18	481,70
DESV. STD.	24,80	19,94	28,04	24,62	33,42	26,74	18,51	17,39	20,65	21,78	19,14	16,87	84,74
COEF. VAR.	0,56	0,40	0,57	0,64	0,86	0,56	0,51	0,52	0,60	0,69	0,51	0,54	0,18
MÁXIMA	98,10	89,50	102,90	87,40	151,70	97,90	78,10	69,30	85,70	92,00	79,50	71,75	661,50
MÍNIMA	14,40	11,70	19,30	8,00	5,93	6,60	8,00	10,10	10,50	8,40	17,90	0,20	337,70

CUADRO V.3.1-6
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1984-1994
ESTACION : CERRO SOMBRERO

CODIGO BNA : 12802050-0 LATITUD S : 52 44
CUENCA : TIERRA DEL FUEGO LONGITUD W : 69 19 ALTITUD : 110 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1984	16,50	18,00	19,00	13,00	17,00	24,00	29,00	47,00	9,00	0,00	16,00	13,00	221,50
1985	54,70	43,70	69,20	62,00	14,60	9,10	47,40	2,00	3,30	4,40	0,00	0,00	310,40
1986	20,20	29,70	66,60	4,80	23,80	4,80	4,80	10,70	42,80	16,60	40,40	49,00	314,20
1987	14,70	20,60	38,50	16,80	17,90	2,90	7,00	7,50	22,80	22,80	13,20	19,10	203,80
1988	32,20	23,10	23,50	20,30	14,30	16,70	2,30	26,00	23,40	12,90	24,30	40,80	259,80
1989	0,80	36,70	21,00	40,80	21,00	25,70	3,30	23,30	22,40	23,80	12,00	11,50	242,30
1990	47,90	19,80	49,40	22,10	24,40	40,80	43,70	14,00	18,00	28,80	39,10	51,70	399,70
1991	43,00	29,60	22,80	27,50	5,30	8,90	45,70	10,60	28,00	69,80	17,30	17,10	325,60
1992	41,60	15,00	12,80	14,60	3,30	6,70	19,50	21,20	7,30	17,50	36,40	39,50	235,40
1993	38,80	23,10	5,90	5,90	30,50	34,30	25,30	22,90	6,20	25,80	37,30	39,70	295,70
1994	23,00	32,70	16,20	30,30	11,00	7,80	10,00	5,30	14,30	20,60	69,70	26,70	267,60
1995	23,00	8,50	34,70	10,00	17,10	9,00	7,90	9,00	9,00	15,70			
MEDIA	30,31	26,55	31,35	23,46	16,65	16,52	21,64	17,32	17,95	22,09	27,79	28,01	279,64
DESV. STD.	16,52	8,75	21,61	16,58	8,20	12,86	17,73	12,70	11,62	18,10	19,24	17,08	56,52
COEF. VAR.	0,55	0,33	0,69	0,71	0,49	0,78	0,82	0,73	0,65	0,82	0,69	0,61	0,20
MÁXIMA	54,70	43,70	69,20	62,00	30,50	40,80	47,40	47,00	42,80	69,80	69,70	51,70	399,70
MÍNIMA	0,80	15,00	5,90	4,80	3,30	2,90	2,30	2,00	3,30	0,00	0,00	0,00	203,80

CUADRO V.3.1-7

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1973-1994

ESTACION : BAHIA SAN FELIPE

CODIGO BNA : 12806050-2 LATITUD S : 52 52

CUENCA : TIERRA DEL FUEGO LONGITUD W : 69 54 ALTITUD : 10 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1973	14,72	7,62	13,14	46,75	17,65	17,73	11,50	32,14	12,50	27,50	37,00	9,00	247,25
1974	27,59	21,86	14,69	21,50	8,24	31,18	6,45	21,50	19,35	17,56	21,86	41,21	253,00
1975	6,66	27,34	15,37	44,51	15,77	17,17	11,57	5,61	30,84	21,38	26,29	11,92	234,42
1976	39,46	47,00	26,00	22,00	17,00	19,50	22,00	84,50	45,50	55,00	45,50	32,00	455,46
1977	1,87	31,15	15,58	10,27	14,33	19,94	23,67	26,17	7,48	48,59	34,89	19,31	253,24
1978	52,50	25,00	32,50	7,50	66,50	18,00	48,50	34,72	17,50	6,00	30,50	30,50	369,72
1979	31,40	15,50	67,57	32,99	36,17	58,42	34,98	8,35	17,88	39,74	19,08	25,47	387,54
1980	72,50	13,00	34,50	15,00	24,50	35,00	15,00	24,00	17,00	8,00	16,00	43,00	317,50
1981	42,50	23,50	67,00	9,00	94,50	39,00	1,00	16,50	12,50	35,50	33,00	22,90	396,90
1982	24,00	20,00	22,50	22,00	17,00	5,00	21,00	52,00	33,00	15,00	21,00	35,00	287,50
1983	33,89	60,77	52,59	4,09	8,18	23,37	7,60	9,12	25,13	13,44	84,73	23,37	346,30
1984	15,08	25,97	17,05	22,30	7,87	43,94	34,76	63,62	16,79	8,53	5,90	32,79	294,60
1985	42,16	40,30	41,39	50,46	8,19	19,66	29,27	20,97	54,17	34,51	10,05	4,54	355,66
1986	80,08	33,30	62,00	20,80	22,70	6,10	3,20	19,30	40,80	11,10	43,50	8,70	351,58
1987	23,50	44,80	34,80	28,40	31,20	20,20	10,30	19,20	31,40	19,50	12,00	20,30	295,60
1988	35,10	29,80	20,00	25,70	15,20	3,60	9,30	42,10	23,10	30,80	59,00	22,60	316,30
1989	9,65	55,79	14,96	27,68	11,33	27,27	3,36	23,21	32,44	64,32	31,18	14,82	316,00
1990	42,81	21,64	77,42	22,85	23,51	41,79	34,33	7,65	12,50	61,47	27,61	42,63	416,20
1991	78,40	21,00	20,10	12,50	2,00	8,50	27,00	53,13	90,24	28,30	4,30	24,41	369,87
1992	60,00	32,00	13,00	25,50	14,00	10,00	15,99	17,35	5,98	14,36	71,60	32,41	312,19
1993	60,92	22,00	15,00	0,00	12,90	40,80	19,50	13,50	3,00	18,00	64,00	31,23	300,85
1994	44,86	50,70	28,00	33,50	14,00	13,10	10,50	5,50	76,30	19,50	13,58	28,28	337,82
1995	30,10	12,00	4,00	25,50	17,00	6,00		4,50	18,80				
MEDIA	38,17	30,46	32,05	22,97	21,94	23,60	18,22	27,28	28,43	27,19	32,39	25,29	327,98
DESV. STD.	22,53	14,04	20,44	13,32	20,97	14,53	12,51	20,50	22,08	17,37	21,62	10,96	57,42
COEF. VAR.	0,59	0,46	0,64	0,58	0,96	0,62	0,69	0,75	0,78	0,64	0,67	0,43	0,18
MÁXIMA	80,08	60,77	77,42	50,46	94,50	58,42	48,50	84,50	90,24	64,32	84,73	43,00	455,46
MÍNIMA	1,87	7,62	13,00	0,00	2,00	3,60	1,00	5,50	3,00	6,00	4,30	4,54	234,42

CUADRO V.3.1-8
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1984-1994
ESTACION : TENIENTE MERINO

CODIGO BNA : 12640050-0 LATITUD S : 52 02
CUENCA : VERTIENTE DEL ATLANTICO LONGITUD W : 70 44 ALTITUD : 180 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1984	25,57	34,10	23,59	2,84	8,52	8,52	9,95	15,63	2,84	2,84	5,68	14,21	154,29
1985	22,71	45,41	43,85	54,81	40,71	0,31	18,79	7,83	31,32	9,40	0,31	1,25	276,70
1986	1,66	27,07	77,42	61,75	1,42	0,00	0,00	0,00	3,56	0,00	54,15	32,06	259,09
1987	1,72	8,25	4,81	39,20	0,00	0,00	0,00	0,69	68,09	0,00	16,16	2,06	140,98
1988	12,65	27,18	11,25	0,00	11,71	0,94	0,00	46,86	2,81	0,00	46,86	30,46	190,72
1989	9,02	15,46	25,12	26,79	32,46	10,05	26,02	0,00	20,10	42,51	8,37	7,60	223,50
1990	43,41	31,69	47,39	26,34	20,71	64,06	10,68	12,62	14,47	16,73	15,36	24,00	327,46
1991	39,93	28,15	22,69	30,45	22,12	18,67	18,96	16,66	9,19	39,64	2,87	20,68	270,01
1992	17,50	25,00	20,00	16,50	15,00	5,00	12,00	10,50	7,04	1,50	26,00	24,50	180,54
1993	31,02	19,93	12,22	8,46	12,22	45,11	17,86	2,82	3,76	14,10	2,82	43,37	213,69
1994	28,00	35,50	25,50	24,50	9,00	11,00	0,80	0,00	53,00	40,50	9,50	14,30	251,60
1995	11,00	8,50	27,50	3,00	9,50	7,00	0,00	1,00	5,50				
MEDIA	21,20	27,07	28,53	26,51	15,81	14,88	10,46	10,33	19,65	15,20	17,10	19,50	226,23
DESV. STD.	14,16	10,12	20,64	19,78	12,44	20,91	9,29	13,72	22,29	17,48	18,15	13,15	56,91
COEF. VAR.	0,67	0,37	0,72	0,75	0,79	1,41	0,89	1,33	1,13	1,15	1,06	0,67	0,25
MÁXIMA	43,41	45,41	77,42	61,75	40,71	64,06	26,02	46,86	68,09	42,51	54,15	43,37	327,46
MÍNIMA	1,66	8,25	4,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	0,00	0,31	1,25	140,98

CUADRO V.3.1-9

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1980-1994

ESTACION : VILLA TEHUELCHE

CODIGO BNA : 12622050-2 LATITUD S : 52 25

CUENCA : VERTIENTE DEL ATLANTICO LONGITUD W : 71 24 ALTITUD : 200 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980	38,50	14,50	41,50	11,00	33,00	36,00	31,00	10,00	16,00	10,00	21,00	44,50	307,00
1981	29,50	18,50	37,50	75,00	49,00	71,50	5,50	8,00	21,50	6,50	44,00	20,00	386,50
1982	15,03	15,39	12,46	12,09	33,72	27,49	34,45	43,25	13,93	10,26	21,62	34,82	274,51
1983	29,60	49,10	42,10	13,80	9,80	38,80	5,50	6,80	36,10	20,80	47,40	34,70	334,50
1984	11,53	16,89	37,34	19,71	13,76	29,76	44,26	53,19	17,11	7,59	23,06	16,29	290,49
1985	35,30	46,00	47,30	49,70	29,00	22,50	31,60	23,20	23,70	14,50	6,60	36,10	365,50
1986	23,97	28,74	96,53	62,91	48,81	4,56	6,72	11,93	36,88	11,61	26,03	25,81	384,50
1987	4,24	31,88	24,13	41,70	53,71	18,18	4,85	13,09	42,67	13,70	26,31	11,03	285,49
1988	22,30	19,70	18,90	37,20	10,00	14,51	11,86	52,30	28,50	51,70	35,70	25,70	328,37
1989	40,10	46,00	15,29	31,20	26,00	18,00	49,50	20,00	24,00	29,70	35,50	10,50	345,79
1990	51,47	26,59	79,53	28,55	24,88	47,48	15,91	40,79	62,08	20,15	24,47	20,80	442,70
1991	80,42	33,67	23,42	46,84	20,33	22,09	34,56	22,85	42,19	34,03	1,86	17,94	380,20
1992	43,00	26,70	12,10	23,60	17,26	8,41	15,93	18,96	20,51	18,07	30,46	46,10	281,10
1993	93,20	88,90	16,30	3,50	8,50	31,50	15,40	26,00	6,50	35,70	4,10	20,90	350,50
1994	53,62	48,59	28,77	18,71	22,17	0,00	48,59	11,01	79,72	32,71	12,89	28,30	385,08
1995	40,50	10,00			23,00	99,00	15,90	5,80	21,60				
MEDIA	38,12	34,08	35,54	31,70	26,66	26,05	23,71	24,09	31,43	21,13	24,07	26,23	342,82
DESV. STD.	24,29	19,54	24,41	20,44	14,70	18,07	16,24	15,89	19,42	12,98	13,62	11,08	48,88
COEF. VAR.	0,64	0,57	0,69	0,64	0,55	0,69	0,69	0,66	0,62	0,61	0,57	0,42	0,14
MÁXIMA	93,20	88,90	96,53	75,00	53,71	71,50	49,50	53,19	79,72	51,70	47,40	46,10	442,70
MÍNIMA	4,24	14,50	12,10	3,50	8,50	0,00	4,85	6,80	6,50	6,50	1,86	10,50	274,51

CUADRO V.3.1-10
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1985-1994
ESTACION : PORVENIR - DMC

LATITUD S : 53° 15' LONGITUD W : 70° 20' ALTITUD : 500 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1985	43,11	19,50	29,00	23,70	14,90	15,50	32,30	17,20	26,60	28,70	14,00	19,10	283,61
1986	55,20	19,70	41,80	20,20	13,20	1,10	3,70	18,30	61,60	26,00	32,10	22,90	315,80
1987	9,63	31,70	24,16	22,31	26,56	6,02	6,66	18,94	18,94	17,98	8,03	12,28	203,20
1988	39,50	27,80	9,80	20,60	10,50	19,20	7,30	47,80	10,40	20,00	50,20	23,20	286,30
1989	13,04	32,48	2,68	21,61	8,69	18,03	4,99	5,11	31,07	41,55	34,14	16,11	229,50
1990	40,70	25,90	30,30	23,80	16,40	47,90	32,30	13,60	17,00	21,40	32,70	31,90	333,90
1991	69,50	22,50	18,80	10,96	31,31	6,37	25,10	15,80	25,90	48,20	19,70	19,10	313,24
1992	33,42	21,44	15,83	18,73	8,37	1,34	33,09	16,92	13,57	17,42	54,20	23,71	258,05
1993	24,70	22,40	9,40	4,90	26,50	32,30	11,00	10,10	56,72	11,90	25,30	18,10	253,32
1994	56,30	39,20	19,60	24,00	2,70	14,80	9,30	3,80	29,00	40,94	12,83	23,67	276,14
MEDIA	38,51	26,26	20,14	19,08	15,91	16,26	16,57	16,76	29,08	27,41	28,32	21,01	275,31
DESV. STD.	19,10	6,49	11,62	6,28	9,33	14,64	12,51	12,16	17,26	12,20	15,48	5,35	40,53
COEF. VAR.	0,50	0,25	0,58	0,33	0,59	0,90	0,75	0,73	0,59	0,45	0,55	0,25	0,15
MÁXIMA	69,50	39,20	41,80	24,00	31,31	47,90	33,09	47,80	61,60	48,20	54,20	31,90	333,90
MÍNIMA	9,63	19,50	2,68	4,90	2,70	1,10	3,70	3,80	10,40	11,90	8,03	12,28	203,20

CUADRO V.3.1-11

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) PERIODO 1980-1993

ESTACION : MORRO CHICO

Latitud : 52°06' S Longitud : 71°25' O Elevacion : 152 m

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980	42,60	16,90	16,80	7,50	16,50	25,50	40,00	4,30	17,80	5,50	17,50	30,00	240,90
1981	24,30	21,30	30,50	8,50	24,00	26,50	6,00	28,50	26,80	14,20	36,70	11,00	328,30
1982	1,00	9,70	35,50	11,50	10,71	29,73	30,80	22,90	8,00	15,50	12,78	32,00	220,12
1983	19,50	55,50	25,00	4,50	17,82	12,00	21,28	16,00	2,00	7,00	40,00	15,00	235,60
1984	8,50	9,00	67,72	2,00	3,00	10,00	13,00	46,00	11,00	1,50	20,50	22,00	214,22
1985	49,06	72,06	16,87	13,80	4,60	7,67	18,40	26,07	21,47	18,40	8,46	30,67	287,53
1986	24,00	37,00	12,00	59,83	27,16	4,79	9,87	19,68	49,00	6,00	16,10	9,60	275,03
1987	5,10	30,62	3,00	11,51	54,32	15,50	27,20	28,23	6,00	1,00	11,00	12,25	205,73
1988	58,93	6,00	29,60	4,90	16,89	12,50	20,74	17,60	10,00	49,04	0,70	6,00	232,90
1989	17,00	72,50	5,00	11,00	5,00	92,81	3,00	3,00	2,00	3,70	6,80	0,00	221,81
1990	43,50	47,30	68,50	35,10	44,60	27,00	46,80	37,00	12,00	6,00	10,00	31,00	408,80
1991	53,40	22,90	48,00	6,80	7,00	10,00	4,40	14,00	6,00	36,70	12,40	9,40	231,00
1992	40,00	19,30	34,60	8,20	2,00	4,34	13,30	16,70	12,70	40,60	5,50	16,50	213,74
1993	55,00	39,90	23,80	1,25	1,40	10,80	19,80	29,70	1,30	11,60	16,56	24,69	235,80
MEDIA	31,56	32,86	29,78	18,31	16,79	20,65	19,61	22,12	13,29	15,48	15,36	17,87	253,68
DESV. STD.	19,71	22,19	20,32	23,33	16,19	22,47	13,05	11,72	12,70	15,51	11,07	10,51	55,87
COEF. VAR.	0,62	0,68	0,68	1,27	0,96	1,09	0,67	0,53	0,96	1,00	0,72	0,59	0,22
MÁXIMA	58,93	72,50	68,50	78,50	54,32	92,81	46,80	46,00	49,00	49,04	40,00	32,00	408,80
MÍNIMA	1,00	6,00	3,00	1,25	1,40	4,34	3,00	3,00	1,30	1,00	0,70	0,00	205,73

CUADRO V.3.1-12
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1984-1994
ESTACION : CERRO GUIDO

CODIGO BNA : 12282050-5 LATITUD S : 50 53
CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 24 ALTITUD : 245 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1984	5,17	34,48	10,34	12,07	9,48	11,21	0,00	17,67	5,17	16,38	18,10	47,41	187,48
1985	44,00	48,00	13,00	7,00	17,00	39,00	21,00	13,00	0,00	10,00	14,50	6,00	232,50
1986	11,00	19,00	17,00	17,00	35,00	4,26	9,00	11,00	39,00	11,56	25,50	45,60	244,92
1987	1,70	20,80	13,60	41,60	35,80	11,50	9,57	5,80	19,99	1,20	3,80	16,49	181,85
1988	16,41	8,49	10,12	42,12	6,81	0,33	9,79	31,34	16,32	43,10	29,38	3,79	218,00
1989	6,96	29,40	39,15	28,07	4,35	17,40	27,26	12,76	6,38	5,22	2,78	9,28	189,01
1990	91,25	41,95	38,96	28,47	10,49	26,97	0,00	13,48	13,48	28,47	1,50	14,98	310,00
1991	54,00	54,00	20,00	13,50	26,50	30,00	6,00	11,00	14,50	26,80	13,50	27,50	297,30
1992	24,49	27,22	13,61	29,94	6,80	5,44	12,25	29,94	9,24	2,04	29,94	35,38	226,29
1993	38,00	32,00	3,00	4,00	4,00	10,50	10,00	31,00	10,30	30,50	10,40	3,10	186,80
1994	32,00	15,00	29,00	12,80	1,30	0,00	32,00	5,50	22,70	17,10	15,00	17,80	200,20
1995	7,50	21,50	23,50	5,00	52,00	29,00	17,00	6,00	14,60				
MEDIA	29,54	30,03	18,89	21,51	14,32	14,24	12,44	16,59	14,28	17,49	14,95	20,67	224,94
DESV. STD.	26,67	14,03	11,89	13,26	12,53	12,80	10,29	9,71	10,54	13,34	10,15	16,11	44,27
COEF. VAR.	0,90	0,47	0,63	0,62	0,88	0,90	0,83	0,59	0,74	0,76	0,68	0,78	0,20
MÁXIMA	91,25	54,00	39,15	42,12	35,80	39,00	32,00	31,34	39,00	43,10	29,94	47,41	310,00
MÍNIMA	1,70	8,49	3,00	4,00	1,30	0,00	0,00	5,50	0,00	1,20	1,50	3,10	181,85

CUADRO V.3.1-13

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1982-1994

ESTACION : TORRES DEL PAINE

CODIGO BNA : 12283050-0 LATITUD S : 51 11

CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 58 ALTITUD : 46 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1982	55,48	38,84	24,10	11,30	6,00	66,00	21,50	62,50	48,50	34,40	37,50	28,50	434,62
1983	47,70	89,90	66,50	31,00	32,80	24,30	42,60	49,50	86,80	16,60	105,80	81,30	674,80
1984	9,80	103,40	51,50	24,03	7,00	47,00	7,00	21,00	49,10	23,00	43,50	101,80	488,13
1985	113,64	101,07	79,53	23,05	73,75	72,07	79,61	20,53	15,92	10,48	125,79	91,77	807,21
1986	71,00	79,40	47,40	116,00	95,50	18,10	9,80	16,00	95,50	24,30	62,50	95,50	731,00
1987	13,50	35,50	22,00	65,60	48,50	24,00	13,50	43,00	51,50	21,00	40,00	34,00	412,10
1988	59,56	43,79	57,99	57,36	24,93	14,99	20,12	61,14	57,28	65,64	91,91	28,40	583,11
1989	11,57	76,35	68,33	89,22	33,62	28,20	47,14	26,03	22,92	120,38	38,18	17,57	579,51
1990	97,00	60,10	89,00	126,50	98,10	78,50	64,00	97,60	121,50	35,00	21,00	62,00	950,30
1991	190,30	161,00	35,80	58,00	38,50	83,30	48,80	22,50	39,00	45,50	36,00	49,50	808,20
1992	42,50	58,00	44,70	0,00	18,60	37,00	54,00	52,50	31,90	46,50	26,20	74,70	486,60
1993	134,20	76,50	18,50	0,00	9,50	67,00	58,50	101,10	60,00	72,00	82,50	58,00	737,80
1994	85,90	63,50	137,90	22,00	56,20	21,00	70,09	5,00	63,50	77,50	24,50	53,50	680,59
1995	60,00	84,50	80,50	28,50	71,00	12,00	64,50	11,00	31,50				
MEDIA	71,70	75,95	57,17	48,00	41,77	44,73	41,28	44,49	57,19	45,56	56,57	59,73	644,15
DESV. STD.	52,64	33,67	32,67	41,93	31,42	25,27	24,40	30,33	29,65	31,08	34,11	27,86	163,46
COEF. VAR.	0,73	0,44	0,57	0,87	0,75	0,57	0,59	0,68	0,52	0,68	0,60	0,47	0,25
MÁXIMA	190,30	161,00	137,90	126,50	98,10	83,30	79,61	101,10	121,50	120,38	125,79	101,80	950,30
MÍNIMA	9,80	35,50	18,50	0,00	6.00	14,99	7,00	5,00	15,92	10,48	21,00	17,57	412,10

CUADRO V.3.1-14
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1980-1994
ESTACION : CERRO CASTILLO

CODIGO BNA : 12287050-2 LATITUD S : 51 16
CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 21 ALTITUD : 750 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980	66,60	25,50	41,50	7,50	28,70	46,00	21,70	13,40	16,90	26,30	13,63	37,40	345,13
1981	31,19	49,61	77,88	90,81	37,33	44,92	17,94	22,46	57,04	18,10	7,92	17,13	472,33
1982	29,70	17,90	27,70	6,20	8,10	28,80	19,20	67,40	38,50	0,00	27,00	19,50	290,00
1983	62,50	52,00	43,00	20,00	41,00	10,10	9,00	23,50	26,50	9,70	43,50	36,50	377,30
1984	14,00	44,00	52,00	22,50	22,00	27,00	9,50	19,00	10,00	15,00	25,50	44,50	305,00
1985	80,80	67,00	41,50	13,50	43,10	39,90	3,20	1,70	15,30	12,20	31,40	67,10	416,70
1986	16,19	43,63	32,05	95,35	63,87	6,63	1,12	10,91	45,20	12,48	45,43	24,85	397,71
1987	3,76	81,95	13,80	39,72	27,85	23,83	7,28	18,06	42,06	4,21	4,18	19,28	285,98
1988	43,20	35,31	54,79	55,97	26,65	0,00	9,52	41,88	33,25	3,30	18,02	17,64	339,53
1989	4,80	48,50	68,30	50,60	22,40	21,50	6,30	0,60	17,60	49,50	19,20	0,60	309,90
1990	62,00	40,00	92,80	71,70	33,70	45,50	24,50	63,00	47,00	52,30	0,30	32,70	565,50
1991	63,40	97,30	13,50	37,40	35,50	34,50	26,00	22,70	19,80	19,60	5,70	37,30	412,70
1992	24,10	19,40	24,50	2,20	17,10	16,50	23,80	92,90	13,50	75,00	11,10	39,70	359,80
1993	51,80	58,80	17,50	8,00	13,00	10,00	11,50	64,00	24,00	32,50	22,00	32,00	345,10
1994	28,50	25,50	80,00	19,60	5,10	0,10	22,10	0,20	3,50	17,70	2,50	7,60	212,40
1995	33,60	45,00	8,90	66,70	149,70	27,00	3,00						
MEDIA	38,84	47,09	45,39	36,07	28,36	23,69	14,18	30,78	27,34	23,19	18,49	28,92	362,34
DESV. STD.	24,50	22,46	25,23	30,79	15,10	16,21	8,35	28,46	15,68	20,99	14,14	16,39	84,95
COEF. VAR.	0,63	0,48	0,56	0,85	0,53	0,68	0,59	0,92	0,57	0,90	0,76	0,57	0,23
MÁXIMA	80,80	97,30	92,80	95,35	63,87	46,00	26,00	92,90	57,04	75,00	45,43	67,10	565,50
MÍNIMA	3,76	17,90	13,50	2,20	5,10	0,00	1,12	0,20	3,50	0,00	0,30	0,60	212,40

CUADRO V.3.1-15

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1980-1994

ESTACION : CASAS VIEJAS

CODIGO BNA : 12293050-5 LATITUD S : 51 42

CUENCA : COSTERAS SEÑO ANDREW LONGITUD W : 72 26 ALTITUD : 250 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980	12,38	2,24	2,18	11,85	25,76	23,20	28,94	23,54	13,78	9,82	4,08	18,93	176,70
1981	21,70	18,50	48,00	21,00	17,50	26,00	1,00	18,00	21,20	11,80	5,50	18,30	228,50
1982	23,20	15,40	8,80	8,00	7,50	7,40	1,60	28,00	24,00	2,90	20,00	0,00	146,80
1983	34,00	14,60	35,90	20,80	10,40	12,60	5,10	10,70	16,10	6,80	23,00	15,50	205,50
1984	5,80	7,60	7,80	0,80	1,30	10,00	4,60	10,70	7,10	2,20	17,30	29,00	104,20
1985	35,79	43,28	36,16	5,54	9,18	12,30	14,52	5,28	7,97	11,08	14,78	27,71	223,59
1986	26,37	34,14	16,36	15,55	19,34	1,01	1,01	4,12	14,87	19,81	24,00	32,11	208,69
1987	7,50	25,80	22,40	10,70	3,60	1,90	2,70	5,40	15,90	7,40	16,00	32,10	151,40
1988	32,20	11,79	6,61	20,35	4,21	12,85	5,17	19,19	11,75	12,23	25,39	13,78	175,52
1989	12,40	26,40	9,00	32,36	6,89	8,40	12,33	11,70	9,20	7,20	22,10	6,20	164,18
1990	25,57	19,82	25,14	28,57	21,51	17,70	12,63	29,83	39,83	14,69	9,32	11,38	255,99
1991	63,40	31,14	15,26	0,94	0,88	2,38	1,31	9,57	8,69	16,63	13,13	21,57	184,90
1992	21,88	18,45	32,20	6,25	3,31	7,19	5,06	19,76	8,32	21,95	12,94	34,64	191,95
1993	35,60	20,60	25,00	1,70	0,70	13,40	10,10	21,10	34,00	15,30	2,90	10,60	191,00
1994	17,86	27,11	23,32	10,51	12,82	2,73	6,09	13,03	13,87	30,47	26,90	6,09	190,80
1995	6,00	9,50	1,90	5,30	11,20	13,00	22,00	7,10	3,80				
MEDIA	25,04	21,12	20,94	12,99	9,66	10,60	7,48	15,33	16,44	12,69	15,82	18,53	186,65
DESV. STD.	14,41	10,57	13,17	9,87	8,07	7,51	7,43	8,16	9,68	7,51	7,85	10,78	37,02
COEF. VAR.	0,58	0,50	0,63	0,76	0,84	0,71	0,99	0,53	0,59	0,59	0,50	0,58	0,20
MÁXIMA	63,40	43,28	48,00	32,36	25,76	26,00	28,94	29,83	39,83	30,47	26,90	34,64	255,99
MÍNIMA	5,80	2,24	2,18	0,80	0,70	1,01	1,00	4,12	7,10	2,20	2,90	0,00	104,20

CUADRO V.3.1-16
ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1986-1994
ESTACION : PUERTO NATALES

CODIGO BNA : 12293051-3 LATITUD S : 51 44
CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 30 ALTITUD : 45 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1986	51,54	58,41	68,72	57,27	18,71	3,44	10,31	21,38	59,17	25,96	46,58	43,52	465,01
1987	12,50	23,90	30,80	39,30	37,30	23,50	24,30	17,60	41,10	6,80	20,70	23,70	301,50
1988	44,70	34,40	54,00	48,30	14,10	16,70	8,80	53,00	39,70	39,00	32,60	18,50	403,80
1989	18,90	43,10	46,50	64,30	20,00	16,50	28,80	24,80	22,50	73,00	33,00	11,10	402,50
1990	82,60	71,10	55,00	60,80	35,90	59,80	38,20	71,00	89,90	44,30	32,70	48,60	689,90
1991	107,90	66,50	29,50	33,40	28,10	39,80	41,70	46,00	23,30	48,50	18,60	32,00	515,30
1992	13,00	40,40	41,40	13,50	14,10	17,20	18,30	70,40	10,10	62,50	28,70	59,10	388,70
1993	86,30	48,90	39,40	4,10	27,30	47,10	21,30	82,26	10,00	40,70	28,50	43,30	479,16
1994	59,90	49,70	56,10	22,50	12,70	8,90	30,80	16,90	24,10	39,30	21,20	27,20	369,30
1995	81,60	61,50	65,60	22,00	19,10	6,10	20,40	14,40	39,60				
MEDIA	53,04	48,49	46,82	38,16	23,13	25,88	24,72	44,82	35,54	42,23	29,18	34,11	446,13
DESV. STD.	34,50	15,14	12,87	21,51	9,40	18,84	11,39	25,69	25,77	19,18	8,59	15,58	111,51
COEF. VAR.	0,65	0,31	0,27	0,56	0,41	0,73	0,46	0,57	0,73	0,45	0,29	0,46	0,25
MÁXIMA	107,90	71,10	68,72	64,30	37,30	59,80	41,70	82,26	89,90	73,00	46,58	59,10	689,90
MÍNIMA	12,50	23,90	29,50	4,10	12,70	3,44	8,80	16,90	10,00	6,80	18,60	11,10	301,50

CUADRO V.3.1-17

ESTADISTICA FINAL DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES [mm] PERIODO 1980-1994

ESTACION : KAMPENAIKE

LATITUD S : 52° 41' LONGITUD W : 70° 54' ALTITUD : 20 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980	61,27	16,55	40,17	10,91	30,81	25,18	14,03	5,40	26,98	21,94	14,51	33,57	301,32
1981	45,80	22,40	50,30	6,70	78,10	45,70	3,40	9,90	14,30	24,50	48,90	15,50	365,50
1982	9,10	6,94	22,34	20,63	22,25	5,67	24,50	41,88	31,16	24,86	30,26	32,52	272,11
1983	20,36	40,29	47,68	20,53	6,53	29,47	2,58	4,04	19,76	19,33	75,43	18,99	304,99
1984	7,60	8,70	25,30	1,10	24,10	6,30	17,10	31,40	25,00	110,54	16,60	4,80	278,54
1985	32,35	35,25	47,63	41,41	14,67	29,52	29,15	29,40	25,65	14,97	13,10	27,65	340,75
1986	20,20	37,70	76,60	66,12	13,80	1,50	4,80	16,80	41,70	26,90	19,60	18,60	344,32
1987	6,14	23,84	25,68	32,19	53,94	33,79	14,25	22,61	17,45	17,69	11,30	9,71	268,59
1988	37,10	41,60	21,00	37,50	11,90	12,46	10,00	18,61	11,40	11,87	50,50	34,80	298,74
1989	9,47	39,68	19,42	39,08	28,65	7,67	11,27	13,79	32,25	51,67	43,28	5,16	301,39
1990	34,95	36,66	78,33	14,42	10,02	50,10	22,12	20,28	31,04	39,59	24,56	23,34	385,41
1991	67,54	38,30	13,59	22,25	16,17	11,26	64,69	20,31	18,63	84,36	16,04	23,16	396,30
1992	41,70	9,90	11,50	7,60	6,00	7,20	17,30	13,80	21,30	108,67	20,50	27,50	292,97
1993	57,91	27,49	16,41	5,34	16,81	44,64	24,55	22,82	7,01	14,34	17,75	29,69	284,76
1994	43,52	35,28	27,39	30,40	17,06	11,72	7,54	28,78	49,20	30,06	26,14	54,45	361,54
MEDIA	33,00	28,04	34,89	23,75	23,39	21,48	17,82	19,99	24,86	40,09	28,56	23,96	319,82
DESV. STD.	20,35	12,47	21,35	17,58	19,29	16,46	15,31	10,17	11,20	33,66	18,18	12,88	42,19
COEF. VAR.	0,62	0,44	0,61	0,74	0,83	0,77	0,86	0,51	0,45	0,84	0,64	0,54	0,13
MÁXIMA	67,54	41,60	78,33	66,12	78,10	50,10	64,69	41,88	49,20	110,54	75,43	54,45	396,30
MÍNIMA	6,14	6,94	11,50	1,10	6,00	1,50	2,58	4,04	7,01	11,87	11,30	4,80	268,59

V.3.1.5 Precipitaciones Anuales Máximas en Duraciones de 1 a 5 Días

Las estadísticas de precipitaciones diarias se procesaron computacionalmente determinando las series anuales máximas de precipitaciones en 1 a 5 días consecutivos. No se pudo conseguir información para las estaciones Kampenaike y Punta Dúngenes.

Exceptuando la estación Punta Arenas DMC, que cuenta con datos diarios completos para el período 1973 - 1994, es decir, 22 años, las demás estaciones presentan registros muy cortos que van de 4 o 5 años a 9 años.

En virtud de lo anterior se intentaron correlaciones entre ellas para extenderlas, pero como los resultados fueron francamente malos, no fue posible obtener series de suficiente longitud como para efectuar análisis de frecuencia.

Las series anuales máximas de precipitaciones en 1 a 5 días consecutivos determinadas con los datos disponibles se presentan en los Cuadros V.3.1-18 a V.3.1-31 adjuntos a continuación.

V.3.1.6 Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Mensuales, Estacionales y Anuales

Para cada una de las series estadísticas de precipitaciones mensuales se efectuaron análisis de frecuencia analíticos, ajustando las distribuciones Normal, Gumbel, Pearson III, Log Normal y Log Pearson III.

Para estos fines se aplicó el programa de computación desarrollado en lenguaje GWBASIC en "Proyecto Itata. Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria" (PROITATA, Comisión Nacional de Riego, 1992)

Mediante este programa, se calcula, a partir de las estadísticas de precipitaciones mensuales, las precipitaciones mensuales con probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%, 85% y 95% de cada uno de los doce meses, además de la precipitación anual y las precipitaciones estacionales de "invierno" y "verano" para cada una de las distribuciones mencionadas.

La precipitación de "invierno" se definió como la correspondiente al semestre que incluye los meses de marzo a agosto y la de "verano" como la correspondiente al semestre que incluye los meses de septiembre a diciembre más los meses de enero y febrero del año siguiente.

CUADRO V.3.1-18
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION PUNTA DELGADA
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1981	30.0	32.2	52.0	53.4	56.4
1982	13.2	22.0	22.0	22.0	22.3
1983	27.3	30.0	31.5	31.5	31.5
1984	12.2	18.4	26.6	30.8	35.3
1985	17.8	17.8	17.8	19.7	20.9
1986	31.0	44.5	54.5	54.5	54.5
1987	6.0	6.0	6.0	7.5	8.0
1988	12.5	19.3	19.3	29.9	29.9
1989	7.0	7.6	9.0	9.0	10.5

CUADRO V.3.1-19
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION PUNTA ARENAS - DMC
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1973	22.0	23.9	26.9	30.4	35.5
1974	18.0	18.0	18.0	18.0	19.4
1975	15.8	28.3	28.3	28.4	28.4
1976	26.7	29.7	30.4	34.2	37.0
1977	22.8	24.7	24.9	35.1	38.2
1978	33.9	34.4	38.7	38.9	40.0
1979	23.7	32.9	33.8	34.1	34.6
1980	23.9	24.2	25.6	27.4	32.2
1981	32.2	50.2	72.8	74.2	78.6
1983	25.7	37.9	43.1	43.1	43.8
1984	20.4	26.0	26.7	27.5	27.5
1985	16.9	32.7	38.1	38.9	40.8
1986	26.6	36.5	39.3	39.7	40.3
1987	24.7	27.0	29.3	38.4	40.8
1988	21.0	28.0	30.7	33.3	40.3
1989	20.3	21.5	21.7	22.6	30.4
1990	37.0	39.7	51.2	51.7	52.5
1991	29.7	56.7	57.7	58.5	59.2
1992	15.7	19.7	23.9	26.4	28.2
1993	34.5	44.9	45.5	45.8	46.3
1994	33.0	34.5	35.5	40.0	49.9
1982	15.4	22.2	25.4	25.6	25.9

CUADRO V.3.1-20
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION PUNTA ARENAS -DGA
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	22.2	39.3	43.7	45.0	51.7
1986	33.8	48.1	52.7	52.7	52.7
1987	21.5	24.4	27.2	28.3	30.9
1988	18.5	25.7	28.4	28.6	35.8
1989	21.6	25.2	25.4	27.3	39.2
1990	27.7	39.0	52.4	56.2	59.4
1992	30.8	30.9	31.2	36.1	49.2
1993	37.3	48.1	55.4	56.1	56.6
1994	31.0	33.2	35.6	38.1	50.4

CUADRO V.3.1-21
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION CERRO SOMBRERO
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	17.0	21.0	22.0	22.0	24.0
1986	15.0	19.0	21.0	22.0	23.0
1991	31.5	37.2	37.2	39.2	41.2
1994	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5

CUADRO V.3.1-22
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION BAHIA FELIPE
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	16.5	24.5	30.5	32.5	37.1
1987	11.0	19.5	19.9	19.9	22.0
1988	16.7	16.8	19.2	19.3	20.0
1989	17.0	17.0	18.5	18.5	18.5
1990	21.7	27.5	33.9	39.7	40.7

CUADRO V.3.1-23
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION TENIENTE MERINO
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	9.0	15.0	19.0	21.0	24.0
1986	30.0	30.6	30.6	30.6	30.6
1987	21.0	21.3	21.3	21.3	21.3
1988	6.7	9.9	9.9	9.9	9.9
1989	10.5	14.2	15.2	16.7	17.2
1991	16.5	32.5	33.5	33.5	40.5
1993	16.5	20.5	22.5	22.5	22.5

CUADRO V.3.1-24
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION VILLA PRAT
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	16.0	21.5	28.0	33.5	38.5
1986	15.0	25.0	30.0	36.0	38.0
1987	23.0	23.0	25.0	25.0	26.0
1990	36.0	54.0	71.0	73.0	77.0
1992	19.0	19.0	25.5	31.4	38.4
1993	28.5	36.9	41.4	45.9	54.9
1994	21.0	26.4	29.1	29.1	29.1

CUADRO V.3.1-25
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION PORVENIR
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1987	9.5	12.2	16.0	18.3	21.7
1989	13.0	14.9	14.9	15.2	17.0
1986	32.5	47.0	50.4	51.2	51.6

CUADRO V.3.1-26
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION MORRO CHICO
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1984	17.0	18.0	18.0	18.0	23.0
1987	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2
1988	5.4	9.7	13.3	15.7	16.2
1989	9.7	16.7	21.7	25.7	28.7
1990	26.8	36.8	42.0	48.4	58.5
1991	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
1992	16.4	17.8	18.9	21.4	25.1
1993	24.0	36.0	46.0	55.0	55.0

CUADRO V.3.1-27
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION CERRO GUIDO
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	17.0	27.0	32.0	32.0	32.0
1989	25.0	35.0	42.0	42.0	45.0
1990	18.0	30.0	34.0	34.0	37.2
1991	10.0	17.0	20.0	21.0	23.0
1994	12.0	18.0	18.0	18.0	18.0

CUADRO V.3.1-28
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION TORRES DEL PAINE
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	33.0	40.0	47.5	60.5	62.5
1986	55.0	63.0	67.5	71.0	74.0
1987	20.5	21.5	28.8	28.8	32.5
1988	27.5	45.7	55.7	58.2	59.2
1989	42.0	68.0	82.0	87.0	89.5
1990	42.0	47.0	58.0	68.0	74.0
1991	50.8	73.8	86.3	94.3	106.8
1992	15.0	23.0	26.0	29.5	31.5

CUADRO V.3.1-29
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION CERRO CASTILLO
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	18.6	23.5	27.3	32.3	34.5
1986	22.0	37.0	47.0	49.0	50.4
1989	21.5	22.0	26.0	35.0	42.0
1990	32.0	43.5	44.5	44.5	44.5
1991	22.3	30.2	42.2	52.2	52.2
1992	25.0	40.0	54.5	54.5	54.5
1993	17.5	30.0	30.0	31.0	33.5
1994	14.0	20.0	26.0	31.0	36.0

CUADRO V.3.1-30
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION CASAS VIEJAS
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1985	20.5	26.0	30.5	44.5	49.5
1986	15.0	25.0	26.5	31.5	34.0
1987	14.0	15.0	15.0	19.0	22.0
1990	14.0	16.0	22.0	28.6	28.6
1991	23.0	33.0	39.0	41.0	45.0
1992	11.0	13.0	16.0	21.0	23.0
1993	17.0	22.0	22.1	26.0	26.2
1994	7.0	7.0	9.0	9.0	9.0

CUADRO V.3.1-31
PRECIPITACIONES DIARIAS ESTACION PUERTO NATALES
SERIE ANUAL DE LLUVIAS MAXIMAS (mm)

AÑO	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días
1986	45.0	53.5	58.0	62.0	64.5
1987	12.8	16.2	20.9	21.0	25.0
1988	11.8	18.0	22.4	26.0	29.5
1989	20.6	38.0	40.8	42.1	42.1
1990	22.4	29.8	35.1	39.3	41.3
1991	29.4	35.7	37.3	40.0	50.7
1992	23.3	27.6	27.6	27.6	30.7

Con el fin de aportar los elementos necesarios para elegir la distribución de mejor ajuste, el programa lleva incorporado un test de bondad de ajuste correspondiente a las pruebas estadísticas X^2 y Kolmogoroff -Smirnov.

Como se adoptan 5 intervalos de clases para cada distribución, los valores de referencia, con un nivel de significancia del 5% para la distribución X^2, corresponden a X_0 =5.99 para la Normal, Gumbel y Log Normal, que son de dos parámetros, y X_0 =3.84 para la Pearson y Log Pearson que son de tres parámetros.

Mediante el análisis de los resultados de los test de bondad de ajuste se seleccionó para cada serie mensual, anual y estacional la distribución de mejor ajuste. En el Cuadro V.3.1-32 se presenta, para cada estación y cada serie, la distribución de mejor ajuste de acuerdo con los tests efectuados.

Al igual que en otros estudios y considerando que se trata de evaluar precipitaciones asociadas a probabilidades interpoladas y no extrapoladas, se ha escogido, para cada serie mensual y estacional, la distribución de mejor ajuste, en lugar de imponer una sola distribución común, como por ejemplo, la más frecuente.

En el Cuadro V.3.1-33 se entrega, a modo de ejemplo, el archivo de resultados del análisis de frecuencia de la Estación Punta Arenas DGA. En estos resultados la última columna indica en la primera línea el estadígrafo X^2 y en la segunda el estadígrafo del test de Kolmogoroff-Smirnov.

Los resultados de los análisis de frecuencia de las demás 15 estaciones se incluyen en archivos en medios magnéticos.

En los Cuadros V.3.1-34 a V.3.1-36 se presentan las precipitaciones anuales y estacionales de invierno y verano correspondientes a las probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%, 85% y 95%.

Cabe señalar que en esta región tan austral, prácticamente todos los meses del año ocurren precipitaciones, de hecho, la estadística recopilada no registra ningún mes sin precipitación por lo que no ha sido necesario efectuar ningún tratamiento de series con eventos nulos.

A partir de esta información se prepararon los planos de curvas de isoyetas estacionales y anual para las referidas probabilidades de excedencia, planos que se adjuntan como Planos V.3.1-1 a V.3.1-5 en dos láminas cada uno.

En el trazado de las isoyetas no se incluyó la estación Casas Viejas por considerarse muy poco confiable, dada la dispersión que presentaron sus datos originales.

CUADRO V.3.1-32
DISTRIBUCION DE MEJOR AJUSTE

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	INV	VER
CERRO GUIDO	G	G	LN	G	LN	G	LG	LG	P	LG	LN	N	P	N	G
TORRES DEL PAINE	LN	LN	G	LG	N	P	G	G	N	N	LG	LG	P	LG	P
CERRO CASTILLO	G	N	G	LN	G	P	P	G	LN	G	P	LN	N	LN	N
CASAS VIEJAS	N	LN	P	P	G	P	LP	N	P	LN	LG	LN	N	LG	LG
PUERTO NATALES	G	LG	G	LG	LN	N	LN	LG	G	G	LG	LN	G	LN	N
PUNTA ARENAS-DGA	LG	N	N	LN	LG	LN	P	N	LN	LN	LN	LG	G*	G	LN
PUNTA ARENAS-DMC	G	LN	P	LN	LG	N	LN	LN	LG	N	G	P	LN	LG	P
VILLA TEHUELCHES	G	LN	N	P	LG	LG	G	G	LN	LG	LG	LG	N	N	G
TENIENTE MERINO	LG	P	G	G	N	LN	LN	LG	LG	P	LG	G	P	G	LG
CERRO SOMBRERO	P	LN	P	G	LG	G	P	P	G	P	P	LN	LG	LG	G
BAHÍA SAN FELIPE	P	P	G	LN	LG	LN	LN	P	G	LG	LN	LN	LN	G	P
KAMPENAIKE	LG	N	N	P	LG	N	LN	LN	LN	N	N	LG	G	N	LN
PORVENIR-DMC	N	LN	G	N	N	P*	LN	P	N	LN	LN	LN	LN	LN	P
MORRO CHICO	P	LN	G	LN	LN	LG	P	LN	LG	G	LN	LN	P*	P	P
PUNTA DELGADA	N	N	LG	N	P	P	LG	LN	N	P	LG	LN	N	N	LN*
PUNTA DUNGENES	G	N	LG	LN	LN	LN	G	P	P	LN	LN	LN	G	N	G

G = GUMBEL
N = NORMAL
LN = LOG - NORMAL
P = PEARSON
LP = LOG - PEARSON

* Valor del estadígrafo X^2 se acepta ampliando el rango de validez

CUADRO V.3.1-33
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION PUNTA ARENAS - DGA

PRECIPITACIONES TOTALES, MARZO

PROM= 44.39857 VARIAN= 627.695 SKEW= .5064347 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.622325 VARLOG= .3881404 SKEWLOG= -.2158942

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	3.188	18.430	44.399	65.484	85.610	3.048
COEF.FREC.	0.072	0.415	1.000	1.475	1.928	0.133
GUMBEL	6.44	17.09	40.68	67.23	101.68	3.05
COEF.FREC.	0.158	0.420	1.000	1.653	2.500	0.086
PEARSONIII	7.09	18.89	42.30	64.61	88.87	4.48
COEF.FREC.	0.168	0.447	1.000	1.527	2.101	0.133
LOGNORMAL	13.431	19.621	37.424	63.222	104.283	6.381
COEF.FREC.	0.359	0.524	1.000	1.689	2.787	0.133
LG-PRS.III	12.95	19.61	38.27	63.56	100.23	6.38
COEF.FREC.	0.338	0.513	1.000	1.661	2.619	0.133

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 4.268318 E-02 MODA= 32.09341
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 15.596 BETA= 6.344067 GAMMA= -54.54346
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 85.81792 BETA= .1577567 GAMMA= 1.161952

PRECIPITACIONES TOTALES, ABRIL

PROM= 50.48667 VARIAN= 394.7341 SKEW= .1111931 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.831816 VARLOG= .219008 SKEWLOG= -1.066596

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	17.806	29.894	50.487	67.207	83.167	2.095
COEF.FREC.	0.353	0.592	1.000	1.331	1.647	0.086
GUMBEL	20.39	28.83	47.54	68.60	95.91	2.10
COEF.FREC.	0.429	0.606	1.000	1.443	2.018	0.086
PEARSONIII	18.45	29.93	50.12	67.09	83.78	2.10
COEF.FREC.	0.368	0.597	1.000	1.339	1.672	0.086
LOGNORMAL	21.371	28.410	46.146	68.420	99.644	1.619
COEF.FREC.	0.463	0.616	1.000	1.483	2.159	0.086
LG-PRS.III	19.12	28.95	50.02	68.56	84.63	2.10
COEF.FREC.	0.382	0.579	1.000	1.371	1.692	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 5.382435E-02 MODA= 40.72856
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 323.5224 BETA= 1.104587 GAMMA= -306.8721
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 3.516092 BETA= 2.601824E-02 GAMMA= -4.585666

PRECIPITACIONES TOTALES, MAYO

PROM= 48.64143 VARIAN= 814.9459 SKEW= .7414051 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.728485 VARLOG= .3188224 SKEWLOG= .356377

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	1.684	19.052	48.641	72.667	95.599	9.238
COEF.FREC.	0.035	0.392	1.000	1.494	1.965	0.219
GUMBEL	5.39	17.53	44.40	74.66	113.91	7.81
COEF.FREC.	0.121	0.395	1.000	1.681	2.565	0.105
PEARSONIII	8.39	20.05	45.17	71.01	100.75	13.52
COEF.FREC.	0.186	0.444	1.000	1.572	2.231	0.171
LOGNORMAL	16.440	23.179	41.616	66.933	105.348	4.476
COEF.FREC.	0.395	0.557	1.000	1.608	2.531	0.086
LG-PRS.III	17.47	23.32	40.25	66.09	111.13	3.52
COEF.FREC.	0.434	0.579	1.000	1.642	2.761	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .0374599 MODA= 34.62048
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 7.276941 BETA= 10.58254 GAMMA= -28.36711
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 31.49494 BETA= .2093148 GAMMA= 2.20

CUADRO V.3.1-33 (CONTINUACION)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION PUNTA ARENAS - DGA

PRECIPITACIONES TOTALES, JUNIO

PROM= 39.00476 VARIAN= 604.8377 SKEW= .6623358 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.459018 VARLOG= .4619155 SKEWLOG= -.1964405

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-1.449	13.514	39.005	59.703	79.459	3.524
COEF.FREC.	-0.037	0.346	1.000	1.531	2.037	0.124
GUMBEL	1.74	12.20	35.35	61.42	95.23	3.52
COEF.FREC.	0.049	0.345	1.000	1.737	2.694	0.076
PEARSONIII	3.66	14.22	36.32	58.48	83.50	4.00
COEF.FREC.	0.101	0.391	1.000	1.610	2.299	0.086
LOGNORMAL	10.392	15.714	31.786	56.318	97.219	2.095
COEF.FREC.	0.327	0.494	1.000	1.772	3.059	0.086
LG-PRS.III	10.02	15.71	32.50	56.62	93.48	2.10
COEF.FREC.	0.308	0.483	1.000	1.742	2.876	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 4.348221E-02 MODA= 26.92572
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 9.118083 BETA= 8.144561 GAMMA= -35.25801
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 103.6568 BETA= .2250762 GAMMA= 1.406755

PRECIPITACIONES TOTALES, JULIO

PROM= 38.30047 VARIAN= 1116.054 SKEW= 1.971661 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.329191 VARLOG= .6966769 SKEWLOG= -9.794513E-02

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-16.651	3.674	38.300	66.416	93.252	7.333
COEF.FREC.	-0.435	0.096	1.000	1.734	2.435	0.171
GUMBEL	-12.31	1.89	33.34	68.75	114.68	4.00
COEF.FREC.	-0.369	0.057	1.000	2.062	3.440	0.105
PEARSONIII	5.88	10.09	28.47	58.49	104.04	1.14
COEF.FREC.	0.207	0.355	1.000	2.055	3.655	0.067
LOGNORMAL	7.073	11.752	27.916	56.354	110.183	2.095
COEF.FREC.	0.253	0.421	1.000	2.019	3.947	0.067
LG-PRS.III	6.91	11.74	28.30	56.56	107.61	2.10
COEF.FREC.	0.244	0.415	1.000	1.999	3.803	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .0320102 MODA= 21.89247
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 1.028953 BETA= 32.93404 GAMMA= 4.412915
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 416.9599 BETA= .822845 GAMMA= 2.482523

PRECIPITACIONES TOTALES, AGOSTO

PROM= 49.46572 VARIAN= 713.0595 SKEW= 8.797567E-02 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.70379 VARLOG= .5212099 SKEWLOG= -.9431076

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	5.542	21.788	49.466	71.939	93.390	1.619
COEF.FREC.	0.112	0.440	1.000	1.454	1.888	0.086
GUMBEL	9.01	20.36	45.50	73.81	110.52	6.38
COEF.FREC.	0.198	0.447	1.000	1.622	2.429	0.124
PEARSONIII	6.22	21.83	49.07	71.82	94.05	1.62
COEF.FREC.	0.127	0.445	1.000	1.463	1.916	0.086
LOGNORMAL	12.382	19.211	40.601	74.543	133.130	7.333
COEF.FREC.	0.305	0.473	1.000	1.836	3.279	0.171
LG-PRS.III	10.58	19.63	45.35	75.01	106.81	6.38
COEF.FREC.	0.233	0.433	1.000	1.654	2.355	0.124

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 4.004683E-02 MODA= 36.35049
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 516.8147 BETA= 1.174615 GAMMA= -557.5925
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 4.497152 BETA= 3.175696E-02 GAMMA= -12.70867

CUADRO V.3.1-33 (CONTINUACION)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION PUNTA ARENAS - DGA

PRECIPITACIONES TOTALES, SEPTIEMBRE

PROM= 37.07428 VARIAN= 342.3182 SKEW= .1962149 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.460753 VARLOG= .3754081 SKEWLOG= -.7365798

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	6.641	17.897	37.074	52.645	67.508	2.095
COEF.FREC.	0.179	0.483	1.000	1.420	1.821	0.086
GUMBEL	9.04	16.91	34.33	53.94	79.38	2.10
COEF.FREC.	0.263	0.493	1.000	1.571	2.312	0.076
PEARSONIII	7.71	17.98	36.47	52.44	68.50	1.62
COEF.FREC.	0.211	0.493	1.000	1.438	1.878	0.076
LOGNORMAL	11.622	16.872	31.841	53.325	87.234	1.143
COEF.FREC.	0.365	0.530	1.000	1.675	2.740	0.076
LG-PRS.III	10.41	17.04	34.29	53.75	75.62	2.10
COEF.FREC.	0.304	0.497	1.000	1.568	2.205	0.076

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 5.779845E-02 MODA= 27.98713
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 103.8954 BETA= 1.815168 GAMMA= -151.5132
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 7.372596 BETA= 6.011097E-02 GAMMA= -2.784498

PRECIPITACIONES TOTALES, OCTUBRE

PROM= 33.34334 VARIAN= 302.9559 SKEW= .5748619 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.366112 VARLOG= .317064 SKEWLOG= -.2799726

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	4.713	15.302	33.343	47.992	61.974	3.524
COEF.FREC.	0.141	0.459	1.000	1.439	1.859	0.114
GUMBEL	6.97	14.37	30.76	49.21	73.14	2.57
COEF.FREC.	0.227	0.467	1.000	1.600	2.378	0.067
PEARSONIII	7.82	15.70	31.69	47.27	64.51	2.10
COEF.FREC.	0.247	0.495	1.000	1.492	2.035	0.076
LOGNORMAL	11.472	16.159	28.966	46.526	73.137	0.667
COEF.FREC.	0.396	0.558	1.000	1.606	2.525	0.076
LG-PRS.III	10.99	16.16	29.74	46.80	69.78	0.67
COEF.FREC.	0.370	0.544	1.000	1.574	2.347	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 6.143861E-02 MODA= 24.79459
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 12.10411 BETA= 5.002916 GAMMA= -27.21251
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 51.03039 BETA= .1618479 GAMMA= 1.407088

PRECIPITACIONES TOTALES, NOVIEMBRE

PROM= 36.22238 VARIAN= 428.7946 SKEW= .9273773 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.43043 VARLOG= .3537378 SKEWLOG= -.2028875

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	2.161	14.759	36.222	53.650	70.284	0.667
COEF.FREC.	0.060	0.407	1.000	1.481	1.940	0.067
GUMBEL	4.85	13.65	33.15	55.10	83.57	0.67
COEF.FREC.	0.146	0.412	1.000	1.662	2.521	0.067
PEARSONIII	8.36	15.82	33.10	52.01	74.74	0.19
COEF.FREC.	0.253	0.478	1.000	1.572	2.258	0.029
LOGNORMAL	11.613	16.676	30.890	50.957	82.167	0.190
COEF.FREC.	0.376	0.540	1.000	1.650	2.660	0.029
LG-PRS.III	11.24	16.67	31.52	51.20	79.30	0.19
COEF.FREC.	0.356	0.529	1.000	1.625	2.516	0.029

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .0516424 MODA= 26.05199
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 4.651008 BETA= 9.601766 GAMMA= -8.435498
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 97.17388 BETA= .2757828 GAMMA= 2.147763

CUADRO V.3.1-33 (CONTINUACION)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION PUNTA ARENAS - DGA

PRECIPITACIONES TOTALES, DICIEMBRE

PROM= 34.19429 VARIAN= 474.2873 SKEW= 1.615012 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.359478 VARLOG= .3757106 SKEWLOG= -.2162618

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-1.629	11.621	34.194	52.523	70.017	6.857
COEF.FREC.	-0.048	0.340	1.000	1.536	2.048	0.210
GUMBEL	1.20	10.46	30.96	54.04	83.99	7.33
COEF.FREC.	0.039	0.338	1.000	1.746	2.713	0.162
PEARSONIII	10.30	14.58	28.75	48.68	76.62	2.57
COEF.FREC.	0.358	0.507	1.000	1.693	2.665	0.114
LOGNORMAL	10.498	15.243	28.774	48.199	78.864	2.571
COEF.FREC.	0.365	0.530	1.000	1.675	2.741	0.114
LG-PRS.III	10.13	15.24	29.42	48.45	75.84	1.62
COEF.FREC.	0.344	0.518	1.000	1.647	2.578	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 4.910327E-02 MODA= 23.49798
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 1.533586 BETA= 17.58598 GAMMA= 7.224671
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 85.52642 BETA= .4949629 GAMMA= 2.600409

PRECIPITACIONES TOTALES, ENERO

PROM= 38.35999 VARIAN= 375.2157 SKEW= .8906016 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.53526 VARLOG= .2270389 SKEWLOG= .3605695

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	6.497	18.282	38.360	54.662	70.223	2.095
COEF.FREC.	0.169	0.477	1.000	1.425	1.831	0.124
GUMBEL	9.01	17.25	35.49	56.02	82.65	4.95
COEF.FREC.	0.254	0.486	1.000	1.579	2.329	0.105
PEARSONIII	12.05	19.21	35.55	53.22	74.26	1.62
COEF.FREC.	0.339	0.540	1.000	1.497	2.089	0.124
LOGNORMAL	15.666	20.934	34.304	51.227	75.116	2.095
COEF.FREC.	0.457	0.610	1.000	1.493	2.190	0.086
LG-PRS.III	16.50	21.04	33.34	50.67	78.62	1.62
COEF.FREC.	0.495	0.631	1.000	1.520	2.358	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 5.520654E-02 MODA= 28.8462
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 5.043048 BETA= 8.625694 GAMMA= -5.139786
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 30.76678 BETA= .2121796 GAMMA= 2.465228

PRECIPITACIONES TOTALES, FEBRERO

PROM= 32.50953 VARIAN= 298.2268 SKEW= .2271724 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 3.163355 VARLOG= 1.495078 SKEWLOG= -3.005421

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	4.103	14.610	32.510	47.043	60.916	4.952
COEF.FREC.	0.126	0.449	1.000	1.447	1.874	0.105
GUMBEL	6.35	13.69	29.95	48.25	71.99	11.62
COEF.FREC.	0.212	0.457	1.000	1.611	2.404	0.171
PEARSONIII	5.26	14.70	31.86	46.82	61.98	7.81
COEF.FREC.	0.165	0.461	1.000	1.470	1.946	0.124
LOGNORMAL	3.165	6.659	23.650	66.182	176.731	19.238
COEF.FREC.	0.134	0.282	1.000	2.798	7.473	0.219
LG-PRS.III	2.25	10.15	37.90	51.85	53.38	6.38
COEF.FREC.	0.059	0.268	1.000	1.368	1.408	0.162

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 6.192381E-02 MODA= 24.02776
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 77.50843 BETA= 1.961548 GAMMA= -119.5269
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= .4428427 BETA= .1388857 GAMMA= -7.601452

CUADRO V.3.1-33 (CONTINUACION)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION PUNTA ARENAS - DGA

PRECIPITACIONES TOTALES, TOTAL ANUAL

PROM= 482.0015 VARIAN= 7219.882 SKEW= .5091275 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 6.163552 VARLOG= 2.990456E-02 SKEWLOG= .2036877

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	342.234	393.930	482.001	553.512	621.768	10.190
COEF.FREC.	0.710	0.817	1.000	1.148	1.290	0.124
GUMBEL	353.26	389.39	469.39	559.45	676.27	7.81
COEF.FREC.	0.753	0.830	1.000	1.192	1.441	0.105
PEARSONIII	355.54	395.50	474.84	550.52	632.88	10.19
COEF.FREC.	0.749	0.833	1.000	1.159	1.333	0.124
LOGNORMAL	357.487	397.149	475.112	549.544	631.440	13.048
COEF.FREC.	0.752	0.836	1.000	1.157	1.329	0.133
LG-PRS.III	361.21	397.46	472.33	548.44	637.56	13.05
COEF.FREC.	0.765	0.841	1.000	1.161	1.350	0.133

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.258537E-02 MODA= 440.2686
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 15.43146 BETA= 21.63026 GAMMA= 148.2152
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 96.41182 BETA= 4.402155E-02 GAMMA= 5.484236

PRECIPITACIONES TOTALES, INVIERNO

PROM= 307.3719 VARIAN= 4156.04 SKEW= .617139 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 5.707878 VARLOG= 4.180069E-02 SKEWLOG= .2388017

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	201.330	240.552	307.372	361.628	413.414	0.667
COEF.FREC.	0.655	0.783	1.000	1.177	1.345	0.067
GUMBEL	209.70	237.11	297.80	366.13	454.77	1.14
COEF.FREC.	0.704	0.796	1.000	1.229	1.527	0.067
PEARSONIII	213.74	242.19	300.81	358.71	423.38	3.52
COEF.FREC.	0.711	0.805	1.000	1.192	1.407	0.067
LOGNORMAL	215.201	243.706	301.231	357.790	421.652	3.524
COEF.FREC.	0.714	0.809	1.000	1.188	1.400	0.067
LG-PRS.III	218.33	243.99	298.79	356.77	427.29	2.10
COEF.FREC.	0.731	0.817	1.000	1.194	1.430	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .0165879 MODA= 275.7089
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 10.50253 BETA= 19.89265 GAMMA= 98.44874
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 70.14316 BETA= 6.308771E-02 GAMMA= 5.045298

PRECIPITACIONES TOTALES, VERANO

PROM= 211.7038 VARIAN= 3379.946 SKEW= .6815137 NR. DE DATOS= 21
PROMLOG= 5.320214 VARLOG= 7.344561E-02 SKEWLOG= 2.149887E-02

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	116.074	151.445	211.704	260.632	307.334	4.476
COEF.FREC.	0.548	0.715	1.000	1.231	1.452	0.124
GUMBEL	123.62	148.34	203.08	264.69	344.63	3.52
COEF.FREC.	0.609	0.730	1.000	1.303	1.697	0.076
PEARSONIII	128.53	153.20	205.19	257.62	317.11	2.10
COEF.FREC.	0.626	0.747	1.000	1.256	1.545	0.076
LOGNORMAL	130.900	154.364	204.427	256.799	319.256	2.095
COEF.FREC.	0.640	0.755	1.000	1.256	1.562	0.076
LG-PRS.III	131.12	154.38	204.23	256.72	319.78	2.10
COEF.FREC.	0.642	0.756	1.000	1.257	1.566	0.076

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.839401E-02 MODA= 183.1498
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 8.612135 BETA= 19.81068 GAMMA= 41.09158
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 8654.238 BETA= 9.234801E-02 GAMMA= 4.5249

CUADRO V.3.1-34
ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES ANUALES

ESTACION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA						
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS	
CERRO GUIDO	165,26	181,30	218,32	258,74	307,21	0,36	P
TORRES DEL PAINE	383,99	475,35	639,20	780,05	921,20	1,23	P
CERRO CASTILLO	222,60	274,29	362,34	433,83	502,07	0,67	N
CASAS VIEJAS	125,75	148,28	186,65	217,81	247,55	0,67	N
PUERTO NATALES	255,83	310,41	431,29	567,36	743,86	1,56	G
PUNTA ARENAS-DGA	353,26	389,39	469,39	559,45	676,27	7,81	G*
PUNTA ARENAS-DMC	263,57	298,53	369,10	438,51	516,90	2,18	LN
VILLA TEHUELCHES	262,42	292,15	342,82	383,95	423,21	1,33	N
TENIENTE MERINO	134,21	167,34	225,32	273,84	321,38	0,36	P
CERRO SOMBRERO	202,17	224,35	272,07	322,97	385,42	0,36	LG
BAHIA FELIPE	242,10	269,40	323,21	374,70	431,49	0,27	LN
KAMPENAIKE	253,35	272,15	313,77	360,62	421,40	3,33	G
PORVENIR-DMC	211,88	232,54	272,50	309,94	350,47	1,00	LN
MORRO CHICO	195,60	204,73	238,55	289,35	363,14	3,86	P*
PUNTA DELGADA	119,07	154,49	214,82	263,82	310,58	2,12	N
PUNTA DUNGENES	141,65	169,43	230,96	300,23	390,09	0,21	G

* Valor del estadígrafo X^2 se acepta ampliando el rango de validez

CUADRO V.3.1-35
ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES DE INVIERNO

ESTACION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA						
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS	
CERRO GUIDO	44,03	75,28	128,53	171,76	213,03	2,18	N
TORRES DEL PAINE	178,79	218,14	313,78	431,64	597,37	0,46	LG
CERRO CASTILLO	117,26	144,94	207,98	278,83	368,87	1,33	LN
CASAS VIEJAS	45,97	65,50	102,31	129,92	150,24	0,00	LG
PUERTO NATALES	139,93	167,28	226,75	290,27	367,43	0,44	LN
PUNTA ARENAS-DGA	209,70	237,11	297,80	366,13	454,77	1,14	G
PUNTA ARENAS-DMC	126,37	145,95	190,61	241,74	308,87	2,76	LG
VILLA TEHUELCHES	101,55	135,06	192,16	238,52	282,77	2,67	N
TENIENTE MERINO	41,99	68,22	126,31	191,71	276,55	0,36	G
CERRO SOMBRERO	93,94	104,88	133,97	173,53	235,05	0,36	LG
BAHIA FELIPE	97,73	117,76	162,13	212,07	276,85	2,09	G
KAMPENAIKE	80,46	111,56	164,54	207,56	248,62	4,67	N
PORVENIR-DMC	94,20	107,16	133,48	159,54	189,15	3,00	LN
MORRO CHICO	89,69	104,31	141,34	184,83	239,57	0,29	P
PUNTA DELGADA	18,95	53,89	113,42	161,76	207,89	0,94	N
PUNTA DUNGENES	60,41	85,84	129,16	164,33	197,91	1,79	N

CUADRO V.3.1-36
ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES DE VERANO

ESTACION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA						
	95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS	
CERRO GUIDO	48,48	62,14	92,41	126,49	170,69	1,27	G
TORRES DEL PAINE	198,88	233,58	300,16	361,56	426,65	0,46	P
CERRO CASTILLO	60,28	90,84	142,91	185,18	225,53	2,67	N
CASAS VIEJAS	66,74	72,36	84,40	97,14	112,64	0,67	LG
PUERTO NATALES	120,76	153,99	210,60	256,57	300,44	0,44	N
PUNTA ARENAS-DGA	130,90	154,36	204,43	256,80	319,26	2,10	LN
PUNTA ARENAS-DMC	92,44	118,57	171,21	222,09	278,03	2,18	P
VILLA TEHUELCHES	98,25	113,07	145,89	182,83	230,75	0,00	G
TENIENTE MERINO	56,10	69,14	92,70	111,61	128,19	0,36	LG
CERRO SOMBRERO	65,11	84,98	128,98	178,52	242,77	1,27	G
BAHIA FELIPE	113,61	122,37	149,42	185,91	235,86	1,18	P
KAMPENAIKE	97,56	114,49	150,37	187,63	231,78	2,67	LN
PORVENIR-DMC	92,58	115,16	143,93	159,63	169,41	2,00	P
MORRO CHICO	46,84	77,34	111,71	126,76	133,51	2,43	P
PUNTA DELGADA	42,87	56,90	92,17	136,37	198,18	6,24	LN*
PUNTA DUNGENES	51,16	68,07	105,52	147,68	202,37	0,74	G

* Valor del estadígrafo X^2 se acepta ampliando el rango de validez

V.3.2 FLUVIOMETRIA

V.3.2.1 Introducción

El objetivo del presente capítulo es caracterizar el régimen hidrológico del área de estudio, con el fin de estimar las disponibilidades de recursos hídricos en las diferentes cuencas de la región magallánica, a nivel de caudales medios mensuales.

Para ello se procedió en primer lugar a recopilar las estadísticas fluviométricas de la totalidad de las estaciones controladas por la Dirección General de Aguas (DGA), existentes en la región, seleccionándose aquellas en que la calidad y extensión de la estadística fuera aceptable para los propósitos planteados.

Se realizaron luego correlaciones entre ellas, para corregir, rellenar y eventualmente extender la información de caudales medios mensuales de las diferentes cuencas, a un período común, con el objeto de establecer el régimen hidrológico de cada una definiendo las curvas de variación estacional del recurso en términos probabilísticos.

V.3.2.2 Catastro de Información Disponible

Se recopilaron las estadísticas de caudales medios mensuales de 24 estaciones fluviométricas existentes en la zona, las cuales se presentan en el Anexo 2 del Volumen 5. Esta información obtenida en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas, presenta, sin embargo, un déficit importante tanto en cantidad como en calidad.

De la totalidad de las estaciones, sólo dos de ellas tienen información anterior a 1980, aunque bastante incompleta. En tanto que durante el período 1980-1995, más de 13 estaciones presentan información deficiente, ya sea por los numerosos vacíos de la estadística o porque gran parte de los datos mensuales corresponden a observaciones de menos de 10 días en el mes.

En el Cuadro V.3.2-1 aparece un resumen de la información disponible a nivel mensual, en donde queda reflejado lo señalado anteriormente.

Adicionalmente se recopilaron las estadísticas de caudales medios diarios de todas las estaciones, con el fin de hacer un análisis más a fondo de la calidad de las observaciones.

V.3.2.3 Selección de las Estaciones a estudiar y del Período de Análisis

Las primeras 11 estaciones destacadas en el Cuadro V.3.2-1 fueron consideradas como las más adecuadas para realizar el presente análisis, fundamentalmente por la mayor cantidad y calidad de los datos, y porque permiten cubrir gran parte del área de interés.

De estas estaciones se puede inferir que los años con mayor información abarcan los años hidrológicos 1980 a 1995, que corresponde al período de análisis del presente estudio. Las estadísticas de estas 11 estaciones serán corregidas, rellenadas y extendidas en este período.

En la Figura V.3.2-1 se puede visualizar la zona de análisis con la ubicación de las estaciones seleccionadas dentro de la zona de estudio.

CUADRO V.3.2-1
INFORMACION FLUVIOMETRICA DISPONIBLE

Nº	DECADA	1970										1980										1990									
	NOMBRE ESTACION / AÑO HIDROLOGICO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5				
1	Baguales en Cerro Guido											8	c	c	c	b	c	c	c	c	c	c	c	c	b	a	1				
2	Vizcachas en Cerro Guido											7	b	c	9	b	c	b	c	c	c	c	b	c	c	c	1				
3	Las Chinas en Cerro Guido											9	b	b	c	9	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	1				
4	Rubens en Ruta Nº 9												4	c	c	a	c	c	c	c	c	c	b	c	a	c	1				
5	Penitente en Morro Chico											9	b	8	c	c	c	c	b	c	c	c	c	c	c	b	1				
6	Oro en Bahía San Felipe											9	b	c	c	b	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	1				
7	Oscar en Bahía San Felipe											9	b	c	c	b	c	c	c	c	c	c	b	c	c	c	1				
8	Side en Cerro Sombrero											9	c	c	c	c	c	9	c	c	c	c	c	c	c	b	1				
9	Grande en Isla Riesco												3	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	5						
10	San Juan en Desembocadura	a	a	b	3	4	2	7				4	c	c	c	a	9	c	c	c	c	c	b	c	c	c	1				
11	Grande en Tierra del Fuego												a	b	c	a	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	1				
12	Paine en Parque Nacional												5	c	c	b															
13	Paine en Parque Nacional 2															1	c	c	c	c	c	c	b	c	c	c	1				
14	Serrano antes Junta Grey	b	5	a	6	6	6	4				8	9	c	c	c	c	1													
15	Serrano en Desague Lago del Toro																	a	b	c	c	c	c	c	c	c	1				
16	Grey antes Junta Serrano												5	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	1				
17	Las Chinas en Puente Carretero												5	c	c	c	b	c	c	c	c	1									
18	Don Guillermo en Cerro Castillo											9	c	c	c	9		4	a	a	b	a	9	b	a	9					
19	Las Chinas antes Desague del Toro																					c	c	c	a	c	1				
20	Chorrillos Tres Pasos Ruta Nº9												4	c	c	a	c	c	c	b	c	c	c	c	a	1					
21	Perez en Desembocadura																						a	c	c	b	1				
22	Tres Brazos antes Bocat. Sendos													9	c	1	9	8	c	c	c	8	c	c	c	b	1				
23	Leñadura antes Bocat. Sendos													b	5	4			9	c	c	3	6								
24	Las Minas en Bocat. Sendos													9	c	8			9	8	9	6	8	b	c	c	1				

NOTA : El año hidrológico comienza el 1º de marzo y termina el 28 de febrero

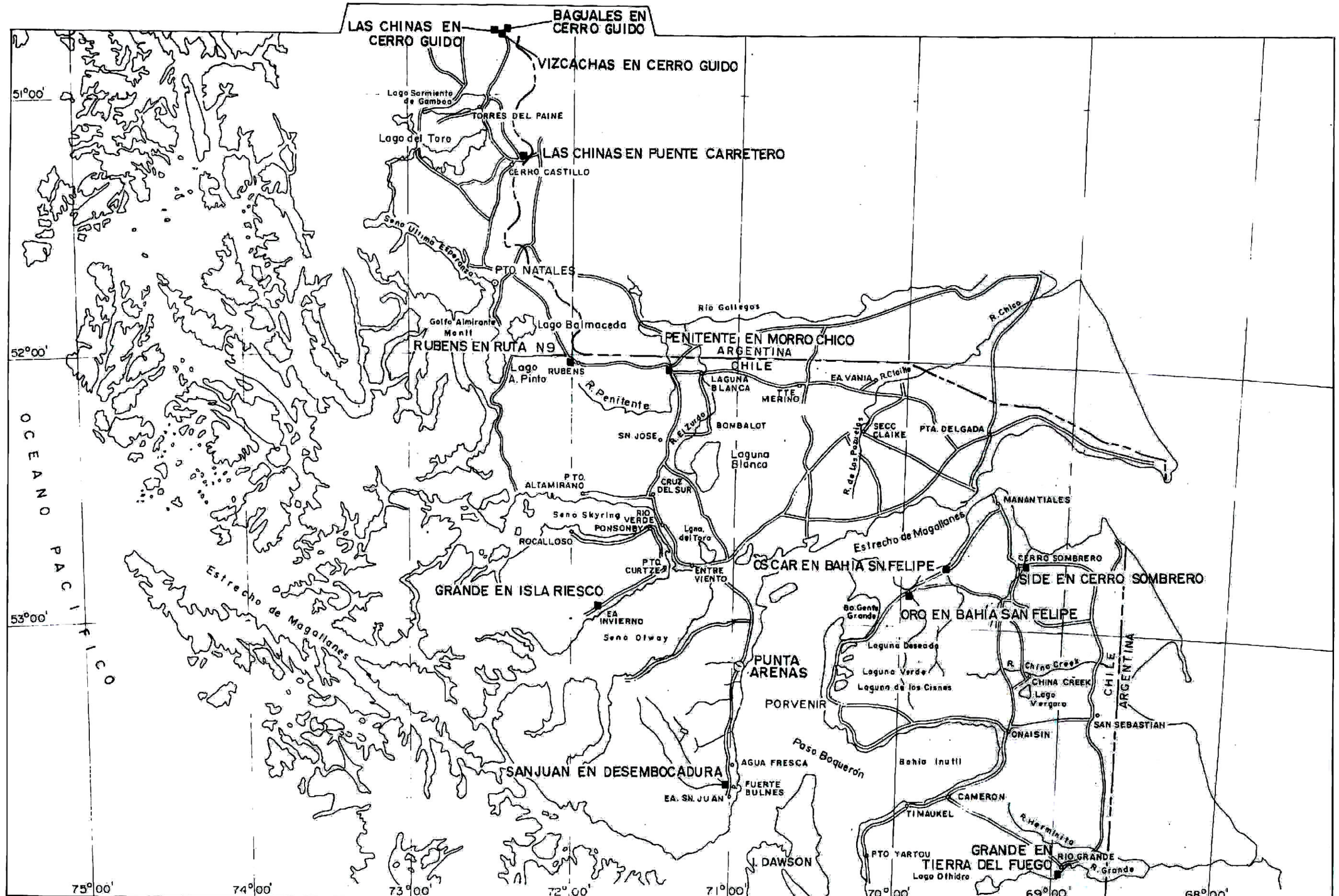
Simbología:

1,2,3...9 : Número de meses con información

a : Año con 10 meses de información

b : Año con 11 meses de información

c : Año con 12 meses de información



SIMBOLOGIA:

■ ESTACION FLUVIOMETRICA

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE
PROYECTO MAGALLANES- XII REGION
1996

ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES

FIGURA: ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

FECHA:

ESCALA: 1:1.500.000

FIGURA Nº V.3.2 - 1

V.3.2.4 Relleno, Corrección y Extensión de Estadísticas

En primer lugar se procedió a realizar un análisis preliminar de la calidad de la información de caudales medios mensuales en las 11 estaciones seleccionadas. Fueron descartados aquellos valores que corresponden a 5 o menos días de información. Se corrigieron además aquellos valores mensuales que no coinciden con los caudales medios mensuales calculados a partir de los caudales medios diarios.

Se realizaron luego correlaciones lineales a nivel mensual entre estadísticas de estaciones vecinas, y entre estaciones con un régimen hidrológico similar no necesariamente vecinas. A este respecto se distinguieron 3 grupos:

Grupo 1 Zona Oeste: Ríos Baguales, Vizcachas y Las Chinas, que presentan un régimen hidrológico nival, con un peak entre octubre y noviembre.

Grupo 2 Zona Intermedia: Ríos Rubens, Penitente, Grande en Isla Riesco, San Juan y Grande en Tierra del Fuego. Todos ellos presentan un régimen pluvio-nival, con un peak entre abril y julio, y otro a comienzos de la primavera.

Grupo 3 Zona Este: Ríos Oro, Oscar y Side, cuyo régimen es pluvial, con caudales máximos producidos entre julio y septiembre.

Las correlaciones se realizaron por lo tanto entre estaciones del mismo grupo. Ellas permitieron detectar nuevos puntos anómalos en las estadísticas originales, que aparecieron disparados respecto a la tendencia general de los datos. En tales casos se consultó la información de caudales medios diarios, con el fin de detectar las posibles causas de estas anomalías. En la mayoría de las veces correspondieron a valores extrapolados de las curvas de descarga, lo que se tradujo en una sobreestimación o subestimación de ellos, que requieren, por lo tanto, ser corregidos. Un gran número de puntos anómalos correspondieron también, a meses con pocos días con información.

Naturalmente estos puntos defectuosos no fueron considerados en las correlaciones finales realizadas.

Debe señalarse que en los Grupos 1 y 3, los coeficientes R^2 de las correlaciones utilizadas fueron bastante buenos , superiores a 0,8 en la mayoría de los casos, lo que refleja un régimen de escorrentía bastante homogéneo. En el Grupo 2, sin embargo, si bien las correlaciones utilizadas son en general buenas, con coeficientes R^2 superiores a 0,7, existen algunas con coeficientes R^2 menores, lo que muestra una homogeneidad respecto a los otros grupos.

Se procedió luego a corregir, rellenar y extender las estadísticas utilizando las correlaciones realizadas, eligiendo aquellas cuyos coeficientes R^2 fueran mayores. Por norma general se estableció como límite inferior para este coeficiente, el valor 0,6. Si se satisface esta condición, la correlación se acepta.

Sin embargo, en algunos casos debieron aceptarse coeficientes R^2 inferiores, aunque no menores a 0,5 (sólo la estación Rubens en Ruta N°9 y Grande en Isla Riesco presentan valores que varían de 0,53 a 0,59).

Por otra parte, fue muy común encontrar correlaciones mensuales bastante defectuosas, que no satisfacían la condición anterior, por lo que fue necesario recurrir a otra técnica para rellenar y corregir la información existente. Se adoptó para ello el método de correlación sin distinción de meses ("Ampliación de Estadísticas Pluviométricas y Fluviométricas", Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, 1974). El procedimiento seguido se explica brevemente a continuación:

Una vez elegida la pareja de estaciones a considerar, se correlacionan linealmente todos los valores de las estadísticas, sin distinción de meses. Se ajusta luego una recta a esta correlación, y se calcula la desviación de cada valor observado respecto a dicha recta, determinándose una desviación promedio para cada mes. Se corrige entonces cada valor observado de la estación dependiente, descontando la desviación promedio, según sea el mes de que se trate. Se tiene así una estadística que reduce el efecto promedio de las variaciones estacionales

Los caudales sin variación estacional se correlacionan después con la estadística de la estación fuente, obteniéndose una nueva recta de regresión, que al sumarse con las desviaciones promedio antes señaladas, permite estimar los datos faltantes en la estación dependiente.

Finalmente, las correlaciones sin distinción de meses permitieron detectar nuevos valores anómalos en las estadísticas originales, que aparecían disparados respecto a la tendencia general de los puntos. Frecuentemente correspondieron a valores extrapolados de la curva de descarga, que debieron ser corregidos.

La eliminación de estos puntos requirió la mayoría de las veces la reiteración de las correlaciones sin distinción de meses, pero no la reiteración de las correlaciones mensuales, pues correspondían a meses con correlaciones deficientes que no fueron utilizadas.

Un resumen de las correlaciones utilizadas, tanto mensuales como sin distinción de meses, se presentan en los Cuadros V.3.2-2 y V.3.2-3

A continuación se presenta un resumen de los pasos seguidos para la corrección, relleno y extensión de las estadísticas fluviométricas en las estaciones seleccionadas :

- Corrección de caudales medios mensuales que no corresponden a caudales obtenidos de estadísticas diarias.
- Eliminación de meses con menos de 5 días de información.
- Correlaciones mensuales entre las estaciones de cada grupo hidrológicamente homogéneo (Grupos 1, 2 y 3)
- Eliminación de puntos anómalos, y repetición de las correlaciones mensuales sin estos puntos.
- Relleno, corrección y extensión de estadísticas en base a correlaciones mensuales.
- En caso de persistir vacíos por falta de información al interior de un grupo determinado, intentar correlaciones con otro grupo que permita rellenar el valor faltante.
- Para los meses con correlaciones defectuosas, aplicar el método de correlaciones de todos los puntos sin distinción de meses.
- Eliminación de puntos anómalos, y repetición del método de correlación sin distinción de meses sin estos puntos.
- Relleno, corrección y extensión de estadísticas en base al método de correlación sin distinción de meses.

Las estadísticas definitivas se presentan en los Cuadros V.3.2-4 a V.3.2-14.

CUADRO V.3.2-2
RESUMEN CORRELACIONES MENSUALES UTILIZADAS

Nº	Estación			MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
1	Baguales en	RE	EST. F.					2	2						
	Cerro Guido		r2					0.92	0.89						
2	Vizcachas en	RE	EST. F.	1	1			1	1	1	1			1	1
	Cerro Guido		r2	0.92	0.97			0.92	0.89	0.9	0.88			0.9	0.9
3	Las Chinas en	R	EST. F.		1					1	1	1			
	Cerro Guido		r2		0.87					0.87	0.63	0.84			
4	Rubens en	RE	EST. F.	5	5	5			5 / 10	10	5 / 10	5 / 10	5	5	5
	Ruta N°9		r2	0.82	0.83	0.76			O.55/0.55	0.72	O.80/0.76	O.90/0.78	0.85	0.81	0.7
5	Penitente en	R	EST. F.		4	10			4		4 / 10	10			
	Morro Chico		r2		0.83	0.8			0.55		O.80/0.85	0.84			
6	Oro en Bahía	R	EST. F.					9			7	7			
	San Felipe		r2					0.8			0.87	0.59			
7	Oscar en Bahía	R	EST. F.			6	6	9	8	6					
	San Felipe		r2			0.96	0.93	0.85	0.64	0.92					
8	Side en Cerro	R	EST. F.			7					7			7	
	Sombrero		r2			0.94					0.83			0.63	
9	Grande en	RE	EST. F.	4				10	4 / 10	11	4	4 / 10	4 / 11		
	Isla Riesco		r2	0.73				0.89	O.88/0.70	0.77	0.76	O.83/0.74	O.59/0.53		
10	San Juan en	R	EST. F.			5	5	9			4 / 5		4	5	5
	Desembocadura		r2			0.8	0.68	0.89			O.76/0.85		0.71	0.63	0.75
11	Grande en	RE	EST. F.					9		9		10			
	Tierra del Fuego		r2					0.59		0.77		0.72			

R : Rellenada

E : Extendida

EST. F. : Estación Fuente

r2 : Coeficiente de Determinación

CUADRO V.3.2-3
RESUMEN CORRELACIONES UTILIZADAS SIN DISTINCION DE MESES

Nº	Estación			MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
1	Baguales en Cerro Guido	RE	EST. F. r2				2 / 3 O.95/0.86	3							
2	Vizcachas en Cerro Guido	RE	EST. F. r2			1 0.95	1 / 3 /0.82	3							
3	Las Chinas en Cerro Guido	R	EST. F. r2	1 0.86		1	1	1 / 2 /0.82	1 / 2						
4	Rubens en Ruta N°9	RE	EST. F. r2				5 / 10 0.72/0.73	5 / 9/ 10 /0.73/		5					
5	Penitente en Morro Chico	R	EST. F. r2				4 0.72	9 / 10 0.54/0.78		10					
6	Oro en Bahía San Felipe	R	EST. F. r2					8 0.62							
7	Oscar en Bahía San Felipe	R	EST. F. r2					6 / 8 0.85/0.70	6						
8	Side en Cerro Sombrero	R	EST. F. r2	7 0.70			7	6 / 7 0.62/	6						
9	Grande en Isla Riesco	RE	EST. F. r2	10 0.60	4 / 10 O.73/	4 / 5 /0.54	4 / 5/ 10	5	5	4 / 5	5 / 10		10	4 / 10	4 / 10
10	San Juan en Desembocadura	R	EST. F. r2		5 0.78		4 0.73	5	5	5					
11	Grande en Tierra del Fuego	RE	EST. F. r2	10 0.61	10	5 / 10 0.58/	5 /10/ 4 / /0.51	5 / 10	5 / 10	5	5		10	10	10

R : Rellenada
E : Extendida
EST. F. : Estación Fuente
r2 : Coeficiente de Determinación

CUADRO V.3.2-4

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO BAGUALES EN CERRO GUIDO

CODIGO BNA : 12282001-7 LATITUD S : 51 1 SUP. CUENCA : 668 Km^2

CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 29 ALTITUD : 80 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980-1981				2,560	0,830	3,540	3,060	5,530	6,490	6,280	2,770	1,870	
1981-1982	2,120	1,370	1,490	3,250	2,560	1,850	1,380	5,440	4,380	3,090	1,190	0,742	2,405
1982-1983	0,819	1,410	1,270	1,700	3,200	3,240	1,660	3,920	7,980	1,860	1,280	0,778	2,426
1983-1984	1,720	1,390	1,210	1,130	1,670	0,857	1,840	3,780	5,920	2,670	1,230	1,050	2,039
1984-1985	0,841	1,360	2,150	2,400	2,610	3,910	2,520	5,550	7,140	3,270	1,970	1,370	2,924
1985-1986	2,930	4,800	2,230	1,870	3,610	2,110	2,270	7,650	7,650	3,410	1,320	4,560	3,701
1986-1987	1,460	1,610	1,630	2,390	3,430	1,450	4,810	10,100	8,000	6,200	2,640	2,580	3,858
1987-1988	1,730	1,110	1,270	1,340	1,210	1,070	1,030	6,080	6,000	2,250	0,965	0,545	2,050
1988-1989	0,562	0,709	0,874	0,905	1,550	0,583	1,590	4,620	7,140	3,230	2,870	1,270	2,159
1989-1990	0,691	1,190	1,970	1,840	1,520	0,949	1,970	7,600	8,280	4,270	1,780	1,030	2,758
1990-1991	1,470	1,570	1,510	1,760	1,580	1,100	2,040	8,970	14,200	10,000	3,670	1,730	4,133
1991-1992	2,660	4,230	1,450	0,910	2,760	2,340	2,990	5,940	9,320	3,510	2,580	1,640	3,361
1992-1993	2,220	1,560	1,600	2,380	2,900	2,600	1,730	4,420	11,800	7,260	1,870	1,380	3,477
1993-1994	1,980	1,980	1,480	2,320	2,280	2,310	1,840	3,770	1,450	1,020	0,663	0,805	1,825
1994-1995	1,380	1,230	1,660	2,850	3,230	2,390	0,708	2,380	9,290	4,950	1,630	0,790	2,707
1995-1996	1,090												
PROM	1,578	1,823	1,557	1,974	2,329	2,020	2,096	5,717	7,669	4,218	1,895	1,476	2,845
DESV.EST	0,690	1,138	0,355	0,679	0,850	0,990	0,953	2,036	2,863	2,277	0,817	0,974	0,721
COEFVAR	0,437	0,624	0,228	0,344	0,365	0,490	0,454	0,356	0,373	0,540	0,431	0,660	0,254
MAX	2,930	4,800	2,230	3,250	3,610	3,910	4,810	10,100	14,200	10,000	3,670	4,560	4,133
MIN	0,562	0,709	0,874	0,905	0,830	0,583	0,708	2,380	1,450	1,020	0,663	0,545	1,825
INTERVAR	2,368	4,091	1,356	2,345	2,780	3,327	4,102	7,720	12,750	8,980	3,007	4,015	2,309

CUADRO V.3.2-5

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO

CODIGO BNA : 12282002-5 LATITUD S : 51 1 SUP. CUENCA : 2413 Km^2

CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 29 ALTITUD : 80 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980-1981				4,340	2,290	4,970	5,410	7,960	8,480	9,120	5,310	3,550	
1981-1982	3,390	2,010	1,800	3,990	4,130	2,990	2,580	7,200	6,470	5,140	2,880	1,880	3,705
1982-1983	1,930	2,230	2,020	2,210	5,030	4,560	2,550	5,780	12,200	3,550	2,640	1,330	3,836
1983-1984	2,410	2,130	1,870	1,900	2,890	1,830	2,550	5,100	8,550	4,700	2,470	1,780	3,182
1984-1985	1,250	1,810	2,450	3,080	4,270	5,720	4,740	8,250	10,500	4,860	3,860	2,260	4,421
1985-1986	4,350	8,530	3,350	2,970	5,580	3,450	4,360	14,000	13,600	7,370	2,710	7,320	6,466
1986-1987	2,480	2,310	2,130	3,720	5,330	2,270	6,990	13,700	11,300	9,310	5,140	4,530	5,768
1987-1988	3,020	2,080	2,300	2,720	2,720	2,500	2,180	8,350	8,520	3,560	1,980	1,520	3,454
1988-1989	1,410	1,490	1,660	1,570	2,160	1,380	2,550	6,780	9,910	4,650	4,730	2,780	3,423
1989-1990	1,660	2,220	3,020	2,920	2,520	1,830	3,240	10,300	11,000	6,760	3,370	2,200	4,253
1990-1991	2,600	2,580	2,930	3,180	2,930	2,100	3,720	15,000	18,100	13,300	5,960	2,700	6,258
1991-1992	3,710	7,590	2,220	3,030	4,500	4,190	6,030	9,000	14,800	6,530	5,310	2,980	5,824
1992-1993	3,500	2,680	2,690	3,600	4,690	3,890	3,000	8,120	19,900	13,400	3,610	2,690	5,981
1993-1994	3,700	3,720	2,650	3,630	3,780	2,850	3,010	5,580	2,610	2,030	1,780	1,990	3,111
1994-1995	2,630	1,970	2,290	4,440	5,210	3,710	1,750	5,070	17,300	10,800	4,510	1,730	5,118
1995-	2,070												
PROM	2,674	3,096	2,384	3,153	3,869	3,216	3,644	8,679	11,549	7,005	3,751	2,749	4,628
DESV.EST	0,892	2,093	0,476	0,807	1,152	1,236	1,487	3,130	4,460	3,392	1,294	1,464	1,187
COEFVAR	0,334	0,676	0,200	0,256	0,298	0,384	0,408	0,361	0,386	0,484	0,345	0,532	0,256
MAX	4,350	8,530	3,350	4,440	5,580	5,720	6,990	15,000	19,900	13,400	5,960	7,320	6,466
MIN	1,250	1,490	1,660	1,570	2,160	1,380	1,750	5,070	2,610	2,030	1,780	1,330	3,111
INTERVAR	3,100	7,040	1,690	2,870	3,420	4,340	5,240	9,930	17,290	11,370	4,180	5,990	3,355

CUADRO V.3.2-6

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO

CODIGO BNA : 12287003-0 LATITUD S : 51 3 SUP. CUENCA : 855 Km^2

CUENCA : COSTERAS SENO ANDREW LONGITUD W : 72 31 ALTITUD : 60 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980-1981				5,360	0,646	7,800	10,800	15,700	18,200	13,600	5,430	5,970	
1981-1982	3,560	1,510	2,610	4,550	5,440	4,260	2,850	11,800	9,530	5,880	2,370	1,610	4,664
1982-1983	2,170	3,080	2,160	3,250	6,960	7,560	3,380	8,430	12,100	3,850	3,670	2,080	4,891
1983-1984	6,180	4,100	2,940	1,110	2,310	3,720	6,370	11,300	15,800	5,650	4,250	4,760	5,708
1984-1985	2,380	3,740	4,810	4,910	4,310	7,930	7,860	15,320	12,100	4,720	4,030	5,000	6,426
1985-1986	7,890	13,900	5,000	3,260	5,110	6,170	8,500	19,100	17,700	7,660	6,180	19,600	10,006
1986-1987	5,470	4,960	3,490	4,470	9,400	3,860	15,900	23,700	18,400	11,300	6,080	7,820	9,571
1987-1988	2,210	2,030	2,270	4,340	3,090	2,980	3,630	13,000	9,880	5,860	3,690	2,920	4,658
1988-1989	2,680	3,130	3,420	3,780	3,850	1,840	4,430	12,600	19,600	9,040	8,150	3,740	6,355
1989-1990	1,840	6,760	3,750	4,170	2,450	1,400	6,810	26,000	19,100	12,600	4,780	2,180	7,653
1990-1991	6,010	3,240	3,290	3,390	8,080	4,350	7,350	18,600	39,200	23,600	7,210	5,410	10,811
1991-1992	7,630	14,900	4,190	1,610	1,950	3,640	6,150	17,600	21,900	7,920	6,350	5,600	8,287
1992-1993	4,670	4,070	2,000	3,300	1,700	2,170	4,850	15,200	28,400	13,100	3,660	8,170	7,608
1993-1994	9,220	5,820	2,540	1,080	1,660	5,070	5,710	13,500	5,400	4,470	6,150	4,620	5,437
1994-1995	3,810	2,320	4,760	4,670	3,290	3,150	2,140	12,400	26,700	12,700	5,940	2,040	6,993
1995-	3,960												
PROM	4,645	5,254	3,374	3,550	4,016	4,393	6,449	15,617	18,267	9,463	5,196	5,435	7,076
DESV.EST	2,259	3,980	0,982	1,300	2,460	2,050	3,382	4,575	8,256	5,027	1,522	4,263	1,942
COEFVAR	0,486	0,758	0,291	0,366	0,613	0,467	0,524	0,293	0,452	0,531	0,293	0,784	0,274
MAX	9,220	14,900	5,000	5,360	9,400	7,930	15,900	26,000	39,200	23,600	8,150	19,600	10,811
MIN	1,840	1,510	2,000	1,080	0,646	1,400	2,140	8,430	5,400	3,850	2,370	1,610	4,658
INTERVAR	7,380	13,390	3,000	4,280	8,754	6,530	13,760	17,570	33,800	19,750	5,780	17,990	6,153

CUADRO V.3.2-7

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO RUBENS EN RUTA N 9

CODIGO BNA : 12600001-4 LATITUD S : 53 37 SUP. CUENCA : 561 Km^2

CUENCA : VERTIENTE DEL ATLANTICO LONGITUD W : 70 42 ALTITUD : 10 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				10,340	14,960	18,570	16,930	14,040	10,800	6,700	4,090	7,310	
1981	7,270	5,120	7,230	6,860	14,260	14,430	10,850	26,830	12,650	6,220	3,610	1,760	9,758
1982	4,680	8,560	6,330	4,210	3,560	4,710	11,700	19,100	9,760	7,570	4,060	5,060	7,442
1983	7,110	11,400	8,050	7,960	9,400	12,500	10,000	15,400	10,500	5,050	5,880	5,590	9,070
1984	3,060	8,390	11,900	6,210	9,320	11,330	20,800	14,500	7,080	3,370	4,700	6,970	8,969
1985	15,100	15,200	16,200	8,770	11,100	13,900	16,400	12,000	6,200	5,850	4,850	11,800	11,448
1986	9,300	11,900	15,700	8,670	17,040	19,900	16,420	21,100	20,100	8,650	4,540	5,050	13,198
1987	2,080	5,720	4,620	7,230	9,510	7,500	14,200	17,900	7,370	4,940	3,300	2,840	7,268
1988	4,410	5,040	9,020	8,090	9,510	5,790	14,500	17,900	12,100	9,350	5,090	5,810	8,884
1989	2,380	7,050	10,200	9,130	6,510	3,270	15,200	17,300	7,390	5,390	7,450	2,000	7,773
1990	6,580	14,000	12,900	8,860	11,500	10,600	18,300	33,200	24,900	11,200	5,150	6,000	13,599
1991	17,600	9,030	10,120	5,810	4,920	6,570	15,600	23,700	13,700	11,100	6,410	3,830	10,699
1992	5,550	4,230	5,530	6,680	6,390	10,100	9,190	24,300	16,700	9,000	4,490	4,610	8,898
1993	8,300	10,500	7,010	5,410	6,770	12,900	11,800	15,200	6,820	5,630	3,800	10,500	8,720
1994	6,160	6,370	8,950	6,620	8,340	8,090	6,660	14,800	14,300	8,910	3,870	3,010	8,007
1995	10,800												
PROM	7,359	8,751	9,554	7,390	9,539	10,677	13,903	19,151	12,025	7,262	4,753	5,476	9,552
DESV.EST	4,272	3,322	3,434	1,583	3,648	4,682	3,671	5,546	5,156	2,271	1,087	2,756	1,927
COEFVAR	0,580	0,380	0,359	0,214	0,382	0,439	0,264	0,290	0,429	0,313	0,229	0,503	0,202
MAX	17,600	15,200	16,200	10,340	17,040	19,900	20,800	33,200	24,900	11,200	7,450	11,800	13,599
MIN	2,080	4,230	4,620	4,210	3,560	3,270	6,660	12,000	6,200	3,370	3,300	1,760	7,268
INTERVAR	15,520	10,970	11,580	6,130	13,480	16,630	14,140	21,200	18,700	7,830	4,150	10,040	6,332

CUADRO V.3.2-8

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO PENITENTE EN MORRO CHICO

CODIGO BNA : 12622001-4 LATITUD S : 52 3 SUP. CUENCA : 1581 Km^2

CUENCA : VERTIENTE DEL ATLANTICO LONGITUD W : 71 25 ALTITUD : 230 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				17,400	30,000	31,200	26,400	17,900	13,100	5,940	3,310	5,430	
1981	5,910	3,910	6,160	7,240	22,000	25,100	13,200	50,610	15,730	4,070	2,790	2,550	13,273
1982	3,560	6,830	5,270	5,040	7,640	9,490	18,100	27,200	13,700	5,430	3,570	4,000	9,153
1983	4,910	9,810	9,130	14,300	9,070	18,300	18,500	15,900	8,350	3,870	5,270	4,400	10,151
1984	3,740	5,780	10,200	14,300	15,510	11,300	28,530	16,420	7,480	3,860	3,580	4,090	10,399
1985	8,350	10,900	13,900	13,000	11,200	14,600	19,400	16,730	7,760	4,390	3,180	6,990	10,867
1986	6,310	7,660	18,600	11,200	31,530	25,130	29,700	27,690	23,200	8,040	4,310	5,000	16,531
1987	2,890	3,920	4,010	4,990	19,120	7,090	16,600	39,500	8,810	4,630	2,850	2,480	9,741
1988	3,670	3,580	5,160	4,700	15,400	8,560	16,700	28,100	12,500	8,550	4,640	5,180	9,728
1989	3,130	6,920	9,700	13,900	16,200	10,500	14,200	27,300	9,440	5,190	6,580	2,800	10,488
1990	7,160	10,200	16,500	10,500	10,800	17,200	32,500	59,700	34,200	12,800	3,940	3,090	18,216
1991	11,200	7,160	10,200	15,300	20,900	11,400	24,900	48,700	21,600	11,400	5,930	3,140	15,986
1992	5,070	3,900	4,990	8,270	11,400	18,800	16,500	39,700	20,000	7,370	3,520	5,080	12,050
1993	8,030	10,600	9,410	10,900	15,100	20,900	19,700	18,200	7,030	4,500	2,990	7,160	11,210
1994	5,490	5,760	8,830	10,360	32,400	12,970	10,700	29,800	21,300	10,400	4,070	3,450	12,961
1995	10,100												
PROM	5,968	6,924	9,433	10,760	17,885	16,169	20,375	30,897	14,947	6,696	4,035	4,323	12,197
DESV.EST	2,472	2,537	4,235	3,885	7,803	6,817	6,289	13,411	7,493	2,835	1,097	1,434	2,746
COEFVAR	0,414	0,366	0,449	0,361	0,436	0,422	0,309	0,434	0,501	0,423	0,272	0,332	0,225
MAX	11,200	10,900	18,600	17,400	32,400	31,200	32,500	59,700	34,200	12,800	6,580	7,160	18,216
MIN	2,890	3,580	4,010	4,700	7,640	7,090	10,700	15,900	7,030	3,860	2,790	2,480	9,153
INTERVAR	8,310	7,320	14,590	12,700	24,760	24,110	21,800	43,800	27,170	8,940	3,790	4,680	9,063

CUADRO V.3.2-9

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO ORO EN BAHIA SAN FELIPE

CODIGO BNA : 12806001-4 LATITUD S : 52 51 SUP. CUENCA : 592 Km^2

CUENCA : TIERRA DEL FUEGO LONGITUD W : 69 56 ALTITUD : 10 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				3,430	8,370	3,550	6,370	3,000	2,280	1,740	1,260	1,170	
1981	1,620	1,570	5,000	3,750	8,990	8,920	7,640	4,720	2,170	2,130	1,810	1,610	4,161
1982	1,500	1,590	1,880	2,720	3,450	1,810	2,750	3,210	3,820	2,030	1,630	1,650	2,337
1983	1,620	2,550	3,440	4,810	3,310	5,140	5,400	3,150	2,110	1,630	1,530	1,420	3,009
1984	1,280	1,400	2,470	4,940	5,170	2,500	4,230	3,330	1,690	1,160	1,060	0,912	2,512
1985	1,060	1,360	1,890	1,940	5,060	3,180	3,470	3,020	2,000	1,450	1,120	1,150	2,225
1986	1,510	1,450	4,360	10,400	11,100	5,380	4,240	3,320	2,870	2,330	1,940	1,930	4,236
1987	1,640	2,050	2,240	2,550	6,480	3,940	4,310	4,090	2,360	1,870	1,550	1,430	2,876
1988	1,620	2,150	2,050	2,150	4,790	2,740	4,440	3,120	2,260	1,800	1,780	1,560	2,538
1989	1,480	1,750	1,710	2,220	2,590	2,700	2,980	2,390	1,580	1,300	1,050	0,888	1,887
1990	1,260	1,650	6,580	4,110	7,980	4,800	10,800	7,090	3,360	2,370	1,880	2,010	4,491
1991	2,700	3,910	3,890	3,040	2,910	3,560	7,730	7,500	3,520	3,950	3,260	1,730	3,975
1992	2,860	3,380	3,800	3,540	5,610	3,970	4,900	5,460	2,700	1,880	1,720	1,740	3,463
1993	1,950	2,090	2,080	3,790	4,310	4,290	3,780	2,130	1,510	1,280	1,250	1,220	2,473
1994	1,440	2,290	4,110	7,900	4,460	4,800	3,550	2,980	2,550	2,460	1,520	1,350	3,284
1995	1,490												
PROM	1,669	2,085	3,250	4,086	5,639	4,085	5,106	3,901	2,452	1,959	1,624	1,451	3,105
DESV.EST	0,478	0,731	1,399	2,217	2,396	1,634	2,113	1,558	0,673	0,661	0,523	0,329	0,811
COEFVAR	0,287	0,351	0,431	0,543	0,425	0,400	0,414	0,400	0,274	0,337	0,322	0,227	0,261
MAX	2,860	3,910	6,580	10,400	11,100	8,920	10,800	7,500	3,820	3,950	3,260	2,010	4,491
MIN	1,060	1,360	1,710	1,940	2,590	1,810	2,750	2,130	1,510	1,160	1,050	0,888	1,887
INTERVAR	1,800	2,550	4,870	8,460	8,510	7,110	8,050	5,370	2,310	2,790	2,210	1,122	2,604

CUADRO V.3.2-10

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO OSCAR EN BAHIA SAN FELIPE

CODIGO BNA : 12805001-9 LATITUD S : 52 56 SUP. CUENCA : 542 Km^2

CUENCA : TIERRA DEL FUEGO LONGITUD W : 69 50 ALTITUD : 10 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				2,740	3,380	3,430	4,040	1,990	1,680	1,260	1,050	1,090	
1981	1,300	1,200	3,140	2,440	4,070	5,390	4,970	2,480	1,660	1,380	1,170	1,240	2,537
1982	1,180	1,240	1,520	2,470	1,730	2,680	1,680	2,230	2,370	1,300	1,200	1,180	1,732
1983	1,210	1,740	1,830	2,960	1,700	3,180	2,630	1,760	1,320	1,100	1,100	1,100	1,803
1984	1,000	1,050	1,640	2,850	3,590	2,410	1,960	2,110	1,290	1,010	0,908	0,729	1,712
1985	0,627	1,100	1,270	1,670	3,970	2,320	2,750	2,010	1,370	0,782	0,735	0,777	1,615
1986	1,110	1,140	2,510	5,180	8,590	3,530	2,610	1,640	1,780	1,190	1,060	1,050	2,616
1987	0,902	1,260	1,440	1,660	4,210	2,620	2,550	2,160	1,310	1,080	1,040	1,010	1,770
1988	0,923	1,150	1,410	1,900	2,440	2,710	2,520	1,390	0,914	0,898	0,842	0,688	1,482
1989	0,685	1,200	1,220	1,920	1,280	1,710	1,700	0,929	0,634	0,663	0,634	0,472	1,087
1990	0,664	0,855	3,700	3,020	4,530	3,570	6,980	3,440	1,960	1,730	1,470	1,380	2,775
1991	1,910	2,870	2,540	2,330	2,680	2,880	4,970	3,410	1,450	2,500	1,490	1,180	2,518
1992	2,080	2,140	2,560	2,200	3,040	2,240	2,870	2,820	1,650	1,150	1,020	0,922	2,058
1993	1,070	1,290	1,390	2,550	1,430	2,630	2,110	1,360	1,000	0,974	0,958	0,899	1,472
1994	0,968	1,210	1,420	1,000	0,819	3,130	1,950	1,640	1,380	1,260	0,876	0,813	1,372
1995	0,840												
PROM	1,098	1,389	1,971	2,459	3,164	2,962	3,086	2,091	1,451	1,218	1,037	0,969	1,896
DESV.EST	0,402	0,510	0,753	0,905	1,846	0,819	1,456	0,692	0,415	0,423	0,228	0,234	0,504
COEFVAR	0,366	0,367	0,382	0,368	0,584	0,277	0,472	0,331	0,286	0,347	0,220	0,242	0,266
MAX	2,080	2,870	3,700	5,180	8,590	5,390	6,980	3,440	2,370	2,500	1,490	1,380	2,775
MIN	0,627	0,855	1,220	1,000	0,819	1,710	1,680	0,929	0,634	0,663	0,634	0,472	1,087
INTERVAR	1,453	2,015	2,480	4,180	7,771	3,680	5,300	2,511	1,736	1,837	0,856	0,908	1,688

CUADRO V.3.2-11

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO

CODIGO BNA : 12802001-2 LATITUD S : 52 44 SUP. CUENCA : 1108 Km^2

CUENCA : TIERRA DEL FUEGO LONGITUD W : 69 15 ALTITUD : 10 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				1,790	3,180	3,060	3,080	1,210	0,945	0,695	0,750	0,563	
1981	0,761	0,983	2,060	2,190	3,140	4,030	3,740	1,820	1,240	1,070	0,980	0,949	1,914
1982	0,802	0,825	0,938	1,400	1,730	2,170	1,110	1,090	0,940	0,738	0,750	0,736	1,102
1983	0,916	1,140	1,260	2,160	3,070	2,360	1,070	1,010	0,736	0,685	0,889	0,975	1,356
1984	0,827	0,927	1,270	1,330	1,900	1,680	0,945	1,020	0,813	0,631	0,676	0,845	1,072
1985	0,903	0,820	0,911	1,660	1,920	1,540	2,020	1,280	0,887	0,527	0,483	0,485	1,120
1986	0,930	0,389	1,650	3,750	5,990	2,850	1,300	0,724	0,707	0,481	0,596	0,774	1,678
1987	0,762	0,771	0,639	1,180	2,280	2,570	2,200	1,300	0,933	0,863	0,916	0,984	1,283
1988	1,000	1,040	1,090	1,170	2,400	1,420	1,120	0,924	0,748	0,646	0,653	0,653	1,072
1989	0,593	0,732	0,867	1,400	1,600	1,200	1,030	0,686	0,547	0,498	0,478	0,468	0,842
1990	0,629	0,612	2,350	1,970	2,150	3,730	4,290	2,100	1,320	1,020	0,865	0,891	1,827
1991	1,080	1,310	1,660	2,470	2,440	2,530	3,450	2,150	1,180	1,420	1,070	0,986	1,812
1992	1,480	1,170	1,740	2,700	2,620	2,430	1,650	2,330	1,110	0,815	0,798	0,791	1,636
1993	0,742	0,745	1,040	1,500	1,520	1,670	0,725	0,459	0,393	0,374	0,498	0,678	0,862
1994	0,797	0,892	1,120	1,990	2,150	2,990	1,050	0,940	0,609	0,537	0,688	1,210	1,248
1995	1,310												
PROM	0,902	0,883	1,328	1,911	2,539	2,415	1,919	1,270	0,874	0,733	0,739	0,799	1,345
DESV.EST	0,232	0,231	0,476	0,666	1,056	0,804	1,129	0,553	0,254	0,264	0,176	0,201	0,351
COEFVAR	0,257	0,262	0,358	0,349	0,416	0,333	0,588	0,435	0,291	0,359	0,239	0,252	0,261
MAX	1,480	1,310	2,350	3,750	5,990	4,030	4,290	2,330	1,320	1,420	1,070	1,210	1,914
MIN	0,593	0,389	0,639	1,170	1,520	1,200	0,725	0,459	0,393	0,374	0,478	0,468	0,842
INTERVAR	0,887	0,921	1,711	2,580	4,470	2,830	3,565	1,871	0,927	1,046	0,592	0,742	1,072

CUADRO V.3.2-12

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO GRANDE EN ISLA RIESCO

CODIGO BNA : 12448001-9 LATITUD S : 53 0 SUP. CUENCA : 595 Km^2

CUENCA : COSTERAS E ISLAS A21R H LONGITUD W : 71 52 ALTITUD : 0 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				16,440	22,080	26,080	20,800	18,980	19,100	13,030	9,020	11,290	
1981	16,270	11,470	12,860	12,220	28,500	25,750	26,190	34,520	20,060	11,500	6,840	5,750	17,661
1982	16,800	21,300	13,200	9,300	5,020	8,170	13,300	28,500	21,300	15,600	13,700	10,000	14,683
1983	8,590	16,800	18,200	10,100	13,900	22,800	19,400	21,300	18,410	12,100	15,600	8,930	15,511
1984	6,090	13,600	18,180	19,800	16,300	24,500	28,500	18,400	12,700	12,000	12,000	13,600	16,306
1985	23,460	22,820	22,580	14,380	22,000	25,870	20,910	18,740	10,000	7,910	11,020	19,240	18,244
1986	16,840	19,440	22,070	20,600	36,100	36,430	16,410	30,800	24,600	15,400	13,100	21,400	22,766
1987	7,950	17,400	12,400	7,410	21,900	19,200	18,800	21,300	18,200	13,800	6,300	5,380	14,170
1988	11,900	9,090	8,530	14,700	14,000	10,200	15,200	27,200	21,700	15,600	13,300	18,700	15,010
1989	8,720	16,700	18,600	18,000	12,000	7,500	19,500	27,600	16,300	14,500	12,700	9,200	15,110
1990	13,740	12,900	19,200	14,400	19,100	19,200	19,000	40,500	34,800	21,900	10,300	10,800	19,653
1991	25,700	19,900	14,400	12,500	6,920	12,400	21,700	25,100	22,500	23,400	12,620	5,060	16,850
1992	14,100	10,600	7,060	12,240	7,580	19,180	16,100	30,800	22,100	12,700	6,370	16,200	14,586
1993	19,200	23,000	15,500	6,290	15,100	24,110	16,200	21,930	14,440	8,820	8,390	17,910	15,908
1994	13,260	13,770	15,150	12,180	29,120	15,640	10,940	21,530	22,170	16,780	10,020	10,230	15,899
1995	18,560												
PROM	14,745	16,342	15,566	13,371	17,975	19,802	18,863	25,813	19,892	14,336	10,752	12,246	16,597
DESV.EST	5,467	4,390	4,424	4,050	8,526	7,702	4,406	6,218	5,564	4,038	2,790	5,146	2,266
COEFVAR	0,371	0,269	0,284	0,303	0,474	0,389	0,234	0,241	0,280	0,282	0,259	0,420	0,137
MAX	25,700	23,000	22,580	20,600	36,100	36,430	28,500	40,500	34,800	23,400	15,600	21,400	22,766
MIN	6,090	9,090	7,060	6,290	5,020	7,500	10,940	18,400	10,000	7,910	6,300	5,060	14,170
INTERVAR	19,610	13,910	15,520	14,310	31,080	28,930	17,560	22,100	24,800	15,490	9,300	16,340	8,596

CUADRO V.3.2-13

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO SAN JUAN EN DESEMBOCADURA (CA)

CODIGO BNA : 12582001-8 LATITUD S : 53 39 SUP. CUENCA : 792 Km^2

CUENCA : COSTERAS L BLANCA E LONGITUD W : 70 58 ALTITUD : 8 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1981	15,40	9,01	13,81	14,90	31,10	30,40	20,65	47,80	18,20	10,60	4,73	3,58	18,35
1982	9,16	14,60	11,60	13,00	9,09	12,20	22,90	26,60	13,60	10,60	7,58	6,74	13,14
1983	9,84	27,30	17,27	16,20	12,20	23,43	23,80	23,60	13,10	4,71	13,90	8,53	16,16
1984	4,70	16,00	18,60	19,25	19,30	24,00	36,80	21,70	9,24	4,31	4,62	6,14	15,39
1985	16,50	23,70	22,90	20,10	14,89	20,31	25,88	21,76	13,20	9,36	8,56	20,70	18,16
1986	14,50	10,40	25,90	18,60	36,80	29,40	32,90	30,30	20,80	11,90	7,73	10,90	20,84
1987	4,81	16,40	7,10	9,06	22,40	19,80	29,60	37,30	14,80	5,84	3,46	2,27	14,40
1988	4,89	6,63	11,20	10,20	22,60	9,49	31,50	31,00	16,80	16,00	6,26	7,07	14,47
1989	3,97	14,40	20,70	18,20	19,11	15,80	24,80	27,90	14,10	6,99	5,60	1,82	14,45
1990	10,20	15,10	25,86	19,00	22,90	26,60	41,50	51,70	33,10	12,70	5,89	6,10	22,55
1991	14,30	12,30	18,52	18,80	11,60	15,30	24,30	47,30	24,90	14,40	12,10	6,87	18,39
1992	21,10	15,40	13,60	16,80	10,80	11,20	17,60	42,10	25,90	10,20	8,11	11,40	17,02
1993	14,60	24,70	16,90	16,20	18,10	28,60	26,14	32,00	11,20	10,20	1,97	16,87	18,12
1994	7,96	15,34	21,60	15,27	31,70	22,20	16,80	27,20	16,60	9,82	7,44	4,80	16,39
1995	11,50												
PROM	10,90	15,81	17,54	16,11	20,19	20,62	26,80	33,45	17,54	9,83	7,00	8,13	16,99
DESV.EST	4,95	5,67	5,42	3,26	8,15	6,71	6,77	9,74	6,33	3,31	3,06	5,15	2,54
COEFVAR	0,45	0,36	0,31	0,20	0,40	0,33	0,25	0,29	0,36	0,34	0,44	0,63	0,15
MAX	21,10	27,30	25,90	20,10	36,80	30,40	41,50	51,70	33,10	16,00	13,90	20,70	22,55
MIN	3,97	6,63	7,10	9,06	9,09	9,49	16,80	21,70	9,24	4,31	1,97	1,82	13,14
INTERVAR	17,13	20,67	18,80	11,04	27,71	20,91	24,70	30,00	23,86	11,69	11,93	18,88	9,42

CUADRO V.3.2-14

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS Y CORREGIDOS (m^3/s)

ESTACION : RIO GRANDE EN TIERRA DEL FUEGO

CODIGO BNA : 12876001-6 LATITUD S : 53 54 SUP. CUENCA : 2675 Km^2

CUENCA : TIERRA DEL FUEGO LONGITUD W : 68 51 ALTITUD : 350 msnm

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				30,610	35,380	47,590	44,630	30,830	33,320	21,190	9,760	10,240	
1981	16,140	8,270	35,600	26,500	21,400	33,600	49,000	53,100	37,900	21,100	11,500	7,300	26,784
1982	4,320	6,410	20,200	29,900	8,530	21,760	21,400	32,700	34,600	26,500	15,900	13,800	19,668
1983	11,200	30,300	44,700	16,200	11,690	34,610	42,300	39,500	25,700	14,100	7,910	11,500	24,143
1984	6,840	7,280	11,400	13,800	23,150	33,740	45,400	49,000	26,700	15,400	8,600	4,900	20,518
1985	11,200	17,500	31,700	31,400	24,200	32,300	43,600	56,400	29,640	21,500	9,280	10,400	26,593
1986	12,900	13,500	30,910	25,500	36,660	39,220	29,800	38,000	31,100	24,900	13,700	16,800	26,083
1987	11,000	18,400	24,600	20,700	22,040	24,300	36,900	49,500	35,500	21,300	10,300	5,030	23,298
1988	4,240	9,730	12,000	15,400	21,200	24,200	30,900	39,700	32,700	29,200	21,000	17,600	21,489
1989	11,000	15,000	21,500	24,300	21,600	25,410	36,500	49,500	34,000	25,800	18,100	10,000	24,393
1990	13,400	17,700	33,210	27,170	22,550	50,500	34,920	85,100	53,200	38,300	20,600	19,500	34,679
1991	28,100	32,100	41,900	30,000	23,700	26,600	39,600	51,500	37,100	27,600	23,000	11,100	31,025
1992	16,200	23,100	26,200	24,800	10,260	19,700	27,100	51,700	42,100	23,300	12,200	13,100	24,147
1993	13,300	19,700	23,200	17,500	23,100	40,300	54,100	50,500	27,300	12,100	6,170	6,940	24,518
1994	8,920	22,600	26,550	22,750	34,600	28,000	23,800	19,500	26,200	24,800	9,780	5,880	21,115
1995	5,750												
PROM	11,634	17,256	27,405	23,769	22,671	32,122	37,330	46,435	33,804	23,139	13,187	10,939	24,889
DESV.EST	5,739	7,720	9,445	5,664	8,096	8,882	9,133	14,274	6,921	6,262	5,118	4,420	3,943
COEFVAR	0,493	0,447	0,345	0,238	0,357	0,277	0,245	0,307	0,205	0,271	0,388	0,404	0,158
MAX	28,100	32,100	44,700	31,400	36,660	50,500	54,100	85,100	53,200	38,300	23,000	19,500	34,679
MIN	4,240	6,410	11,400	13,800	8,530	19,700	21,400	19,500	25,700	12,100	6,170	4,900	19,668
INTERVAR	23,860	25,690	33,300	17,600	28,130	30,800	32,700	65,600	27,500	26,200	16,830	14,600	15,011

V.3.2.5 Verificación de la Homogeneidad de la Estadística

Para verificar la homogeneidad de la estadística rellenada, corregida y extendida de cada uno de los grupos señalados en 3.2.4, se construyeron curvas doble acumuladas de cada estación a nivel de caudales medios anuales. Se adoptó un Patrón por grupo, obtenido promediando los caudales de las estaciones del grupo.

Con el fin de evitar posibles distorsiones en las curvas doble acumuladas y, por la diferencia de áreas entre una cuenca y otra, se trabajó con los caudales medios específicos anuales en $m^3/s/m^2$. La superficie de cada cuenca puede ser consultada en los Cuadros V.3.2-4 a V.3.2-14.

En las Figuras V.3.2-2 a V.3.2-12 se presentan estas curvas, las que dejan en claro una adecuada homogeneidad de las estaciones, al interior de cada grupo considerado.

V.3.2.6 Análisis de Frecuencia de Estadísticas de Caudales

Para realizar el análisis de frecuencia de los caudales medios mensuales y caudales medios anuales de cada estación se empleó el programa de computación utilizado para igual propósito en "Proyecto Itata. Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria" (PROITATA, Comisión Nacional de Riego, 1992)

Mediante este programa, en cada estación se calcularon para cada mes y año, los caudales medios asociados a probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%, 85% y 95%. El programa entrega estos caudales considerando 5 distribuciones de probabilidades: Normal, Gumbel, Pearson III, Log Normal y Log Pearson, a las cuales asocia su correspondiente coeficiente de frecuencia.

Adicionalmente el archivo de salida contiene los resultados de los test de bondad de ajuste X^2 y Kolmogoroff -Smirnov. Como se adoptan 5 intervalos de clases para cada distribución, los valores de referencia con un nivel de significancia del 5% para la distribución X^2 corresponden a X_0 =5,99 para la Normal, Gumbel y Log Normal (dos parámetros), y X_0 =3,84 para la Pearson y Log Pearson (tres parámetros).

A modo de ejemplo, en el Cuadro V.3.2-15 se entrega el archivo de resultados del análisis de frecuencia de la Estación 01: Baguales en Cerro Guido. El resto de los resultados se encuentran disponibles en medios magnéticos.

Para confeccionar las curvas de variación estacional de cada estación, fue necesario identificar para cada mes la distribución de mejor ajuste.

FIGURA V.3.2-2: CURVA DOBLE ACUMULADA
BAGUALES EN CERRO GUIDO

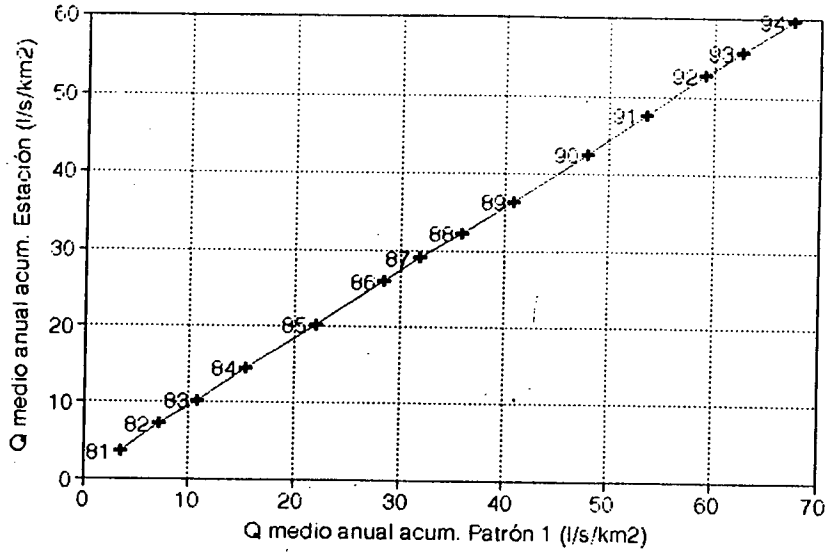


FIGURA V.3.2-3: CURVA DOBLE ACUMULADA
VIZCACHAS EN CERRO GUIDO

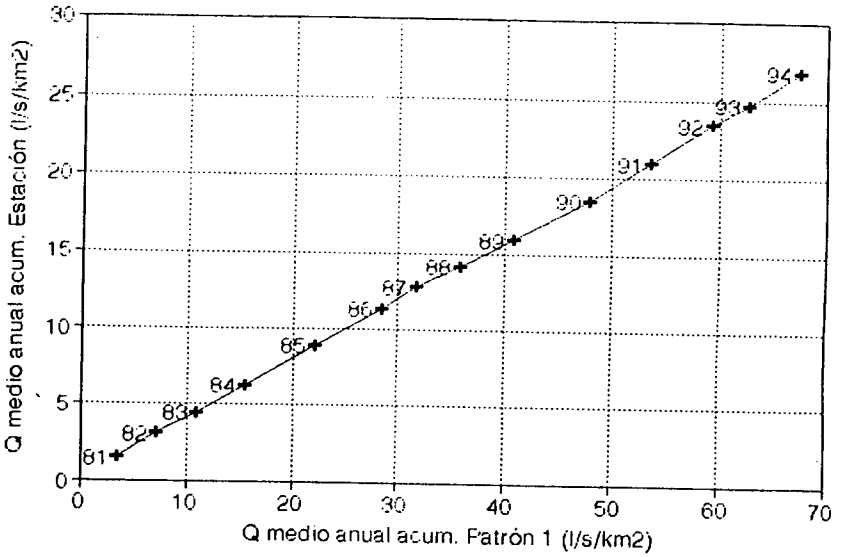


FIGURA V.3.2-4: CURVA DOBLE ACUMULADA
CHINAS EN CERRO GUIDO

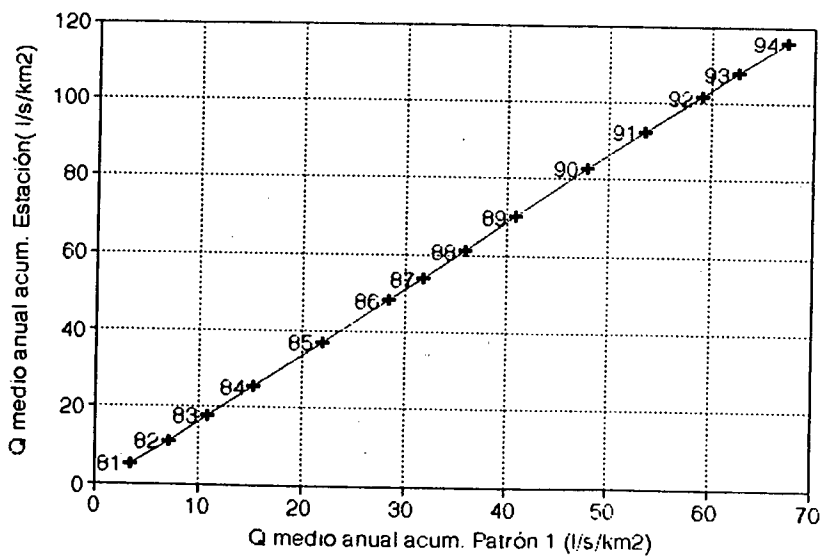


FIGURA V.3.2-5: CURVA DOBLE ACUMULADA
RUBENS EN RUTA N°9

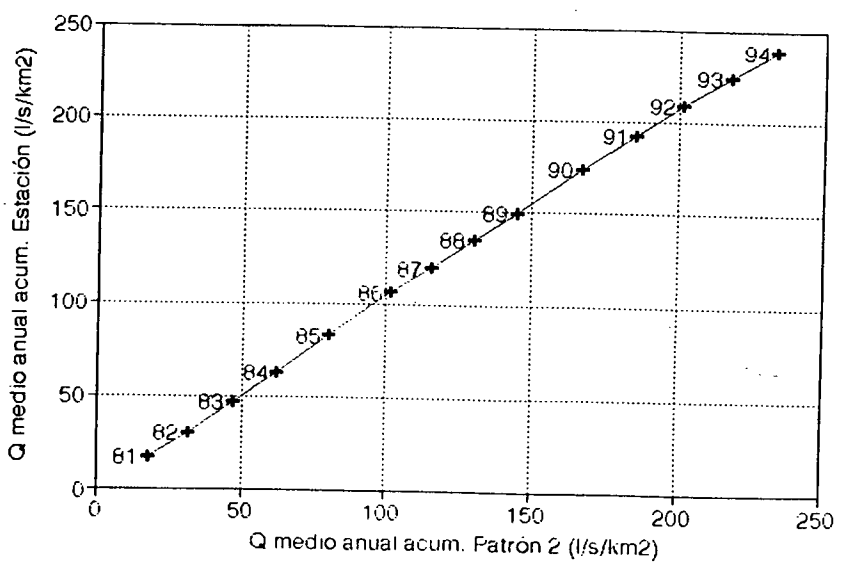


FIGURA V.3.2-6: CURVA DOBLE ACUMULADA
PENITENTE EN MORRO CHICO

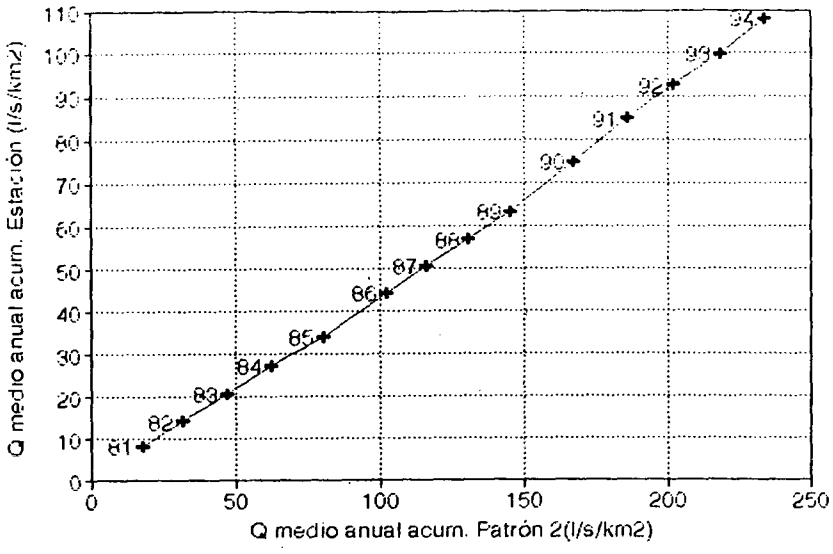


FIGURA V.3.2-7: CURVA DOBLE ACUMULADA
ORO EN BAHIA SAN FELIPE

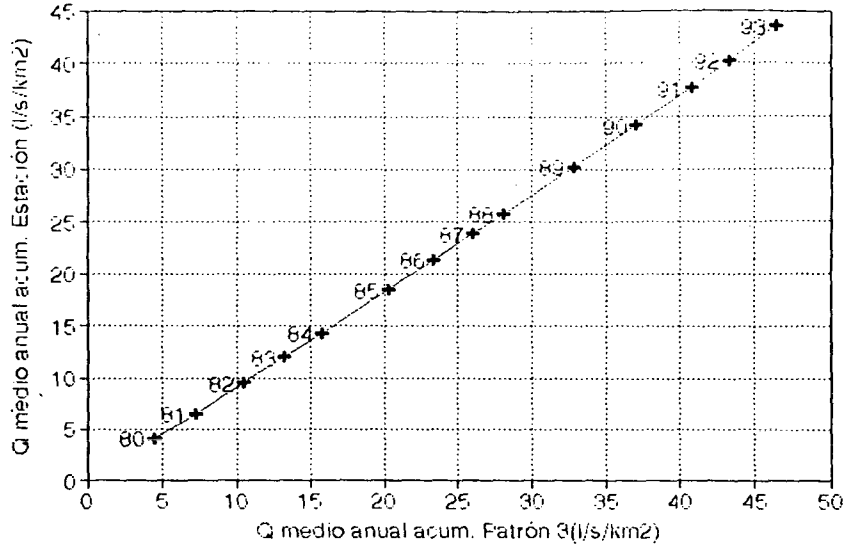


FIGURA V.3.2-8: CURVA DOBLE ACUMULADA
OSCAR EN BAHIA SAN FELIPE

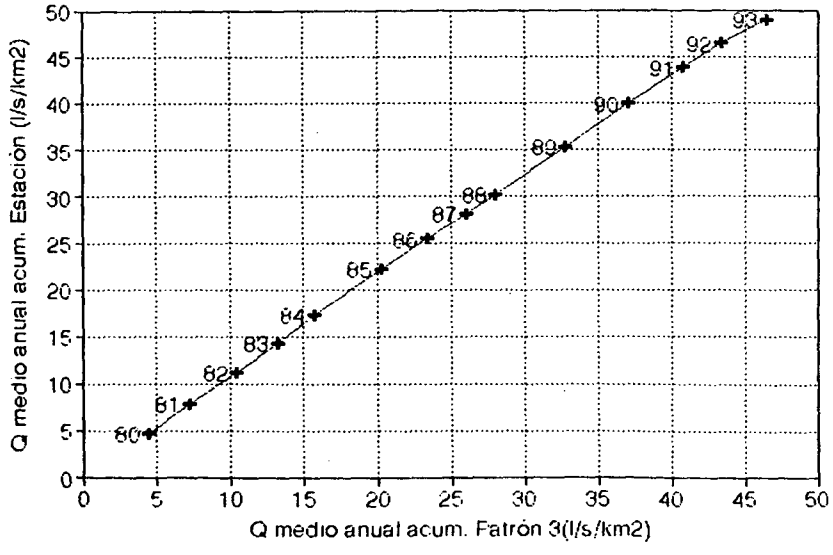


FIGURA V.3.2-9: CURVA DOBLE ACUMULADA
SIDE EN CERRO SOMBRERO

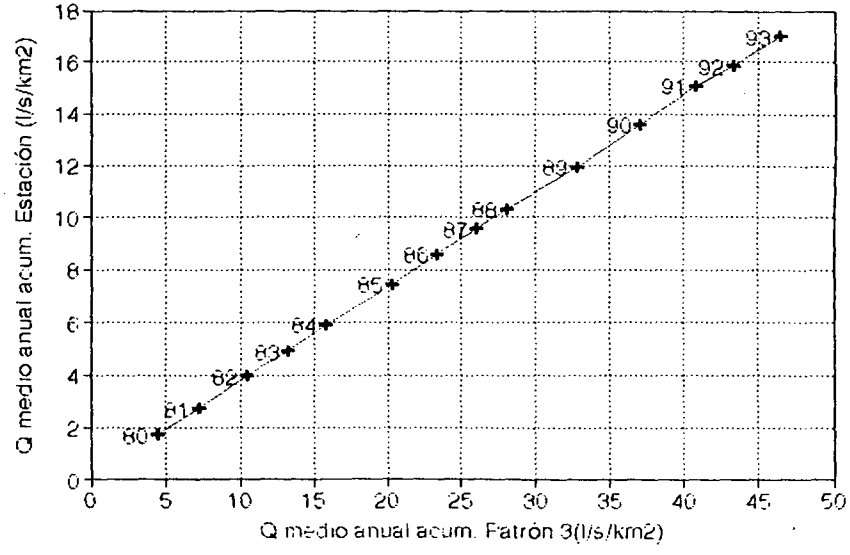


FIGURA V.3.2-10: CURVA DOBLE ACUMULADA GRANDE EN ISLA RIESCO

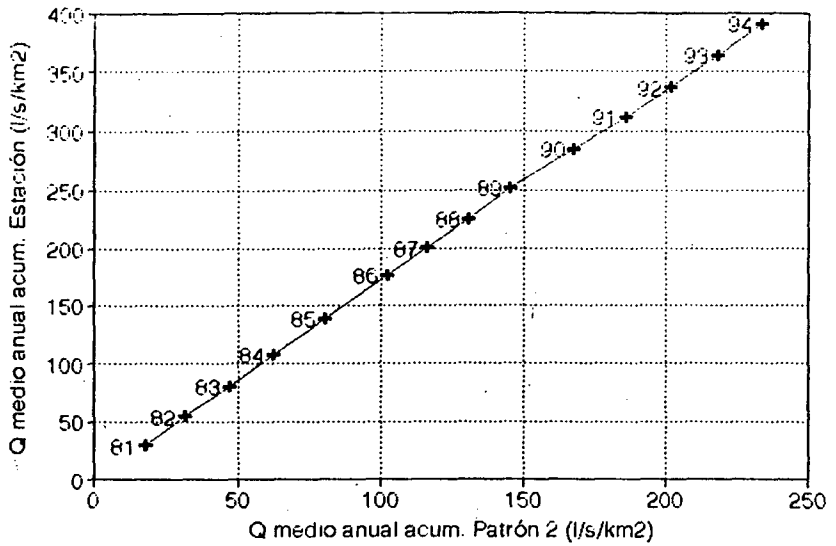


FIGURA V.3.2-11: CURVA DOBLE ACUMULADA SAN JUAN EN DESEMBOCADURA

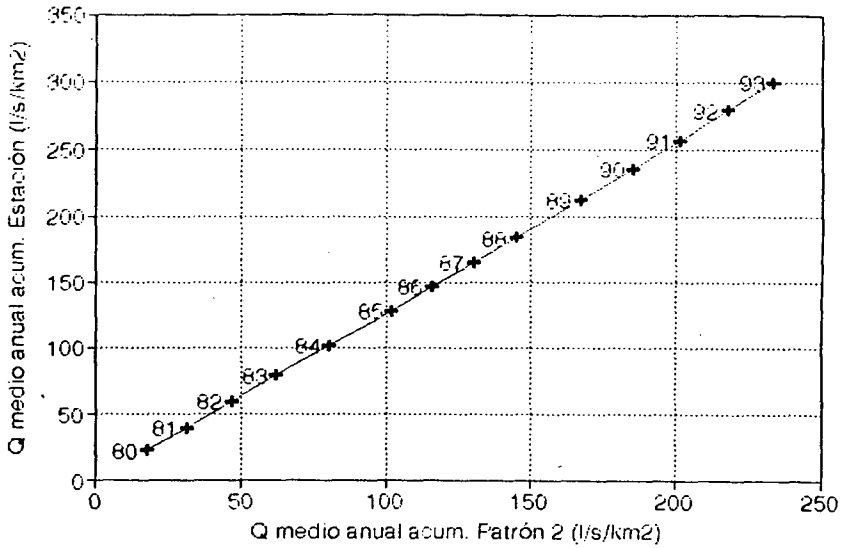
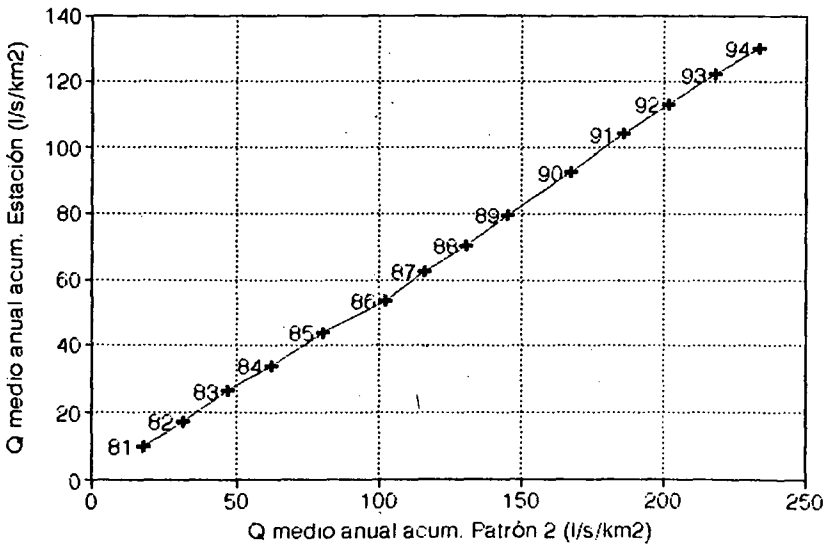


FIGURA V.3.2-12: CURVA DOBLE ACUMULADA GRANDE EN TIERRA DEL FUEGO



CUADRO V.3.2-15
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BAGUALES EN CERRO GUIDO

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, MARZO
PROM= 1.612857 VARIAN= .5308685 SKEW= .188424 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .3669922 VARLOG= .2636957 SKEWLOG= -.4906768

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.414	0.858	1.613	2.226	2.811	2.429
COEF.FREC.	0.257	0.532	1.000	1.380	1.743	0.086
GUMBEL	0.45	0.78	1.51	2.33	3.39	4.57
COEF.FREC.	0.301	0.518	1.000	1.542	2.245	0.114
PEARSONIII	0.45	0.86	1.59	2.22	2.85	2.43
COEF.FREC.	0.286	0.541	1.000	1.395	1.792	0.086
LOGNORMAL	0.620	0.848	1.443	2.224	3.359	5.286
COEF.FREC.	0.430	0.587	1.000	1.541	2.327	0.114
LG-PRS.III	0.58	0.85	1.50	2.24	3.11	5.29
COEF.FREC.	0.386	0.565	1.000	1.488	2.066	0.114

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.38549 MODA= 1.244724
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 112.6646 BETA= 6.864355E-02 GAMMA= -6.12084
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 16.6138 BETA= .0483791 GAMMA= -5.083619

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, ABRIL
PROM= 1.822857 VARIAN= 1.395115 SKEW= 1.839592 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .4645669 VARLOG= .2488521 SKEWLOG= 1.077072

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-0.120	0.599	1.823	2.817	3.766	11.000
COEF.FREC.	-0.066	0.328	1.000	1.545	2.066	0.257
GUMBEL	-0.06	0.48	1.65	2.98	4.70	16.00
COEF.FREC.	-0.033	0.288	1.000	1.801	2.841	0.257
PEARSONIII	0.62	0.80	1.49	2.56	4.14	8.86
COEF.FREC.	0.416	0.536	1.000	1.717	2.772	0.186
LOGNORMAL	0.700	0.949	1.591	2.422	3.615	6.714
COEF.FREC.	0.440	0.596	1.000	1.522	2.272	0.186
LG-PRS.III	0.84	0.98	1.46	2.31	4.07	8.86
COEF.FREC.	0.572	0.672	1.000	1.581	2.792	0.186

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .8546569 MODA= 1.226074
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 1.181999 BETA= 1.086417 GAMMA= .5387137
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 3.448029 BETA= .458841 GAMMA= -7.778245E-02

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, MAYO
PROM= 1.556429 VARIAN= .1364707 SKEW= .2755922 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .4153419 VARLOG= 6.006396E-02 SKEWLOG= -.3972658

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.949	1.174	1.556	1.867	2.164	3.143
COEF.FREC.	0.610	0.754	1.000	1.200	1.390	0.114
GUMBEL	0.97	1.14	1.50	1.92	2.46	3.14
COEF.FREC.	0.644	0.755	1.000	1.276	1.634	0.129
PEARSONIII	0.98	1.18	1.54	1.86	2.19	5.29
COEF.FREC.	0.636	0.764	1.000	1.209	1.424	0.114
LOGNORMAL	1.012	1.175	1.515	1.862	2.267	2.429
COEF.FREC.	0.668	0.776	1.000	1.229	1.497	0.114
LG-PRS.III	0.99	1.18	1.54	1.87	2.20	5.29
COEF.FREC.	0.641	0.764	1.000	1.213	1.430	0.114

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 2.732607 MODA= 1.369777
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 52.6655 BETA= 5.090455E-02 GAMMA= -1.124485
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 25.34531 BETA= 3.377099E-02 GAMMA= -1.363225

CUADRO V.3.2-15 (Continuación)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BAGUALES EN CERRO GUIDO

ESTACION : 01

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, JUNIO

PROM= 1.932143 VARIAN= .5029408 SKEW= .1194197 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .5885225 VARLOG= .1619938 SKEWLOG= -.4656081

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.766	1.197	1.932	2.529	3.099	1.000
COEF.FREC.	0.396	0.620	1.000	1.309	1.604	0.057
GUMBEL	0.80	1.12	1.83	2.63	3.66	2.43
COEF.FREC.	0.439	0.614	1.000	1.435	1.999	0.114
PEARSONIII	0.79	1.20	1.92	2.52	3.12	1.00
COEF.FREC.	0.412	0.625	1.000	1.316	1.628	0.057
LOGNORMAL	0.929	1.187	1.801	2.528	3.492	2.429
COEF.FREC.	0.516	0.659	1.000	1.403	1.939	0.114
LG-PRS.III	0.89	1.19	1.86	2.54	3.30	2.43
COEF.FREC.	0.476	0.640	1.000	1.368	1.775	0.114

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.423438 MODA= 1.573824
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 280.4841 BETA= 4.234523E-02 GAMMA= -9.945009
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 18.45096 BETA= .0240323 GAMMA= -6.152149

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, JULIO

PROM= 2.436429 VARIAN= .6474868 SKEW= -.1094927 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .8338006 VARLOG= .1296228 SKEWLOG= -.4049703

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	1.113	1.602	2.436	3.114	3.760	5.286
COEF.FREC.	0.457	0.658	1.000	1.278	1.543	0.157
GUMBEL	1.16	1.52	2.32	3.23	4.40	2.43
COEF.FREC.	0.498	0.654	1.000	1.389	1.894	0.100
PEARSONIII	1.09	1.60	2.45	3.12	3.73	5.29
COEF.FREC.	0.444	0.653	1.000	1.272	1.524	0.157
LOGNORMAL	1.273	1.585	2.302	3.117	4.162	6.714
COEF.FREC.	0.553	0.689	1.000	1.354	1.808	0.171
LG-PRS.III	1.23	1.59	2.36	3.13	3.98	5.29
COEF.FREC.	0.520	0.673	1.000	1.328	1.688	0.157

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.254531 MODA= 2.029867
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 333.6489 BETA= 4.405251E-02 GAMMA= -12.26164
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 24.3901 BETA= 1.971042E-02 GAMMA= -5.742558

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, AGOSTO

PROM= 1.911429 VARIAN= .9407826 SKEW= .4641348 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .5144911 VARLOG= .3108546 SKEWLOG= -.3301836

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.316	0.906	1.911	2.728	3.507	1.714
COEF.FREC.	0.165	0.474	1.000	1.427	1.835	0.086
GUMBEL	0.37	0.81	1.77	2.86	4.28	3.14
COEF.FREC.	0.208	0.455	1.000	1.614	2.411	0.100
PEARSONIII	0.45	0.92	1.84	2.70	3.62	3.86
COEF.FREC.	0.247	0.502	1.000	1.468	1.973	0.100
LOGNORMAL	0.669	0.939	1.673	2.674	4.185	3.143
COEF.FREC.	0.400	0.561	1.000	1.599	2.502	0.100
LG-PRS.III	0.64	0.94	1.72	2.69	3.96	3.14
COEF.FREC.	0.369	0.544	1.000	1.561	2.296	0.100

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.040764 MODA= 1.421361
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 18.56828 BETA= .2250913 GAMMA= -2.268131
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 36.69011 BETA= .1293876 GAMMA= -1.888015

CUADRO V.3.2-15 (Continuación)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BAGUALES EN CERRO GUIDO

ESTACION : 01

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, SEPTIEMBRE

PROM= 2.027143 VARIAN= .9699149 SKEW= 1.585326 NR. DE DATOS= 14

PROMLOG= .6105963 VARLOG= .2061026 SKEWLOG= -4.308556E-02

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.407	1.006	2.027	2.856	3.647	3.857
COEF.FREC.	0.201	0.496	1.000	1.409	1.799	0.186
GUMBEL	0.46	0.90	1.89	2.99	4.43	5.29
COEF.FREC.	0.244	0.479	1.000	1.586	2.346	0.129
PEARSONIII	0.94	1.14	1.78	2.69	3.94	5.29
COEF.FREC.	0.524	0.637	1.000	1.506	2.210	0.186
LOGNORMAL	0.873	1.150	1.842	2.698	3.886	4.571
COEF.FREC.	0.474	0.625	1.000	1.465	2.110	0.114
LG-PRS.III	0.87	1.15	1.85	2.70	3.86	4.57
COEF.FREC.	0.470	0.622	1.000	1.462	2.092	0.114

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.025015 MODA= 1.529545

PARAMETROS PEARSON, ALFA= 1.591559 BETA= .7806484 GAMMA= .7846948

PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 2154.749 BETA= .3598574 GAMMA= 3.786218E-02

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, OCTUBRE

PROM= 5.73 VARIAN= 4.780917 SKEW= .5301799 NR. DE DATOS= 14

PROMLOG= 1.676435 VARLOG= .1542225 SKEWLOG= -.2195634

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	2.133	3.464	5.730	7.570	9.327	3.857
COEF.FREC.	0.372	0.604	1.000	1.321	1.628	0.114
GUMBEL	2.25	3.24	5.42	7.87	11.06	3.86
COEF.FREC.	0.416	0.598	1.000	1.453	2.041	0.129
PEARSONIII	2.49	3.51	5.54	7.49	9.62	3.86
COEF.FREC.	0.450	0.633	1.000	1.352	1.738	0.114
LOGNORMAL	2.802	3.559	5.346	7.441	10.200	1.000
COEF.FREC.	0.524	0.666	1.000	1.392	1.908	0.086
LG-PRS.III	2.74	3.56	5.42	7.47	9.94	1.71
COEF.FREC.	0.505	0.656	1.000	1.377	1.833	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .4616802 MODA= 4.625242

PARAMETROS PEARSON, ALFA= 14.23028 BETA= .5796273 GAMMA= -2.518262

PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 82.97364 BETA= .1041039 GAMMA= .1950066

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, NOVIEMBRE

PROM= 7.753571 VARIAN= 9.342323 SKEW= .115012 NR. DE DATOS= 14

PROMLOG= 1.945536 VARLOG= .2890115 SKEWLOG= -1.786614

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	2.726	4.585	7.754	10.326	12.781	4.571
COEF.FREC.	0.352	0.591	1.000	1.332	1.648	0.114
GUMBEL	2.89	4.27	7.32	10.75	15.20	2.43
COEF.FREC.	0.395	0.583	1.000	1.469	2.077	0.114
PEARSONIII	2.83	4.59	7.70	10.31	12.88	4.57
COEF.FREC.	0.367	0.597	1.000	1.339	1.674	0.114
LOGNORMAL	2.890	4.008	6.997	11.001	16.943	2.429
COEF.FREC.	0.413	0.573	1.000	1.572	2.421	0.114
LG-PRS.III	2.44	4.28	8.10	10.74	12.21	1.71
COEF.FREC.	0.301	0.529	1.000	1.326	1.507	0.114

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .3302702 MODA= 6.209245

PARAMETROS PEARSON, ALFA= 302.3945 BETA= .1757683 GAMMA= -45.39779

PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 1.253137 BETA= .0309151 GAMMA= -7.403017

CUADRO V.3.2-15 (Continuación)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BAGUALES EN CERRO GUIDO

ESTACION : 01

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, DICIEMBRE

PROM= 4.070714 VARIAN= 5.631271 SKEW= 1.206274 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= 1.254405 VARLOG= .3335905 SKEWLOG= -.1981165

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.167	1.611	4.071	6.068	7.974	5.286
COEF.FREC.	0.041	0.396	1.000	1.491	1.959	0.171
GUMBEL	0.30	1.37	3.73	6.40	9.85	5.29
COEF.FREC.	0.080	0.366	1.000	1.714	2.639	0.129
PEARSONIII	1.11	1.80	3.61	5.79	8.59	2.43
COEF.FREC.	0.309	0.499	1.000	1.604	2.377	0.114
LOGNORMAL	1.356	1.927	3.506	5.700	9.065	2.429
COEF.FREC.	0.387	0.550	1.000	1.626	2.586	0.114
LG-PRS.III	1.31	1.93	3.57	5.73	8.77	2.43
COEF.FREC.	0.368	0.539	1.000	1.603	2.453	0.114

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .4253962 MODA= 2.871726
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 2.748958 BETA= 1.431262 GAMMA= .136235
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 101.9105 BETA= .3483556 GAMMA= .2967904

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, ENERO

PROM= 1.832857 VARIAN= .7069298 SKEW= .7037122 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .5072659 VARLOG= .2190588 SKEWLOG= -.1416265

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	0.450	0.961	1.833	2.540	3.216	4.571
COEF.FREC.	0.245	0.525	1.000	1.386	1.755	0.114
GUMBEL	0.50	0.87	1.71	2.66	3.88	1.00
COEF.FREC.	0.290	0.511	1.000	1.551	2.266	0.057
PEARSONIII	0.64	0.99	1.74	2.50	3.36	2.43
COEF.FREC.	0.367	0.569	1.000	1.438	1.937	0.086
LOGNORMAL	0.769	1.022	1.661	2.462	3.586	1.714
COEF.FREC.	0.463	0.616	1.000	1.483	2.159	0.086
LG-PRS.III	0.76	1.02	1.68	2.47	3.52	2.43
COEF.FREC.	0.450	0.609	1.000	1.471	2.095	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.200629 MODA= 1.408042
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 8.077368 BETA= .2958375 GAMMA= -.5567308
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 199.421 BETA= .1646817 GAMMA= -.8229288

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, FEBRERO

PROM= 1.448571 VARIAN= 1.080906 SKEW= 2.110129 NR. DE DATOS= 14
PROMLOG= .2048816 VARLOG= .3100819 SKEWLOG= .8519924

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	85%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-0.262	0.371	1.449	2.324	3.159	6.714
COEF.FREC.	-0.181	0.256	1.000	1.604	2.181	0.186
GUMBEL	-0.20	0.26	1.30	2.47	3.98	6.71
COEF.FREC.	-0.157	0.203	1.000	1.897	3.062	0.200
PEARSONIII	0.49	0.60	1.13	2.05	3.50	2.43
COEF.FREC.	0.434	0.529	1.000	1.821	3.105	0.129
LOGNORMAL	0.491	0.689	1.227	1.961	3.067	2.429
COEF.FREC.	0.400	0.561	1.000	1.598	2.499	0.114
LG-PRS.III	0.57	0.71	1.14	1.89	3.43	1.00
COEF.FREC.	0.503	0.622	1.000	1.660	3.021	0.057

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= .9709634 MODA= .9232736
PARAMETROS PEARSON, ALFA= .8983423 BETA= 1.096915 GAMMA= .463166
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 5.510469 BETA= .5875128 GAMMA= -.322906

CUADRO V.3.2-15 (Continuación)
ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BAGUALES EN CERRO GUIDO

```
ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES,   TOTAL AÑO HIDROLOGICO
         PROM=  2.845        VARIAN=  .5594901  SKEW=  .3082096  NR. DE DATOS=   14
      PROMLOG=  1.013376     VARLOG=  6.958848E-02  SKEWLOG=  3.616718E-02
 DISTRIBUCION              PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
                 95%       85%       50%       20%       5%          CHI2/KS
-------------------------------------------------------------------------------
   NORMAL       1.615     2.070     2.845     3.475     4.075     2.429
COEF.FREC.      0.568     0.727     1.000     1.221     1.432     0.086
   GUMBEL        1.66      1.99      2.74      3.58      4.67      0.29
COEF.FREC.      0.605     0.728     1.000     1.307     1.704     0.043
PEARSONIII       1.68      2.08      2.81      3.46      4.14      2.43
COEF.FREC.      0.600     0.740     1.000     1.233     1.474     0.086
LOGNORMAL       1.785     2.096     2.755     3.440     4.252     2.429
COEF.FREC.      0.648     0.761     1.000     1.249     1.543     0.086
LG-PRS.III       1.79      2.10      2.75      3.44      4.26      2.43
COEF.FREC.      0.651     0.762     1.000     1.250     1.550     0.086
-------------------------------------------------------------------------------
                PARAMETROS GUMBEL,  ALFA=  1.349586     MODA=  2.467073
                PARAMETROS PEARSON, ALFA=  42.10832 BETA=  .1152689 GAMMA= -2.00878
                PARAM. LOG PEARSON, ALFA=  3057.953 BETA=  4.065227E-02 GAMMA= -.6984221
```

El criterio seguido para la elección de esta distribución es el siguiente:

- Se elige la distribución con menor valor de X^2.
- Si el valor de X^2 menor es igual entre dos distribuciones, se elige aquella con menor valor de X^2 / X_0.
- Si la igualdad persiste, se elige la distribución con el menor valor del coeficiente de Kolmogoroff-Smirnov.
- Si aún persiste la igualdad, se elige aquella distribución que es más frecuente a lo largo del año.

En el Cuadro V.3.2-16 se presenta un listado de las distribuciones de mejor ajuste, para cada estación, tanto a nivel mensual como a nivel anual.

CUADRO V.3.2-16
DISTRIBUCION DE MEJOR AJUSTE ANALISIS DE FRECUENCIA

ESTACION	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
01 Baguales en Cerro Guido	N	LN	LN	N	G	N	N	LN	LP	LP	G	LP	G
02 Vizcachas en Cerro Guido	N	LP	N	N	G	LN	LN	LN	N	LN	N	LN	G
03 Chinas en Cerro Guido	G	LP	G	P	LN	LN	LN	LN	LN	P	LN	LP	LN
04 Rubens en Ruta Nº9	LN	G	LN	LN	LN	N	N	LN	N	P	LN	LN	P
05 Penitente en Morro Chico	G	LN	G	LP	N	LN	N	N	N	LP	LN	N	LP
06 Oro en Bahía San Felipe	LN	LN	N	LP	LN	LN	LP	LP	LP	LP	G	LP	LN
07 Oscar en Bahía San Felipe	LN	G	N	LN	LN	LN	LP	LN	N	LN	LN	LP	LN
08 Side en Cerro Sombrero	LP	LN	LN	G	LP	LN	LP	LN	G	LN	LN	N	G
09 Grande en Isla Riesco	LN	LN	LN	G	P	G	G	N	N	N	N	LN	LP
10 San Juan en Desembocadura	N	LN	N	P	G	N	LN	G	LN	G	G	LN	G
11 Grande en Tierra del Fuego	G	G	G	P	G	G	N	N	G	N	G	LN	N

G = Gumbel N = Normal LN = Log - Normal P = Pearson III LP= Log - Pearson III

En el Cuadro V.3.2-17 se resumen los resultados del análisis de frecuencia. Para cada estación se presentan los caudales medios mensuales y medios anuales asociados a las probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%,85% y 95%.

CUADRO V.3.2-17
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)

ESTACION 01 : BAGUALES EN CERRO GUIDO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	0,414	0,700	1,012	0,766	1,160	0,316	0,407	2,802	2,440	1,310	0,500	0,570	1,660
85%	0,858	0,949	1,175	1,197	1,520	0,906	1,006	3,559	4,280	1,930	0,870	0,710	1,990
50%	1,613	1,591	1,515	1,932	2,320	1,911	2,027	5,346	8,100	3,570	1,710	1,140	2,740
20%	2,226	2,422	1,862	2,529	3,230	2,728	2,856	7,441	10,740	5,730	2,660	1,890	3,580
5%	2,811	3,615	2,267	3,099	4,400	3,507	3,647	10,200	12,210	8,770	3,880	3,430	4,670

ESTACION 02 : VIZCACHAS EN CERRO GUIDO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	1,17	1,47	1,57	1,76	2,15	1,47	1,71	4,47	4,02	2,47	1,48	1,16	2,67
85%	1,74	1,66	1,87	2,24	2,67	1,88	2,17	5,59	6,89	3,44	2,28	1,52	3,22
50%	2,72	2,37	2,38	3,07	3,82	2,87	3,26	8,19	11,77	6,02	3,64	2,42	4,45
20%	3,51	3,80	2,80	3,74	5,11	4,04	4,54	11,15	15,73	9,48	4,75	3,52	5,84
5%	4,27	7,17	3,20	4,38	6,79	5,59	6,22	14,98	19,51	14,64	5,80	5,04	7,63

ESTACION 03 : CHINAS EN CERRO GUIDO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	0,85	1,62	1,75	1,04	1,429	1,624	2,339	9,045	7,004	3,14	2,816	1,57	4,293
85%	1,94	2,17	2,21	2,1	2,023	2,205	3,192	10,891	9,572	4,32	3,463	2,15	5,095
50%	4,35	3,95	3,23	3,59	3,659	3,715	5,425	14,942	16,299	7,94	4,924	4,03	6,82
20%	7,07	7,12	4,37	4,53	5,921	5,673	8,344	19,317	25,109	12,78	6,553	7,36	8,643
5%	10,59	13,68	5,86	5,22	9,373	8,498	12,585	24,683	37,928	19,37	8,609	14,18	10,836

ESTACION 04 : RUBENS EN RUTA Nº 9

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	2,16	3,27	4,84	4,88	4,30	2,73	7,36	11,90	3,02	3,43	3,22	1,88	6,85
85%	3,15	4,82	6,08	5,58	5,53	5,46	9,70	14,09	6,38	4,79	3,70	2,63	7,58
50%	5,98	8,26	8,96	7,03	8,49	10,11	13,69	18,80	12,11	7,23	4,68	4,66	9,26
20%	10,06	12,13	12,28	8,47	12,02	13,89	16,92	23,76	16,76	9,33	5,67	7,43	11,08
5%	16,54	17,15	16,58	10,12	16,75	17,50	20,01	29,71	21,20	11,43	6,81	11,59	13,27

CUADRO V.3.2-17 (Continuación)
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)

ESTACION 05 : PENITENTE EN MORRO CHICO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	1,90	3,34	2,45	4,49	4,48	7,27	9,20	8,94	1,87	3,26	2,54	1,76	8,76
85%	2,97	4,26	4,42	6,23	9,12	9,27	13,18	17,40	6,75	4,01	2,99	2,68	9,58
50%	5,34	6,45	8,81	10,00	17,02	14,04	19,95	31,83	15,08	6,00	3,95	4,24	11,61
20%	8,00	9,03	13,74	13,67	23,44	19,65	25,44	43,54	21,84	8,74	4,95	5,51	14,14
5%	11,46	12,44	20,14	17,45	29,56	27,10	30,69	54,71	28,29	13,07	6,13	6,72	17,73

ESTACION 06 : ORO EN BAHIA SAN FELIPE

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	1,04	1,16	0,86	1,84	2,48	1,99	2,71	2,15	1,48	1,16	0,77	0,91	1,92
85%	1,23	1,42	1,75	2,25	3,21	2,54	3,16	2,53	1,75	1,35	1,02	1,10	2,27
50%	1,62	1,98	3,25	3,46	4,99	3,83	4,42	3,55	2,36	1,82	1,57	1,47	3,00
20%	2,04	2,60	4,47	5,36	7,14	5,35	6,28	4,98	3,02	2,43	2,19	1,78	3,77
5%	2,53	3,37	5,64	8,86	10,05	7,36	9,45	7,27	3,84	3,33	3,00	2,06	4,69

ESTACION 07 : OSCAR EN BAHIA SAN FELIPE

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	0,59	0,55	0,69	1,23	0,95	1,82	1,55	1,09	0,71	0,67	0,68	0,55	1,16
85%	0,73	0,79	1,16	1,55	1,39	2,14	1,80	1,36	0,98	0,82	0,79	0,69	1,37
50%	1,05	1,31	1,97	2,28	2,65	2,83	2,57	1,98	1,43	1,15	1,01	0,96	1,83
20%	1,41	1,91	2,63	3,13	4,47	3,54	3,80	2,69	1,81	1,52	1,23	1,18	2,31
5%	1,88	2,68	3,26	4,24	7,36	4,39	6,07	3,60	2,16	1,98	1,50	1,38	2,89

ESTACION 08 : SIDE EN CERRO SOMBRERO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	0,61	0,51	0,68	0,78	1,54	1,23	0,69	0,53	0,44	0,38	0,46	0,48	0,76
85%	0,68	0,62	0,85	1,10	1,68	1,54	0,88	0,70	0,56	0,48	0,54	0,61	0,93
50%	0,83	0,85	1,25	1,82	2,17	2,23	1,48	1,15	0,83	0,69	0,72	0,82	1,29
20%	1,02	1,10	1,70	2,62	2,99	3,03	2,45	1,72	1,14	0,94	0,90	0,99	1,70
5%	1,29	1,40	2,28	3,66	4,56	4,04	4,33	2,51	1,53	1,26	1,11	1,15	2,23

ESTACION 09 : GRANDE EN ISLA RIESCO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	6,70	9,69	8,55	6,38	4,10	6,52	11,25	15,80	10,12	7,32	6,01	4,98	13,95
85%	8,65	11,59	10,49	8,30	8,42	10,15	13,37	19,68	13,76	9,95	7,81	6,70	14,51
50%	13,38	15,72	14,85	12,55	16,95	18,21	18,06	26,30	19,95	14,43	10,88	11,10	16,06
20%	19,07	20,14	19,69	17,33	25,02	27,27	23,33	31,68	24,98	18,07	13,36	16,74	18,12
5%	26,74	25,52	25,77	23,53	33,77	39,03	30,18	36,80	29,77	21,54	15,74	24,77	21,12

CUADRO V.3.2-17 (Continuación)
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)

ESTACION 10 : SAN JUAN EN DESEMBOCADURA

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	2,12	7,85	8,29	9,84	6,75	9,18	16,95	17,38	9,31	4,36	1,95	2,15	12,80
85%	5,35	9,92	11,71	12,69	10,55	13,41	19,85	21,93	11,52	5,91	3,38	3,26	13,99
50%	10,85	14,79	17,54	16,60	18,98	20,63	25,97	32,01	16,54	9,34	6,55	6,64	16,61
20%	15,32	20,46	22,27	19,00	28,47	26,49	32,31	43,35	22,19	13,20	10,11	11,81	19,57
5%	19,59	27,88	26,79	20,72	40,79	32,08	39,80	58,07	29,37	18,21	14,72	20,47	23,40

ESTACION 11 : GRANDE EN TIERRA DEL FUEGO

P exc	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
95%	2,63	4,52	11,82	13,37	9,21	17,59	21,04	23,43	22,02	12,25	4,83	4,71	18,16
85%	5,30	8,13	16,24	17,31	12,77	21,39	26,88	32,35	25,37	16,33	7,27	6,22	20,65
50%	11,21	16,12	26,01	23,55	20,64	29,82	36,81	47,55	32,78	23,28	12,66	10,01	24,89
20%	17,87	25,11	37,02	28,19	29,50	39,30	44,88	59,89	41,13	28,92	18,74	14,73	28,33
5%	26,50	36,78	51,29	32,27	41,00	51,60	52,57	71,67	51,95	34,31	26,61	21,30	31,62

A partir de esta información se confeccionaron las curvas de variación estacional, las que se presentan en las Figuras V.3.2-13 a V.3.2-23.

Finalmente, para cada uno de los grupos hidrológicamente homogéneos se eligió una estación representativa, a la cual se le determinó la curva de duración general de caudales medios mensuales. La elección de dicha estación se realizó en base a la calidad y extensión de la estadística original, y considerando también la calidad de las correlaciones respecto a las demás estaciones del grupo. Las estaciones elegidas son:

Grupo 1: Baguales en Cerro Guido
Grupo 2: San Juan en Desembocadura
Grupo 3: Oro en Bahía San Felipe

Las curvas obtenidas se presentan en las Figuras V.3.2-24 a V.3.2-26.

FIG V.3.2-13 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Baguales en Cerro Guido

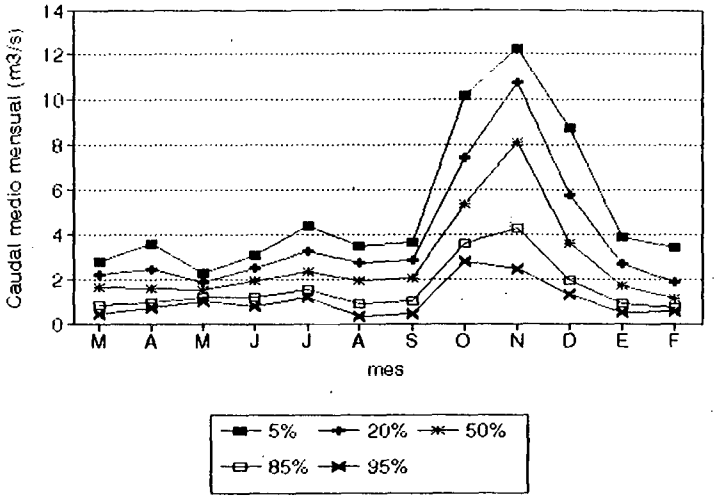


FIG V.3.2-14 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Vizcachas en Cerro Guido

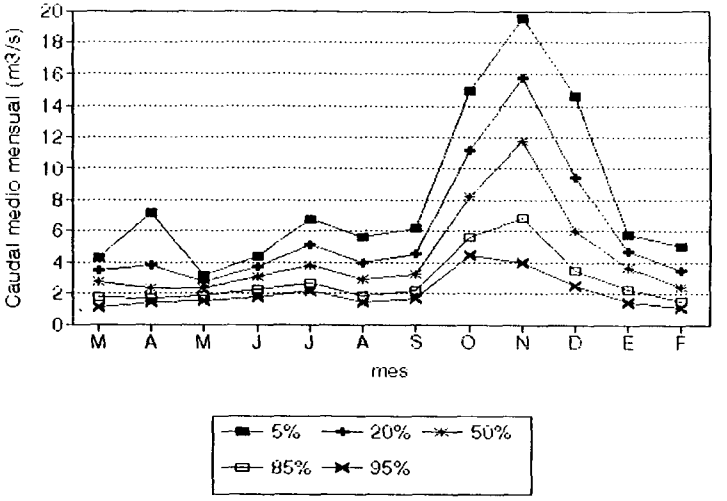


FIG V.3.2-15 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Chinas en Cerro Guido

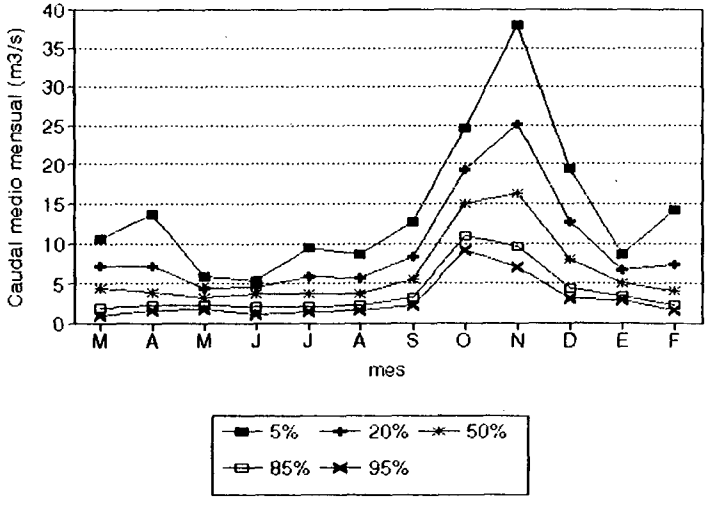


FIG V.3.2-16 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Rubens en Ruta N°9

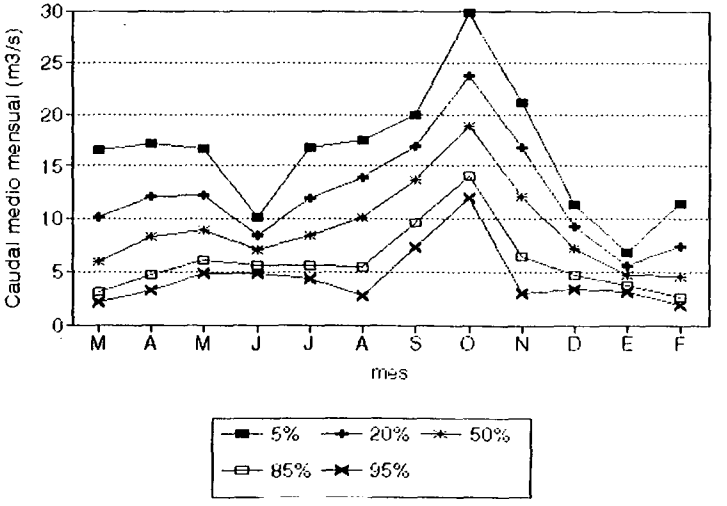


FIG V.3.2-17 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Penitente en Morro Chico

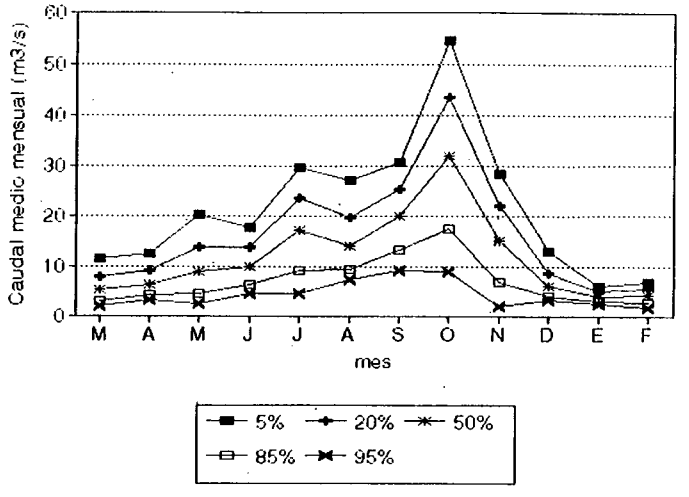


FIG V.3.2-18 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Oro en Bahía San Felipe

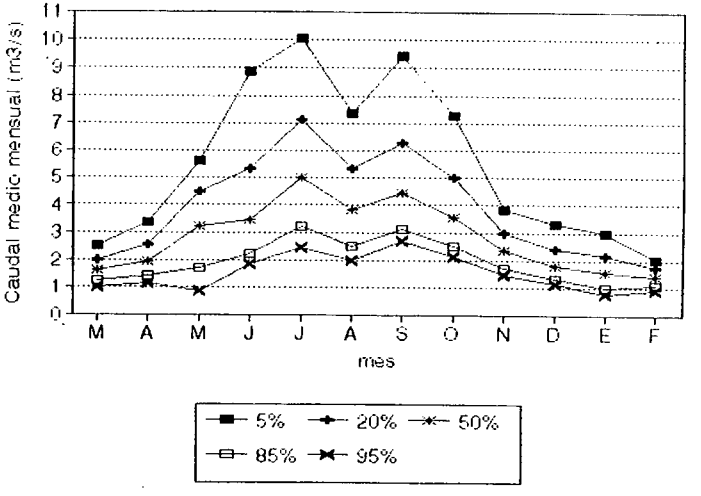


FIG V.3.2-19 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Oscar en Bahía San Felipe

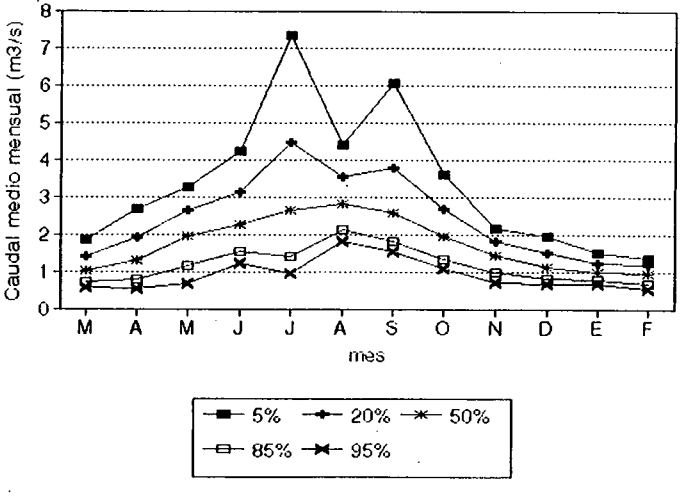


FIG V.3.2-20 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Side en Cerro Sombrero

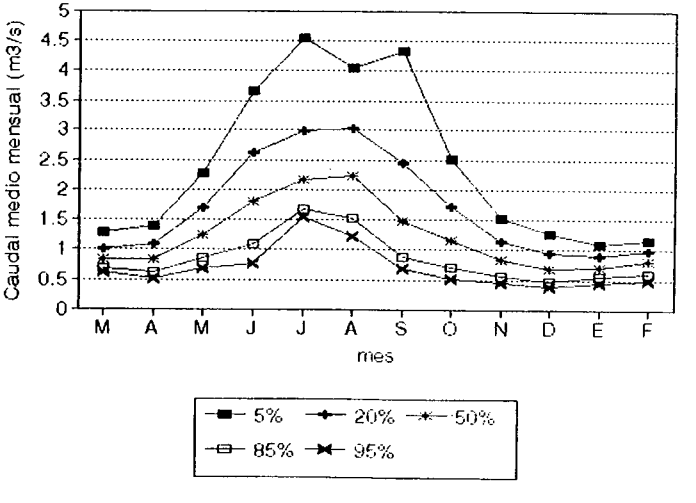


FIG V.3.2-21 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Grande en Isla Riesco

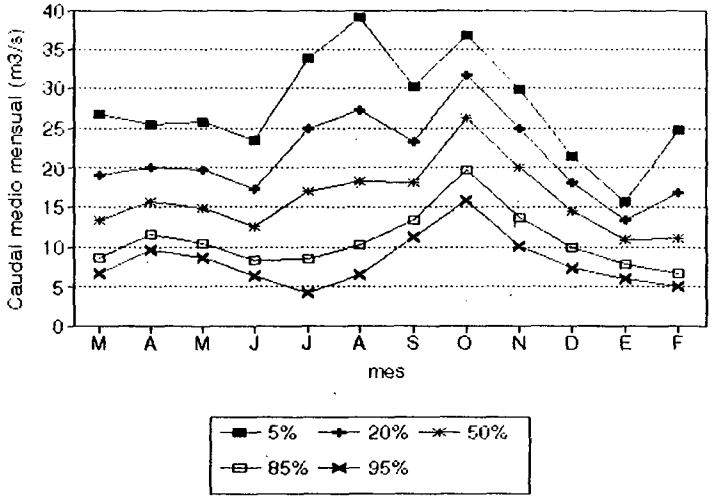


FIG V.3.2-22 CURVA VARIACION ESTACIONAL
San Juan en Desembocadura

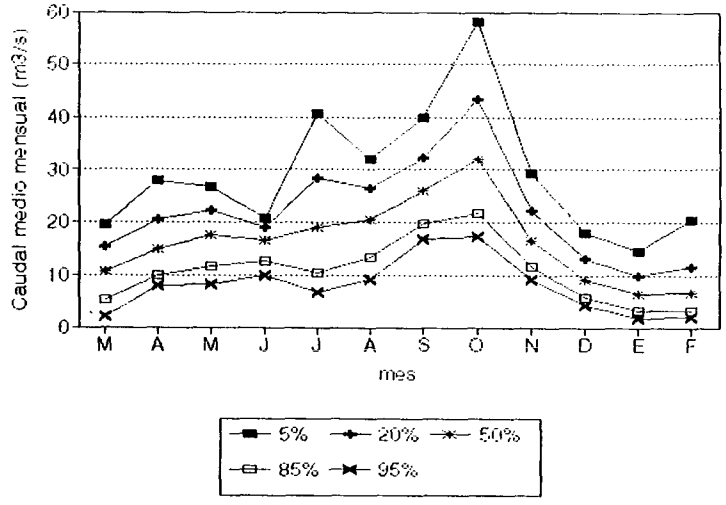


FIG V.3.2-23 CURVA VARIACION ESTACIONAL
Grande en Tierra del Fuego

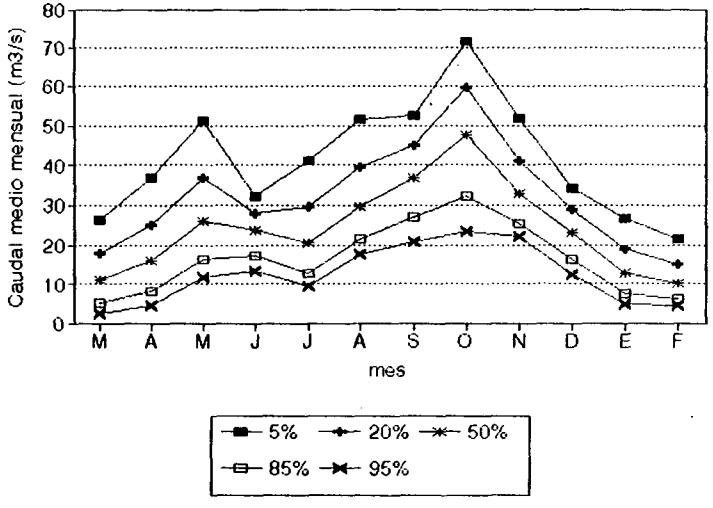


FIG V.3.2-24 CURVA DE DURACION GENERAL
Baguales en Cerro Guido

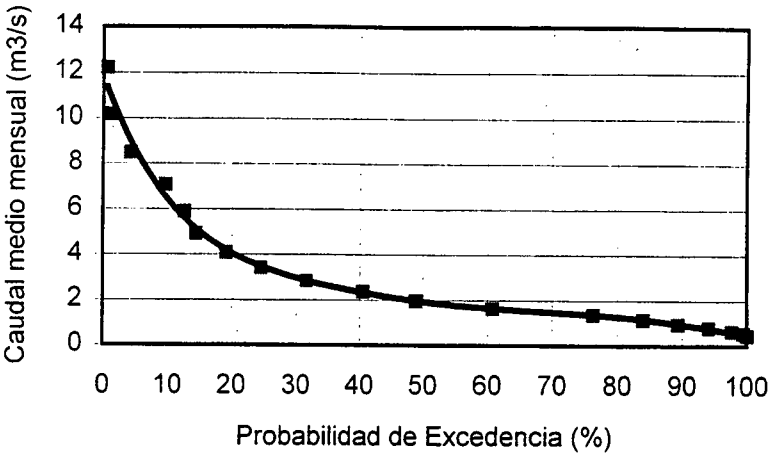


FIG V.3.2-25 CURVA DE DURACION GENERAL
San Juan en Desembocadura

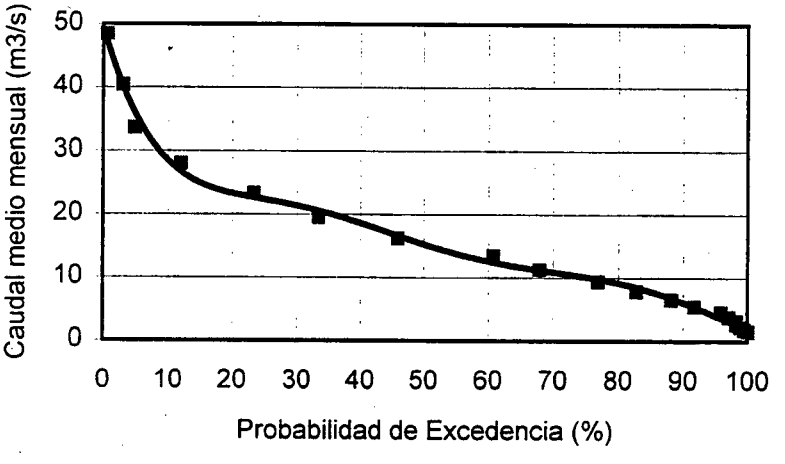
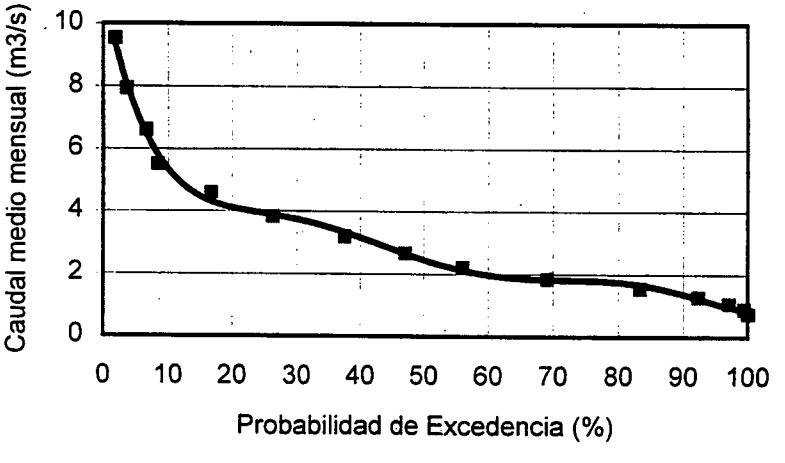


FIG V.3.2-26 CURVA DE DURACION GENERAL
Oro en Bahía San Felipe



V.3.2.7 Características Hidrológicas de Tierra del Fuego

a) Introducción

En este capítulo se analiza la situación hidrológica de los recursos existentes en la zona de Porvenir. El área de este estudio específico comprende la cuenca occidental de la Isla de Tierra del Fuego, en la cual se localizan los lagos y lagunas comprendidos entre la Bahía Gente Grande por el Norte y el Cabo Boquerón por el Sur.

En esta zona se ubica el poblado más importante de la isla, como es la ciudad de Porvenir, con aproximadamente 5.100 habitantes en la zona urbana y rural, lo que representa el 73% de toda la población de Tierra del Fuego.

Por este motivo y considerando las limitaciones existentes para el desarrollo del sector, se analizará en forma global los recursos hídricos disponibles en toda esta área.

b) Características de los Sistemas Hidrográficos

El sistema hidrográfico de la zona está integrado por numerosos cauces, lagos y lagunas. En la Figura V.3.2-27 se presenta un plano escala 1:1.000.000 en la cual se han identificado los cauces y lagunas más importantes y la interrelación entre ellos.

En la zona Norte del área de este estudio específico el sistema está integrado por chorrillos que confluyen al lago Serrano, el cual desagua a una pequeña laguna en el sector de Los Recuerdos, la que a su vez desagua en la laguna Deseada, cuyo afluente desemboca finalmente al océano al Sur de la Bahía Gente Grande en la Caleta Hobbs.

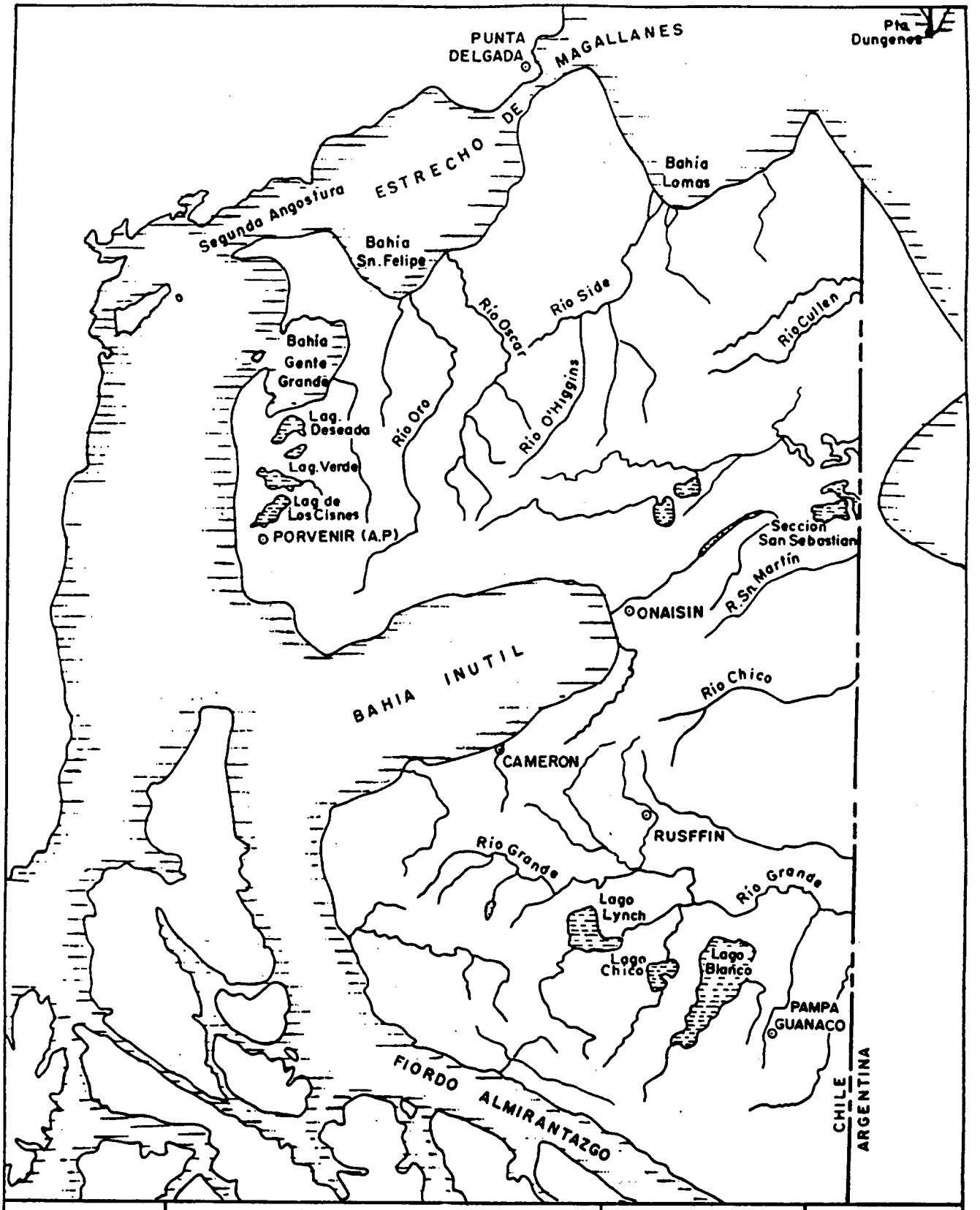
Al Oriente de la Laguna Deseada se encuentra el río de Los Patos, el cual desemboca en la Bahía Gente Grande.

Hacia el Poniente, entre las lagunas y el océano se localizan numerosos apozamientos y pequeñas lagunas, la mayoría de las cuales se encuentran saladas.

En el sector central de la zona de estudio, se localizan la Laguna Verde, cuyo afluente de mayor importancia es el Estero Ona y, un poco más al Sur, se encuentra el Lago de Los Cisnes, siendo el Estero Casa de Lata su afluente más importante. Al Oriente de estas dos lagunas se encuentran otras más pequeñas las cuales se encuentran todas saladas.

En el sector Sur de la zona de interés se localiza el río Porvenir, el cual desemboca en el Estrecho de Magallanes en la Bahía del mismo nombre. Siguiendo más al Sur se encuentra la Laguna Mac-Kay, el Lago Azul y la Laguna Barrosa. Finalmente en el sector de Las Mercedes se localiza el río Santa María.

En el Cuadro V.3.2-18 se consignan las características más importantes de las lagunas del área de Porvenir.



ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES — XII REGION CNR - DPTO. DE ESTUDIOS	PLANO SISTEMA HIDROGRAFICO TIERRA DEL FUEGO	FECHA 1997 ESCALA 1:1.000.000 FIGURA V.3.2-27

CUADRO V.3.2-18
CARACTERISTICAS DE LAS LAGUNAS DE PORVENIR

LAGUNA	SUPERFICIE (km^2)			COTA MEDIA (m.s.n.m.)
	CUENCA	LAGUNA	ESPEJO DE AGUA	
Laguna Deseada	185,00	72,26	12,64	10,0
Lago Serrano y Laguna	102,67	98,99	8,12	12,0
Laguna Verde	115,22	98,41	19,70	16,0
Laguna Hobbs (*)				
Lago de Los Cisnes	163,09	104,93	23,88	8,0
Laguna Larga (**)				
Laguna Mac-Kay (*)				
Lago Azul	9,52		0,52	
Laguna Barrosa	6,05		0,74	

(*) Lagunas salinas, de acuerdo a análisis de calidad del agua.
(**) Se presume salina, por su ubicación en medio de lagunas salinas.

c) Antecedentes Hidrometeorológicos

i) Precipitaciones

De acuerdo a la información disponible, la estadística pluviométrica existente que representa las características de la zona corresponde a la estación Porvenir, perteneciente a la Dirección Metereológica de Chile. Esta estación tiene información a partir del año 1985.

En el Cuadro V.3.2-19 se presenta el promedio de las precipitaciones medias mensuales de la estación Porvenir - DMC.

CUADRO V.3.2-19
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES
(año hidrológico)

Meses	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
P (mm)	39,1	26,8	21,0	19,5	16,5	16,0	17,3	17,4	29,1	27,3	28,8	21,4	280,3

ii) Temperatura

En el estudio climático se determinaron las principales características que definen el régimen térmico de la zona. De acuerdo a estos datos se tienen las siguientes temperaturas medias mensuales.

CUADRO V.3.2-20
TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES AREA DE PORVENIR

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T (°C)	10,5	10,3	9,0	7,0	4,7	2,8	1,9	2	3,3	5,3	7,6	9,5	6,2

iii) Evapotranspiración Potencial

En el cuadro siguiente se incluyen los datos mensuales de evapotranspiración potencial.

CUADRO V.3.2-21
EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
EVP (mm)	133	124	101	69	38	15	6	14	37	68	100	124	830

d) Generación de Caudales

Con el propósito de determinar los caudales afluentes a las lagunas del área de Porvenir, se realizará una generación de caudales en las cuencas no controladas que aportan a las lagunas.

En este análisis se consideran las siguientes lagunas: Lago Serrano, Laguna Verde y el Lago de los Cisnes. Las cuencas aportantes al Lago Azul y a la Laguna Barrosa son de escasa superficie, por lo cual no representan recursos hídricos de mayor interés.

La Laguna Deseada recibe aguas de la Laguna de Los Recuerdos, la que a su vez es alimentada por el Lago Serrano. En consecuencia, los caudales aportantes a la Laguna Deseada dependen básicamente del efecto regulador del Lago Serrano, y de los cauces afluentes a él.

La generación de caudales se realizó haciendo una transposición por unidad de superficie y precipitación de los caudales medios mensuales de la estación fluviométrica de Río Oscar en Bahía San Felipe.

Esta estación fue elegida debido a que la transposición de sus caudales a la cuenca del río Los Patos entrega resultados bastante similares a los caudales aforados en ese río.

Las estadísticas generadas para los caudales afluentes a las lagunas señaladas se entregan en los Cuadros V.3.2-22, V.3.2-23 y V.3.2-24.

De acuerdo a estos antecedentes el caudal medio anual afluente al Lago Serrano es igual a 0,260 m^3/s, en tanto que en la Laguna Verde este caudal es de 0,147 m^3/s, y en el Lago de Los Cisnes llega a 0,242 m^3/s.

CUADRO V.3.2-22
CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS (m^3/s)
LAGO SERRANO

Superficie : 70,54 km^2 Precipitación anual 50% : 300 mm

Estación Base : Río Oscar en Bahía San Felipe
Superficie : 514,36 km^2 Precipitación anual 50%: 300 mm

Factor de Transposición : 0,137

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				0,376	0,464	0,47	0,554	0,273	0,23	0,173	0,144	0,149	
1981	0,178	0,165	0,431	0,335	0,558	0,739	0,682	0,34	0,228	0,189	0,16	0,17	0,348
1982	0,162	0,17	0,208	0,339	0,237	0,368	0,23	0,306	0,325	0,178	0,165	0,162	0,237
1983	0,166	0,239	0,251	0,406	0,233	0,436	0,361	0,241	0,181	0,151	0,151	0,151	0,247
1984	0,137	0,144	0,225	0,391	0,492	0,331	0,269	0,289	0,177	0,139	0,125	0,1	0,235
1985	0,086	0,151	0,174	0,229	0,544	0,318	0,377	0,276	0,188	0,107	0,101	0,107	0,221
1986	0,152	0,156	0,344	0,71	1,178	0,484	0,358	0,225	0,244	0,163	0,145	0,144	0,359
1987	0,124	0,173	0,197	0,228	0,577	0,359	0,35	0,296	0,18	0,148	0,143	0,139	0,243
1988	0,127	0,158	0,193	0,261	0,335	0,372	0,346	0,191	0,125	0,123	0,115	0,094	0,203
1989	0,094	0,165	0,167	0,263	0,176	0,235	0,233	0,127	0,087	0,091	0,087	0,065	0,149
1990	0,091	0,117	0,507	0,414	0,621	0,49	0,957	0,472	0,269	0,237	0,202	0,189	0,381
1991	0,262	0,394	0,348	0,32	0,368	0,395	0,682	0,468	0,199	0,343	0,204	0,162	0,345
1992	0,285	0,293	0,351	0,302	0,417	0,307	0,394	0,387	0,226	0,158	0,14	0,126	0,282
1993	0,147	0,177	0,191	0,35	0,196	0,361	0,289	0,187	0,137	0,134	0,131	0,123	0,202
1994	0,133	0,166	0,195	0,137	0,112	0,429	0,267	0,225	0,189	0,173	0,12	0,111	0,188
1995	0,115												
PROM	0,151	0,19	0,27	0,337	0,434	0,406	0,423	0,287	0,199	0,167	0,142	0,133	0,26
DESV.EST	0,055	0,07	0,103	0,124	0,253	0,112	0,2	0,095	0,057	0,058	0,031	0,032	0,069
COEFVAR	0,366	0,367	0,382	0,368	0,584	0,277	0,472	0,331	0,286	0,347	0,22	0,242	0,266
MAX	0,285	0,394	0,507	0,71	1,178	0,739	0,957	0,472	0,325	0,343	0,204	0,189	0,381
MIN	0,086	0,117	0,167	0,137	0,112	0,235	0,23	0,127	0,087	0,091	0,087	0,065	0,149
INTERVAR	0,199	0,276	0,34	0,573	1,066	0,505	0,727	0,344	0,238	0,252	0,117	0,125	0,231

CUADRO V.3.2-23

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS - LAGUNA VERDE (m^3/s)

Superficie : 43,85 km^2
Precipitación anual 50%: 272,5 mm

Estación Base : Río Oscar en Bahía San Felipe
Superficie: 514,36 km^2
Precipitación anual 50% : 300 mm

Factor de Transposición : 0,077437

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				0,212	0,262	0,266	0,313	0,154	0,130	0,098	0,081	0,084	
1981	0,101	0,093	0,243	0,189	0,315	0,417	0,385	0,192	0,129	0,107	0,091	0,096	0,196
1982	0,091	0,096	0,118	0,191	0,134	0,208	0,130	0,173	0,184	0,101	0,093	0,091	0,134
1983	0,094	0,135	0,142	0,229	0,132	0,246	0,204	0,136	0,102	0,085	0,085	0,085	0,140
1984	0,077	0,081	0,127	0,221	0,278	0,187	0,152	0,163	0,100	0,078	0,070	0,056	0,133
1985	0,049	0,085	0,098	0,129	0,307	0,180	0,213	0,156	0,106	0,061	0,057	0,060	0,125
1986	0,086	0,088	0,194	0,401	0,665	0,273	0,202	0,127	0,138	0,092	0,082	0,081	0,203
1987	0,070	0,098	0,112	0,129	0,326	0,203	0,197	0,167	0,101	0,084	0,081	0,078	0,137
1988	0,071	0,089	0,109	0,147	0,189	0,210	0,195	0,108	0,071	0,070	0,065	0,053	0,115
1989	0,053	0,093	0,094	0,149	0,099	0,132	0,132	0,072	0,049	0,051	0,049	0,037	0,084
1990	0,051	0,066	0,287	0,234	0,351	0,276	0,541	0,266	0,152	0,134	0,114	0,107	0,215
1991	0,148	0,222	0,197	0,180	0,208	0,223	0,385	0,264	0,112	0,194	0,115	0,091	0,195
1992	0,161	0,166	0,198	0,170	0,235	0,173	0,222	0,218	0,128	0,089	0,079	0,071	0,159
1993	0,083	0,100	0,108	0,197	0,111	0,204	0,163	0,105	0,077	0,075	0,074	0,070	0,114
1994	0,075	0,094	0,110	0,077	0,063	0,242	0,151	0,127	0,107	0,098	0,068	0,063	0,106
1995	0,065												
PROM	0,085	0,108	0,153	0,190	0,245	0,229	0,239	0,162	0,112	0,094	0,080	0,075	0,147
DESV.EST	0,031	0,039	0,058	0,070	0,143	0,063	0,113	0,054	0,032	0,033	0,018	0,018	0,039
COEFVAR	0,366	0,367	0,382	0,368	0,584	0,277	0,472	0,331	0,286	0,347	0,220	0,242	0,266
MAX	0,161	0,222	0,287	0,401	0,665	0,417	0,541	0,266	0,184	0,194	0,115	0,107	0,215
MIN	0,049	0,066	0,094	0,077	0,063	0,132	0,130	0,072	0,049	0,051	0,049	0,037	0,084
INTERVAR	0,113	0,156	0,192	0,324	0,602	0,285	0,410	0,194	0,134	0,142	0,066	0,070	0,131

CUADRO V.3.2-24

CAUDALES MEDIOS MENSUALES RELLENADOS - LAGO DE LOS CISNES (m^3/s)

Superficie : 72,19 km^2
Precipitación anual 50% : 272,5 mm

Estación Base : Río Oscar en Bahía San Felipe
Superficie : 514,36 km^2
Precipitación anual 50% : 300 mm

Factor de Transposición : 0,127484

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ANUAL
1980				0,349	0,431	0,437	0,515	0,254	0,214	0,161	0,134	0,139	
1981	0,166	0,153	0,400	0,311	0,519	0,687	0,634	0,316	0,212	0,176	0,149	0,158	0,323
1982	0,150	0,158	0,194	0,315	0,221	0,342	0,214	0,284	0,302	0,166	0,153	0,150	0,221
1983	0,154	0,222	0,233	0,377	0,217	0,405	0,335	0,224	0,168	0,140	0,140	0,140	0,230
1984	0,127	0,134	0,209	0,363	0,458	0,307	0,250	0,269	0,164	0,129	0,116	0,093	0,218
1985	0,080	0,140	0,162	0,213	0,506	0,296	0,351	0,256	0,175	0,100	0,094	0,099	0,206
1986	0,142	0,145	0,320	0,660	1,095	0,450	0,333	0,209	0,227	0,152	0,135	0,134	0,333
1987	0,115	0,161	0,184	0,212	0,537	0,334	0,325	0,275	0,167	0,138	0,133	0,129	0,226
1988	0,118	0,147	0,180	0,242	0,311	0,345	0,321	0,177	0,117	0,114	0,107	0,088	0,189
1989	0,087	0,153	0,156	0,245	0,163	0,218	0,217	0,118	0,081	0,085	0,081	0,060	0,139
1990	0,085	0,109	0,472	0,385	0,578	0,455	0,890	0,439	0,250	0,221	0,187	0,176	0,354
1991	0,243	0,366	0,324	0,297	0,342	0,367	0,634	0,435	0,185	0,319	0,190	0,150	0,321
1992	0,265	0,273	0,326	0,280	0,388	0,286	0,366	0,360	0,210	0,147	0,130	0,118	0,262
1993	0,136	0,164	0,177	0,325	0,182	0,335	0,269	0,173	0,127	0,124	0,122	0,115	0,188
1994	0,123	0,154	0,181	0,127	0,104	0,399	0,249	0,209	0,176	0,161	0,112	0,104	0,175
1995	0,107												
PROM	0,140	0,177	0,251	0,314	0,403	0,378	0,393	0,267	0,185	0,155	0,132	0,123	0,242
DESV.EST	0,051	0,065	0,096	0,115	0,235	0,104	0,186	0,088	0,053	0,054	0,029	0,030	0,064
COEFVAR	0,366	0,367	0,382	0,368	0,584	0,277	0,472	0,331	0,286	0,347	0,220	0,242	0,266
MAX	0,265	0,366	0,472	0,660	1,095	0,687	0,890	0,439	0,302	0,319	0,190	0,176	0,354
MIN	0,080	0,109	0,156	0,127	0,104	0,218	0,214	0,118	0,081	0,085	0,081	0,060	0,139
INTERVAR	0,185	0,257	0,316	0,533	0,991	0,469	0,676	0,320	0,221	0,234	0,109	0,116	0,215

V.3.3 SINTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS

V.3.3.1 Introducción

En la zona del estudio existen una serie de cuencas que no poseen controles fluviométricos, de modo que para evaluar sus recursos hídricos resulta necesario recurrir a métodos sintéticos.

Considerando la ubicación y características hidrológicas de estas cuencas de interés como también las de las estaciones fluviométricas de la región, se decidió aplicar dos procedimientos de síntesis.

El primer método consiste en estimar los recursos hídricos de la cuenca de interés a través de una transposición de los caudales por unidad de área y de precipitación de una estación fluviométrica cercana cuyo régimen hidrológico se considera análogo o semejante. Este método se aplica a cuencas con un régimen hidrológico nival o pluvio nival.

El segundo método consiste en aplicar un modelo de simulación hidrológica mensual para cuencas de régimen pluvial.

V.3.3.2 Modelo utilizado.

Para la generación sintética de caudales se utilizó el modelo pluvial desarrollado anteriormente por personal de este equipo de trabajo y que se ha aplicado satisfactoriamente en varias otras cuencas pluviales del país.

Este modelo, cuyo diagrama de flujo se presenta en la Figura V.3.3-1, requiere como información de entrada los datos de las lluvias mensuales de una estación índice, datos de evaporación mensual, el área de la cuenca y los valores de 10 parámetros que deben ser calibrados.

El modelo resuelve, para intervalos de tiempo de un mes, la ecuación diferencial de continuidad para un volumen de control correspondiente a una superficie unitaria de suelo, ecuación diferencial en la cual todas las variables endógenas se han expresado en función de la humedad o grado de saturación del suelo. La ecuación de continuidad se integra por el método de diferencias finitas considerando un intervalo de tiempo de un día y el mes subdividido en 30 días.

V.3.3.3 Calibración del Modelo

El modelo se calibró con los caudales medios mensuales de la estación fluviométrica Oro en Bahía San Felipe, de 544 km^2, empleando las lluvias mensuales y los datos de evaporación de bandeja de la estación Punta Arenas DGA.

El período estadístico empleado en la calibración es el de los años hidrológicos 1981 a 1987 mientras que el de validación es el de los años 1988 a 1994.

Para el proceso de calibración el modelo incluye el algoritmo de Rosenbrock como método de búsqueda automático de la combinación de parámetros que minimiza la función objetivo, que en este caso es la suma de las desviaciones cuadráticas dividida por el valor medio. No obstante, como se trata de funciones complejas con mínimos locales, es necesario efectuar varias series de optimizaciones partiendo de diferentes valores iniciales de los parámetros, hasta encontrar un juego razonablemente satisfactorio.

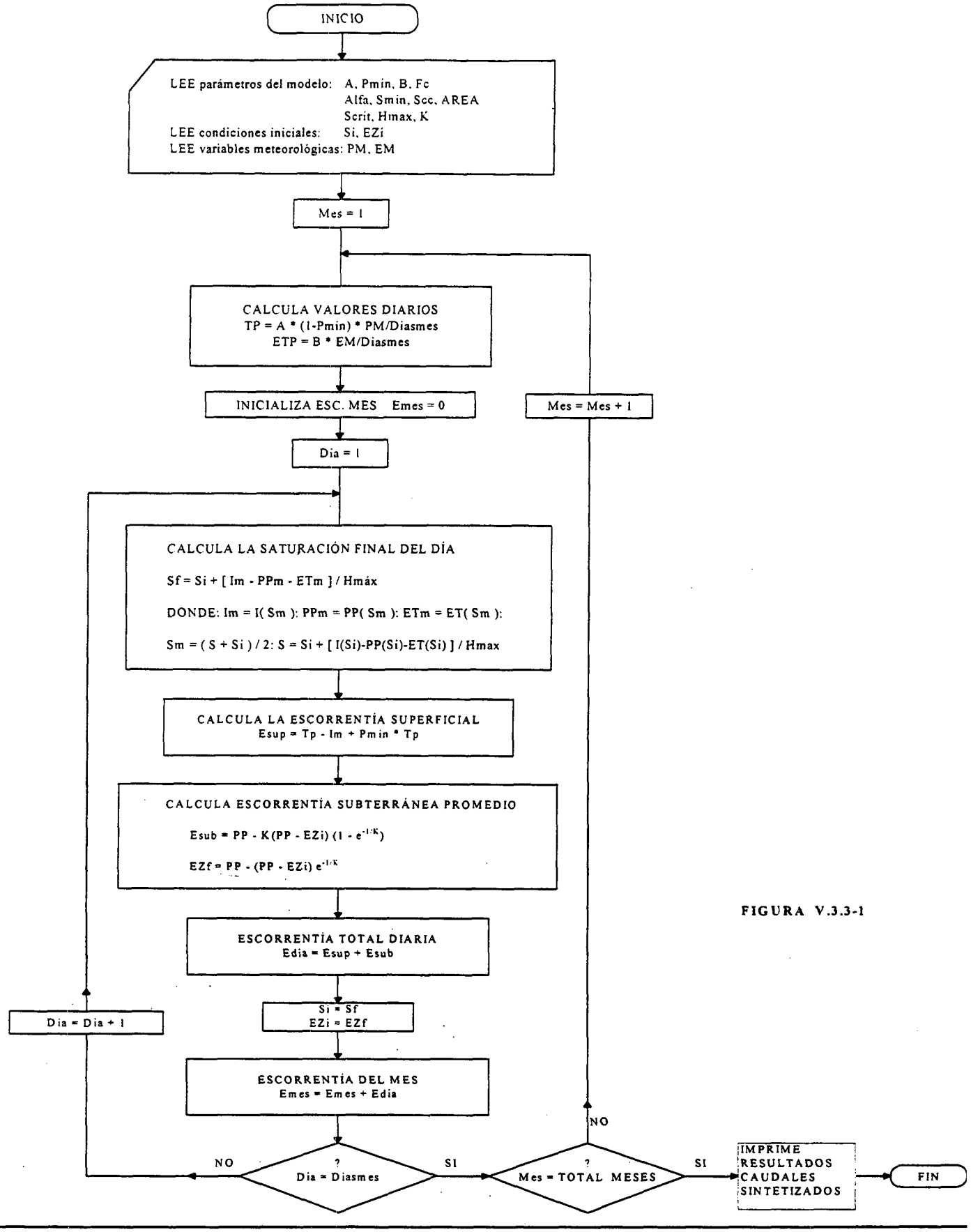

INICIO
LEE parámetros del modelo: A, Pmín, B, Fc
Alfa, Smin, Scc, AREA
Scrit, Hmax, K
LEE condiciones iniciales: Si, EZi
LEE variables meteorológicas: PM, EM
Mes = 1
CALCULA VALORES DIARIOS
TP = A * (1-Pmin) * PM/Diasmes
ETP = B * EM/Diasmes
INICIALIZA ESC. MES Emes = 0
Mes = Mes + 1
Dia = 1
CALCULA LA SATURACIÓN FINAL DEL DÍA
Sf = Si + [Im - PPm - ETm] / Hmáx
DONDE: Im = I(Sm): PPm = PP(Sm): ETm = ET(Sm):
Sm = (S + Si) / 2: S = Si + [I(Si)-PP(Si)-ET(Si)] / Hmax
CALCULA LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL
Esup = Tp - Im + Pmin * Tp
CALCULA ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA PROMEDIO
Esub = PP - K(PP - EZi) (1 - e^-1/K)
EZf = PP - (PP - EZi) e^-1/K
ESCORRENTÍA TOTAL DIARIA
Edia = Esup + Esub
Si = Sf
EZi = EZf
Dia = Dia + 1
ESCORRENTÍA DEL MES
Emes = Emes + Edia
NO
SI
? Dia = Diasmes
? Mes = TOTAL MESES
NO
SI
IMPRIME RESULTADOS CAUDALES SINTETIZADOS
FIN

FIGURA V.3.3-1

Los resultados de los procesos de calibración y validación se presentan en las Figuras V.3.3-2 y V.3.3-3, respectivamente, las cuales corresponden al juego de parámetros siguiente:

A	= 0,80087
B	= 0,700
FC	= 12,000
ALFA	= 50,000
SCC	= 0,980
SMIN	= 0,350
SCRIT	= 0,535
HMAX	= 20,000
K	= 92,880
PMIN	= 0,09233

Las condiciones iniciales consideradas son Sini = 0,01 y Ezini = 0,01 m^3/seg.

Como puede apreciarse, el modelo muestra un comportamiento satisfactorio, por lo que se considera adecuado para estimar los caudales en cuencas pluviales sin control.

V.3.3.4 Métodos de síntesis en cuencas de interés

En el Cuadro V.3.3-1 adjunto se presenta un resumen con el método de síntesis que se aplicaría en cada una de las cuencas de interés, si se decide desarrollar un aprovechamiento de sus recursos hídricos.

Figura V.3.3-2 Calibración río Oro

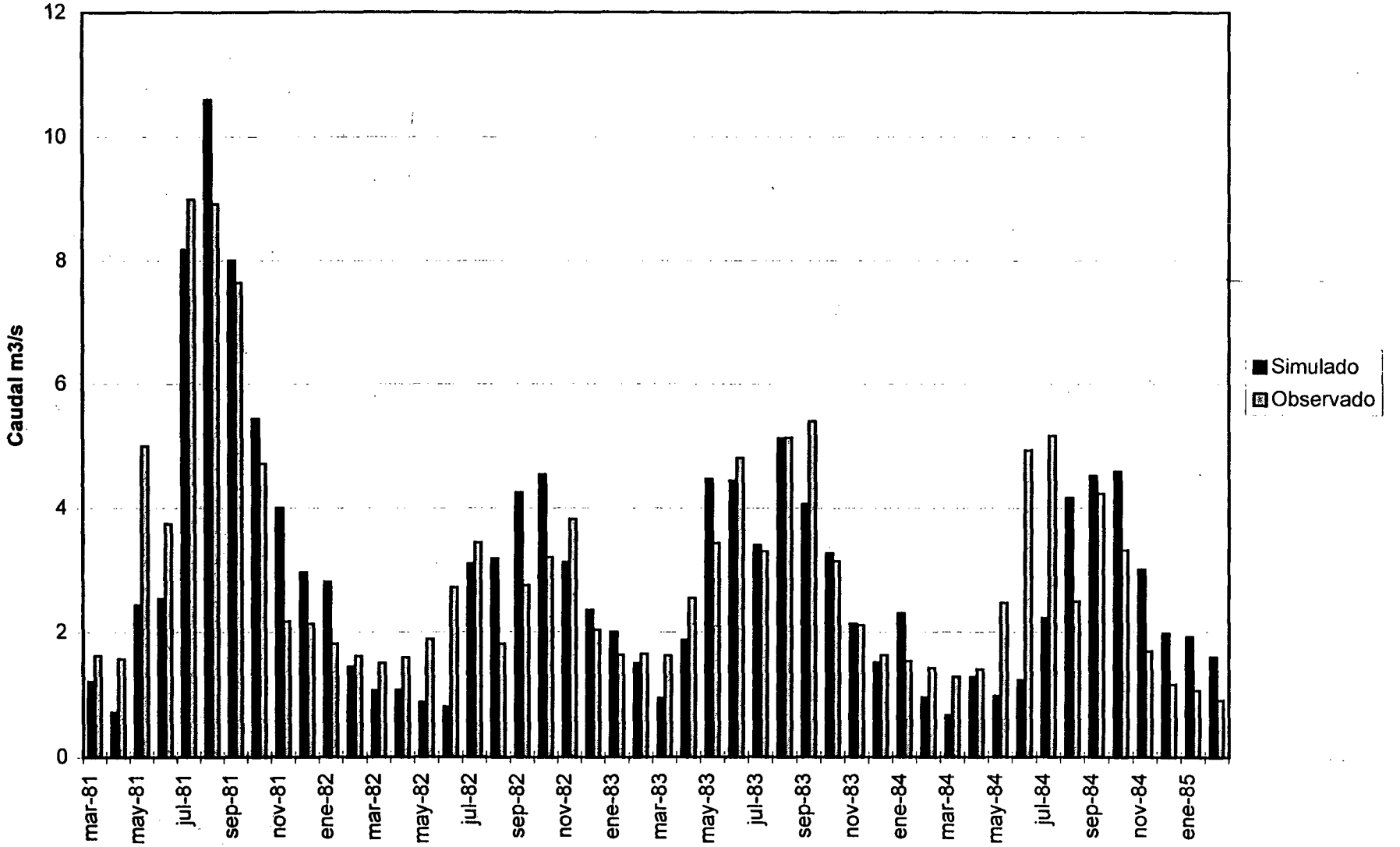


Figura V.3.3-2 (continuación)

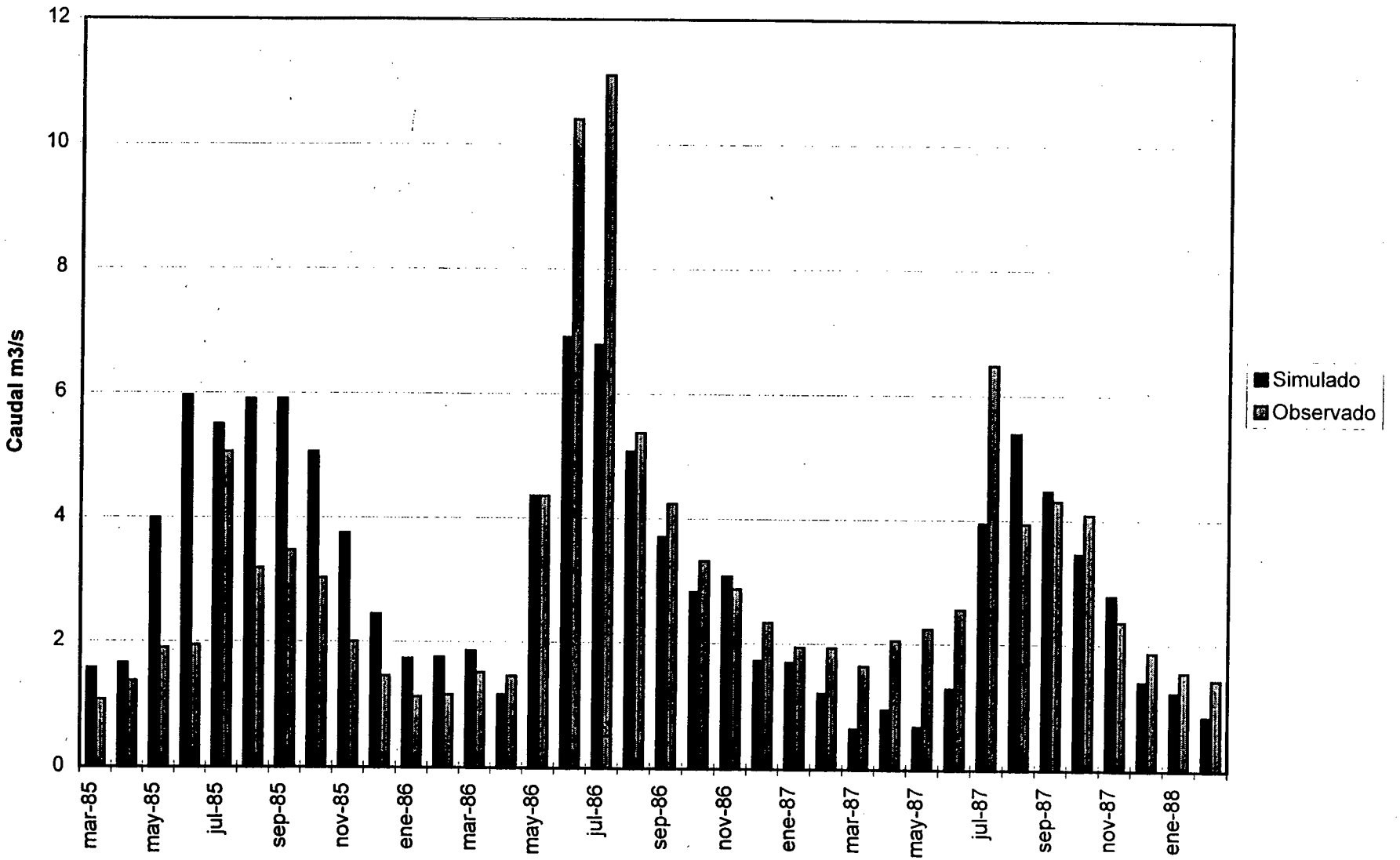


Figura V.3.3-3 Validación río Oro

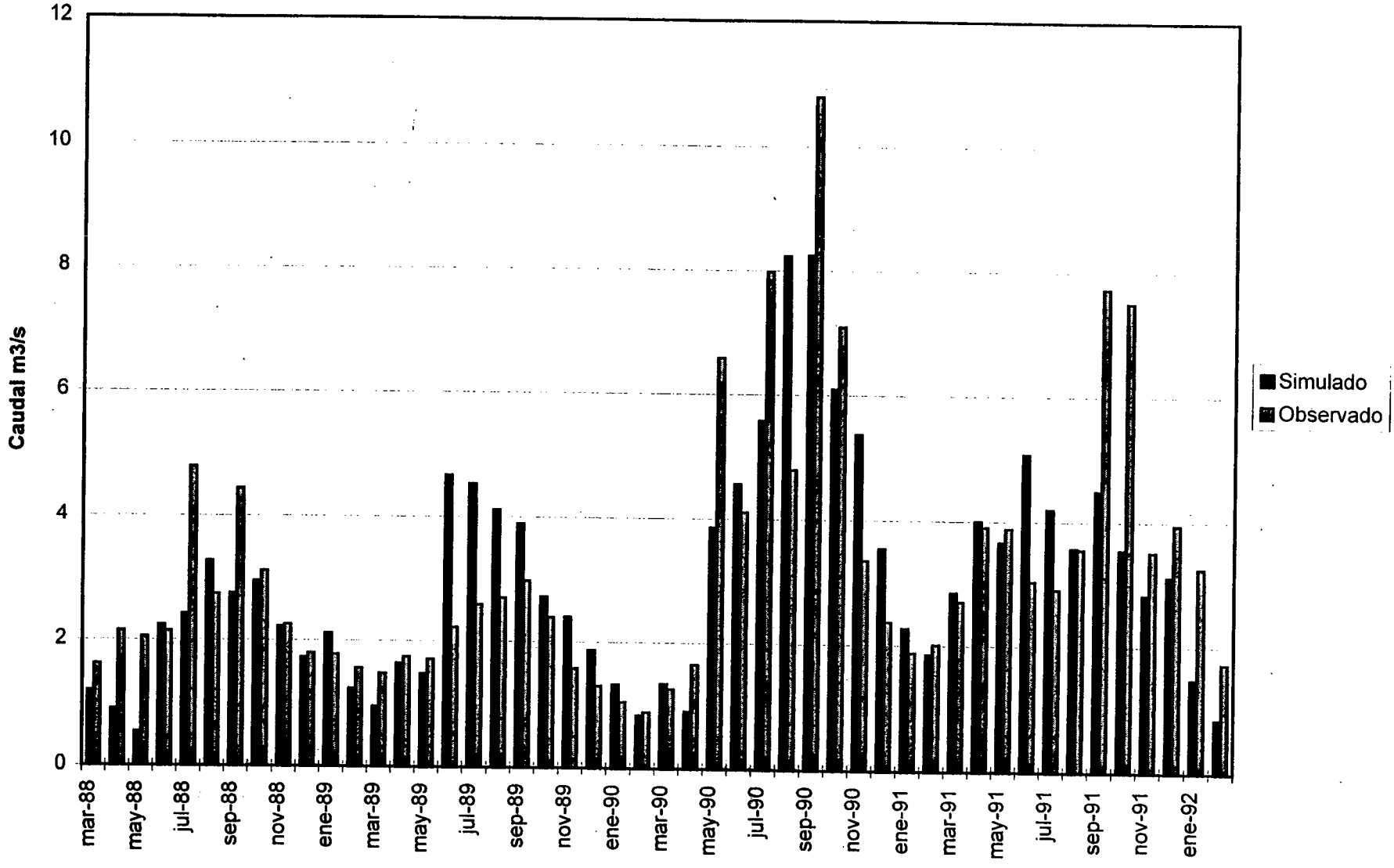
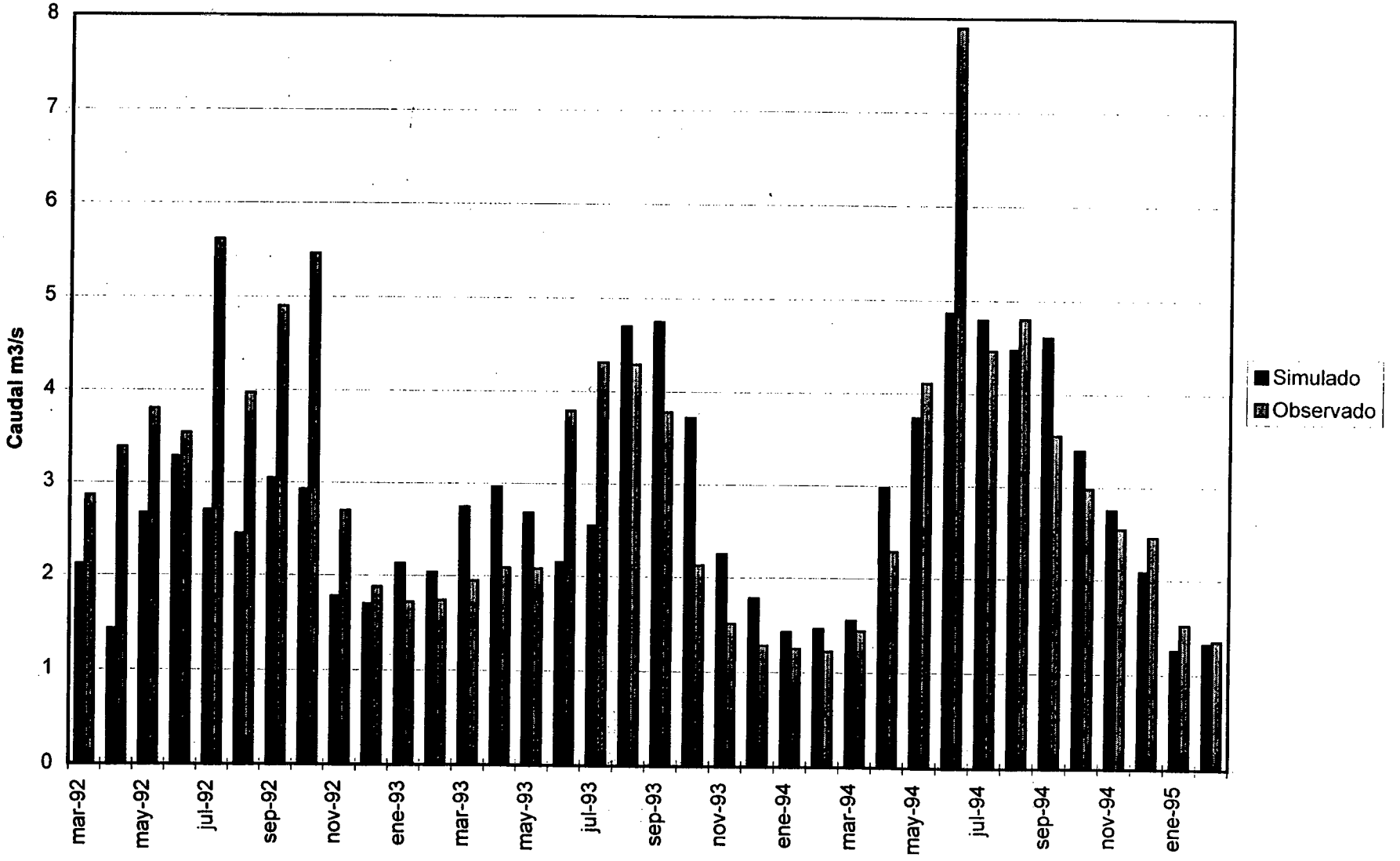


Figura V.3.3-3 (continuación)



CUADRO V.3.3-1
METODOS DE SINTESIS DE CAUDALES

Proyecto	Cuenca de interés	Area (Km^2)	Método	Estación Base
1	Embalse en Río Baguales	394,50	T	Baguales en Cerro Guido
2	Embalse en Río Las Chinas	675,08	T	Baguales en Cerro Guido
3.1	Elevación y Canal Las Chinas - Alternativa 1	3268,00	T	Las Chinas en Cerro Guido + Vizcachas en Cerro Guido
3.2	Elevación y Canal Las Chinas - Alternativa 2	855,00	T	Las Chinas en Cerro Guido
4	Regadío río Tres Pasos	220,96	T	Baguales en Cerro Guido
5	Riego de Vegas entre Lago Diana y Lago Balmaceda	305,13	T	Rubens en Ruta Nº 9
6	Embalse en el Río Penitente	665,72	T	Penitente en Morro Chico
7	Trasvase desde el río Penitente hasta Laguna Blanca	1238,98	T	Penitente en Morro Chico
8	Manejo de vegas río Ciaike	499,29	MPL	
9	Canal Río Pérez	297,02	T	Rubens en Ruta Nº9
10	Regadío Río Verde	21,92	MPL	
11	Embalse en el Chorrillo. Josefina	32,49	MPL	
12	Embalse en el Chorrillo Nevada	110,93	MPL	
13	Manejo de Vegas en Mina Rica - Los Patos	31,28	MPL	
14	Regadío Agua Fresca	181,27	MPL	
15	Embalse Porvenir	38,31	T	Side en Cerro Sombrero
16	Regadío Río Side	341,31	T	Side en Cerro Sombrero
17	Regadíos Ríos Oro y Rogers	693,31	T	Oro en Bahía San Felipe

T: Transposición de caudales por unidad de área y precipitación.
MPL: Modelo Pluvial.

V.3.4 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO

V.3.4.1 Generalidades

Este capítulo tiene por finalidad evaluar los recursos de aguas subterráneas en el área de estudio. Para ello se han caracterizado y cuantificado los diferentes usos que se le dan a estos recursos en la zona. Con este fin se utilizó como información base el estudio "Catastro y Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos XII Región" realizado por la Dirección General de Aguas del MOP en el año 1991. La información hidrogeológica contenida en ese informe se complementó, actualizando el catastro de sondajes en la zona incluida en el citado trabajo y además, se realizó un nuevo catastro en aquellas áreas no incluidas, tales como el área de Puerto Natales y la parte Sur de Tierra del Fuego.

Los antecedentes relativos a la perforación, habilitación y explotación de los sondajes existentes en el área del presente estudio, se recopilaron desde diferentes fuentes, siendo la más importante la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP), donde se obtuvo gran parte de la información. De hecho, esta empresa ha perforado y es propietaria de más del 90% de los pozos existentes en la zona.

No obstante lo anterior, la perforación de los pozos de ENAP apunta casi exclusivamente a la producción petrolera, razón por la cual la información concerniente a la potencia y calidad de los acuíferos atravesados (pruebas de bombeo, niveles estáticos, caudales, etc.) no se encuentra especificada en la mayoría de los casos.

El resto de los sondajes existentes que no tienen relación con el petróleo, en general, aportan mayores antecedentes hidrogeológicos aunque en sectores muy localizados, existiendo en muchos casos planos de construcción con información tanto estratigráfica como de niveles de agua. Dentro de éstos, destacan los pozos construidos en el marco del estudio "Recursos Hidráulicos del Río Chabunco", al Norte de Punta Arenas, desarrollado por Agua Ingenieros Consultores.

Respecto a la calidad química de las aguas subterráneas en el área de estudio, la información existente es escasa, existiendo antecedentes sólo de algunos pozos ENAP que son productores de agua y de algunos pozos perforados para consumo de agua potable, en especial cercanos a la ciudad de Punta Arenas. Dichos antecedentes han sido considerados en la evaluación de la calidad de aguas del capítulo respectivo.

El análisis geológico y geomorfológico de la zona se basó fundamentalmente en los informes geológicos elaborados a partir de la información de los sondajes de ENAP y algunos informes hidrogeológicos desarrollados por el EX-SENDOS del Ministerio de Obras Públicas, los cuales están referidos a pequeñas localidades rurales.

V.3.4.2 Hidrogeología Cualitativa

a) Introducción

El área que comprende el presente estudio está ubicada en la región de Magallanes, en la Duodécima Región, entre las coordenadas 48°39' y 54°00' de Latitud Sur y los 68°40' y 72°47' de Longitud Oeste, aproximadamente. En ella se pueden distinguir al menos cinco zonas importantes que la forman, cuales son: la Península de Brunswick; la cuenca de Laguna Blanca; toda la planicie del Norte de Tierra del Fuego que incluye la cuenca de la Península Espora - Calafate y las cuencas de los ríos Chico y Grande localizados más hacia el

Sur de la isla; la planicie esteparia que se encuentra en el lado Norte del Estrecho de Magallanes, donde está la cuenca del Oazy Harbour y del Cañadón Grande; y las cuencas de los ríos ubicados al Norte de la ciudad de Puerto Natales hasta el lago Balmaceda.

Si hay algo que caracteriza a la hidrogeología de esta zona magallánica, a diferencia del caso típico de la zona central donde los sistemas acuíferos en su mayoría se desarrollan en los rellenos fluviales del Cuaternario, es la importancia acuífera que tienen los depósitos del Terciario Superior, con una presencia predominante de napas artesianas. Estos depósitos, y las cuencas artesianas que se desarrollan en ellos, están directamente relacionados con la evolución global de la geología de la Cuenca de Magallanes.

b) Geología y Geomorfología

i) Evolución Geológica y Geomorfológica

La cuenca de Magallanes es un rasgo geotectónico mayor que constituye una fosa de forma triangular, con un relleno asimétrico, cuya parte más profunda tiene un espesor de más de 800 metros de sedimentos de edades comprendidas entre el Cretácico Inferior y el Terciario Superior. Tiene su origen hace más de 100 millones de años, a fines del Cretácico Inferior, cuando debido a una reacción al inicio de la apertura del Atlántico se comienza a levantar la Cordillera Patagónica, en la forma de un abultamiento de la corteza que avanza hacia el Este y hacia el Norte de Tierra del Fuego.

El abultamiento de la corteza indujo en ella una carga tectónica que dio lugar a una flexura de la misma y, por lo tanto, a una cuenca en la que se depositaron los sedimentos provenientes de la erosión de la Cordillera en alzamiento.

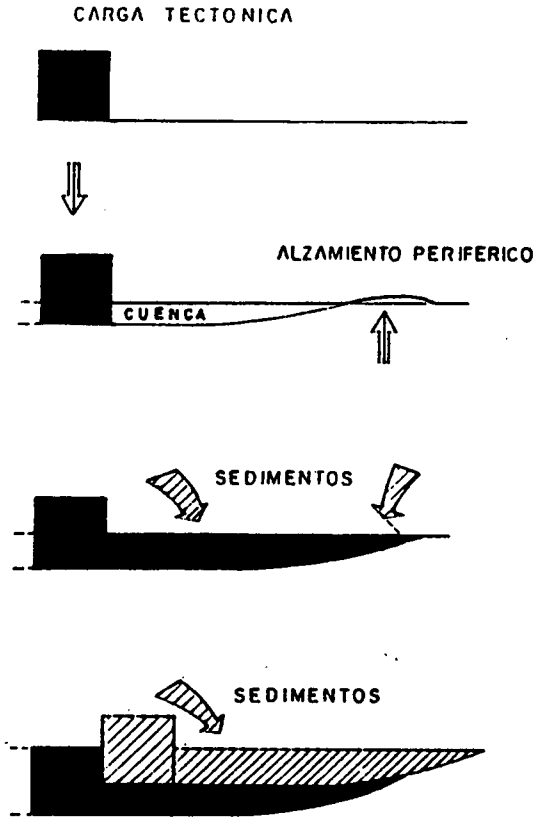
En la Figura V.3.4-1 se presenta un esquema de la evolución geológica de la Cuenca de Magallanes.

La progresión de este fenómeno durante el Cretácico Superior y hasta el Terciario Inferior, determinó la depositación de secuencias que progradan hacia el Noreste a medida que el frente de montañas avanza sobre los depósitos más antiguos alzándolos y deformándolos, tal como puede observarse en la Figura V.3.4-2.

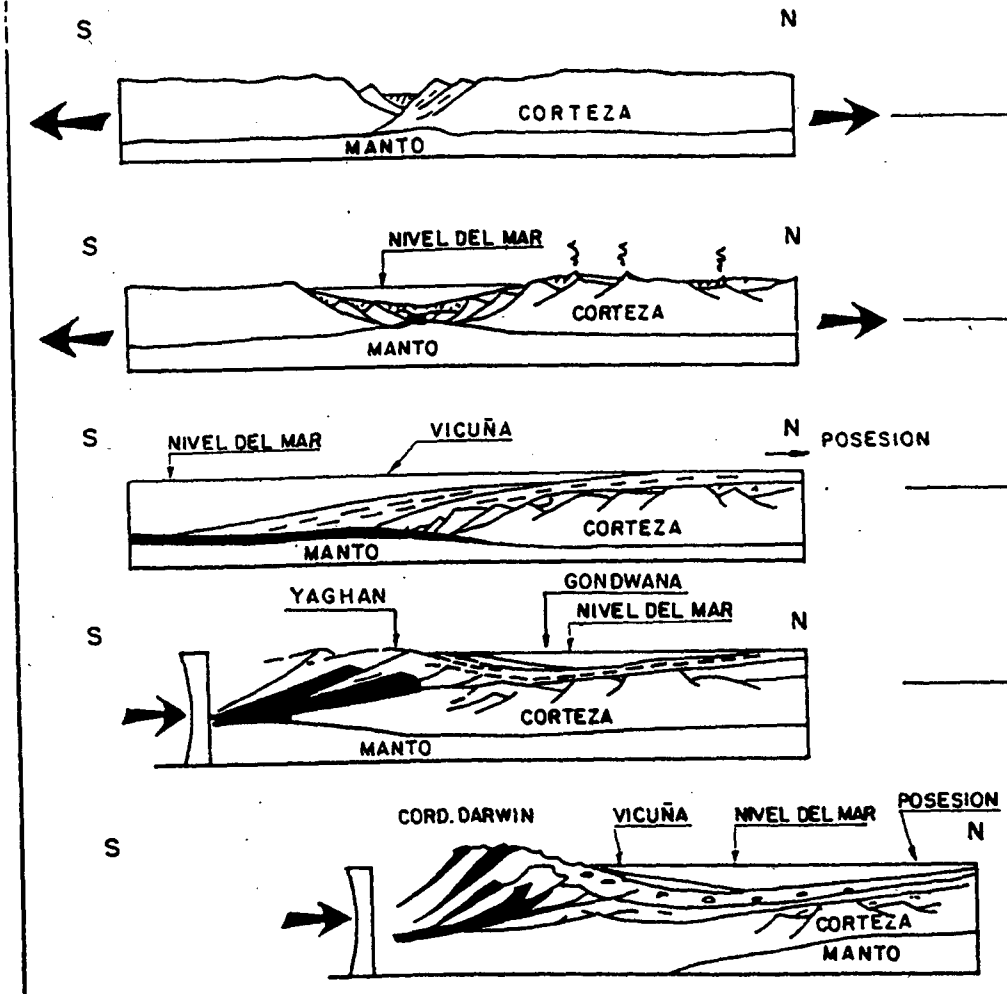
De esta forma quedó configurada la paleogeografía del Terciario Superior, cuando cesó el avance, y que hoy se ve reflejada en las rocas de esa edad. Se generaron también en esa época los actuales elementos geomorfológicos mayores. De este modo, se reconocen en la provincia tres entidades fisiográficas bien definidas, que son: la Cordillera Magallánica, la Precordillera Magallánica y la Pampa.

La Cordillera Magallánica está constituida por el batolito Magallánico de tipo granítico, basamento cristalino y rocas efusivas de distintas edades. En general corresponden a rocas antiguas muy deformadas y actualmente muy erosionadas por la acción de los hielos durante el Cuaternario. Su parte Occidental se presenta desmembrada, constituyendo una unidad archipielógica. La zona Oriental, donde se desarrollan las formaciones volcánicas, se presenta compacta y continua.

La Precordillera Magallánica posee una morfología más suave que la unidad anterior y está compuesta por serranías suaves, constituida por formaciones sedimentarias y volcánicas del Cretácico Superior y Terciario. Hacia el Este, el paisaje pasa gradualmente de una posición plana a ligeramente ondulada. Comúnmente sus altas cumbres son achatadas o con formas aplanadas cuando sus cimas están constituidas por estratos de conglomerados.



ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION C.N.R. DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : EVOLUCION GEOLOGICA DE LA CUENCA MAGALLANES	FECHA 1997 ESCALA S/E FIGURA V.3.4-1



JURASICO MEDIO : 160 M.a.

COMIENZA LA EXTENSION Y SE CREAN CUENCAS PEQUEÑAS

JURASICO SUPERIOR : 150 M.a.

MAXIMA EXTENSION DE LA CORTEZA : VOLCANISMO EXPLOSIVO POR FUSION PARCIAL DE SU BASE.

CRETACICO INFERIOR : 140 - 110 M.a.

SE ABRE CUENCA DE YAGHAN GONDWANA DEJA DE ESTIRARSE Y SE HUNDE GRADUALMENTE, SE DESARROLLA EXTENSA ZONA DE PLATAFORMA. SE MUESTRA UBICACION PALEOGEOGRAFICA DE ALGUNAS LOCALIDADES.

CRETACICO SUPERIOR : 100 - 60 M. a.

EL BORDE ORIENTAL DE LA CUENCA DE YAGHAN ES COMPRIMIDO. SE PRODUCE APILAMIENTO TECTONICO SOBRE ANTIGUA PLATAFORMA, DANDO LUGAR A NUEVA CUENCA.

TERCIARIO INFERIOR A MEDIO : 60 - 15 M. a.

CONTINUA LA COMPRESION - LA ZONA DEFORMADA ALCANZA SU MAXIMO DESARROLLO.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES - XII REGION C.N.R.- DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : CORTES PALEOGEOGRAFICOS DE UNA SECCION N-S ENTRE PLATAFORMA SPRINGHILL Y CORDILLERA DARWIN (LA ESCALA NO ES LA MISMA EN TODAS LAS FIGURAS)	FECHA 1997 ESCALA S/E FIGURA V.3.4-2

La Pampa, por su parte, está constituida por relieves suaves controlados por la disposición subhorizontal de los sedimentos del Terciario Superior, que son sistemas de depósitos que progradan hacia el Noreste, haciéndose más delgados y granulométricamente más finos en esa dirección. Sobre ellas descansa un relleno glacial de espesor muy variable dejando aflorar esporádicamente el subsuelo Terciario.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se puede decir entonces que en Magallanes existen básicamente dos unidades geológicas que tienen importancia hidrogeológica, debido a su capacidad de almacenamiento de agua dulce, que son: los sedimentos no consolidados Cuaternarios y las rocas permeables del Terciario Superior.

En la Figura V.3.4-3 se presenta el Plano Geológico de Magallanes.

ii) Sedimentos Cuaternarios, Qs

Las cubiertas de los Sedimentos Cuaternarios presentan una gran distribución areal en la zona de estudio y ello se puede apreciar en la superficie que ocupa la Unidad Qs señalada en la Figura V.3.4-3.

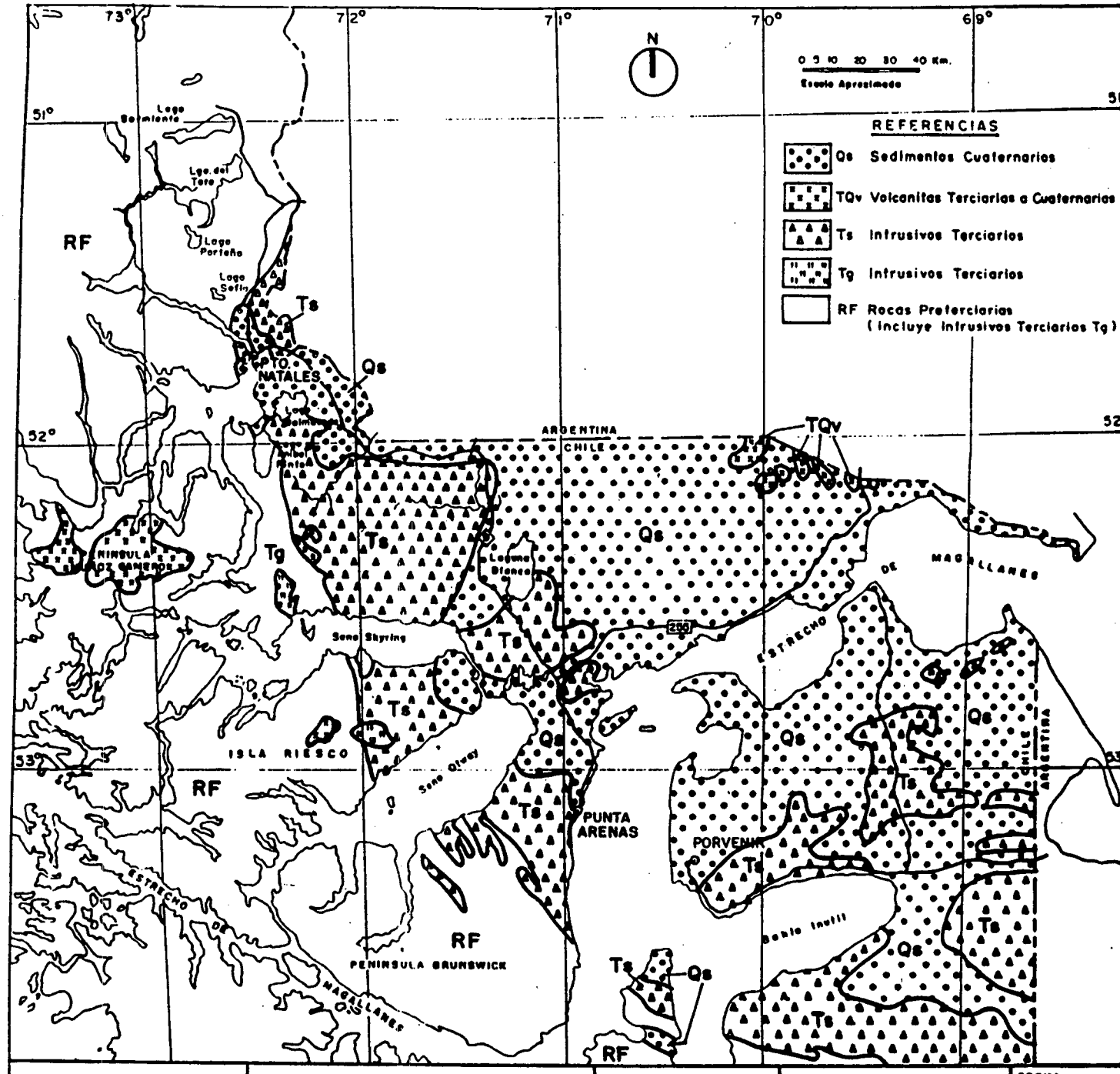
Los depósitos Cuaternarios no consolidados están constituidos por sedimentos glacio-fluviales y lacustres, ligados a los procesos sedimentarios y erosivos de los últimos 10.000 años (Formación Cabo Negro). Estos depósitos no forman de modo alguno mantos regulares de gran extensión areal, sino, muy por el contrario, tienen el carácter lenticular propio de sus sistemas de depósito asociados a la retirada de los hielos. De esta forma, están constituidos por depósitos de arenas, gravas, en general de mala selección, y arcillas que forman barreras impermeables.

Hacia el sector más oriental de Magallanes Continental, en el área de Pali-Aike, se intercalan coladas de lavas basálticas.

El espesor de los depósitos Cuaternarios es muy variable, entre 0 y más de 100 metros, y guarda estrecha relación con los sistemas fluviales modernos más importantes, los que a su vez son herencia de los sistemas glaciales preexistentes. Ello determina que las cuencas sean de carácter netamente local, controladas por recargas estacionales a través de gravas adosadas a las paredes de valle, turberas, etc., lo cual hace imposible cualquier tipo de extrapolación regional de los distintos niveles acuíferos encontrados, que en su gran mayoría no son surgentes.

No obstante lo anterior, existen algunas zonas donde se ha detectado la presencia de acuíferos en condiciones artesianas, tales como; Laguna Blanca, Posesión, Cañadón Grande y la cuenca de Oazy Harbour, la cual tiene una superficie aproximada de 90.000 hectáreas y es la más importante desarrollada en los depósitos Cuaternarios. En ella, los acuíferos se encuentran a profundidad de 30 a 40 metros y, en la mayoría de los casos, requieren de la ayuda de molinos de viento para que las aguas fluyan a la superficie. En todos los casos la surgencia es reducida y de carácter marcadamente estacional, con tendencia a la declinación rápida, según consta en los informes pertinentes.

Por otra parte, acuíferos no artesianos se han detectado en prácticamente toda la región, siendo éstos los que proveen de agua a la mayoría de los asentamientos ganaderos y a algunas instalaciones de ENAP, como por ejemplo en los sectores de Cullen, Chillán, Tres Lagos, etc.



	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION CNR – DPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	PLANO GEOLOGIA GENERAL	FECHA 1997 ESCALA GRÁFICA FIGURA V.3.4-3

Los acuíferos de las cuencas señaladas se encuentran a profundidades variables entre 10 y 150 metros, estando constituidos por arenas y gravas no consolidadas, limitadas horizontal y verticalmente por cuerpos de arcillas impermeables que posibilitan la sobrepresurización necesaria para la surgencia natural.

iii) Sedimentos Terciarios, Ts

Los Sedimentos Terciarios se indican como Ts en el plano geológico de la Figura V.3.4-3. Estos sedimentos tienen interés hidrogeológico por el hecho de que han sido reconocidos en sus materiales, mediante pozos perforados, acuíferos con aguas confinadas que en algunos casos han resultado surgentes. Sin embargo, es conveniente anticipar que normalmente las aguas descubiertas en acuíferos terciarios han resultado, tanto en Magallanes como en otras zonas de Chile, de pobres rendimientos.

Respecto a estos sedimentos, son dos las cuencas artesianas de Magallanes en que los acuíferos están constituidos por rocas permeables de edad Terciaria: la Cuenca de Espora o del Noreste de Tierra del Fuego y la Cuenca de Laguna Blanca.

En ambos casos los acuíferos son areniscas y/o conglomerados del Terciario Superior, pertenecientes a la Formación Palomares o a la subyacente Formación Filaret.

La Cuenca de Espora o del Noreste de Tierra del Fuego, es la cuenca artesiana más importante de Magallanes, tanto en número de pozos y caudales que estos producen, como en superficie; en efecto, esta cuenca abarca más de 300.000 hectáreas, encontrándose los acuíferos a profundidades que varían entre 50 y 300 metros bajo el nivel del terreno, en rocas de las Formaciones Palomares y Filaret.

iv) Volcanitas Terciarias a Cuaternarias, TQv

La unidad TQv indicada en el plano geológico, corresponde a volcanitas andesito basálticas que se atribuyen a erupciones producidas entre el Terciario Superior o Plioceno y el Cuaternario Inferior o Pleistoceno.

Las volcanitas TQv tienen sus centros de emisiones, ahora inactivos, en la misma zona de sus afloramientos, y son importantes debido a que ellos habrían originado depósitos de cenizas volcánicas que se encuentran en la superficie, o a menos de 2 m debajo de ésta, tal como ocurre en las cercanías del Estero Dumestre, en el área de Puerto Natales.

v) Estratigrafía

Directamente bajo la cubierta Cuaternaria no consolidada, se dispone la Formación Palomares de edad Mio-Pliocénica, constituida por tobas y cenizas volcánicas impermeables que predominan hacia la parte alta, y areniscas gris azulado y conglomerados de origen fluvial. Su espesor varía entre 200 y 450 metros, que aumentan hacia el Noroeste, siendo máximos en el sector de la Cordillera Vidal, al Norte del Seno Skyring, lugar donde se encontrarían los elementos volcánicos que dieron origen a las tobas.

Hacia la base de la formación predominan los depósitos arenosos, que poseen un característico tinte azulado y dan lugar a las llamadas areniscas azules, que constituyen los mejores acuíferos.

Las areniscas azules son capas de 1 a 5 metros de potencia, lenticulares, constituidas por arenas de grano medio a grueso, de buena selección, que pasan lateralmente a conglomerados y a arcillas tobáceas, pero que pueden alcanzar espesores efectivos de más de 20 metros. Se sitúan generalmente en los niveles basales de la Formación Palomares, donde se han reconocido dos y hasta tres niveles independientes. Si bien constituyen cuerpos eminentemente lenticulares, debido a su origen fluvial, presentan la suficiente continuidad áreal como para ser reconocidos regionalmente y constituir un marcador estratigráfico en los pozos petroleros.

Bajo la Formación Palomares se dispone la Formación Filaret, constituida por arcillolitas y areniscas gris verdosas, a veces también con un tinte azulado que ha motivado sean incluidas dentro de las areniscas azules, y capas de carbón impermeables. Su espesor es de 260 a 400 metros y su edad es atribuida al Mioceno Superior. El ambiente de depósito es subaéreo a marino litoral a deltaico, con aguas someras que posibilitan la depositación de arcillas.

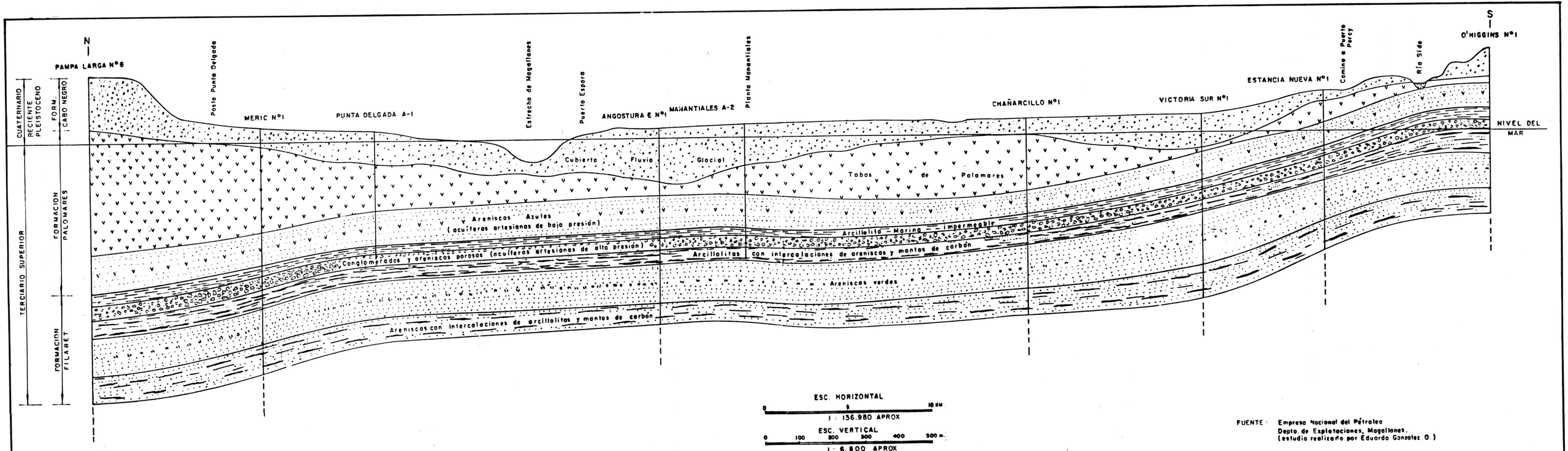
Las areniscas de la parte alta de la Formación Filaret constituyen el acuífero estratigráficamente más bajo de las cuencas Terciarias, habiendo sido reconocido sólo en Tierra del Fuego.

Por debajo de la Formación Filaret existen 80 a 680 metros de arcillolitas gris oliva con intercalaciones de areniscas y conglomerados gris amarillento, de edades comprendidas entre el Mioceno Medio y Superior, que constituyen la Formación Brush Lake, que marcaría el término de la sedimentación marina franca en la historia depositacional de la Cuenca de Magallanes.

La Formación Brusch Lake se apoya sobre las areniscas arcillosas, paquete de areniscas gris claro con abundante cemento arcilloso, de 100 a 430 metros de espesor. Las areniscas arcillosas constituyen el segundo marcador en las perforaciones petroleras. Desde el punto de vista de la prospección de los niveles acuíferos, tiene la importancia de constituir el límite inferior absoluto de las secuencias prospectivas, por estar constituida toda la columna infrayacente por unidades impermeables.

El techo de las areniscas arcillosas puede marcar además de una manera generalizada la forma de los acuíferos ubicados en posiciones más altas.

En la Figura V.3.4-4 se muestra un perfil geológico estratigráfico de la zona de Punta Delgada y Norte de Tierra del Fuego, que permite apreciar lo anteriormente señalado, con la ubicación de los acuíferos artesianos que son característicos en la hidrogeología de la cuenca de Magallanes, en el área de estudio. Una estratigrafía más detallada se incluye en el Cuadro V.3.4-1.



FUENTE : Empresa Nacional del Petróleo
Depto. de Explotaciones, Magallanes.
(estudio realizado por Eduardo Gonzalez O.)

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION CNR – DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	PLANO PERFIL GEOLOGICO ESTRATIGRAFICO N.S. ZONA DE PUNTA DELGADA Y NORTE DE TIERRA DEL FUEGO	FECHA JUNIO 1986 ESCALA INDICADA FIGURA V.3.4 -4

Figura V.3.4-4 (doble)

Figura V.3.4-4 (doble)

CUADRO V.3.4-1
SECUENCIA ESTRATIGRAFICA SECTOR NORESTE DEL AREA DE ESTUDIO

PERIODO Y EPOCA		FORMACION		LITOLOGIA PRINCIPAL
CUATERNARIO	RECIENTE PLEISTOCENO	CABO NEGRO		Depósitos Glaciares y Fluvioglaciares.
TERCIARIO	SUPERIOR	PALOMARES	SUPERIOR	Tobas principalmente. En partes se observan areniscas azules.
			INFERIOR	Areniscas azules acuíferas e intercalaciones de arcillolitas tobáceas con restos vegetales carbonizados.
		FILARET	SUPERIOR	Conglomerados acuíferos, areniscas y arcillolitas con capas de carbón. En el techo una caja de arcillolita marina.
			MEDIO	Areniscas verdes.
			INFERIOR	Areniscas y arcillolitas con intercalaciones de restos de carbón.
		BRUSH LAKE		Arenisca, limolitas y arcillolitas marinas.
		Arenisca Arcillosa		Arenisca arcillosas, marinas.
	INFERIOR	Grupo Bahía Inútil		Arcillolitas marinas.
		Zona Glauconítica		Areniscas arcillosas muy glauconíticas.
	SUPERIOR	Lutita Arenosa		Arcillolitas limosas glaucoríticas.
		Lutita Gris Verde		Arcillolitas margosas.
	INFERIOR	Creta dura		Margas con intercalaciones de arcillolitas.
		Arcilla con Pintas		Arcillolitas pardas y grises con pintas blancas silíceas.
		Estratos con Fayrella		Arcillolitas grises con intercalaciones de limolita Glauconítica y calisas.
JURASICO	SUPERIOR	Arenisca Springhill		Arenisca cuarcífera, petrolífera.
		Serie Tobífera		Sedimentos pirclásticos e ignimbritas.

Fuente: Empresa Nacional del Petróleo, Magallanes Informe del Ing. Eduardo González, Agosto, 1969.

vi) Estructura Geológica

Respecto a la estructura geológica, la Cuenca del Noreste de Tierra del Fuego tiene la forma de un gran sinclinorio asimétrico, con el flanco Sur más alto y de mayor pendiente. Esta disposición está estrechamente ligada a la generación de las últimas estructuras asociadas al avance hacia el Norte del frente de deformación de la Cordillera Patagónica durante el Terciario tardío.

Localmente existen una serie de fallas normales de pequeño rechazo, de sólo algunos metros, que pueden ser detectadas mediante el estudio de secciones sísmicas. Estas fallas tienen en general el carácter de fallas de crecimiento, asociadas a la generación del espacio que posibilita la depositación de las secuencias sedimentarias, y, al ser responsables de la subsidencia de la parte central de esta cuenca durante el Terciario más alto, determinan la existencia del flanco Norte más tendido de la estructura sinclinal.

Se desconoce la relación que pueda existir entre las fallas y los niveles acuíferos, los que para todos los efectos se han tratado como un solo manto continuo.

En cuanto al sistema de recarga de los acuíferos señalados, ésta se lleva a cabo en las serranías de la Sierra Balmaceda, donde afloran las areniscas azules. Allí captan agua de infiltración en forma directa de las nevadas invernales, y particularmente, en los valles de los ríos Oscar, Side y Cullen, que canalizan la escorrentía superficial y permiten que parte de ella se infiltre por las capas permeables.

El afloramiento de los acuíferos es posible gracias a la estructuración de éstos en la ya citada gran estructura sinformal, razón por la cual los acuíferos estratigráficamente más bajos afloran más al Sur y en posiciones topográficamante más altas de la Sierra Balmaceda; de hecho esta sería una de las razones por las que presentan una presión mayor.

Finalmente, respecto a la cuenca artesiana de Laguna Blanca, se puede decir que durante la perforación del pozo estratigráfico Laguna Blanca 1, en 1954, se determinó la presencia de agua artesiana en areniscas de la parte más basal de la Formación Palomares, equivalentes a las areniscas azules del Noreste de Tierra del Fuego, a una profundidad de 209 m bajo el terreno.

A la fecha no existen más antecedentes de napas artesianas en ese sector; no obstante, de la observación del plano isobático de la base de la Formación Palomares, algunos autores sugieren que ella puede estar constituyendo una cuenca de características similares a la vista anteriormente.

Al igual que en Tierra del Fuego, el área de recarga estaría constituida por la zona de afloramientos de la Formación Palomares al Oeste de Laguna Blanca.

c) Sectorización Hidrogeológica

Se utilizará la misma sectorización de la zona empleada en el estudio "Catastro y Evaluación de los Recursos Subterráneos XII Región" de 1991. Cabe destacar que esta sectorización se realizó agrupando zonas de características hidrogeológicas similares.

Como el estudio citado anteriormente no abarca toda el área en donde se han identificado los sectores a estudiar, ha sido necesario agregar otros sectores hidrogeológicos, especialmente en la zona de Puerto Natales y el Sur de la Tierra del Fuego.

En el Cuadro V.3.4-2 se incluye el detalle de la sectorización del área de estudio, indicando el número y descripción de cada unidad hidrogeológica. En la Figura V.3.4-5 se puede visualizar la ubicación de esta sectorización.

CUADRO V.3.4-2
UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

UNIDAD	DESCRIPCION
I	Franja Oriente de la Península de Brunswick (todas las subcuencas que desembocan al Estrecho de Magallanes)
II	Franja Poniente de la Península de Brunswick (todas las subcuencas que desembocan en el Seno Otway)
III	Cuenca de la Laguna Blanca
IV	Zona Norponiente del Sector Continental
V	Zona Nororiente del Sector Continental
VI	Zona Oriente del Sector Continental
VII	Zona Sur del Sector Continental Norte
VIII	Zona Poniente de Tierra del Fuego
IX	Zona Norte de Tierra del Fuego
X	Zona Oriente de Tierra del Fuego
XI	Cuenca de los ríos Chico y Grande de Tierra del Fuego
XII	Zona de Puerto Natales
XIII	Sector Norte Ultima Esperanza

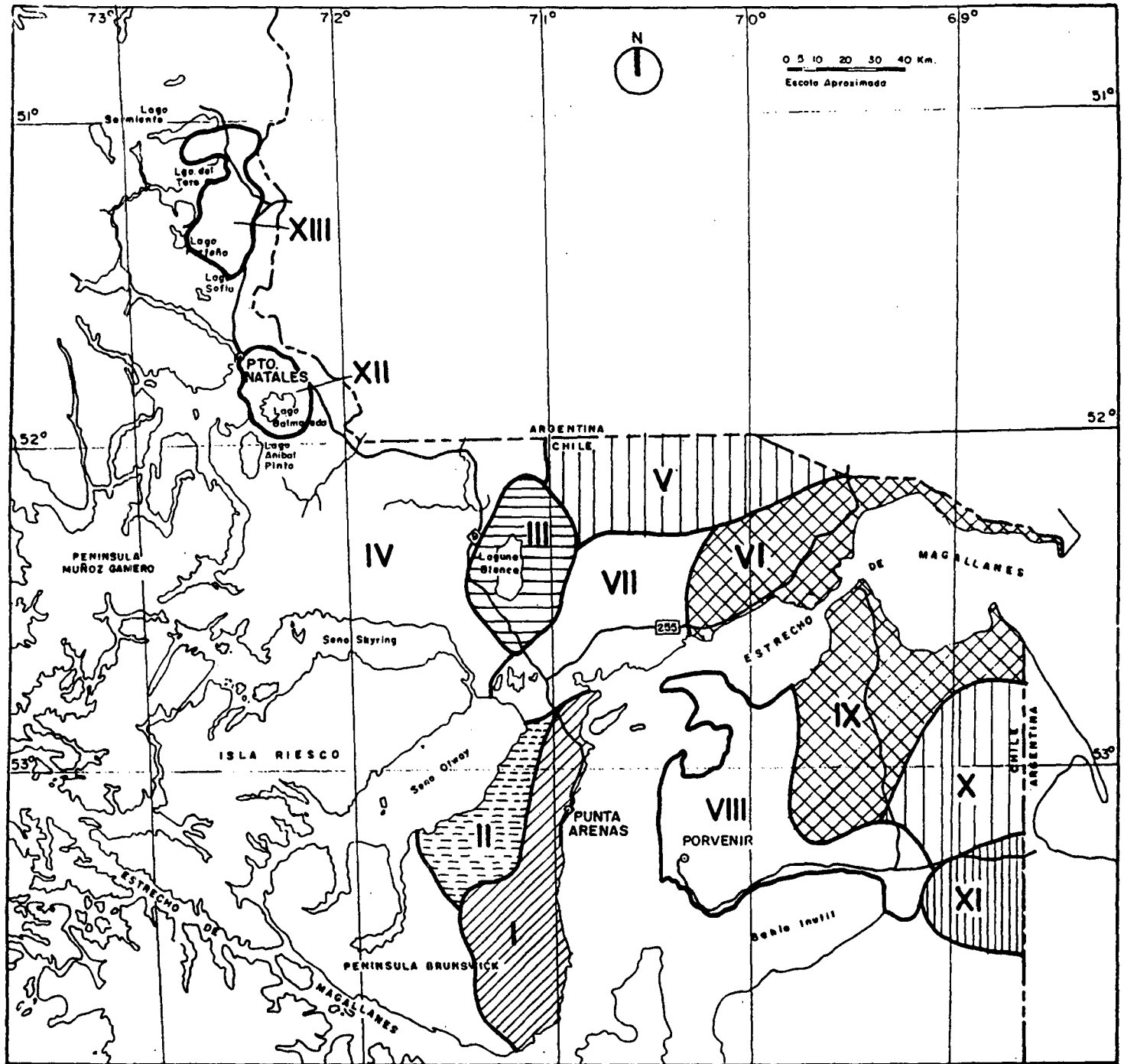
La definición de las Unidades Hidrogeológicas comprendidas en el área de estudio, se realizó conjugando las características geológicas y geomorfológicas de los sistemas acuíferos subterráneos con las características superficiales de las cuencas hidrológicas, de tal manera de compatibilizar los flujos subterráneos y superficiales en un solo sistema autónomo que pueda ser analizado y modelado en forma independiente (o interdependiente) a los demás.

A continuación se describe con más detalle cada una de las Unidades Hidrogeológicas del estudio.

La Unidad Hidrogeológica I, que se puede distinguir con bastante claridad, es la franja que se ubica al lado Este de la Península de Brunswick, que involucra a todas las subcuencas de los ríos que desembocan al Estrecho de Magallanes, incluyendo a Punta Arenas. Los sistemas acuíferos de esta unidad se desarrollan principalmente en los rellenos Cuaternarios.

La Unidad Hidrogeológica II corresponde a la zona Poniente de la Península de Brunswick, la cual se encuentra separada de la unidad anterior por un cordón montañoso. Esta presenta un régimen de precipitaciones más alto que el que se registra en la Unidad I, además sus aguas tanto superficiales como subterránea, desembocan en el seno Otway.

La Unidad Hidrogeológica III corresponde a la cuenca de la Laguna Blanca, en la cual predominan los acuíferos del relleno Cuaternario en superficie, pero que en profundidad contendría rellenos permeables de la Formación Palomares, tal como lo acusan algunos sondajes con aguas surgentes.



	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION CNR - DPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	PLANO PLANO ESQUEMATICO DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	FECHA 1997 ESCALA GRÁFICA FIGURA V.3.4-5	

La Unidad Hidrogeológica IV fue identificada como la zona Nor-Oeste Continental. De este sector no se posee mayor información hidrogeológica, pero dadas las similares características con parte de las Unidades I y II, se podría esperar que los acuíferos ubicados en el relleno Cuaternario contuvieran recursos de agua de alguna importancia.

La Unidad Hidrogeológica V corresponde a la zona localizada al Nor-Este de la Unidad que define la Laguna Blanca. En ella se manifiestan características hidrológicas, topográficas y geomorfológicas que dividen y crean en forma natural una nueva unidad hidrogeológica.

Las Unidades Hidrogeológicas VI (Zona Oriente del sector Continental) y IX (Zona Norte de Tierra del Fuego), es casi evidente que pertenecen a una sola gran Unidad Geológica separada por el Estrecho de Magallanes; sin embargo, para hacerla compatible con las cuencas hidrológicas superficiales es que se han separado en dos. Esta separación sin embargo, además tiene relación con la tendencia a profundizarse que muestran los estratos del Terciario Superior, con el consecuente debilitamiento de la surgencia de las aguas. En la Unidad Hidrogeológica VI los acuíferos existentes en los rellenos Cuaternarios toman especial importancia; en cambio, el caso es muy diferente para la Unidad Hidrogeológica IX, donde la mayoría de los pozos son surgentes y pertenecientes al Terciario Superior, lo cual se hace más evidente en toda el área Norte de Tierra del Fuego, en lo que se ha dado en llamar la cuenca de la Península Espora - Calafate.

La Unidad Hidrogeológica VII corresponde a la zona Sur del sector Continental Norte. En este sector se puede observar que tanto el régimen de precipitaciones, sentido de escurrimiento de los flujos subterráneos y superficiales y profundidad de pozos perforados, estarían indicando la presencia de otro sistema hidrogeológico distinto al anterior.

La Unidad Hidrogeológica VIII se ubica en el sector Poniente de Tierra del Fuego, en donde se localizan los acuíferos menos dotados de esta zona, según antecedentes recogidos en visitas a terreno. Es por esto que se ha decidido diferenciarla.

La Unidad Hidrogeológica X corresponde al sector oriental de Tierra del Fuego, en el cual existen zonas donde el Terciario no presenta las mismas características que en la Unidad IX; sin embargo, aparece el relleno Cuaternario como principal constituyente de las napas, principalmente en el sector de Cullen.

La Unidad Hidrogeológica XI que, pudiendo estar unida geológicamente a las dos anteriores, se ha considerado en forma separada ya que pertenece a cuencas hidrológicas diferentes, correspondiente a los ríos Chico y Grande de Tierra del Fuego.

La Unidad Hidrogeológica XII corresponde a la zona ubicada en las cercanías de la ciudad de Puerto Natales, la cual se extiende desde la parte plana al Sur del Cordón Señoret hasta los lagos Balmaceda y Aníbal Pinto, encontrándose en toda esta área sedimentos Cuaternarios y Terciarios.

Finalmente, la Unidad Hidrogeológica XIII es completamente diferente a las anteriores, ya que se encuentra emplazada sobre rocas del Preterciario, la cual presenta una capacidad hidrogeológica muy limitada. Esta unidad se extiende desde la Sierra Contreras por el Norte hasta la Cordillera Manuel Señoret por el Sur.

Las Unidades Hidrogeológicas así establecidas, permiten una caracterización más clara, pudiendo delimitar así con mayor precisión los sectores de recarga y sus mecanismos, la dirección de los flujos, la surgencia o no surgencia de las napas, la mayor o menor importancia

de los rellenos Cuaternarios, en donde los rellenos del Terciario Superior son claramente más importantes, etc.

d) Formaciones Acuíferas

La identificación y caracterización de las distintas formaciones acuíferas existentes en el área de estudio, se ha realizado principalmente en base a la información proporcionada por la estratigrafía de los sondajes y registros de prospección petrolera de la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP), junto a una serie de informes de construcción, habilitación y pruebas de agotamiento de pozos de aguas subterráneas.

En el estudio realizado en 1991 por la Dirección General de Aguas del MOP, se realizó un análisis, selección y reinterpretación de la información disponible con el fin de llegar a una caracterización suficientemente coherente, de acuerdo a los alcances de dicho estudio.

Cabe destacar, sin embargo, que la información existente estaba concentrada en ciertas zonas, principalmente en la ciudad de Punta Arenas y Cullen, o muy dispersa, como es el caso del sector Continental Norte y Tierra del Fuego. En el presente trabajo se ha recabado más información, la cual complementa la anterior.

Teniendo en consideración lo indicado anteriormente, se elaboraron 8 perfiles estratigráficos, los cuales se pueden observar en las Figuras V.3.4-6 a V.3.4-13 y cuya ubicación en planta se puede observar en el Plano V.3.4-1 (Catastro de Sondajes). Estos perfiles representan en el sentido longitudinal y transversal al área de estudio en aquellas secciones en que existen suficientes pozos construidos, de tal manera de poder visualizar así el grado de continuidad o lenticularidad en los sistemas acuíferos. En la descripción que sigue, se hace referencia a diversos sondajes que se incluyen en el Catastro de Sondajes del Cuadro V.3.4-3 y cuya ubicación se ha indicado en el Plano V.3.4-1 del Album de Planos.

De acuerdo a los antecedentes señalados, se puede establecer la siguiente caracterización hidrogeológica para cada una de las unidades identificadas dentro del área de estudio.

En la Unidad Hidrogeológica I (Península de Brunswick, lado Oriente), la mayoría de los pozos están construidos en el relleno Cuaternario, siendo éste el más importante y explotado. Como se puede observar en el Perfil A-A de la Figura V.3.4-6, las formaciones acuíferas están constituidas por estratos de espesor variable entre 1 y 20 m, con intercalaciones de material impermeable o semipermeable, subyacentes en general, a un estrato superficial arcilloso cuyo espesor varía entre los 6 y 10 metros. Lo anterior explica que las napas se encuentren preferentemente confinadas o semi-confinadas (pozos 5300-7050 B13, B14 y B15), y sólo en ciertos casos más puntuales, libres, como puede ocurrir en sectores cercanos a los lechos de los ríos (pozo 5300-7050 D6), o en los sectores de recarga de estas formaciones acuíferas, a una cota superior, como pueden ser los conos de deyección de las quebradas laterales y algunos otros puntos aislados.

La profundidad de los pozos varía entre 10 m (pozo 5300-7050 B12) hasta 63 m (pozo 5300-7050 D5), con un relleno Cuaternario cuya potencia máxima es del orden de los 100 m. Las napas confinadas o semiconfinadas presentan los primeros estratos permeables entre los 3 y 10 m de profundidad, inmediatamente bajo el estrato arcilloso antes referido. Dada la geomorfología y topografía de la zona, la cual se caracteriza por sus lechos de ríos angostos y encajonados y quebradas con pendientes altas, se espera que la potencia del relleno tienda a disminuir hacia aguas arriba, existiendo las mejores posibilidades en el relleno Cuaternario ubicado bajo la cota 100 m.s.n.m., que define una franja costera paralela al mar, de Norte a Sur, a lo largo de toda la Península de Brunswick.

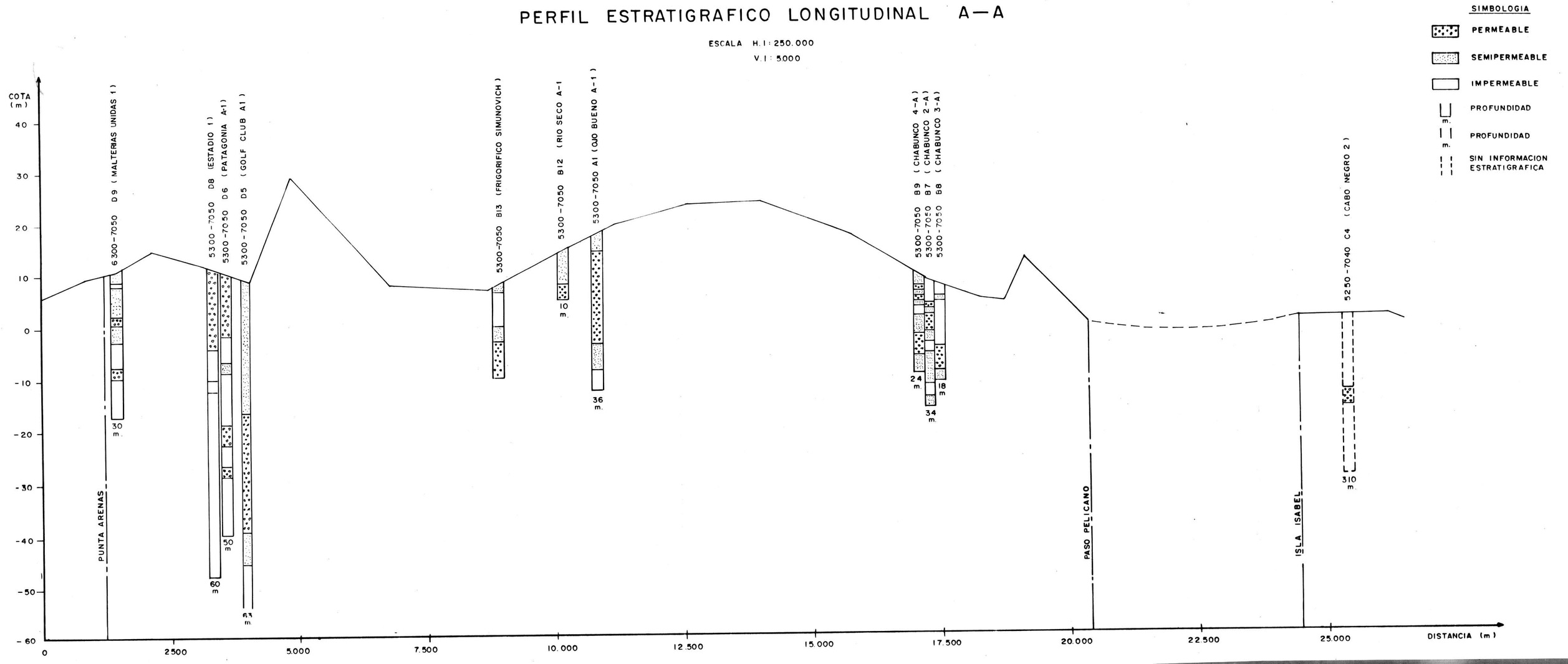
6 (doble)

FIGURA V.3.4-6

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL A—A

ESCALA H.1:250.000

V.1:5000



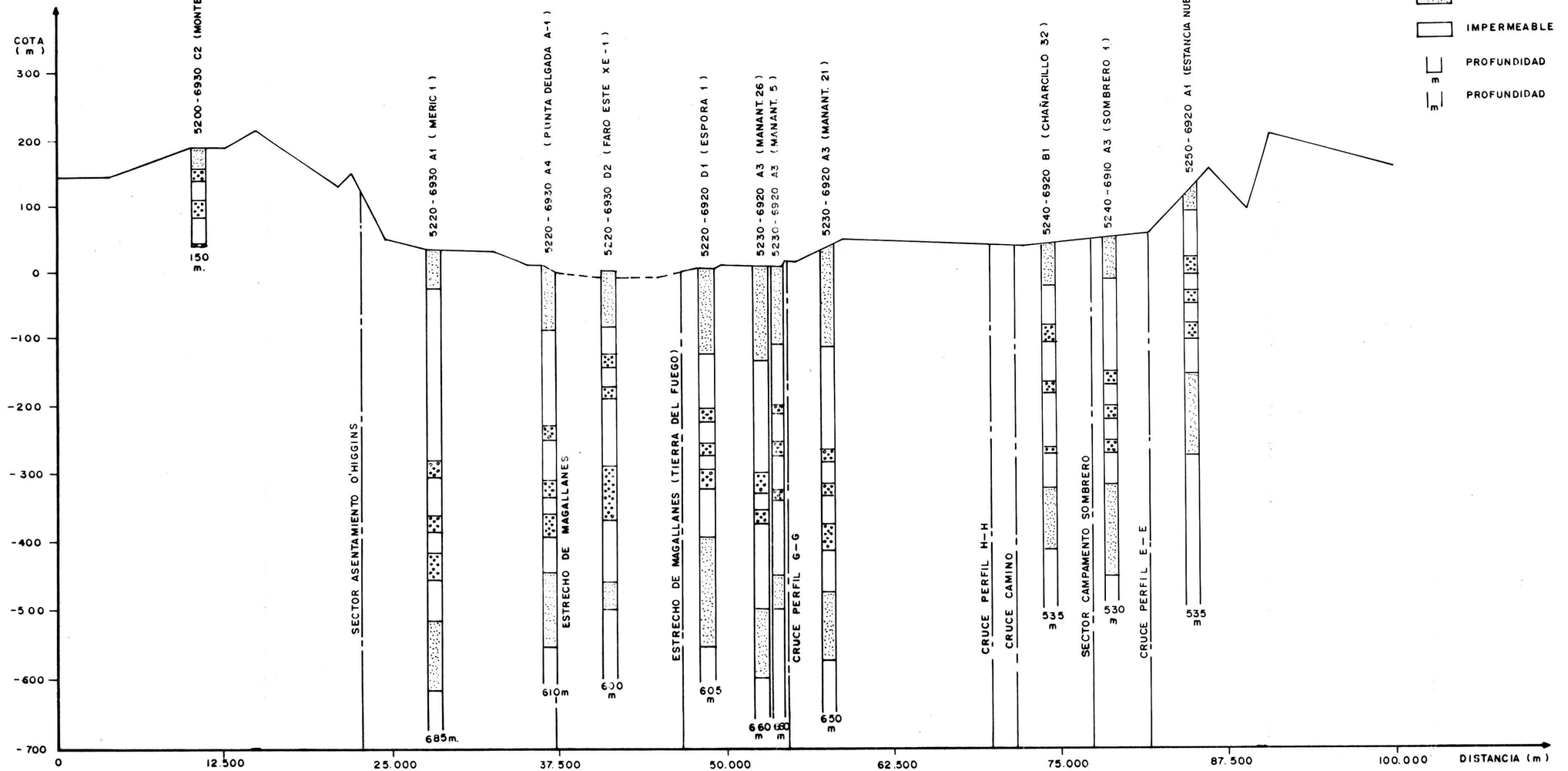
6 doble

7 doble

FIGURA V.3.4 - 7

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL B – B

ESCALA H. 1:250.000
V. 1:5.000



7 doble

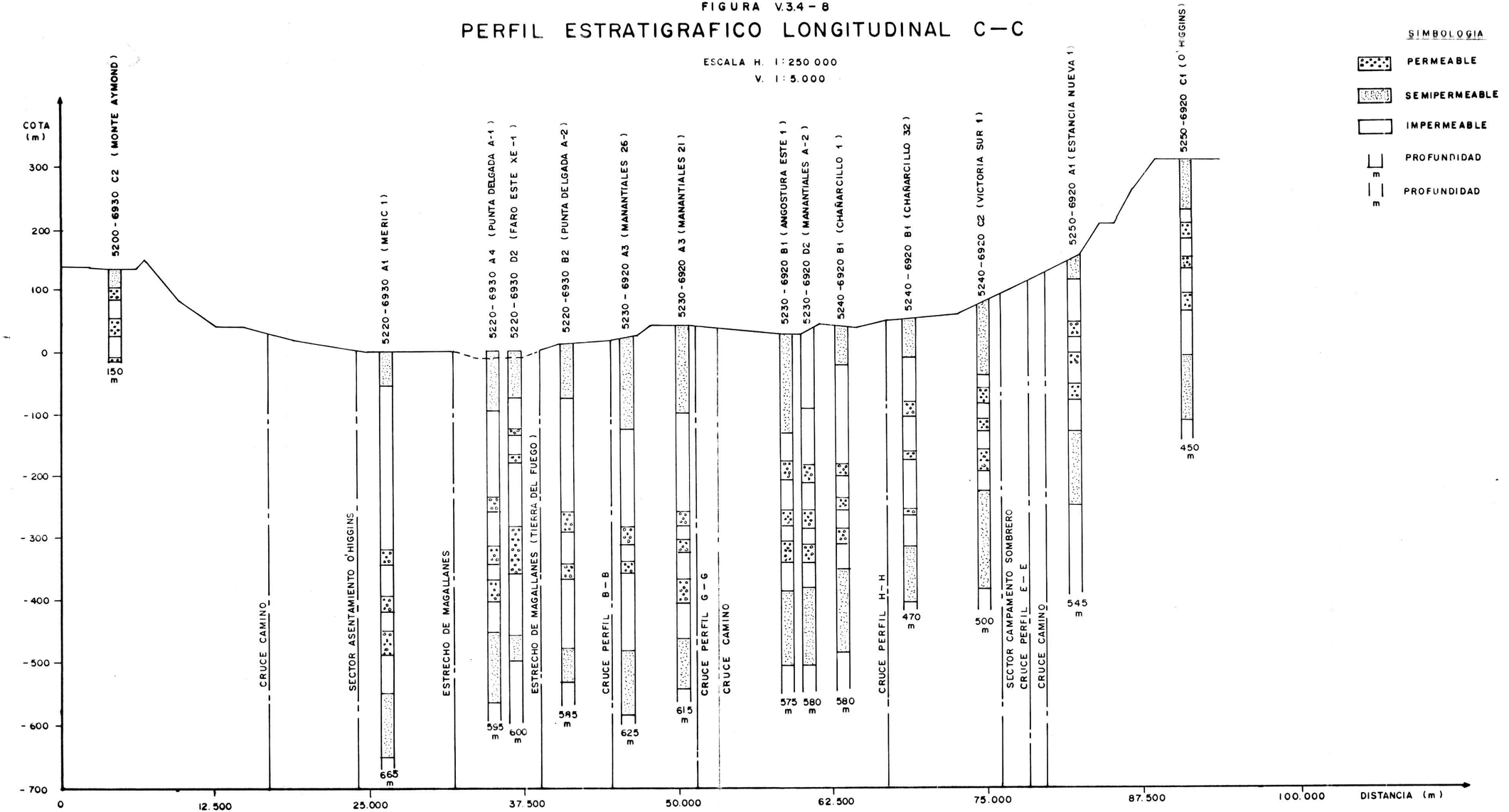
8 doble

8 doble

FIGURA V.3.4 - 8

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL C—C

ESCALA H. 1:250 000
V. 1:5.000



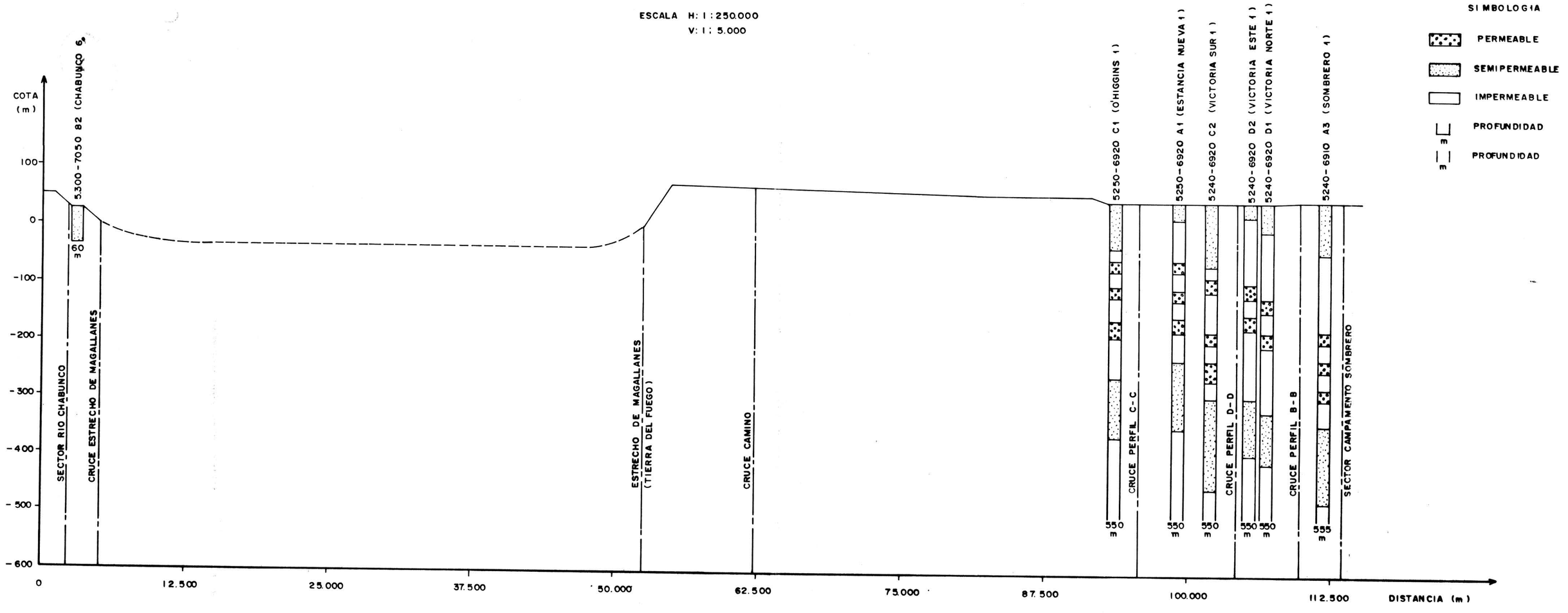
9 doble

9 doble

FIGURA V.3.4 - 10

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL E-E

ESCALA H: 1 : 250.000
V: 1 : 5.000



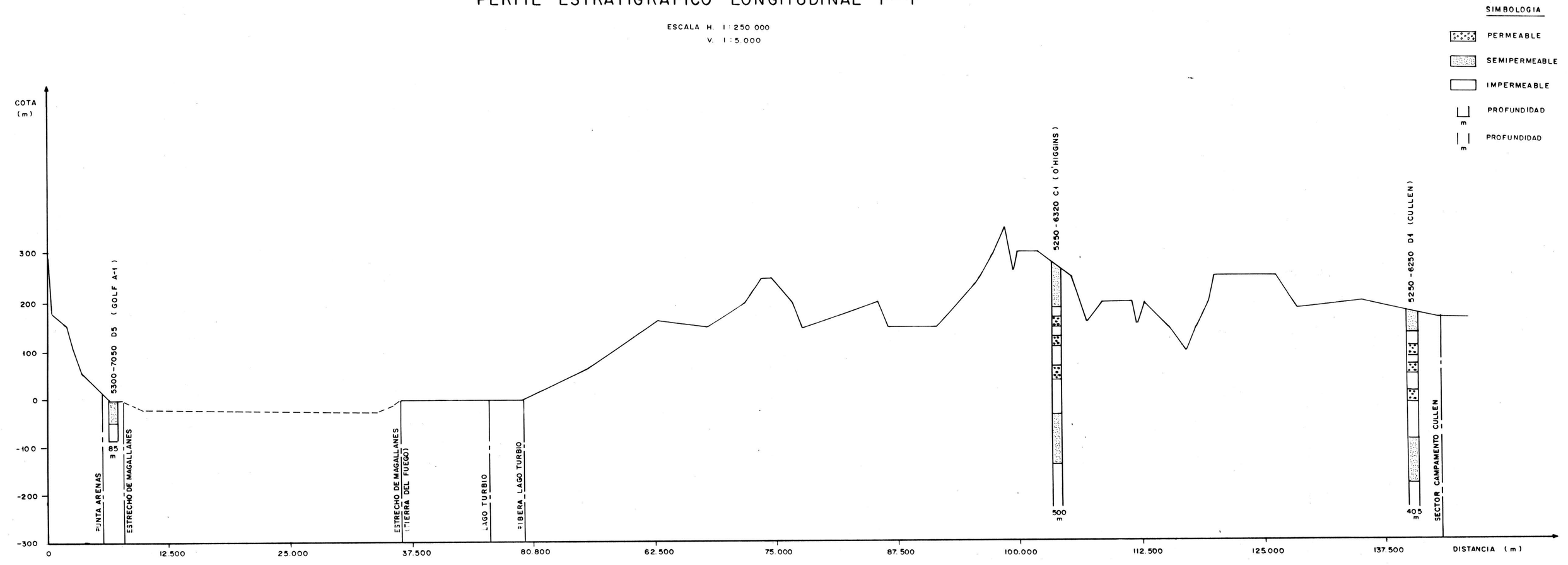
10 doble

10 doble

FIGURA V.3.4-11

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL F—F

ESCALA H. 1:250 000
V. 1:5.000



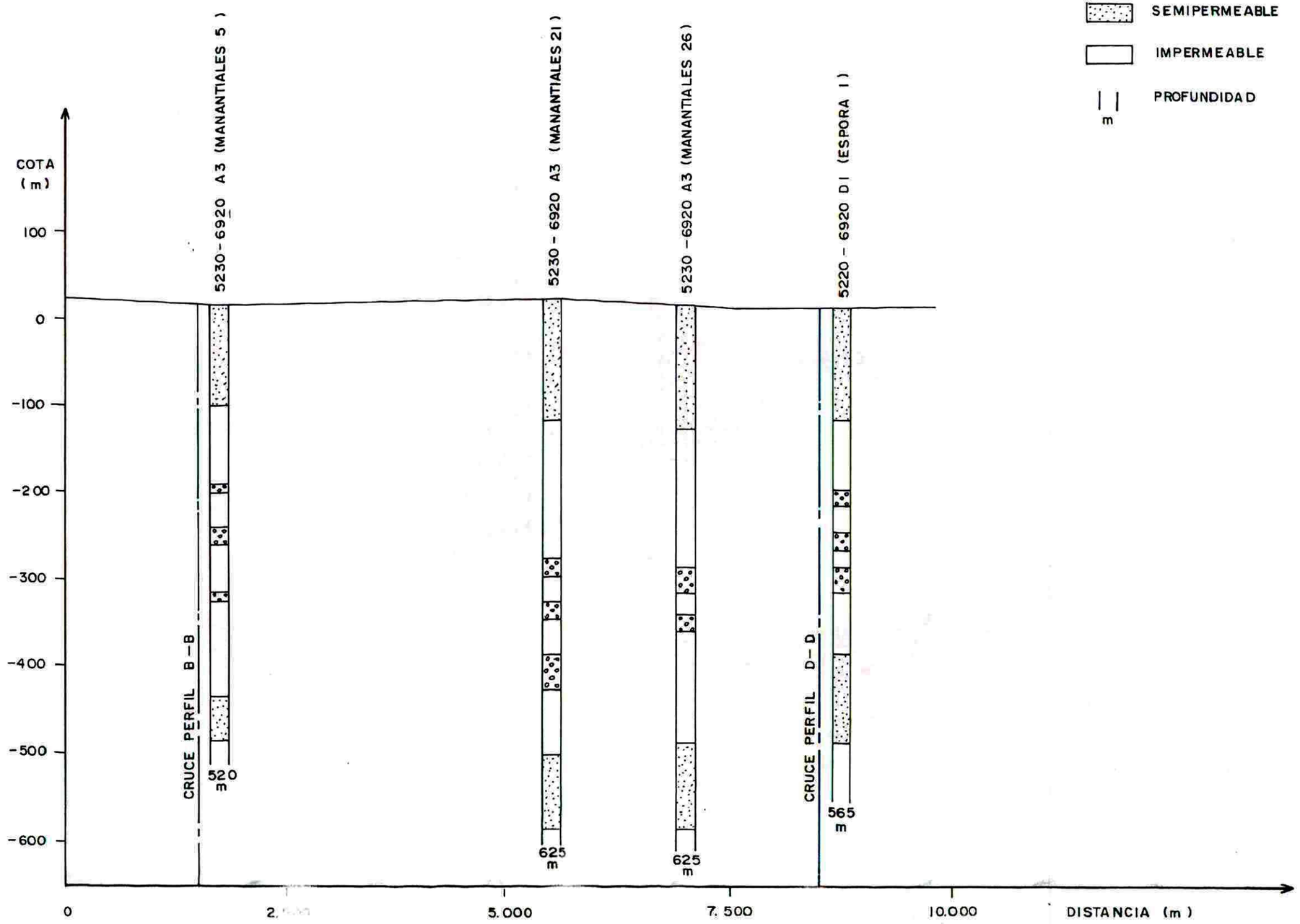
11 doble

11 doble

FIGURA V.3.4 - 12

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL G - G

ESCALA H 1:50.000
V. 1:5.000



12 doble

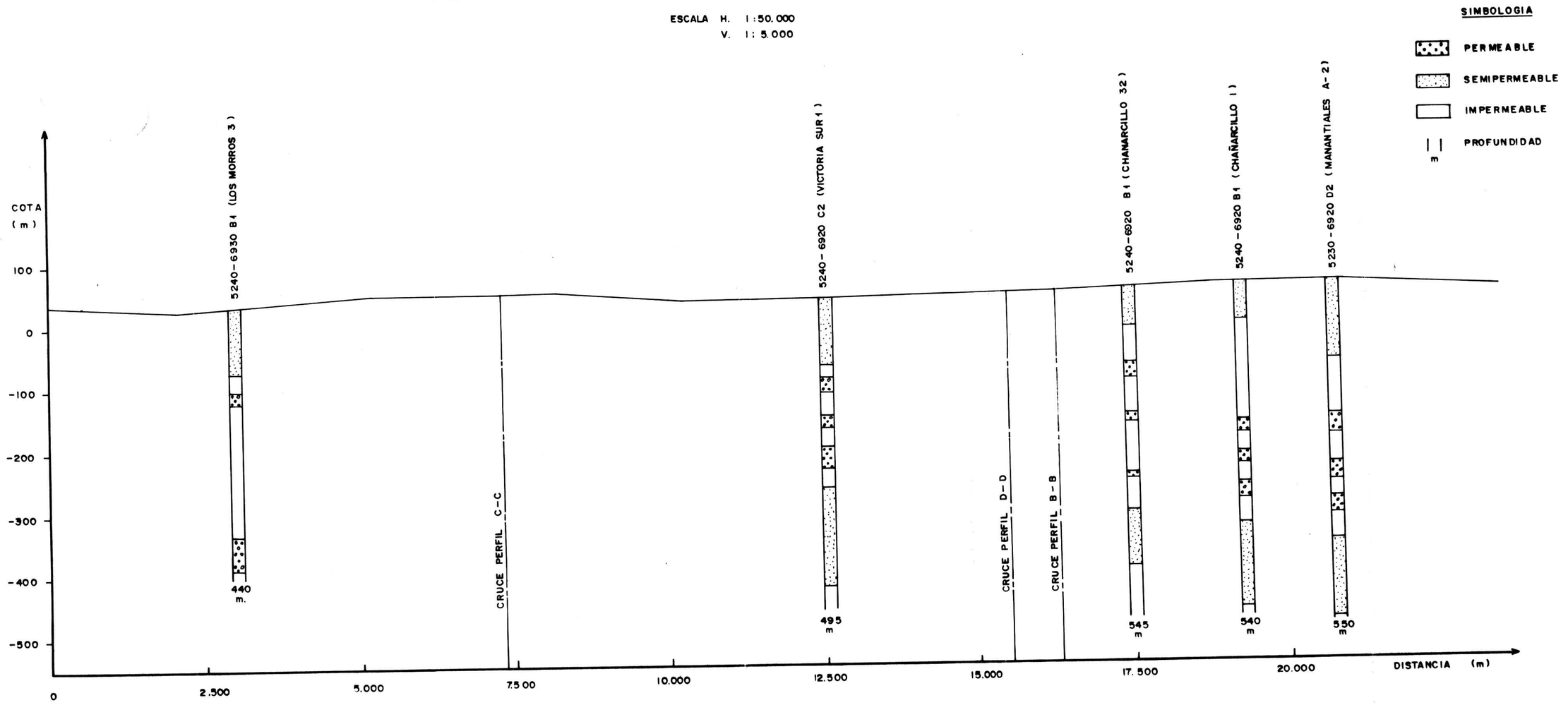
12 doble

13 (doble)

FIGURA V.3.4 - 13

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL H-H

ESCALA H. 1:50.000
V. 1:5.000



13 doble

Como una excepción a lo anteriormente señalado, en el sector de Chabunco existen dos pozos de profundidades superiores a los 300 m, que estarían alcanzando rellenos terciarios (Formación Loreto), pero que, sin embargo, atraviesan napas acuíferas sólo a los 33 m y 54,5 m (Pozo 5300-7050 A2), o a los 72 a 77 m, 140 a 142 m y 166 a 168 m (Pozo 5250-7040 C13), lo cual demuestra que los principales sistemas acuíferos se encuentran antes de los 150 m de profundidad y, por lo tanto, en el relleno Cuaternario.

Respecto a la Unidad Hidrogeológica II (Península de Brunswick, lado Poniente), no existe ningún tipo de información, aunque se puede esperar, en términos globales, que tenga características similares a la Unidad I, con la sola diferencia de tener un régimen de precipitaciones más altas durante el año y, por lo tanto, una mayor recarga a los sistemas acuíferos.

La Unidad Hidrogeológica III (Laguna Blanca), ubicada en el sector Continental Norte, presenta características muy diferentes. Existe solamente un pozo catastrado con información estratigráfica (Pozo 5210-7100 C1), que corresponde a un sondaje de estudio de ENAP localizado cercano al Puesto Prevale en donde el agua fluye libremente con un caudal aproximado de 0,4 a 0,5 l/s. De su estratigrafía se desprende que el relleno Cuaternario es del orden de los 110 m; además se reconocen los estratos de areniscas azules entre los 200 y 240 m de profundidad, es decir, con un espesor medio de 40 m donde estarían ubicados los mejores acuíferos, pertenecientes a la Formación Palomares del Terciario Superior. El acuífero es del tipo confinado, con una surgencia aproximada de 4 m.

Además del anterior, se encuentran cercanos a este sondaje otros 2 pozos (Pozo 5210-7100 C2 y 5210-7100 D1). El primero de ellos es un pozo surgente que se encuentra sin válvula, con un caudal aproximado de 0,6 l/s y que sus aguas dan origen a la laguna Jeanette, en el sector Nororiente de la Laguna Blanca. El otro pozo se localiza en el sector del Puesto Península y se encuentra entubado por sobre el nivel de terreno natural. El nivel piezométrico se midió en 0,8 m por sobre el terreno. Siguiendo hacia el Sur, en un sector cercano al Puesto Rivera se localizan el socavón La Leona y Don Jorge con caudales de 20 y 50 l/s, respectivamente, producto de afloramientos de aguas subterráneas.

Por otra parte, de acuerdo a los antecedentes disponibles se puede indicar que los estratos sedimentarios de las formaciones Filaret y Palomares, afloran en una amplia banda que se extiende por la parte central de Tierra del Fuego y continúan en el territorio continental en los sectores de Cabeza de Mar - Cerro Palomares y río Penitente - Cordillera Vidal (Posibilidades Acuíferas en la Zona del Asentamiento Kon - Aiken, R. Cortés, ENAP, 1973). Por lo tanto, una forma de explicar esta surgencia estaría en una posible recarga al Terciario por el lado Norponiente de la Laguna Blanca, dando lugar a presiones descendientes hacia el Suroriente, hasta conectarse en algún punto con las isopiezométricas originadas por el confinamiento sobre el Terciario.

De hecho, de acuerdo al perfil estratigráfico del mismo pozo citado, entre los 40 y 50 m se observa un estrato de rodados y grava, cuyas características acuíferas tal vez no fueron detectadas al realizar el sondaje, pero bien pueden existir otros sectores del estrato que tengan posibilidad de recarga y, por lo tanto, tengan agua almacenada. No obstante lo anterior, dentro del relleno Cuaternario se sabe que existen recursos hídricos subterráneos, como lo demuestra el pozo 5210-7000 D1, cuya profundidad es desconocida pero no muy grande, ya que su impulsión se debe a un molino de viento. De esta manera, en una zona tan amplia de relleno Cuaternario como es Laguna Blanca, la ubicación de los acuíferos puede ser bastante errática pero no por ello inexistente.

Respecto a la laguna propiamente tal, se puede asegurar que ella corresponde a un apozamiento y no al afloramiento de alguna napa como podría también ocurrir, ya que existe un estrato arcilloso superficial que impide la filtración. Este estrato actúa como un sello que impide al mismo tiempo el afloramiento, de tal manera que el agua existente se debe en gran medida a las aguas lluvias y a los distintos chorrillos que confluyen a la laguna.

Ahora bien, dado que desde esta Unidad hacia el Este, el clima comienza a ser más seco, y en aquellos lugares donde no existen pozos el abastecimiento de agua para el ganado se realiza en base a captaciones subsuperficiales, como las aguadas, las zanjas o los propios chorrillos y a veces en forma de vertientes, y como dichas fuentes son sólo alimentadas por recargas estacionales, el abastecimiento es muy vulnerable y poco seguro, corriéndose el riesgo que en un año seco no se disponga de suficiente agua, y las pérdidas en la actividad ganadera sean cuantiosas.

La Unidad Hidrogeológica IV (Continental Norte, sector Noroeste), no tiene ningún tipo de información hidrogeológica ni se sabe de la existencia de pozos profundos. Sin embargo, como una primera aproximación, se podría esperar una cierta similitud con las Unidades Hidrogeológicas I y II de Brunswick, ya que la posibilidad de encontrar acuíferos sería sólo en el relleno Cuaternario, a no más de 100 m de profundidad. No obstante, en esta zona el régimen de precipitaciones es más intenso y, por lo tanto, los recursos superficiales tienden a ser más abundantes y seguros, sin vislumbrarse una necesidad inmediata por construir pozos.

En relación a la Unidad Hidrogeológica V (Continental Norte, sector Norte), sólo se cuenta con dos pozos que pueden dar ciertos antecedentes sobre los sistemas acuíferos, aunque en forma muy parcial. El primero de ellos es el pozo 5200-7040 B1, que tiene una profundidad de 140 m, atravesando sólo rellenos del Cuaternario. En su perfil se pueden identificar 5 sectores con posibilidades acuíferas (24-30 m, 68-88 m, 102-104 m, 122-124 m y 130-132 m) cuyos materiales son de preferencia granulares, como grava fina o media, arena y gravilla, siempre con muy poco contenido de arcilla. Su nivel estático se mantiene en los 20 m aproximadamente, lo que estaría indicando que se trata de sistemas acuíferos confinados o semiconfinados.

Otro caso de interés registrado dentro de esta Unidad, es el pozo 5200-6930 C2. La profundidad total de perforación es de 152,4 m, quedando dentro del relleno Cuaternario. De su estratigrafía se puede considerar la existencia de 5 zonas acuíferas (40-45 m, 51-56 m, 81-87 m, 98-111 m y 140-146 m), lo cual estaría indicando una cierta continuidad en los sistemas acuíferos, si se le compara con el caso anterior, más todavía si este último también se presenta con napas semiconfinadas.

De todas maneras, es conveniente aclarar que debido a la variación topográfica, con presencia de quebradas, zonas bajas, cañadones, etc., es de esperar una natural discontinuidad en los acuíferos y una variación de la profundidad donde éstos se ubican.

Continuando con la Unidad Hidrogeológica VI (Continental Norte, sector Sur-Este), en el perfil B-B del plano de catastro de pozos se puede observar que entre los 50 a 100 m de profundidad, correspondiente al relleno Cuaternario, no existe presencia de estratos permeables que pudieran constituir acuíferos. Concretamente, esto se puede apreciar en la estratigrafía de los pozos 5220-6930 A4, 5220-6930 B2 y 5220-6930 A1. Respecto al relleno Terciario, su espesor está comprendido entre los 50 y 750 m de profundidad, y es allí donde se encuentran las principales formaciones acuíferas. Observando los estratos de los tres pozos citados, se pueden apreciar dos estratos de areniscas azules porosas y permeables. El primero de ellos se encuentra a más de 200 m. de profundidad, y tiene un espesor de 25 m; el segundo, ubicado bajo los 300 m, también presenta un espesor de 25 m. En algunos sectores, además se encuentra un espesor aproximado de 35 m (pozos 5220-6930 A1 y A4). Respecto a los pozos ubicados más arriba o hacia el sector de Posesión, el relleno Cuaternario empieza a tomar importancia, puesto que existe una serie de pozos de no más de 50 m que, con la ayuda de molinos de viento, levantan el agua y abastecen la necesidad de bebida para animales.

Respecto a la surgencia, tal como se puede observar en las curvas isofreáticas del Plano V.3.4-2, sólo se da en pozos del Terciario ubicados en el sector de la Primera Angostura.

Pasando a la Unidad Hidrogeológica VII (Continental Norte, sector Sur), sólo se sabe de la existencia de 3 pozos de riego, pero no se tiene ningún tipo de información sobre su estratigrafía ni características acuíferas. Sin embargo, teniendo como referencia las unidades vecinas III, V y VI, se puede intuir la presencia de un relleno Cuaternario de cierta importancia, hasta de unos 70 m de profundidad, con al menos dos sistemas acuíferos confinados o semiconfinados, de tipo más bien lenticulares y distribución errática. Respecto al Terciario, en el lado Este, vecino a la Unidad VI, podrían existir napas confinadas con niveles freáticos superiores al nivel del terreno (surgentes). Hacia el Oeste o el Norte, es cada vez menos factible y lo más probable es que se encuentren sólo acuíferos en el Cuaternario.

En la zona de Tierra del Fuego, se encuentra en su lado Poniente la Unidad Hidrogeológica VIII, la cual no tiene ningún tipo de información. Sin embargo, en base a la visita a terreno y a la entrevista con algunos lugareños, se sabe que tal vez allí se encuentren los sistemas acuíferos más pobres, por no decir inexistentes, de toda la Región Magallánica. A menos que en algunos puntos pudiera alcanzarse el Terciario, el relleno Cuaternario tiene muy pocas posibilidades acuíferas, pues presenta un alto contenido de arcilla que no da lugar a estratos permeables. Esto se hace crítico hacia el Sur, en la franja que bordea la costa de Bahía Inútil, donde ni siquiera los recursos superficiales son favorables, ya que por ser muy angosto, el agua de la lluvia rápidamente drena hacia el mar, con pocas posibilidades de infiltración y recarga hacia algún acuífero aislado que pudiera existir. Por estas razones, esta unidad hidrogeológica es la más crítica, siguiendo hacia el lado Sur, por un régimen típicamente de secano.

La Unidad Hidrogeológica IX, es sin duda la que presenta mayores riquezas acuíferas de Tierra del Fuego y, probablemente, de toda el área de estudio. Los informes, en general, indican la poca relevancia del relleno Cuaternario en comparación al relleno Terciario, que en el sector Norte da lugar a una enorme área con pozos de tipo surgentes, que en algunos casos los niveles pueden alcanzar hasta 60 m de altura por sobre la superficie del terreno,

resultando así muy atractivos por su bajo costo de operación. Actualmente los pozos habilitados para la extracción de agua potable no superan a los doce, pero es muy probable que en el mediano plazo entren a habilitarse unos cuantos pozos más, de los tantos sondajes realizados por ENAP que actualmente se encuentran sellados.

La estratigrafía propiamente tal, se puede observar con bastante detalle en los perfiles B-B, C-C, D-D, E-E, G-G y H-H (Figuras V.3.4-7 a la V.3.4-13), cuyas ubicaciones en planta se encuentran en el Plano V.3.4-1. El primer estrato acuífero es de areniscas azules y tiene un espesor medio de 25 m, encontrándose a unos 150 a 200 m de profundidad. El segundo estrato permeable, también de areniscas azules y de 25 m de espesor, se encuentra bajo los 270 m de profundidad y, el tercero, de aproximadamente 30 m de espesor, subyace a un estrato de arcilla marina, a una profundidad superior a los 300 m.

Ahora bien, si se compara la estratigrafía antes descrita con la de la Unidad VI en el Sector Sur (Primera Angostura), se aprecia que ambas Unidades Hidrogeológicas tienen características similares y continuas en cuanto al relleno Terciario, razón por la cual se puede concluir que están interconectadas, hecho que queda corroborado por las curvas isofreáticas que también dejan en evidencia esta interconexión al mantener la surgencia a pesar de la existencia, superficial, del Estrecho de Magallanes. Respecto a la recarga, en esta zona, éstas se ubican en las cercanías de la Sierra Balmaceda, donde afloran las areniscas azules y, por infiltración, captan directamente el agua lluvia o el agua proveniente de los deshielos.

Continuando con la Unidad Hidrogeológica X (Tierra del Fuego, Sector Oriente), se sabe que en la localidad de Cullen la situación del Terciario es similar a la presentada en la Unidad IX y el sector Sur de la Unidad VI (Continental Norte), aunque la surgencia se pierde debido a una mayor altitud topográfica. Sin embargo, como contrapartida, en esta Unidad toma cierta importancia el relleno Cuaternario, con espesores que fluctúan entre los 10 y 40 m, como lo demuestra la existencia del Pozo 5250-6850 B1.

Respecto a los estratos permeables del relleno Terciario, en el Perfil F-F (Figura V.3.4-11) y, directamente, en el Pozo 5250-6850 D1, se observan los estratos de areniscas azules, con 22 y 18 m de espesor, ubicados a los 70 y 110 m de profundidad, respectivamente, y un tercer estrato de arenisca porosa, de 22 m de espesor, a los 165 m de profundidad.

La Unidad Hidrogeológica XI corresponde a las cuencas de los ríos Chico y Grande, localizados al Sur de Tierra del Fuego. De esta Unidad no se dispone de información hidrogeológica; sin embargo, presenta ciertas similitudes con la Unidad IV, respecto a su geomorfología superficial y a su régimen de precipitaciones. Por esta razón, se podría esperar la existencia de acuíferos en el relleno Cuaternario a profundidades no superiores a los 100 m, aunque, debido a una mayor disponibilidad de recursos de aguas superficiales, la explotación de las aguas subterráneas, al menos en el mediano plazo, carece de interés.

En la Unidad Hidrogeológica XII , cercana a la ciudad de Puerto Natales existen acuíferos radicados en los sedimentos de la cubierta Cuaternaria y también en los materiales de la unidad del Terciario.

En la Unidad del Terciario es probable la ocurrencia de acuíferos con aguas confinadas e incluso surgentes, tal como está demostrado con los pozos perforados para la prospección de carbones, cerca del Recinto de Carabineros de Dorotea; sin embargo, éstos acuíferos confinados tendrían rendimientos pequeños y producirían no más que 0,1 a 0,5 l/s por

pozo. Otro pozo perforado en el sector de los Huertos Familiares de Puerto Natales, el cual es surgente y tiene un rendimiento no mayor que 0,5 l/s, habría penetrado probablemente acuíferos confinados del Terciario.

Sin embargo, el rendimiento de este acuífero es pobre y sólo con zanjones de drenaje de largo recorrido se podría obtener producciones de aguas más o menos interesantes; destacándose el hecho que, en la práctica, este acuífero es captado de modo natural por los numerosos chorrillos o pequeños cauces que lo interceptan los cuales, finalmente, tributan a su cauce principal aflorando como vertientes, como es el caso en donde se encuentran las captaciones de agua potable de la ciudad de Puerto Natales.

En la Unidad Hidrogeológica XIII, la única posibilidad de abastecimiento de agua subterránea, la constituyen los sedimentos pleistocénicos, porque no existen acuíferos en las rocas más antiguas. Los sedimentos pleistocénicos consisten en arcilla, arena y grava de muy pobre clasificación y depósitos morrénicos. En algunos lugares estos sedimentos tienen un espesor muy pequeño; sin embargo, en otros sectores es probable que puedan suministrar agua en pequeñas cantidades. La recarga de los sedimentos pleistocénicos proviene principalmente del agua que se infiltra después de una lluvia o de una nevada.

Los únicos antecedentes hidrogeológicos de este sector corresponden a 2 captaciones localizadas en el sector de Cerro Castillo, con producciones inferiores a 0,5 l/s.

V.3.4.3 Hidrogeología Cuantitativa

a) Uso Actual de las Aguas Subterráneas

i) Catastro Actualizado de Sondajes

Para la confección del catastro de pozos existentes en la zona de estudio se ha utilizado como información base los registros de pozos de la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) y el catastro disponible en la Dirección General de Aguas de fecha 1991, que fue completado y actualizado a Mayo de 1996.

El nuevo catastro incluye un total de 1.478 sondajes identificados y actualizados durante la campaña desarrollada en el verano de 1996, y se presenta en el Cuadro V.3.4-3.

El catastro realizado se preparó en un formato similar al utilizado en el Banco Nacional de Aguas de la D.G.A.. Por su parte, los sondajes catastrados han sido identificados con la numeración dada a éstos por ese organismo. En el Plano V.3.4-1 se presenta la ubicación de los sondajes más representativos de cada zona, los cuales han sido identificados en base a la nomenclatura CIREN-CORFO, es decir, en relación a la latitud y longitud asociada a cada posición. Sin embargo, cabe destacar que allí sólo se incluyen los sondajes más representativos de cada zona, ya que en muchos casos la alta concentración de ellos impide su adecuada representación en la escala usada. No obstante, esta dificultad sólo se da en el caso de los pozos de petróleo, quedando el detalle claramente establecido en el catastro antes citado.

Se describe a continuación el significado o contenido de cada columna correspondiente a cada pozo.

- NOMBRE DEL POZO: Corresponde al nombre propio que lo identifica.

- ROL IREN: Corresponde a la ubicación del pozo según coordenadas geográficas, acorde con la nomenclatura de CIREN- CORFO. La Latitud y Longitud se asignan cada 10 minutos geográficos, y dentro de esos cuadrantes, se numera el pozo con una letra seguida de números correlativos desde el 1 en adelante.

- COMUNA: Para mejor ubicación se ha preferido escribir el nombre de la Comuna, según codificación CONARA.

- UBICACION: Corresponde al nombre del predio o lugar donde se ubica el pozo.

- PROPIETARIO: Corresponde al dueño del pozo, no siempre es el dueño del predio donde éste se ubica.

- CONSTRUCTOR: Indica el nombre de la empresa que perforó el pozo y el número correlativo que lleva en esa empresa.

- USO: Se distinguen los siguientes casos: R = Regadío, I = Industrial, P = Agua Potable, PE = Petróleo, E = Estudio, O = Observación. Algunos de los pozos son seguidos de un subíndice: AB = Abandonado o SU = Sin uso

- COTA: Corresponde a la altura, medida en metros sobre el nivel del mar, obtenidas por nivelaciones topográficas o interpolaciones en cartografía escala 1:50.000 del I.G.M.

- AN QU: Se indica con una letra A aquellos pozos que cuentan con 1 ó más análisis físico-químicos de sus aguas.

- PROF PERF: Profundidad del pozo, en metros.

- PROF HABIL: Profundidad de habilitación del pozo, en metros.

- CAUDAL: Caudal máximo obtenido de la prueba de bombeo, al término de la construcción del pozo, en litros por segundo.

- NIVEL DINAM: Profundidad del nivel de aguas en el pozo al extraerse el caudal máximo anterior, en metros.

- NIVEL ESTAT: Profundidad del nivel de aguas en el pozo sin extracción de caudal a la fecha de la prueba de bombeo indicada.

- FECHA TERM: Mes y año del término de la construcción del pozo.

- OBS.: indica el número total de sondajes existentes en ese campo petrolífero del cual se ha incluido sólo el N°1 y aquellos extractores de agua.

CUADRO V.3.4-3
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	ANQU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
TORO 1B	5100 - 7230 - B 1	TORRES DEL PAINE		ENAP	ENAP				2002.0					5-61	
TORO 2	5100 - 7230 - D 1	TORRES DEL PAINE		ENAP	ENAP				1405.0					11-68	
TORO 3	5100 - 7230 - D 2	TORRES DEL PAINE		ENAP	ENAP				1827.0					12-69	
KARKE 1	5110 - 7230 - C 1	TORRES DEL PAINE		ENAP	ENAP				1966.7					1-74	
SOFIA 1	5130 - 7230 - A 1	NATALES		ENAP	ENAP				2587.8					5-74	
DIANA 1	5140 - 7210 - D 1	NATALES		ENAP	ENAP				1491.0					3-59	
DIANA 2	5140 - 7210 - D 2	NATALES		ENAP	ENAP				1930.0					3-67	
TRANQUILO NORTE 1	5150 - 7210 - B 1	NATALES		ENAP	ENAP				1500.0					5-73	
TRANQUILO 9	5150 - 7200 - C #	NATALES		ENAP	ENAP				635.9					3-83	
TRANQUILO 2A	5150 - 7200 - C 3	NATALES		ENAP	ENAP				595.5					4-72	
TRANQUILO 3	5150 - 7200 - C 4	NATALES		ENAP	ENAP				1932.6					2-87	
TRANQUILO 1	5150 - 7200 - C 1	NATALES		ENAP	ENAP				1127.0					10-58	
TRANQUILO 2	5150 - 7200 - C 2	NATALES		ENAP	ENAP				3108.3					2-59	
TRANQUILO 4	5150 - 7200 - C 5	NATALES		ENAP	ENAP				585.0					4-72	
TRANQUILO 7	5150 - 7200 - C 8	NATALES		ENAP	ENAP				613.0					1-82	
TRANQUILO 8	5150 - 7200 - C 9	NATALES		ENAP	ENAP				628.5					2-82	
TRANQUILO 5	5150 - 7200 - C 6	NATALES		ENAP	ENAP				1625.0					3-73	
TRANQUILO 6	5150 - 7200 - C 7	NATALES		ENAP	ENAP				1591.0					4-73	
VERTIENTES 1	- - -	-	-	ENAP	ENAP	PE					4.5		SURGENTE		1 de 6
COOP.CAÑADON GRANDE 15	5200 - 6910 - C 1	SAN GREGORIO	CAMPO LADEROS	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P-AB									
CONDOR OESTE 1	5200 - 6910 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CONDOR OESTE	ENAP	ENAP	PE									
COOP.CAÑADON GRANDE 10	5200 - 6920 - C 1	SAN GREGORIO	FAJA	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
MONTE AYMOND 1A	5200 - 6930 - C 1	SAN GREGORIO	TENENCIA MONTE AYMOND	CARABINEROS DE CHILE	ENAP	P-AB	145,00		155,0	152.0	0.4		20.0	5-65	
MONTE AYMOND 2	5200 - 6930 - C 2	SAN GREGORIO	TENENCIA MONTE AYMOND	CARABINEROS DE CHILE	ENAP	P	145,00		152.4	152.4	0.2	52.0		10-80	
MONTE AYMOND	5200 - 6930 - C 3	SAN GREGORIO	TENENCIA MONTE AYMOND	ENAP	ENAP	P			147.0	100.0			50.0	10-67	
COOP.CAÑADON GRANDE 7	5200 - 6930 - C 4	SAN GREGORIO	MONTE AYMOND 2	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOP.CAÑADON GRANDE 8	5200 - 6930 - D 1	SAN GREGORIO	MONTE AYMOND 3	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOP.CAÑADON GRANDE 2	5200 - 6940 - C 1	SAN GREGORIO	BALI-AIKE	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
TETERA 1	5200 - 6940 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO TETERA	ENAP	ENAP	PE									
COOP.CAÑADON GRANDE 3	5200 - 6940 - D 2	SAN GREGORIO	DICKY ALTO	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
MARTIN	5200 - 6950 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MARTIN	ENAP	ENAP	PE									
BRAZO NORTE 1	5200 - 6950 - C 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO BRAZO NORTE	ENAP	ENAP	PE									
DICKY A-2	5200 - 6950 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DICKY	ENAP	ENAP	P-SU	147,00		221.0	216.0			47.0	-55	
DICKY A-1	5200 - 6950 - D 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DICKY	ENAP	ENAP	P-AB									
FELL 1	5200 - 6950 - D 3	SAN GREGORIO	YACIMIENTO FELL	ENAP	ENAP	PE									
COOP.CAÑADON GRANDE 4	5200 - 6950 - D 4	SAN GREGORIO	DICKY-AIKE	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOP.CAÑADON GRANDE 1	5200 - 6950 - D 5	SAN GREGORIO	ROSE-AIKE	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P-AB									
CIAIKE 1	5200 - 7000 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CIAIKE	ENAP	ENAP	PE	182,35								
VANIA 1	5200 - 7010 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO VANIA	ENAP	ENAP	PE	193,89		1799.0						
PIEDRA GRANDE 1	5200 - 7010 - C 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PIEDRA GRANDE	ENAP	ENAP	PE									
GALLEGOS CHICO 1	5200 - 7030 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO GALLEGOS CHICO	ENAP	ENAP	PE									
GALLEGOS CHICO A-1	5200 - 7040 - B 1	LAGUNA BLANCA	RETEN TENIENTE MERINO	CARABINEROS DE CHILE	ENAP	P									
GALLEGOS CHICO A-2	5200 - 7040 - B 2	LAGUNA BLANCA	RETEN TENIENTE MERINO	CARABINEROS DE CHILE	ENAP	P	230,00		140.0	132.0			20.0	2-68	
GALLEGOS CHICO	5200 - 7040 - B 3	LAGUNA BLANCA	RETEN TENIENTE MERINO	CARABINEROS DE CHILE	ENAP	P	230,00		96.4	96.4	1.0	51.0		-67	
ESPERANZA 1	5200 - 7140 - B 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO ESPERANZA	ENAP	ENAP	PE									
DANIEL OESTE 1	5210 - 6840 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DANIEL OESTE	ENAP	ENAP	PE									
DANIEL 1	5210 - 6840 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DANIEL	ENAP	ENAP	PE	58,66								1 de 82
POSESION A-2	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P								3-61	
POSESION A-3	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P			122.0	122.0			30.6	4-61	
POSESION A-4	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P-SU			110.4	110.4	3.1		2.2		SURGENTE
POSESION A-5	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P	32,80		108.7	108.7			8.5	1-62	
POSESION A-6	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P	32,80		117.7	117.7			9.0	2-62	
POSESION A-7	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P	15,90	A	97.3	97.3		25.0	8.3	4-62	
POSESION A-8	5210 - 6850 -	SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	ENAP	ENAP	P	29,00		121.3	121.3			23.0	4-62	
POSESION 1	5210 - 6850 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO POSESION	ENAP	ENAP	PE	15,81								1 de 51
MYTILUS XE-1	5210 - 6850 - C 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA MYTILUS	ENAP	ENAP	PE									
COOP CAÑADON GRANDE 19	5210 - 6850 - C 2	SAN GREGORIO	PLAYA POSESION	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P-SU									
CAÑADON GRANDE 1	5210 - 6850 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CAÑADON GRANDE	ENAP	ENAP	PE	40,58								1 de 38
COOP.CAÑADON GRANDE 20	5210 - 6850 - D 2	SAN GREGORIO	POSESION FARO	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P-SU									

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
CONDOR 1	5210 - 6900 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CONDOR	ENAP	ENAP	PE	65.85								1 de 4
POSESION XE-1	5210 - 6900 - D 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA POSESION	ENAP	ENAP	PE									
TANDY 1	5210 - 6910 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO TANDY	ENAP	ENAP	PE	63.68								1 de 3
CAÑADON GRANDE A-15	5210 - 6910 - A 2	SAN GREGORIO	RETEN CAÑADON GRANDE	ENAP	ENAP	P	15.60		61.7	61.7	1.3		0.2	3-63	
CAÑADON GRANDE A-16	5210 - 6910 - A 3	SAN GREGORIO	LOCALIDAD CAÑADON GRANDE	ENAP	ENAP	P	17.00	A	62.1	62.1			SURGENTE	3-63	
CAÑADON GRANDE A-17	5210 - 6910 - A 4	SAN GREGORIO	LOCALIDAD CAÑADON GRANDE	ENAP	ENAP	P									
CAÑADON GRANDE A-18	5210 - 6910 - A 5	SAN GREGORIO	LOCALIDAD CAÑADON GRANDE	ENAP	ENAP	P									
COOP.CAÑADON GRANDE 16	5210 - 6910 - A 6	SAN GREGORIO	CAÑADON BAJO	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
ROBALO XE-1	5210 - 6910 - B 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA ROBALO	ENAP	ENAP	PE									
COOP.CAÑADON GRANDE 17	5210 - 6910 - B 2	SAN GREGORIO	CAÑADON GRANDE	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOP.CAÑADON GRANDE 18	5210 - 6910 - B 3	SAN GREGORIO	HOTEL	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P-SU									
NARROW XE-1	5210 - 6910 - C 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA NARROW	ENAP	ENAP	PE									
MONTE AYMOND 1	5210 - 6920 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MONTE AYMOND	ENAP	ENAP	PE	129.34								1 de 10
OKARER AIKE 1	5210 - 6920 - A 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO OKERER AIKE	ENAP	ENAP	PE									
COOP.CAÑADON GRANDE 14	5210 - 6920 - A 3	SAN GREGORIO	MUNICION LIMITE	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P-SU									
COOP.CAÑADON GRANDE 12	5210 - 6920 - A 4	SAN GREGORIO	MUNICION BAJO	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOPERATIVA OHIGGINS 13	5210 - 6920 - A 5	SAN GREGORIO	MANANTIAL ALTO 1	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			72.0				38.0		
COOP.CAÑADON GRANDE 13	5210 - 6920 - B 1	SAN GREGORIO	MUNICION	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOP.CAÑADON GRANDE 11	5210 - 6920 - B 2	SAN GREGORIO	MUNICION	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOPERATIVA OHIGGINS 16	5210 - 6920 - C 1	SAN GREGORIO	PUESTO BAHIA MUNICION	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			8.0				6.8		
COOP CAÑADON GRANDE 6	5210 - 6930 - A 1	SAN GREGORIO	MONTE AYMOND 1	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOP.CAÑACON GRANDE 9	5210 - 6930 - B 1	SAN GREGORIO	CHOCOLATE	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOPERATIVA OHIGGINS 14B	5210 - 6930 - B 2	SAN GREGORIO	MANANTIAL ALTO 3	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P-AB			99.0				SECO		
GUANACO 1	5210 - 6930 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO GUANACO	ENAP	ENAP	PE	127.53								
MUNICION 1	5210 - 6930 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MUNICION	ENAP	ENAP	PE	23.02								
MUNICION OESTE 1	5210 - 6930 - D 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MUNICION OESTE	ENAP	ENAP	PE	38.80		2757.5					8-89	
COOPERATIVA OHIGGINS 15	5210 - 6930 - D 3	SAN GREGORIO	MANANTIAL BAJO	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P-AB			55.0				SECO		
COOPERATIVA OHIGGINS 14	5210 - 6930 - D 4	SAN GREGORIO	MANANTIAL ALTO 2	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			37.0				18.0		
ESCORIAL 1	5210 - 6940 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO ESCORIAL	ENAP	ENAP	PE	190.02								
MOLINO 1	5210 - 6940 - A 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MOLINO	ENAP	ENAP	PE	191.73								1 de 2
CODORNIZ 1	5210 - 6940 - A 3	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CODORNIZ	ENAP	ENAP	PE									
COOPERATIVA OHIGGINS 10	5210 - 6940 - A 4	SAN GREGORIO	CERRO PAMPA	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			75.0				25.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 11	5210 - 6940 - A 5	SAN GREGORIO	PAMPA LARGA	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P-AB			92.0				SECO		
PAMPA LARGA 1	5210 - 6940 - B 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PAMPA LARGA	ENAP	ENAP	PE	217.34		1218.0						1 de 4
PAMPA LARGA A-1	5210 - 6940 - B 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PAMPA LARGA	ENAP	ENAP	P-SU	211.80		223.0	223.0		70.0	63.0		
COOP CAÑADON GRANDE 5	5210 - 6940 - B 3	SAN GREGORIO	DICKY BAJO	COOPERATIVA CAÑADON GRANDE		P									
COOPERATIVA OHIGGINS 24	5210 - 6940 - B 4	SAN GREGORIO	GUANACO HILL	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P-AB			60.0				SECO		
COOPERATIVA OHIGGINS 12	5210 - 6940 - B 5	SAN GREGORIO	PAMPA LARGA CENTRO	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			99.0				64.0		
NIKA 1	5210 - 6940 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO NIKA	ENAP	ENAP	PE	108.02								1 de 2
COOPERATIVA OHIGGINS 9	5210 - 6940 - C 2	SAN GREGORIO	CAÑADON MERIC	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			97.0				62.0		
POSTA PTA. DELGADA	5210 - 6940 - D 1	SAN GREGORIO	POSTA PRIMEROS AUXILIOS	ENAP	ENAP	P	50.00		79.0	74.3					
CHULENGO 1	5210 - 6940 - D 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CHULENGO	ENAP	ENAP	PE									
COOPERATIVA OHIGGINS 2	5210 - 6950 - A 1	SAN GREGORIO	DESOLACION FELL	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			40.0				25.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 1	5210 - 6950 - A 2	SAN GREGORIO	DOS DESOLACIONES	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			55.0				30.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 3	5210 - 6950 - B 1	SAN GREGORIO	ROSI-AIKE FELL	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			75.0				33.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 4	5210 - 6950 - C 1	SAN GREGORIO	DESOLACION PUESTO	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			42.0				40.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 6	5210 - 6950 - C 2	SAN GREGORIO	CALLE DESOLACION	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			87.0				52.0		
SAUCE 1	5210 - 6950 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO SAUCE	ENAP	ENAP	PE									
OVEJERO 1	5210 - 6950 - D 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO OVEJERO	ENAP	ENAP	PE									
COOPERATIVA OHIGGINS 7	5210 - 6950 - D 3	SAN GREGORIO	CALLE CENTRO	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			60.0				20.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 8	5210 - 6950 - D 4	SAN GREGORIO	TRES ESQUINEROS	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P-SU			104.0				54.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 5	5210 - 6950 - D 5	SAN GREGORIO	NIKA	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			94.0				54.0		
SAN JORGE 1	5210 - 7000 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO SAN JORGE	ENAP	ENAP	PE									
POZUELOS 1	5210 - 7010 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO POZUELOS	ENAP	ENAP	PE									
OAZY HARBOUR 4	5210 - 7040 - C 1	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ RUBIN Y CIA	R-AB	275.00		15.0		0.0			10-63	
OAZY HARBOUR 3	5210 - 7050 - B 1	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ RUBIN Y CIA	R-SU	260.00		95.0		0.0			10-63	
PELECHA A-1	5210 - 7050 - B 2	SAN GREGORIO	SECCION LA PELECHA	ENAP	ENAP	P	275.00		161.0	161.0				4-65	
OAZY HARBOUR 2	5210 - 7050 - B 3	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ RUBIN Y CIA	R	245.00		70.0				6.0	10-63	
OAZY HARBOUR 1	5210 - 7050 - D 1	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ RUBIN Y CIA	R	255.00		70.0				30.0	10-63	

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
LAGUNA BLANCA 1	5210 - 7100 - C 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO LAGUNA BLANCA	ENAP	ENAP	PE	152.50		2250.0	1788.1				3-54	
ZURDO 1	5210 - 7110 - B 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO ZURDO	ENAP	ENAP	PE									
SAN ANTONIO 1	5210 - 7130 - C 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO SAN ANTONIO	ENAP	ENAP	PE									
DUNGENESS NORTE 1	5220 - 6820 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DUNGENESS NORTE	ENAP	ENAP	PE									
DUNGENESS 1	5220 - 6820 - A 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DUNGENESS	ENAP	ENAP	PE	5.35								1 de 17
DANIEL ESTE A-1	5220 - 6830 -	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DANIEL ESTE	ENAP	ENAP	P			88.5	88.5			3.0	4-82	
DANIEL ESTE 1	5220 - 6830 - B 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DANIEL ESTE	ENAP	ENAP	PE	25.06								1 de 40
DUNGENESS XE-1	5220 - 6830 - B 2	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA DUNGENESS	ENAP	ENAP	PE									
CENTOLLA XE-1	5220 - 6830 - C 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA CENTOLLA	ENAP	ENAP	PE									
DELFIN XE-1	5220 - 6830 - D 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA DELFIN	ENAP	ENAP	PE									
DANIEL XE-1	5220 - 6840 - A 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA DANIEL	ENAP	ENAP	PE									1 de 13
SKVA ESTE-1	5220 - 6840 - A 2	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA SKVA ESTE	ENAP	ENAP	PE									
SKVA EX-1	5220 - 6840 - C 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA SKVA	ENAP	ENAP	PE									
ATUN XE-1	5220 - 6840 - B 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA ATUN	ENAP	ENAP	PE									
WALLIS XE-1	5220 - 6840 - D 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA WALLIS	ENAP	ENAP	PE									
ANGUILA NORTE XE-1	5220 - 6840 - D 2	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA ANGUILA NORTE	ENAP	ENAP	PE									
ANGUILA XE-1	5220 - 6840 - D 3	PRIMAVERA	COSTA AFUERA ANGUILA	ENAP	ENAP	PE									
JAIBA XE-1	5220 - 6850 - A 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA JAIBA	ENAP	ENAP	PE									
CANGREJO XE-1	5220 - 6850 - A 2	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA CANGREJO	ENAP	ENAP	PE									
NEPTUNO XE-1	5220 - 6850 - A 3	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA NEPTUNO	ENAP	ENAP	PE									
CAÑADON SUR XE-1	5220 - 6850 - B 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA CAÑADON SUR	ENAP	ENAP	PE									
PEJERREY XE-1	5220 - 6900 - B 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA PEJERREY	ENAP	ENAP	PE									
ERIZO XE-1	5220 - 6900 - B 2	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA ERIZO	ENAP	ENAP	PE									
SIRENA XE-1	5220 - 6900 - C 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA SIRENA	ENAP	ENAP	PE									
SPITEFUL XE-1	5220 - 6900 - D 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA SPITEFUL	ENAP	ENAP	PE									
PULPO XE-1	5220 - 6910 - A 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA PULPO	ENAP	ENAP	PE									
PINGUINO XE-1	5220 - 6910 - C 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA PINGUINO	ENAP	ENAP	PE									
CALAMAR XE-1	5220 - 6910 - D 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA CALAMAR	ENAP	ENAP	PE									
ASTARTE XE-1	5220 - 6910 - D 2	PRIMAVERA	COSTA AFUERA ASTARTE	ENAP	ENAP	PE									
ALMEJA NORTE XE-1	5220 - 6920 - A 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA ALMEJA NORTE	ENAP	ENAP	PE									
ALMEJA XE-1	5220 - 6920 - C 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA ALMEJA	ENAP	ENAP	PE									
ANGOSTURA NORTE 1	5220 - 6920 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA NORTE	ENAP	ENAP	PE									
ESPORA 1	5220 - 6920 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESPORA	ENAP	ENAP	PE	7.44	A							1 de 6
NERIC 1	5220 - 6930 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO NERIC	ENAP	ENAP	PE	34.29								1 de 2
PTA. DELGADA NORTE 1	5220 - 6930 - A 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA NORTE	ENAP	ENAP	PE	23.08								
PTA. DELGADA OESTE 1	5220 - 6930 - A 3	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA OESTE	ENAP	ENAP	PE									
PUNTA DELGADA A-1	5220 - 6930 - A 4	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA	ENAP	ENAP	P-SU	12.00	A	399.0	399.0	0.1		SURGENTE		
PUNTA DELGADA 1	5220 - 6930 - A 5	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA	ENAP	ENAP	PE	7.35								
CERRO NEGRO 1	5220 - 6930 - A 6	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CERRO NEGRO	ENAP	ENAP	PE	10.27								1 de 2
COOPERATIVA OHIGGINS 17	5220 - 6930 - A 7	SAN GREGORIO	CAMPO PARTICULAR	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			60.0				30.0		
DIRECCION 1	5220 - 6930 - B 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DIRECCION	ENAP	ENAP	PE	10.41								1 de 2
PUNTA DELGADA A-2	5220 - 6930 - B 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA ESTE	ENAP	ENAP	P-SU	12.90	A	325.0	291.0	0.0		SURGENTE		
PTA. DELGADA ESTE 1	5220 - 6930 - B 3	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA ESTE	ENAP	ENAP	PE	8.95								1 de 19
ALMEJA 1	5220 - 6930 - B 4	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA ESTE	ENAP	ENAP	PE	5.8		3225.5					9-94	
FARO 1	5220 - 6930 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO FARO	ENAP	ENAP	PE	10.10								1 de 2
COOPERATIVA OHIGGINS 20	5220 - 6930 - C 2	SAN GREGORIO	CAMPO BORREGOS	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			12.0				9.0		
COOPERATIVA OHIGGINS 21	5220 - 6930 - C 3	SAN GREGORIO	CAMPO PIEDRA GRANDE	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			52.0				22.0		
NIKA OESTE 1	5220 - 6940 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO NIKA OESTE	ENAP	ENAP	PE								5-59	
NIKA SUR 1	5220 - 6940 - A 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO NIKA SUR	ENAP	ENAP	PE									
COOPERATIVA OHIGGINS 18	5220 - 6940 - B 1	SAN GREGORIO	BUMPHILL BAJO	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			19.0				17.0		
SANTIAGO NORTE 1	5220 - 6940 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO SANTIAGO NORTE	ENAP	ENAP	PE									
PTA. SATELITE 1	5220 - 6940 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. SATELITE	ENAP	ENAP	PE									
COOPERATIVA OHIGGINS 19	5220 - 6940 - D 2	SAN GREGORIO	PAMPA PUESTO	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			8.0				7.4		
DORADO NORTE 1	5220 - 6950 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DORADO NORTE	ENAP	ENAP	PE									
MURTILLA 1	5220 - 6950 - A 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MURTILLA	ENAP	ENAP	PE									
KIMIRA AIKE NORTE 1	5220 - 6950 - B 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO KIMIRA AIKE NORTE	ENAP	ENAP	PE									
MOGOTE 1	5220 - 6950 - B 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MOGOTE	ENAP	ENAP	PE									
MATA NEGRA 1	5220 - 6950 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO MATA NEGRA	ENAP	ENAP	PE	88.30		2757.5					8-89	
DORADO 1	5220 - 6950 - C 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DORADO	ENAP	ENAP	PE									

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
KIMIRA AIKE 1	5220 - 6950 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO KIMIRA AIKE	ENAP	ENAP	PE									
KIMIRA AIKE SUR 1	5220 - 6950 - D 2	SAN GREGORIO	YACIMIENTO KIMIRA AIKE SUR	ENAP	ENAP	PE									
TUMBERO 1	5220 - 7000 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO TUMBERO	ENAP	ENAP	PE									
RIQUELME 1	5220 - 7100 - B 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO RIQUELME	ENAP	ENAP	PE									
SAN JOSE 1	5220 - 7140 - B 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO SAN JOSE	ENAP	ENAP	PE									
KRILL NORTE XE-1	5230 - 6830 - A 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA KRILL NORTE	ENAP	ENAP	PE									1 de 2
KRILL XE-1	5230 - 6830 - A 2	PRIMAVERA	COSTA AFUERA KRILL	ENAP	ENAP	PE									
CATALINA ESTE 1	5230 - 6830 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA ESTE	ENAP	ENAP	PE									
CARACOL 1	5230 - 6840 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CARACOL	ENAP	ENAP	PE									
PUNTA CATALINA A-1	5230 - 6840 - A 2	PRIMAVERA	PUNTA CATALINA	ENAP	ENAP	PE									
PUNTA CATALINA A-2	5230 - 6840 - A 3	PRIMAVERA	PUNTA CATALINA	ENAP	ENAP	P	6.00		249.5	235.7	3.3			10-78	
CATALINA NORTE 1	5230 - 6840 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA NORTE	ENAP	ENAP	P	6.00		162.1	159.8				7-78	
LINARES 1	5230 - 6840 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LINARES	ENAP	ENAP	PE									
ENSENADA 1	5230 - 6840 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO ENSENADA	ENAP	ENAP	PE	5.80		2309.5	1696.9				2-81	
FARO ESTE 1	5220 - 6930 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO FARO ESTE	ENAP	ENAP	PE									
FARO ESTE XE-1	5220 - 6930 - D 2	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA B DIRECCION	ENAP	ENAP	PE	7.18		2328.8	2308.3					1 de 2
CORSARIO XE-1	5230 - 6850 - A 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA CORSARIO	ENAP	ENAP	PE			725.0					5-59	1 de 19
OSTION XE-1	5230 - 6850 - B 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA OSTION	ENAP	ENAP	PE			2191.5						
BAHIA 1	5230 - 6850 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO BAHIA	ENAP	ENAP	PE								7-84	
ENSENADA NORTE 1	5230 - 6850 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO ENSENADA NORTE	ENAP	ENAP	PE									
CALAFATE NORTE 1	5230 - 6850 - D 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE NORTE	ENAP	ENAP	PE									1 de 2
TONINA XE-1	5230 - 6900 - A 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA TONINA	ENAP	ENAP	PE			2341.5	2196.5				3-54	1 de 2
LANGOSTA XE-1	5230 - 6900 - A 2	PRIMAVERA	COSTA AFUERA LANGOSTA	ENAP	ENAP	PE									
PECTEN XE-1	5230 - 6900 - B 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA PECTEN	ENAP	ENAP	PE									
MEDUZA XE-1	5230 - 6900 - C 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA MEDUZA	ENAP	ENAP	PE									
TERRAMAR XE-1	5230 - 6900 - D 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA TERRAMAR	ENAP	ENAP	PE									
BALLENA XE-1	5230 - 6900 - D 2	PRIMAVERA	COSTA AFUERA BALLENA	ENAP	ENAP	PE									
CAMARON 1	5230 - 6900 - D 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO CAMARON	ENAP	ENAP	PE									
CERRO MANANTIALES 1	5230 - 6920 -	PRIMAVERA	YACIMIENTO CERRO MANANTIALES	ENAP	ENAP	PE			1881.0	1881.0				7-80	
MANANTIALES A-4	5230 - 6920 -	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES	ENAP	ENAP	P	31.70		400.0	330.0				2-51	
MANANTIALES A-2	5230 - 6920 -	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES	ENAP	ENAP	P		A	400.0	400.0					
PICTON 1	5230 - 6920 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PICTON	ENAP	ENAP	P	30.00		400.0	395.0				2-50	
ANGOSTURA ESTE 1	5230 - 6920 - A 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA ESTE	ENAP	ENAP	PE	7.40		2334.3					5-88	
MANANTIALES 1	5230 - 6920 - A 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES	ENAP	ENAP	PE									
MANANTIALES ESTE 1	5230 - 6920 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES ESTE	ENAP	ENAP	PE	8.37		2283.8	2064.8				1-46	1 de 40
MANANTIALES SUR 1	5230 - 6920 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES SUR	ENAP	ENAP	PE	19.60								1 de 3
LAS VICLETAS 1	5230 - 6920 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES SUR	ENAP	ENAP	PE	44.72								1 de 2
NEVENKA 1	5230 - 6920 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO NEVENKA	ENAP	ENAP	PE	23.3		2955.1					9-93	
ANGOSTURA 1	5230 - 6930 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA	ENAP	ENAP	PE	8.50		1956.8					2-88	
ANGOSTURA SUR 1	5230 - 6930 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA SUR	ENAP	ENAP	PE	9.43	A					SURGENTE		
PUNTA BAJA OESTE 1	5230 - 6930 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PTA. BAJA OESTE	ENAP	ENAP	PE			2339.7				SURGENTE		1 de 4
PUNTA BAJA 1	5230 - 6930 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PUNTA BAJA	ENAP	ENAP	PE	30.48		2525.0					11-73	
SANTIAGO 1	5230 - 6940 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO SANTIAGO	ENAP	ENAP	PE								6-59	
COOPERATIVA OHIGGINS 23	5230 - 6940 - A 2	SAN GREGORIO	CAMPO PLAYA	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P			10.0						1 de 12
COOPERATIVA OHIGGINS 22	5230 - 6940 - B 1	SAN GREGORIO	CAMPO PIRAMIDE DE PLAYA	COOPERATIVA BERNARDO OHIGGINS		P							3.0		
TORTUGA XE-1	5230 - 6940 - C 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA TORTUGA	ENAP	ENAP	PE									
DORADO SUR 1	5230 - 6950 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO DORADO SUR	ENAP	ENAP	PE									
BROTULA XE-1	5230 - 6950 - B 1	SAN GREGORIO	COSTA AFUERA BROTULA	ENAP	ENAP	PE									
PUNTA SARA 1	5230 - 7000 - A 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PUERTO SARA	ENAP	ENAP	PE									
AMADEO 1	5230 - 7000 - B 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO AMADEO	ENAP	ENAP	PE									
GREGORIO 1	5230 - 7010 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO GREGORIO	ENAP	ENAP	PE									
OAZY HARBOUR 7	5230 - 7020 - A 1	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ, RUBIN Y CIA	R	48.00		140.0				11.0	10-63	
OAZY HARBOUR 6	5230 - 7020 - C 1	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ, RUBIN Y CIA	R	38.00		140.0				11.0	10-63	
OAZY HARBOUR 9	5230 - 7020 - C 2	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ, RUBIN Y CIA	R	15.00		75.0				8.0	10-63	
PUNTA DEL CERRO 1	5230 - 7020 - D 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DEL CERRO	ENAP	ENAP	PE	26.17								
OAZY HARBOUR 5	5230 - 7030 - B 1	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ, RUBIN Y CIA	R	48.00		80.0				12.0	10-63	1 de 4
OAZY HARBOUR 8	5230 - 7030 - B 2	SAN GREGORIO	ESTANCIA OAZY HARBOUR	SOC EXPLOTADORA DE T DEL FUEGO	MARTINEZ, RUBIN Y CIA	R	48.00		65.0				7.0	10-63	
CRUCEROS 1	5230 - 7040 - C 1	SAN GREGORIO	YACIMIENTO CRUCEROS	ENAP	ENAP	PE									
MANZANO 1	5230 - 7100 - C 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO MANZANO	ENAP	ENAP	PE									

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
EL SANTO 1	5230 - 7140 - B 1	LAGUNA BLANCA	YACIMIENTO EL SALTO	ENAP	ENAP	PE									
CATALINA 1	5240 - 6830 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA	ENAP	ENAP	PE	23.46	A	1976.5	1730.7				3-55	1 de 11
GORRION 1	5240 - 6830 - A 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO GORRION	ENAP	ENAP	PE									
CATALINA SUR 1	5240 - 6830 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA SUR	ENAP	ENAP	PE	115.92								1 de 14
CALAFATE ESTE 1	5240 - 6840 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE NORTE	ENAP	ENAP	PE	114.64								1 de 3
CATALINA OESTE 1	5240 - 6840 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA OESTE	ENAP	ENAP	PE									
LLANURA 1	5240 - 6840 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO LLANURA	ENAP	ENAP	PE									
ESTEPA 1	5240 - 6840 - B 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTEPA	ENAP	ENAP	PE									
ALBATROS 1	5240 - 6840 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ALBATROS	ENAP	ENAP	PE	111.64								1 de 5
ALBATROS SUR 1	5240 - 6840 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO ALBATROS SUR	ENAP	ENAP	PE	112.02								
HALCON 1	5240 - 6840 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO HALCON	ENAP	ENAP	PE	141.70		2285.5					2-88	
CORMORAN 1	5240 - 6840 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO CORMORAN	ENAP	ENAP	PE	124.22								1 de 2
LITORAL 1	5240 - 6850 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LITORAL	ENAP	ENAP	PE									
CALAFATE A-1	5240 - 6850 - A 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE	ENAP	ENAP	P			193.0	193.0			45.0		
CALAFATE 1	5240 - 6850 - A 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE	ENAP	ENAP	PE	67.82	A			0.2		SURGENTE		1 de 33
CUARTO CHORRILLO 1	5240 - 6850 - A 4	PRIMAVERA	YACIMIENTO CUARTO CHORRILLO	ENAP	ENAP	PE	40.56	A	1862.5					10-54	1 de 16
CALAFATE OESTE 1	5240 - 6850 - A 5	PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE OESTE	ENAP	ENAP	PE									
ZORZAL 1	5240 - 6850 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ZORZAL	ENAP	ENAP	PE									
GOLONDRINA 1	5240 - 6850 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO GOLONDRINA	ENAP	ENAP	PE	182.74								1 de 2
MAJADAS 1	5240 - 6900 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO MAJADAS	ENAP	ENAP	PE	20.30		1948.9		20.2		SURGENTE	10-54	1 de 7
LOMAS 1	5240 - 6900 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LOMAS	ENAP	ENAP	PE	22.49								
PANTANO 1	5240 - 6900 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PANTANO	ENAP	ENAP	PE									
SOMBRERO A-1	5240 - 6910 -	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO	ENAP	ENAP	P	59.00		251.0	248.0					
PORFIADA 1	5240 - 6910 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PORFIADA	ENAP	ENAP	PE	17.31		2152.4					4-55	1 de 2
SOMBRERO NORTE 1	5240 - 6910 - A 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO NORTE	ENAP	ENAP	PE	26.90								1 de 2
SOMBRERO 1	5240 - 6910 - A 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO	ENAP	ENAP	PE	34.74	A	2266.9	2228.2				11-50	1 de 30
SIDE 1	5240 - 6910 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO SIDE	ENAP	ENAP	PE	20.84								1 de 2
MELLIZOS 1	5240 - 6910 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO MELLIZOS	ENAP	ENAP	PE	30.55								
SOMBRERO OESTE 1	5240 - 6910 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO OESTE	ENAP	ENAP	PE									
SOMBRERO ESTE 1	5240 - 6910 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO ESTE	ENAP	ENAP	PE	36.82								
SOMBRERO A-2	5240 - 6910 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO	ENAP	ENAP	P	43.43		249.2	249.2	4.3		SURGENTE		
SOMBRERO SUR 1	5240 - 6910 - D 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO	ENAP	ENAP	PE	94.2		2444.7					6-95	
LAS VEGAS 1	5240 - 6920 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LAS VEGAS	ENAP	ENAP	PE	18.80		2447.9					2-55	1 de 6
CHAÑARCILLO 1	5240 - 6920 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO	ENAP	ENAP	PE	39.94		2370.4	2238.6				3-50	1 de 35
VICTORIA OESTE 1	5240 - 6920 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA OESTE	ENAP	ENAP	PE	36.58	A	2340.1	2313.6				1-54	1 de 10
VICTORIA SUR 1	5240 - 6920 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR	ENAP	ENAP	PE	48.79		2312.2	2285.7				6-50	1 de 40
VICTORIA NORTE 1	5240 - 6920 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA NORTE	ENAP	ENAP	PE	37.16		2278.5	2236.0				9-50	1 de 7
VICTORIA ESTE 1	5240 - 6920 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA ESTE	ENAP	ENAP	PE	57.95							4-52	1 de 20
ARENAL 1	5240 - 6930 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ARENAL	ENAP	ENAP	PE	35.73								1 de 2
LOS MORROS 1	5240 - 6930 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LOS MORROS	ENAP	ENAP	PE									1 de 5
LOS MORROS ESTE 1	5240 - 6930 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO LOS MORROS ESTE	ENAP	ENAP	PE	23.70		2395.3					9-74	
COLINA 1	5240 - 6930 - B 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO COLINA	ENAP	ENAP	PE									
ROSAL 1	5240 - 6930 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ROSAL	ENAP	ENAP	PE									
VELLONERO 1	5240 - 6930 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO VELLONERO	ENAP	ENAP	PE									
LAUTARO 1	5240 - 6930 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO LAUTARO	ENAP	ENAP	PE	56.39								1 de 11
HUIRO XE-1	5240 - 6940 - C 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA HUIRO	ENAP	ENAP	PE									
PUNTA PIEDRA 1	5240 - 6940 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO PUNTA PIEDRA	ENAP	ENAP	PE									
TREBOL 1	5240 - 6940 - C 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO TREBOL	ENAP	ENAP	PE									
CABAÑA 1	5240 - 6940 - C 4	PRIMAVERA	YACIMIENTO CABAÑA	ENAP	ENAP	PE									
MERLUZA XE-1	5240 - 6950 - A 1	PRIMAVERA	COSTA AFUERA MERLUZA	ENAP	ENAP	PE									
PONSONBY 1	5240 - 7130 - B 1	RIO VERDE	YACIMIENTO PONSONBY	ENAP	ENAP	PE									
ARACELIS 1	5240 - 7130 - C 1	RIO VERDE	YACIMIENTO ARACELIS	ENAP	ENAP	PE									
CHILENITA 1	5240 - 7150 - B 1	RIO VERDE	YACIMIENTO CHILENITA	ENAP	ENAP	PE									
TRES LAGOS NORTE 1	5250 - 6830 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO TRES LAGOS NORTE	ENAP	ENAP	PE	74.93								1 de 6
CULLEN ESTE 1	5250 - 6840 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN ESTE	ENAP	ENAP	PE									
MARIA EMILIA 1	5250 - 6840 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO MARIA CECILIA	ENAP	ENAP	PE	91.63								1 de 3
PARAGUAYA 1	5250 - 6840 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO PARAGUAYA	ENAP	ENAP	PE	159.52								
TORDO 1	5250 - 6840 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO TORDO	ENAP	ENAP	PE	115.70		1827.7					4-83	
TRES LAGOS A-1	5250 - 6840 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO TRES LAGOS	ENAP	ENAP	P			363.0	363.0				2-56	

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
TRES LAGOS 1	5250 - 6840 - C 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO TRES LAGOS	ENAP	ENAP	PE	136 96	A							
TRES LAGOS A-2	5250 - 6840 - C 4	PRIMAVERA	CAMPAMENTO TRES LAGOS	ENAP	ENAP	P									
LYNCH NORTE 1	5250 - 6850 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LYNCH	ENAP	ENAP	PE					0.2				1 de 70
LYNCH 1	5250 - 6850 - A 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO LYNCH	ENAP	ENAP	PE	208 36								
POZO AGUA CULLEN	5250 - 6850 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P		A	102 0		0.2	9 0	2 4		1 de 13
CULLEN A- 1	5250 - 6850 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P		A	41 7	41 5	3 5			11-55	
CULLEN A- 3	5250 - 6850 - B 3	PRIMAVERA	CAMPAMENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P								49	
CULLEN A- 4	5250 - 6850 - B 4	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P		A			3 2			9-57	
CULLEN A- 5	5250 - 6850 - B 5	PRIMAVERA	CAMPAMENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P		A			0 2				
CULLEN A- 7	5250 - 6850 - B 6	PRIMAVERA	CAMPAMENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P		A			3 2				
CULLEN A- 9	5250 - 6850 - B 7	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P		A	158 0	152 0	3 3			5-61	
CULLEN A-10	5250 - 6850 - B 8	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P			90 0	90 0				12-55	
CULLEN A-11	5250 - 6850 - B 9	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P			218 5	217 0				1-60	
CULLEN A-12	5250 - 6850 - B 10	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P			209.4	209.4				1-61	
CULLEN A-13	5250 - 6850 - B 11	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P			26 0		5 4			84	
CULLEN A-14	5250 - 6850 - B 12	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P-SU								84	
CULLEN A-15	5250 - 6850 - B 13	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P-SU					6 5	4 9		84	
CULLEN A-16	5250 - 6850 - B 14	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P-SU					6 0	6 7		84	
CULLEN A-17	5250 - 6850 - B 15	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P-SU					7 1	5 4		84	
PARAGUAYA A-1	5250 - 6850 - B 16	PRIMAVERA	YACIMIENTO PARAGUAYA	ENAP	ENAP	P-SU								84	
PARAGUAYA A-2	5250 - 6850 - B 17	PRIMAVERA	YACIMIENTO PARAGUAYA	ENAP	ENAP	P-SU								84	
PARAGUAYA A-3	5250 - 6850 - B 18	PRIMAVERA	YACIMIENTO PARAGUAYA	ENAP	ENAP	P-SU								84	
PARAGUAYA A-4	5250 - 6850 - B 19	PRIMAVERA	YACIMIENTO PARAGUAYA		ENAP	P-SU								84	
PARAGUAYA A-5	5250 - 6850 - B 20	PRIMAVERA	YACIMIENTO PARAGUAYA		ENAP	P-SU								84	
CULLEN 1	5250 - 6850 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	ENAP	ENAP	P-SU								84	
SULTANA 1	5250 - 6900 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO SULTANA	ENAP	ENAP	PE	160 54				6 5	6.4		84	1 de 122
LYNCH OESTE 1	5250 - 6900 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LYNCH OESTE	ENAP	ENAP	PE	229 73								
LYNCH SUR 1	5250 - 6900 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LYNCH SUR	ENAP	ENAP	PE	224 93								
CHILLAN 1	5250 - 6910 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CHILLAN	ENAP	ENAP	PE									
PRIMAVERA 1	5250 - 6910 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PRIMAVERA	ENAP	ENAP	PE	85 18		2251 8	2238 8	16 8		SURGENTE	10-53	1 de 28
CHILLAN SUR 1	5250 - 6910 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CHILLAN SUR	ENAP	ENAP	PE	101 48								1 de 3
OLIVOS 1	5250 - 6910 - D 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO OLIVOS	ENAP	ENAP	PE									
ESTANCIA NUEVA 1	5250 - 6920 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA	ENAP	ENAP	PE	150 53								
CAMPANARIO NORTE 1	5250 - 6920 - A 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO CAMPANARIO NORTE	ENAP	ENAP	PE									1 de 4
SISMICO ESTANCIA NUEVA	5250 - 6920 - A 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA	ENAP	ENAP	P			180 0	180 0			SURGENTE		
ESTANCIA NUEVA A-1	5250 - 6920 - A 4	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA	ENAP	ENAP	P			230 0	136 0				3-58	
ESTANCIA NUEVA A-2	5250 - 6920 - A 5	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA	ENAP	ENAP	P			270.0	270 0				1-60	
ESTANCIA NUEVA A-3	5250 - 6920 - A 6	PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA	ENAP	ENAP	P			284 0	284.0				11-60	
AVELINA 1	5250 - 6920 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO AVELINA	ENAP	ENAP	PE	74 80								
BELLAVISTA 1	5250 - 6920 - B 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO BELLAVISTA	ENAP	ENAP	PE									1 de 3
CAMPANARIO 1	5250 - 6920 - B 3	PRIMAVERA	YACIMIENTO CAMPANARIO	ENAP	ENAP	PE									
O'HIGGINS 1	5250 - 6920 - C 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO O'HIGGINS	ENAP	ENAP	PE	243.13								
CAMPANARIO SUR 1	5250 - 6920 - C 2	PRIMAVERA	YACIMIENTO CAMPANARIO SUR	ENAP	ENAP	PE	152 90		2571 5					3-74	1 de 2
LAUTARO SUR 1	5250 - 6930 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO LAUTARO SUR	ENAP	ENAP	PE									
PROGRESO 1	5250 - 6930 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PROGRESO	ENAP	ENAP	PE	315 27		3115 4					4-62	
RIO DEL ORO 1	5250 - 6940 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO RIO DEL ORO	ENAP	ENAP	PE	38 35								
OSCAR 1	5250 - 6940 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO OSCAR	ENAP	ENAP	PE	59 08								
PATAGON 1	5250 - 6950 - A 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO PATAGON	ENAP	ENAP	PE	38 35								
COLONO 1	5250 - 6950 - D 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO COLONO	ENAP	ENAP	PE									
CLARENCIA 1	5250 - 7000 - B 1	PRIMAVERA	YACIMIENTO CLARENCIA	ENAP	ENAP	PE	32 99								
CABO NEGRO 1	5250 - 7040 - C 1	PTA ARENAS	CABO PORPOSSE	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	E-AB	1 00		70 0					63	
CABO NEGRO 4	5250 - 7040 - C 2	PTA ARENAS	CABO PORPOSSE	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	E-AB	1 00		32 0					53	
CABO NEGRO 3	5250 - 7040 - C 3	PTA ARENAS	CABO PORPOSSE	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	E-AB	1,00		15 0					53	
CABO NEGRO 2	5250 - 7040 - C 4	PTA ARENAS	CABO PORPOSSE	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	P	1 00		31 0	31 0	0 3			53	
CABO NEGRO 5	5250 - 7040 - C 5	PTA ARENAS	CABO PORPOSSE	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	E-AB	1 00		12 0					53	
CABO NEGRO 6	5250 - 7040 - C 6	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	E-AB	5 00		26 0					63	
CABO NEGRO 7	5250 - 7040 - C 7	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	CIA INTEROCEAN GAS	ENAP	E-AB	1 00		32 0				17 0	63	
LAREDO 1-E	5250 - 7040 - C 8	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	P	2 70	A	12 8	12 8	2 0			63	
LAREDO 5-E	5250 - 7040 - C 9	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	P	3 02		18 0	18 0	1 4		1 5	10-71	
													1 0	1-73	

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
LAREDO 9-E	5250 - 7040 - C 10	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	E-AB	1.58		15.0		0.2			8-75	
LAREDO 7-E	5250 - 7040 - C 11	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	P	2.15	A	15.0	15.0	1.9		5.0	8-75	
LAREDO 8-E	5250 - 7040 - C 12	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	E-AB			13.6					2-77	
CHABUNCO A-1	5250 - 7040 - C 13	PTA ARENAS	AEROPUERTO DE CHABUNCO	FACH	ENAP	P-SU	34.00		351.0				150.0	60	
CABO NEGRO 8A	5250 - 7040 - C 14	PTA ARENAS	PLANTA PETROQUIMICA CABO NEGRO	ENAP	ENAP	P			32.0	28.0	0.1			2-69	
CABO NEGRO 6B	5250 - 7040 - C 15	PTA ARENAS	PLANTA PETROQUIMICA CABO NEGRO	ENAP	ENAP	P								4-69	
MARCOU 1	5250 - 7050 - A 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO MARCOU	ENAP	ENAP	PE									
SULLIVAN 1	5250 - 7050 - C 1	PTA ARENAS	ESTANCIA HARBOUR			P	42.70		154.2						
LAREDO 3-E	5250 - 7050 - D 1	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	E-AB	5.30		30.0		0.0			11-71	
LAREDO 4-E	5250 - 7050 - D 2	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	P	5.30		13.0	9.8	0.3			11-71	
LAREDO 2-E	5250 - 7050 - D 3	PTA ARENAS	BAHIA LAREDO	ENAP	ENAP	P	5.00	A	12.7	12.7	0.7	5.0	1.0	11-71	
KON AIKEN A-1	5250 - 7100 - B 1	PTA ARENAS	RADIOESTACION KON AIKEN	ARMADA DE CHILE	ENAP	P-AB	5.51							7-73	
KON AIKEN A-2	5250 - 7100 - B 2	PTA ARENAS	RADIOESTACION KON AIKEN	ARMADA DE CHILE	ENAP	P-AB	5.51							7-73	
KON AIKEN A-3	5250 - 7100 - B 3	PTA ARENAS	RADIOESTACION KON AIKEN	ARMADA DE CHILE	ENAP	P-AB	5.51		60.0					7-73	
KON AIKEN A-4	5250 - 7100 - B 4	PTA ARENAS	RADIOESTACION KON AIKEN	ARMADA DE CHILE	ENAP	P-AB	5.51							7-73	
SULLIVAN 5	5250 - 7100 - B 5	PTA ARENAS	ESTANCIA HARBOUR			E	42.50		920.7						
SULLIVAN 4	5250 - 7100 - B 8	PTA ARENAS	ESTANCIA HARBOUR			E-AB	45.50		275.0						
KON AIKEN 1	5250 - 7100 - C 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO KON AIKEN	ENAP	ENAP	PE									
PECKET 1	5250 - 7100 - D 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO PECKET	ENAP	ENAP	PE									1 de 6
SULLIVAN 2	5250 - 7100 - D 2	PTA ARENAS	ESTANCIA HARBOUR			P	44.70		110.5						
SULLIVAN 3	5250 - 7100 - D 3	PTA ARENAS	ESTANCIA HARBOUR			E-AB			110.1						
OTWAY 1	5250 - 7110 - D 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO OTWAY	ENAP	ENAP	PE									
GRIMAL 1	5250 - 7130 - B 1	RIO VERDE	YACIMIENTO GRIMAL	ENAP	ENAP	PE									
TRES LAGOS SUR 1	5300 - 6830 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO TRES LAGOS SUR	ENAP	ENAP	PE	110.07								1 de 21
CAIQUEN 1	5300 - 6830 - A 2	PORVENIR	YACIMIENTO CAIQUEN	ENAP	ENAP	PE									
FILARET OESTE 1	5300 - 6840 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO FILARET OESTE	ENAP	ENAP	PE									
FILARET 1	5300 - 6840 - A 2	PORVENIR	YACIMIENTO FILARET	ENAP	ENAP	PE	25.56								1 de 4
FILARET NORTE 1	5300 - 6840 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO FILARET NORTE	ENAP	ENAP	PE	37.33								1 de 7
FILARET SUR 1	5300 - 6840 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO FILARET SUR	ENAP	ENAP	PE	8.50		1956.8					2-88	
FLAMENCO ESTE 1	5300 - 6840 - C 2	PORVENIR	YACIMIENTO FLAMENCO ESTE	ENAP	ENAP	PE									
FLAMENCO SUR 1	5300 - 6840 - C 3	PORVENIR	YACIMIENTO FLAMENCO SUR	ENAP	ENAP	PE									
BANDURRIA 1	5300 - 6840 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO BANDURRIA	ENAP	ENAP	PE	5.38								1 de 2
PATO 1	5300 - 6840 - D 2	PORVENIR	YACIMIENTO BANDURRIA		ENAP	PE	16.4		2681.5					10-91	
HUASO 1	5300 - 6850 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO HUASO	ENAP	ENAP	PE									
BAQUEDANO ESTE 1	5300 - 6850 - A 2	PORVENIR	YACIMIENTO BAQUEDANO ESTE	ENAP	ENAP	PE									
QUELTEHUE 1	5300 - 6850 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO QUELTEHUE	ENAP	ENAP	PE									
AVUTARDA 1	5300 - 6850 - C 2	PORVENIR	YACIMIENTO AVUTARDA	ENAP	ENAP	PE	28.75								1 de 3
ÑANDU 1	5300 - 6850 - C 3	PORVENIR	YACIMIENTO ÑANDU	ENAP	ENAP	PE	35.33								1 de 5
FLAMENCO NORTE 1	5300 - 6850 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO FLAMENCO NORTE	ENAP	ENAP	PE									
FLAMENCO 1	5300 - 6850 - D 2	PORVENIR	YACIMIENTO FLAMENCO	ENAP	ENAP	PE	15.30								1 de 16
FLAMENCO OESTE	5300 - 6850 - D 3	PORVENIR	YACIMIENTO FLAMENCO	ENAP	ENAP	PE	9.6		2495.5					4-94	
BAQUEDANO 1	5300 - 6900 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO BAQUEDANO	ENAP	ENAP	PE	205.26								
CHINA CREEK 1	5300 - 6910 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO CHINA CREEK	ENAP	ENAP	PE	66.06								1 de 4
CARRERA 1	5300 - 6920 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO CARRERA	ENAP	ENAP	PE									
CHILE 1	5300 - 6920 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO CHILE	ENAP	ENAP	PE									
AURORA 1	5300 - 6920 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO AURORA	ENAP	ENAP	PE	230.24								
FUEGUINO 1	5300 - 6950 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO FUEGUINO	ENAP	ENAP	PE									
OJO BUENO A-1	5300 - 7050 - A 1	PTA ARENAS	RANCHO MILITAR R. SCHENEIDER	ENAP	ENAP	P			30.0	30.0	2.5	6.0	3.0	7-75	
CHABUNCO 1	5300 - 7050 - A 2	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	P	250.20		309.6				SURGENTE		
VULCANO 1	5300 - 7050 - A 3	PTA ARENAS	YACIMIENTO VULCANO	ENAP	ENAP	PE									
CHABUNCO 2-A	5300 - 7050 - B 1	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP - AGUA	E	5.39	A	36.5	34.0	10.0	16.0	SURGENTE	7-76	
CHABUNCO 6	5300 - 7050 - B 2	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP - AGUA	E	6.05	A	59.0	14.0			0.1	7-76	
CHABUNCO 5	5300 - 7050 - B 3	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	E	5.51	A					SURGENTE	7-76	
CHABUNCO 7-A	5300 - 7050 - B 4	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP - AGUA	E	6.52		29.7	14.5			0.1	7-76	
CHABUNCO 15	5300 - 7050 - B 5	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP - AGUA	E	11.10		36.0	14.2				7-76	
CHABUNCO 11	5300 - 7050 - B 6	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP - AGUA	E	9.04		28.0	14.5				7-76	
CHABUNCO 2-A	5300 - 7050 - B 7	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	P	7.62								
CHABUNCO 3-A	5300 - 7050 - B 8	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	P	5.89								
CHABUNCO 4-A	5300 - 7050 - B 9	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	P	8.75	A							

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
CHABUNCO 1-A	5300 - 7050 - B 10	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	P	5.85		18.0	18.0	3.3	2.0		73	
CHABUNCO 1-E	5300 - 7050 - B 11	PTA ARENAS	RIO CHABUNCO	ENAP	ENAP	P	7.46								
RIO SECO 1-A	5300 - 7050 - B 12	PTA ARENAS	LOCALIDAD RIO SECO	COMUNIDAD DE RIO SECO	ENAP	P									
FRIGORIFICO 1	5300 - 7050 - B 13	PTA ARENAS	LOCALIDAD RIO SECO	FRIGORIFICO DE MAGALLANES		I			9.0	9.0	0.1	1.1	0.1	3-87	
FRIGORIFICO 2	5300 - 7050 - B 14	PTA ARENAS	LOCALIDAD RIO SECO	FRIGORIFICO DE MAGALLANES		I									
FRIGORIFICO 3	5300 - 7050 - B 15	PTA ARENAS	LOCALIDAD RIO SECO	FRIGORIFICO DE MAGALLANES		I									
LANERA 1	5300 - 7050 - B 16	PTA ARENAS	LOCALIDAD RIO SECO	LANERA AUSTRAL		I									
LANERA 2	5300 - 7050 - B 17	PTA ARENAS	LOCALIDAD RIO SECO	LANERA AUSTRAL		I									
TRES PUENTES 1	5300 - 7050 - C 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO TRES PUENTES	ENAP	ENAP	PE	272.00		1177.6						1 de 7
CHORRILLO JUANITO	5300 - 7050 - C 2	PTA ARENAS	CHORRILLO JUANITO		ENAP		324.00		172.9						
CHORRILLO LYNCH	5300 - 7050 - C 3	PTA ARENAS	BOCATOMA CHORRILLO LYNCH	DOS	ENAP		112.00		194.0						
BODEGA TRES PUENTES	5300 - 7050 - D 1	PTA ARENAS	BODEGA TRES PUENTES	ENAP	ENAP	P-AB	4.00		282.0					55	
BAHIA CATALINA A-1	5300 - 7050 - D 2	PTA ARENAS	ENAP - PTA ARENAS	ENAP	ENAP	P-AB	2.00	A	60.0						
BAHIA CATALINA A-2	5300 - 7050 - D 3	PTA ARENAS	ENAP - PTA ARENAS	ENAP	ENAP	P-AB			60.0					7-75	
BAHIA CATALINA A-3	5300 - 7050 - D 4	PTA ARENAS	ENAP - PTA ARENAS	ENAP	ENAP	I			24.0	18.0	2.0	9.0	3.0	7-75	
MAGALLANES GOLF	5300 - 7050 - D 5	PTA ARENAS	MAGALLANES GOLF CLUB	MAGALLANES GOLF CLUB	DELTA EXPL CO	P	4.25		96.0	45.0	0.6			7-75	
INSTITUTO PATAGONIA A-1	5300 - 7050 - D 6	PTA ARENAS	INSTITUTO DE LA PATAGONIA	INSTITUTO DE LA PATAGONIA	ENAP	R	4.00		50.0	46.4	1.8	2.2	1.9	3-87	
CAMPUS A-1	5300 - 7050 - D 7	PTA ARENAS	CAMPUS UNIV DE MAGALLANES	UNIVERSIDAD DE MAGALLANES	ENAP	R	3.00		58.0	58.0	1.0	3.7	3.0	10-89	
ESTADIO 1	5300 - 7050 - D 8	PTA ARENAS	ESTADIO DEPORTIVO ENAP	ENAP	ENAP	E	15.00		58.0	16.8	0.1	9.0	5.0	1-89	
MALTERIAS UNIDAS 1	5300 - 7050 - D 9	PTA ARENAS	CERVECERIA POLAR 1	MALTERIAS UNIDAS S.A	ENAP	I	14.00		27.0	23.0	1.4	14.0	1.4	3-83	
FCA CENTOLLAS	5300 - 7050 - D 10	PTA ARENAS	FCA. CENTOLLAS PTA. ARENAS	FCA CENTOLLAS PTA ARENAS		I-AB	3.00		112.0					5-89	
RIOS PATOS 1	5300 - 7100 - B 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO RIOS PATOS	ENAP	ENAP	E-AB	305.00		681.3					45	
SULLIVAN 1-TRES PUENTES	5300 - 7100 - D 1	PTA ARENAS	TRES PUENTES	ENAP	ENAP	P	388.70		34.0						
SULLIVAN 2-TRES PUENTES	5300 - 7100 - D 2	PTA ARENAS	TRES PUENTES	ENAP	ENAP	P	378.50		99.2						
SULLIVAN 3-TRES PUENTES	5300 - 7100 - D 3	PTA ARENAS	TRES PUENTES	ENAP	ENAP	P	370.70		60.7						
MINA RICA 1	5300 - 7110 - B 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO MINA RICA	ENAP	ENAP	PE	54.60		571.2						
COREY 1	5300 - 7110 - B 2	PTA ARENAS	YACIMIENTO COREY	ENAP	ENAP	PE									
LAGUNAS 1	5310 - 6830 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO LAGUNAS	ENAP	ENAP	PE	7.34								
PALOMA 1	5310 - 6830 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO PALOMA	ENAP	ENAP	PE									
GAVIOTA 1	5310 - 6830 - C 2	PORVENIR	YACIMIENTO GAVIOTA	ENAP	ENAP	PE	18.74								
AGUA GAVIOTA	5310 - 6830 - C 3	PORVENIR	YACIMIENTO EST NUEVA	ENAP	ENAP	P									1 de 12
PARAMO 1	5310 - 6830 - C 4	PORVENIR	YACIMIENTO PARAMO	ENAP	ENAP	PE			45.0	45.0	0.1		SURGENTE	10-58	
CISNE 1	5310 - 6840 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO CISNE	ENAP	ENAP	PE	11.14								
GALPON 1	5310 - 6840 - A 2	PORVENIR	YACIMIENTO GALPON	ENAP	ENAP	PE	10.10								1 de 2
CATURRA 1	5310 - 6850 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO CATURRA	ENAP	ENAP	PE			2059.0					8-89	
PINO 1	5310 - 6850 - B 2	PORVENIR	YACIMIENTO PINO	ENAP	ENAP	PE	24.70								
ESQUILADOR 1	5310 - 6850 - B 3	PORVENIR	YACIMIENTO ESQUILADOR	ENAP	ENAP	PE	27.70		2093.0					7-89	
FRESIA 1	5310 - 6850 - B 4	PORVENIR	YACIMIENTO FRESIA	ENAP	ENAP	PE	11.20		2134.0					5-89	
SAN SEBASTIAN NORTE 1	5310 - 6850 - B 5	PORVENIR	YACIMIENTO SAN SEBASTIAN NORTE	ENAP	ENAP	PE			2396.5					4-89	
CAMPANA 1	5310 - 6850 - B 6	PORVENIR	YACIMIENTO CAMPANA	ENAP	ENAP	PE	16.10								
SAN SEBASTIAN 1	5310 - 6850 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO SAN SEBASTIAN	ENAP	ENAP	PE	39.58								
LAGUNA LARGA 1	5310 - 6850 - D 2	PORVENIR	YACIMIENTO LAGUNA LARGA	ENAP	ENAP	PE									1 de 3
FIL FIL 1	5310 - 6900 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO FIL-FIL	ENAP	ENAP	PE	42.91								
JOSEFINA 1	5310 - 6900 - C 2	PORVENIR	YACIMIENTO JOSEFINA	ENAP	ENAP	PE	37.33								
JOSEFINA OESTE 1	5310 - 6910 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO JOSEFINA OESTE	ENAP	ENAP	PE									
CENTENARIO 1	5310 - 6930 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO CENTENARIO	ENAP	ENAP	PE									
LEÑADURA E-2	5310 - 7050 - A 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO LEÑADURA	ENAP	ENAP	E	62.00		104.0						
LEÑADURA E-4	5310 - 7050 - A 2	PTA ARENAS	YACIMIENTO LEÑADURA	ENAP	ENAP	E	30.00		170.0						
LEÑADURA 1	5310 - 7050 - A 3	PTA ARENAS	YACIMIENTO LEÑADURA	ENAP	ENAP	PE	62.40		1165.0						
LEÑADURA E-1	5310 - 7050 - A 4	PTA ARENAS	YACIMIENTO LEÑACURA	ENAP	ENAP	E	90.00		94.0						
LEÑADURA E-3	5310 - 7050 - A 5	PTA ARENAS	YACIMIENTO LEÑACURA	ENAP	ENAP	E	12.00		168.0						
TRES BRAZOS E-1	5310 - 7100 - A 1	PTA ARENAS	RIO LEÑACURA	ENAP	ENAP	E	286.00		182.0					57	
TRES BRAZOS 1	5310 - 7100 - D 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO RIO TRES BRAZOS	ENAP	ENAP	PE	215.40		3154.5						
CANELOS 1	5310 - 7120 - A 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO CANELOS	ENAP	ENAP	PE									1 de 7
EL GANSO 1	5310 - 7120 - B 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO EL GANSO	ENAP	ENAP	PE									
PRAT 1	5310 - 7130 - B 1	PTA ARENAS	YACIMIENTO PRAT	ENAP	ENAP	PE									
CARMEN SILVA 1	5320 - 6840 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO CARMEN	ENAP	ENAP	PE	125.54								
LENGA 1	5320 - 6840 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO LENGA	ENAP	ENAP	PE									
CASTOR 1	5320 - 6840 - C 2	PORVENIR	YACIMIENTO CASTOR	ENAP	ENAP	PE									1 de 3

CUADRO V.3.4-3 (Continuación)
CATASTRO DE SONDAJES - PROYECTO MAGALLANES

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COMUNA	UBICACION	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QU	PROF PERF (m)	PROF HAB (m)	AUDA (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBS
CACHIMBA 1	5320 - 6840 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO CACHIMBA	ENAP	ENAP	PE	173.30								
SAN MARTIN 1	5320 - 6850 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO SAN MARTIN	ENAP	ENAP	PE	75.37								1 de 5
CARMEN OESTE 1	5320 - 6850 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO CARMEN OESTE	ENAP	ENAP	PE	18.74								
MARAZZI 1	5320 - 6900 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO MARAZZI	ENAP	ENAP	PE									
ONAISIN 1	5320 - 6910 - A 1	PORVENIR	LOCALIDAD DE ONAISIN	ENAP	ENAP	P-AB			75.0	0.0	0.0			3-69	
ONAISIN 2	5320 - 6910 - A 2	PORVENIR	LOCALIDAD DE ONAISIN	ENAP	ENAP	P-AB			50.0	0.0	0.0			3-68	
LAGUNA EMA 1	5320 - 6910 - D 1	PORVENIR	LOCALIDAD DE ONAISIN	ENAP	ENAP	PE	85.3		3441.3					11-92	
PUERTO NUEVO 1	5320 - 6920 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO PUERTO NUEVO	ENAP	ENAP	PE									
CAUPOLICAN 1	5320 - 6940 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO CAUPOLICAN	ENAP	ENAP	PE									
RIO CHICO 1	5330 - 6830 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO RIO CHICO	ENAP	ENAP	PE	181.59								
RIO HONDO 1	5330 - 6900 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO RIO HONDO	ENAP	ENAP	PE									
CARRETAS 1	5330 - 6900 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO CARRETAS	ENAP	ENAP	PE									
ESMERALDA 1	5340 - 6830 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO ESMERALDA	ENAP	ENAP	PE									
HUASCAR 1	5340 - 6840 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO HUASCAR	ENAP	ENAP	PE									
ESTERO WILSON 1	5340 - 6850 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO ESTERO WILSON	ENAP	ENAP	PE									
EVANS 1	5340 - 6850 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO EVANS	ENAP	ENAP	PE	181.87								
LAGO MERCEDES	5340 - 6850 - D 1	PORVENIR	YACIMIENTO EVANS	ENAP	ENAP	PE	156		4201.5					7-91	
MIRAFLORES 1	5340 - 6910 - C 1	PORVENIR	YACIMIENTO MIRAFLORES	ENAP	ENAP	PE	178.57								
MONETA 1	5350 - 6840 - A 1	PORVENIR	YACIMIENTO MONETA	ENAP	ENAP	PE									
GAVIOTA NORTE 1	5310 - 6840 - B 1	PORVENIR	YACIMIENTO GAVIOTA NORTE	ENAP	ENAP	PE									
RANCHO ESPERANZA	5310 - 6840 - C 1	PORVENIR	ESTANCIA RANCHO ESPERANZA	ORESTI BONICHCQUIN	ENAP	PE		A	15.0						

Como una excepción a lo anteriormente señalado, en el sector de Chabunco existen dos pozos de profundidades superiores a los 300 m, que estarían alcanzando rellenos terciarios (Formación Loreto), pero que, sin embargo, atraviesan napas acuíferas sólo a los 33 m y 54,5 m (Pozo 5300-7050 A2), o a los 72 a 77 m, 140 a 142 m y 166 a 168 m (Pozo 5250-7040 C13), lo cual demuestra que los principales sistemas acuíferos se encuentran antes de los 150 m de profundidad y, por lo tanto, en el relleno Cuaternario.

Respecto a la Unidad Hidrogeológica II (Península de Brunswick, lado Poniente), no existe ningún tipo de información, aunque se puede esperar, en términos globales, que tenga características similares a la Unidad I, con la sola diferencia de tener un régimen de precipitaciones más altas durante el año y, por lo tanto, una mayor recarga a los sistemas acuíferos.

La Unidad Hidrogeológica III (Laguna Blanca), ubicada en el sector Continental Norte, presenta características muy diferentes. Existe solamente un pozo catastrado con información estratigráfica (Pozo 5210-7100 C1), que corresponde a un sondaje de estudio de ENAP localizado cercano al Puesto Prevale en donde el agua fluye libremente con un caudal aproximado de 0,4 a 0,5 l/s. De su estratigrafía se desprende que el relleno Cuaternario es del orden de los 110 m; además se reconocen los estratos de areniscas azules entre los 200 y 240 m de profundidad, es decir, con un espesor medio de 40 m donde estarían ubicados los mejores acuíferos, pertenecientes a la Formación Palomares del Terciario Superior. El acuífero es del tipo confinado, con una surgencia aproximada de 4 m.

Además del anterior, se encuentran cercanos a este sondaje otros 2 pozos (Pozo 5210-7100 C2 y 5210-7100 D1). El primero de ellos es un pozo surgente que se encuentra sin válvula, con un caudal aproximado de 0,6 l/s y que sus aguas dan origen a la laguna Jeanette, en el sector Nororiente de la Laguna Blanca. El otro pozo se localiza en el sector del Puesto Península y se encuentra entubado por sobre el nivel de terreno natural. El nivel piezométrico se midió en 0,8 m por sobre el terreno. Siguiendo hacia el Sur, en un sector cercano al Puesto Rivera se localizan el socavón La Leona y Don Jorge con caudales de 20 y 50 l/s, respectivamente, producto de afloramientos de aguas subterráneas.

Por otra parte, de acuerdo a los antecedentes disponibles se puede indicar que los estratos sedimentarios de las formaciones Filaret y Palomares, afloran en una amplia banda que se extiende por la parte central de Tierra del Fuego y continúan en el territorio continental en los sectores de Cabeza de Mar - Cerro Palomares y río Penitente - Cordillera Vidal (Posibilidades Acuíferas en la Zona del Asentamiento Kon - Aiken, R. Cortés, ENAP, 1973). Por lo tanto, una forma de explicar esta surgencia estaría en una posible recarga al Terciario por el lado Norponiente de la Laguna Blanca, dando lugar a presiones descendientes hacia el Suroriente, hasta conectarse en algún punto con las isopiezométricas originadas por el confinamiento sobre el Terciario.

ii) Explotación de las Aguas Subterráneas

En esta parte del estudio se evalúa el nivel de aprovechamiento de los recursos de aguas subterráneas en toda la zona de Magallanes. Con este propósito, se realizó una caracterización y cuantificación de la explotación del recurso, según los diferentes usos que se dan en la región.

El análisis se ha realizado principalmente en base al Catastro de Sondajes, incluido en el punto anterior. El número total de sondajes catastrados es 1.478, cuya distribución porcentual según los distintos usos generales se divide según se indica en el Cuadro V.3.4-4.

CUADRO V.3.4-4
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS SONDAJES SEGUN SU USO

USO				TOTAL	
PETROLIFERO		HIDRICO			
N°	%	N°	%	N°	%
1.293	87,5	185	12,5	1.478	100

Para el caso de los sondajes que se utilizan para uso hídrico por medio de pozos de aguas subterráneas, se los ha diferenciado en el plano de catastro, ya que son estos sondajes los que realmente interesan desde el punto de vista hidrogeológico. Su número es de 185, tal como se indica en el cuadro anterior, y en base a ellos se ha desarrollado el análisis que se incluye a continuación.

Sin embargo, es necesario destacar que adicionalmente existe una gran cantidad de captaciones subsuperficiales, como zanjas, vertientes, aguadas, etc., que son características y de uso generalizado en casi toda la región, principalmente para satisfacer las demandas de bebida para el ganado.

Lo anterior se hace más evidente en sectores de la pampa magallánica donde el clima es claramente más seco, como ocurre en la región Continental Norte, desde la cuenca de Laguna Blanca hasta la Bahía de Posesión, y en muchos lugares de Tierra del Fuego, donde no existen pozos profundos y los recursos hídricos superficiales son escasos, como ocurre a partir del sector de Bahía Inútil y las cuencas de los ríos Chico y Grande hacia el Norte.

Aclarado este aspecto sobre el uso de aguas subsuperficiales, a continuación se hace el análisis del nivel de explotación y uso de las aguas subterráneas propiamente tales, a fin de evaluar los volúmenes del recurso consumidos en agua potable, agua industrial, ganadería y riego, además de algunos pozos de estudio ubicados específicamente en el sector de Punta Arenas.

iii) Uso de las Aguas Subterráneas

La situación de explotación poco extensiva del agua subterránea en la zona de estudio se debe, por una parte, a la vasta extensión del territorio asociada a una muy baja densidad de población con 1,2 hab/km² y, por otra, a que la actividad más común y propia de la región, además del petróleo, es la ganadera.

La situación descrita anteriormente, hace que los costos asociados al uso de agua subterránea sean altos respecto a los beneficios que podría generar su uso. Por lo tanto, actualmente queda restringida su utilización de preferencia a los usos de agua potable y/o industrial, en los centros más poblados e industrializados, como son Punta Arenas, principalmente, y las localidades de Cullen y Cerro Sombrero en Tierra del Fuego.

La localidad de Cullen, con cerca de 250 personas, se abasteció con aguas subterráneas de 4 pozos que comprometen el Terciario hasta 1987, fecha en la cual se reemplazaron por 2 pozos perforados en el Cuaternario debido al mal gusto y olor de las aguas, que parecía estaban influidas por el gas que emanaba de las profundidades; la producción de estos pozos era del orden de 700 m^3/día que incluían tanto las necesidades de la población como las de la Planta. En esa fecha (1994) la población de Cullen fue trasladada a Cerro Sombrero, con lo cual en estos momentos se requiere suministrar agua potable a unas 500 personas en total.

En cuanto a Cerro Sombrero, hasta 1994 el pozo identificado como Cerro Sombrero 16 suplía la demanda de la población de poco más de 200 personas; el mismo pozo, con una producción del orden de 400 m^3/día suple las necesidades de unas 500 personas y las escasas demandas industriales.

Además de lo anterior y con una menor importancia, algunos sondajes en Tierra del Fuego, la mayoría surgentes, abastecen el Matadero de Cerro Sombrero, el puerto de Bahía Azul, un restaurante en Chañarcillo, una piscina temperada, algunas estancias, etc.

En cuanto a la zona continental, en las cercanías de Punta Arenas, se concentra la mayor explotación de aguas subterráneas como por ejemplo en el Frigorífico Simunovic junto al río Chabunco, en el mismo Aeropuerto Carlos Ibáñez del Campo y en algunas estancias del sector.

En el Cuadro V.3.4-5 se presenta el uso actual de las aguas subterráneas y los volúmenes extraídos.

CUADRO V.3.4-5
USO ACTUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS SEGUN POZOS Y VOLUMENES EXTRAIDOS

USO	NUMERO DE POZOS (N)							VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO	
	EN OPERACION		SIN USO		ABANDONADOS		TOTAL	(m^3/año)x10^3	%
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº		
A. Potable	41	30,4	6	28,6	9	29,0	56	320	49,5
Industrial	7	5,2	-	0,0	3	9,7	10	115	17,8
Ganadería	63	46,7	14	66,7	6	19,4	83	199	30,7
Riego	11	8,1	1	4,8	1	3,2	13	13	2,0
Estudio	13	9,6		0,0	12	38,7	25		0,0
		100,0		100,0		100,0			
Total	135	72,2	21	100,0	31	100,0	187	646	100,0

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el uso para el consumo de agua potable es el más importante, ya que constituye el 49,5% del total y, en segundo lugar, está el uso para la actividad ganadera con un 30,7%, que es consumida preferentemente en la bebida de animales. Por otra parte, queda clara la poca relevancia que tiene el riego en el uso de aguas subterráneas (2,0%), lo cual se explica por la baja actividad agrícola propiamente tal, en comparación con la ganadera, salvo en casos muy localizados constituidos por invernaderos, parcelas, vegas o terrenos más fértiles aledaños a los valles o cañadones, definidos por los cauces naturales. Ejemplos de esto se tienen en el sector Continental Norte, yendo hacia Puerto Natales (Unidad Hidrogeológica IV), o también a partir de la cuenca del río Chico hacia el Sur, en Tierra del Fuego (Unidad Hidrogeológica XI), que son sectores donde la pluviosidad tiende a aumentar y, con ello, los recursos superficiales o subsuperficiales son más abundantes.

Ahora bien, para poder apreciar con mayor claridad la situación, dada la gran amplitud que tiene el área de estudio, a continuación se presenta un análisis de la distribución espacial del número de pozos existentes y del volumen de agua subterránea extraída, según los sectores más importantes de la zona y las 13 unidades hidrogeológicas consideradas.

iv) Distribución Espacial de la Explotación Actual de Aguas Subterráneas

Para este análisis, se dividió en primer lugar el área de estudio en 4 grandes zonas: Península de Brunswick, Continental Norte, Tierra del Fuego y los sectores de Puerto Natales y Norte de Ultima Esperanza, correspondientes a las unidades hidrogeológicas XII y XIII.

En el Cuadro V.3.4-6 se presenta la distribución espacial de explotación de acuerdo a los pozos catastrados y al volumen total de agua extraída en cada uno de ellos según la distribución indicada precedentemente. En el Cuadro V.3.4-7 se consigna la distribución espacial a nivel de cada Unidad Hidrogeológica.

En el cuadro citado se puede apreciar que el uso más intensivo del agua subterránea es en la Península de Brunswick con 303.700 m^3/año (47,2%). En segundo lugar de importancia, está el área Continental Norte con 198.000 m^3 anuales (29,0%), Tierra del Fuego, con 123.000 m^3/año (19.1%) y, finalmente los sectores menos explotados de Puerto Natales y Norte de Ultima Esperanza con un volumen estimado de 20.000 m^3/año (3%).

Esta distribución, naturalmente que está en estrecha relación con la densidad de población de cada sector, con el grado de urbanización, industrialización y usos que se le da al recurso. Por ejemplo, el uso industrial está marcadamente concentrado en la ciudad de Punta Arenas, con un consumo anual de 115.000 m^3 que constituye un 17,9% del total. Asimismo, el consumo de Agua Potable en la Península de Brunswick (principalmente también en la ciudad de Punta Arenas), triplica el consumo respecto a las otras dos zonas consideradas.

Por otra parte, se aprecia que el consumo ganadero en la zona Continental Norte y Tierra del Fuego, suman 197.000 m^3/año, constituyendo el 30,6% del consumo total, porcentaje bastante alto si se toma en cuenta que la demanda de bebida para ganado actualmente se estaría cubriendo en más de un 50% por captaciones subsuperficiales, como son las aguadas, los chorrillos, los pozos - norias, etc.

CUADRO V.3.4-6
DISTRIBUCION ZONIFICADA DEL USO ACTUAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Unidad Hidrogeológica	USO	NUMERO DE POZOS (N)							VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO	
		EN OPERACION		SIN USO		ABANDONADOS		TOTAL	$(m^3/año)x10^3$	%
		N°	%	N°	%	N°	%	N°		
Península de Brunswick	A. Potable	19	46,3	1	100	5	25,0	25	185	60,8
	Industrial	7	17,1	-	-	3	15,0	10	115	37,9
	Ganadería	2	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Riego	9	4,9	-	-	-	-	2	4	1,3
	Estudio	13	31,7	-	-	12	60,0	25	-	0,0
	Total	41	100	1	100	20	100	62	304	100,0
Continental Norte	A. Potable	10	16,7	3	27,3	2	22,2	15	56	28,0
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Ganadería	43	71,7	7	63,6	6	66,7	56	136	68,5
	Riego	7	11,6	1	9,1	1	11,1	9	7	3,4
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Total	60	100	11	100	9	100	80	198	100,0
Tierra del Fuego	A. Potable	7	25,9	2	22	2	100,0	11	60	48,6
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Ganadería	20	74,1	7	77,8	-	-	27	63	51,4
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Total	27	100	9	100	2	100	38	123	100,0
Puerto Natales y Norte de Ultima Esperanza	A. Potable	5	-	-	-	-	-	5	20	100,0
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Total	-	-	-	-	-	-	5	20	100,0
Total Area Estudio	Todos los Usos	128	300,0	21	300	31	300,0	185	644	100,0

CUADRO V.3.4-7
DISTRIBUCION POR UNIDADES HIDROGEOLOGICAS DEL USO ACTUAL DE SUBTERRANEAS

Unidad Hidrogeológica	USO	NUMERO DE POZOS (N)							VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO	
		EN OPERACION		SIN USO		ABANDONADOS		TOTAL	$(m^3/año)x10^3$	%
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº		
I Brunswick Oriente	A. Potable	17	44,7	1	100	1	7,7	19	180	60,2
	Industrial	7	18,4	-	0	3	23,1	10	115	38,5
	Ganadería	-	0,0	-	0	-	0,0	0	-	-
	Riego	2	5,3	-	0	-	0,0	2	4	1,3
	Estudio	12	31,6	-	0	9	69,2	21	-	-
	Total	38	100,0	1	100	13	100,0	52	299	100
II Brunswick Poniente	A. Potable	2	66,7	-	-	4	57,1	6	5	100
	Industrial	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
	Riego	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	1	33,3	-	-	3	42,9	4	-	-
	Total	3	100,0	-	-	7	100,0	10	5	100
III Laguna Blanca	A. Potable	1	70,1	-	-	-	-	1	8	70,1
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	-	29,9	-	-	-	-	-	3	29,9
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	1	100	-	-	-	-	1	11	100
IV Continental Norte (Sector Noroeste)	A. Potable	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V Continental Norte (Sector Norte)	A. Potable	2	8	1	25	1	16,7	4	11	14,7
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	21	84	2	50	4	66,6	27	63	83,3
	Riego	2	8	1	25	1	16,7	4	2	2,0
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	25	100	4	100	6	100,0	35	75	100,0

CUADRO V.3.4-7
DISTRIBUCION POR UNIDADES HIDROGEOLOGICAS DEL USO ACTUAL DE SUBTERRANEAS (Continuación)

Unidad Hidrogeológica	USO	NUMERO DE POZOS (N)							VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO	
		EN OPERACION		SIN USO		ABANDONADOS		TOTAL	(m^3/año)x10^3	%
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº		
VI Continental Norte (Sector Sureste	A. Potable	7	24,1	2	29	1	33,3	10	37	34,6
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	22	75,9	5	71	2	66,7	29	70	65,4
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	29	100	7	100	3	100	39	107	100
VII Continental Norte (Sector Sur)	A. Potable	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Riego	5	100,0	-	-	-	-	5	5	100,0
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	5	100	-	-	-	-	5	5	100
VIII Tierra del Fuego (Sector Poniente)	A. Potable	-	-	-	-	2	100,0	2	-	-
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	-	-	-	-	2	100,0	2	-	-
IX Tierra del Fuego (Sector Norte)	A. Potable	2	16,7	-	-	-	-	2	21	40,0
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	10	83,3	-	-	-	-	10	32	60,0
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	12	100	-	-	-	-	12	53	100
X Tierra del Fuego (Sector Oriente)	A. Potable	3	23,1	2	23,1	-	-	5	29	48,1
	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ganadería	10	76,9	7	76,9	-	-	17	32	51,9
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	13	100	9	100,0	-	-	22	61	100,0

CUADRO V.3.4-7
DISTRIBUCION POR UNIDADES HIDROGEOLOGICAS DEL USO ACTUAL DE SUBTERRANEAS (Continuación)

Unidad Hidrogeológica	USO	NUMERO DE POZOS (N)							VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO	
		EN OPERACION		SIN USO		ABANDONADOS		TOTAL	(m^3/año)x10^3	%
		N°	%	N°	%	N°	%	N°		
XI	A. Potable	2	100	-	-	-	-	2	9	100.0
Tierra del	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuego (Sector	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sur)	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	2	100	-	-	-	-	2	9	100
XII	A. Potable	2	100	-	-	-	-	2	8	100.0
Zona de	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puerto Natales	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	2	100	-	-	-	-	2	8	100
XIII	A. Potable	3	100	-	-	-	-	3	12	100.0
Sector Norte de	Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ultima	Ganadería	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esperanza	Riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estudio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	3	100	-	-	-	-	3	12	100
Total Area de Estudio	Todos los Usos	133	71.9	21	11,4	31	16.8	185	644	100

Nota : El guión (-) que aparece en el cuadro, indica que no existe información registrada, lo cual no significa, necesariamente, que no existan pozos.

Respecto a las unidades hidrogeológicas propiamente tales, los volúmenes extraídos más altos son en la Unidad I (Brunswick Oriente), ya que allí se encuentra la mayor concentración de población, urbanización y actividad industrial (Punta Arenas). En segundo lugar (con un consumo de un 36% respecto al anterior), está la Unidad VI (Continental Norte-Sector Sur-Este) que corresponde a la zona de Posesión y Cooperativa Cañadón Grande, donde la actividad ganadera es bastante importante, además de existir varios asentamientos, poblados y cooperativas que incrementan el consumo de agua potable. Inmediatamente después sigue la Unidad V (Sector Continental Norte, parte Norte), donde se ubican las estancias de la Cooperativa O'Higgins, cuya actividad ganadera está muy bien organizada, teniendo 21 pozos dotados de molinos de viento, los cuales permiten suplir en gran medida la necesidad de bebida para los animales.

Pasando a Tierra del Fuego, se encuentra la Unidad IX y X, que con un uso combinado para agua potable y ganadería, se aprovecha la surgencia natural a través de los pozos del Terciario que existen en la zona. En estas unidades se encuentran también asentamientos humanos de cierta importancia, debido a la actividad petrolera, como son la localidad de Cerro Sombrero y Cullen, lo cual contribuye al incremento del grado de explotación de las aguas subterráneas, ubicando a la Unidad IX en el cuarto nivel de consumo y, a la Unidad X, en el quinto.

Las otras unidades son de menor importancia en cuanto al volumen de extracción de aguas subterráneas, debido a que los sistemas acuíferos no son muy atractivos, muchas veces sin pozos surgentes, lo cual puede traducirse en un alto costo de operación, con napas profundas, que resulta ser prohibitivo para el nivel de actividad económica del lugar. En estos casos, las demandas se satisfacen por recursos superficiales o subsuperficiales como los ya mencionados anteriormente; no obstante, hay situaciones bastante críticas como ocurre en el sector Sur de la Unidad VIII (bordeando la Bahía Inútil), donde los sistemas acuíferos son francamente malos, los cursos superficiales son bastante pobres y la actividad agrícola - ganadera que allí se desarrolla, en muchos casos está restringida a un régimen prácticamente de secano.

Otro aspecto que es importante destacar, es que el número de pozos construidos, y su nivel de explotación, tienen estrecha relación con el clima de cada sector, destacándose en este caso a las cooperativas O'Higgins y Cañadón Grande (Unidad V y VI), en cuyas estancias se tienen más de cuarenta pozos, impulsados por energía eólica, para tener una cierta seguridad en el abastecimiento del agua, ya que la zona es claramente más seca.

Especial mención corresponde a los escasos recursos subterráneos que son explotados por medio de sondajes en el sector de Puerto Natales y hacia el Norte de esta ciudad, a pesar que existen recursos subsuperficiales de cierta importancia como son los que abastecen en parte de agua potable a la ciudad.

Finalmente, al examinar los diferentes usos que tiene el recurso de aguas subterráneas en cada Unidad Hidrogeológica queda claramente establecido cuál es la actividad más característica en cada zona, lo cual estaría demostrando que si bien los recursos disponibles aún son suficientes para el nivel requerido, la tendencia indica que en el mediano plazo, en el caso de Punta Arenas o los sectores más explotados de Tierra del Fuego, el uso podría pasar a ser intensivo y la explotación de las aguas subterráneas tendría que ser debidamente racionalizada y planificada.

b) Niveles de Aguas Subterráneas

La información que existe acerca de niveles de las aguas subterráneas, se limita a los acuíferos que han sido reconocidos con ocasión de perforaciones realizadas por ENAP, en su plan de prospección petrolera, siendo algunos correspondientes a estudios realizados con el objeto de ubicar agua para su uso en la zona.

La mayor parte de esa información corresponde al sector Norte de Tierra del Fuego, así como al sector Sureste de la zona continental Norte del área de estudio, que han sido representadas como las Unidades Hidrogeológicas IX y VI, respectivamente. En el resto de los sectores, sólo se cuenta con información localizada que ha permitido estimar también localmente, los niveles que alcanza el agua subterránea.

En la Unidad I los acuíferos reconocidos pertenecen al Cuaternario y se comportan como napas confinadas, semiconfinadas y libres. Los niveles freáticos se encuentran bastante superficiales, a profundidades que varían entre 2 y 10 m.

En la Unidad II no existe información de niveles, pero se podría esperar un comportamiento semejante a la Unidad I.

En la Unidad III se cuenta con la información de un pozo, cuyo comportamiento surgente y estratigrafía indican que se han atravesado formaciones del Terciario. La cota piezométrica de este pozo es 156,4 m.s.n.m. Además del anterior, existen otros 2 sondajes surgentes en el área Oriente de la Laguna Blanca en donde se midió recientemente en uno de ellos una cota piezométrica de 1 m sobre el nivel de terreno natural.

En la Unidad IV se tiene conocimiento de un pozo perforado en la localidad de Río Verde, del cual se sabe que se encuentra actualmente abandonado y el suministro de agua potable de la población se realiza por medio de recursos superficiales. Las características acuíferas y niveles podrían presentar cierta similitud con la Unidad I.

En la Unidad V se han reconocido sólo acuíferos Cuaternarios, con profundidades del nivel freático estimadas en 20 m.

En la Unidad VI se ha reconocido la presencia de acuíferos Terciarios de importancia, los cuales muestran un comportamiento de tipo surgente en los sectores próximos a Bahía Posesión. En el sector Este de la Unidad existe un acuífero del Cuaternario, con profundidades del agua de alrededor de 2 m. Las líneas equipotenciales que se han trazado muestran gradientes hacia el Estrecho de Magallanes, que sería el sector al que drena esta Unidad.

En la Unidad VII se tiene información de 2 pozos que abastecen de agua para riego al campo experimental de alfalfa y cuyos niveles del acuífero se encontrarían a más de 10 m de profundidad. Respecto a esta unidad VII, aunque no se dispone de mayor información, al menos se puede pensar en líneas equipotenciales de baja pendiente, cuyo gradiente guíe las aguas hacia el Estrecho de Magallanes.

De la unidad VIII no se tiene información. En esta unidad, aparte del sector Terciario surgente de la parte Norte, que puede asemejarse a la vecina Unidad IX, hacia el sector Sur no se ve clara la posibilidad de existencia de algún acuífero Cuaternario importante. Más bien, se podría esperar algunos casos aislados de tipo lenticulares. Por lo demás, la presencia de estratos arcillosos superficiales impiden la infiltración, haciendo que una parte importante del agua precipitada drene subsuperficialmente, a través de los cursos existentes, hacia el Estrecho de Magallanes o hacia la Bahía Inútil.

En la Unidad IX se reconoce la existencia de acuíferos del Terciario con una surgencia importante. Los gradientes hidráulicos en esta Unidad indican, al igual que en la Unidad VI una dirección del flujo subterráneo hacia el Estrecho de Magallanes, que sería su zona de drenaje.

La Unidad X muestra la existencia de acuíferos Cuaternarios, en los cuales los niveles se encuentran aproximadamente a 2 m de profundidad. Se conoce además la existencia de un acuífero perteneciente al Terciario, cuya napa confinada sería surgente, al igual que en la Unidad IX.

La Unidad XI no posee información, sin embargo podría esperarse una cierta similitud con la Unidad IV, con gradientes que drenarían las aguas en dirección Este.

En la Unidad XII se reconoce la existencia de a lo menos 3 sondajes en los acuíferos del Cuaternario. El primero corresponde a un pozo perforado para la prospección de carbones, cerca del Recinto de Carabineros de Dorotea, en un acuífero confinado cuyo nivel estático sería muy superficial; el segundo pozo perforado en el sector de los Huertos Familiares de Puerto Natales, el cual es surgente y tiene un rendimiento no mayor que 0,5 l/s, habría penetrado probablemente acuíferos confinados del Terciario; y el tercero corresponde al sondaje ubicado en el aeródromo de la ciudad de Puerto Natales, siendo el nivel de las aguas subterráneas en este pozo de 5 m de profundidad.

En la Unidad XIII se sabe de la construcción de 2 pozos que abastecen de agua potable en las cercanías de Cerro Castillo, en donde la profundidad de la formación acuífera encontrada varía de 24 a 30 m, los cuales se encuentran en los conglomerados de la Formación cerro Toro, con niveles estáticos a menos de 5 m de profundidad.

c) Constantes Elásticas

Para determinar los coeficientes elásticos en una zona tan vasta como es el área magallánica, más allá de los valores puntuales que se pudieran calcular en base a pruebas de bombeo u otros métodos, es necesario establecer ciertos criterios en términos globales, que permitan fijar órdenes de magnitud de la calidad de los acuíferos, como una guía preliminar para la toma de decisiones en cuanto a planificación, construcción y control de nuevos pozos.

La información disponible permite obtener ciertos resultados que, sumados al conocimiento que se tiene del terreno, hace posible adoptar constantes elásticas representativas de cada Unidad Hidrogeológica en términos amplios y, por lo tanto, válidas solamente para evaluaciones globales, como son las realizadas en este trabajo.

Aclarado lo anterior, se puede decir que en la Unidad Hidrogeológica I, donde los acuíferos son de carácter confinado, semiconfinado y en algunos casos también libres, ubicados en el relleno Cuaternario, el coeficiente de transmisibilidad media es del orden de T = 70 m²/día, con un rango que varía entre 2 y 250 m²/día. Respecto al coeficiente de porosidad efectiva, Sy, de acuerdo a la granulometría de los acuíferos, la geomorfología de las quebradas y las características generales de los ríos y rellenos, se ha estimado en Sy = 0,10.

Para la Unidad Hidrogeológica II, dado que no existe información, pero sí presenta características físicas muy similares a la Unidad I, se estima que los valores de T y Sy, son del mismo orden de magnitud (T = 70 m²/día, Sy = 0,10).

Respecto a la Unidad Hidrogeológica III, la situación es bastante diferente, ya que el contenido de finos, arcilla especialmente, es mucho más frecuente, dentro de una topografía de pendientes muy suaves donde la presencia de materiales granulares se hace más escasa. Esto se traduce en una transmisibilidad media más baja, corroborada por la información del pozo 5210-7100 C1, estimada en T = 50 m²/día. Respecto a la porosidad efectiva, se ha adoptado un valor de Sy = 0,05.

La Unidad Hidrogeológica IV, constituye una situación intermedia de las dos anteriores, por cuanto empieza nuevamente a presentar cumbres más altas, con ríos de mayor

pendiente, pero aún con áreas planas importantes que puedan significar depósitos de materiales finos. Por estas razones, se ha adoptado un coeficiente de almacenamiento del orden de T = 60 m²/día, como valor medio, y una porosidad efectiva Sy = 0,07.

En la Unidad Hidrogeológica V, por las características descritas en los puntos anteriores respecto a los sistemas acuíferos, y en base al análisis de algunas pruebas de bombeo y granulometría, se ha estimado un coeficiente medio de transmisibilidad T = 10 m²/día, aunque los pozos con información dan lugar a valores inferiores. Por otra parte, la porosidad efectiva se ha estimado en Sy = 0,05.

En la Unidad Hidrogeológica VI, si bien las características del relleno Cuaternario son muy similares al caso anterior, toma importancia el relleno Terciario, con pozos surgentes en el área contigua a la Primera Angostura. De esta manera el coeficiente de transmisibilidad global es superior, estimándose en T = 40 m²/día. El coeficiente Sy, sin embargo, se ha adoptado igual que en la Unidad V, vale decir Sy = 0,05, ya que el almacenamiento de esta unidad se debe principalmente al relleno Cuaternario, pues el Terciario está conectado directamente a Tierra del Fuego, cuyas recargas se dan a la altura del cordón Balmaceda.

Sobre la Unidad Hidrogeológica VII no se dispone de información, pero por su ubicación geográfica y características geomorfológicas de lomajes suaves y áreas planas, se asemeja a la Unidad III, aunque los rellenos pueden tener potencias más bajas. Por estas razones, se estima un valor medio de T = 40 m²/día, y una porosidad efectiva de Sy = 0,05.

La Unidad Hidrogeológica VIII es sin duda la que presenta las condiciones más desfavorables en cuanto a recursos subterráneos se refiere, dada su topografía, geomorfología y estratos arcillosos desde la superficie hacia abajo. Por esta razón, aunque no existe información, se estima que un coeficiente T = 10 m²/día como valor medio, es razonable para los acuíferos que aisladamente pudieran existir. Cabe señalar que, hacia el sector Sur, bordeando Bahía Inútil, los cerros se acercan al mar haciendo muy estrecha la franja de relleno, lo cual dificulta el rendimiento de los pozos, debido al efecto de barrera impermeable que pueden causar los cerros. Como contrapartida, hacia el Norte el Terciario toma importancia y T puede llegar a valores superiores a 20 m²/día. Sobre el coeficiente de porosidad efectiva, éste se ha estimado en Sy = 0,05 para la Unidad.

En la Unidad Hidrogeológica IX el Terciario tiene gran importancia, con vastas áreas de pozos surgentes, que han permitido evaluar la transmisibilidad media en T = 80 m²/día, siendo la mayor de todas las Unidades, a pesar que el relleno Cuaternario no tiene relevancia y no contribuye a este valor de T. En realidad, en los acuíferos Cuaternarios el rango de la transmisibilidad varía entre 18 y 51 m²/día, pudiendo encontrarse pozos con valores, incluso superiores. Respecto a la porosidad efectiva, dada la clara existencia de sistemas acuíferos en el relleno Terciario, con una granulometría de arena y grava ausente de arcilla, se ha estimado un valor de Sy = 0,10.

Respecto a la Unidad Hidrogeológica X, el relleno Terciario disminuye un poco su importancia, aunque en este caso también se encuentran acuíferos en el Cuaternario que no son despreciables. Por esta razón, el valor medio del coeficiente de Transmisibilidad se ha estimado en T = 60 m²/día. Respecto al valor de la porosidad efectiva, dado que hacia las zonas más altas los rellenos comienzan a perder potencia, se ha estimado un Sy = 0,07.

Respecto a la Unidad Hidrogeológica XI, correspondiente a las cuencas de los ríos Chico y Grande de Tierra del Fuego, se puede indicar que en las cercanías de los cauces se

podrían encontrar rellenos con depósitos granulares interesantes desde el punto de vista hidrogeológico, los cuales van disminuyendo a medida que se alejan de los cauces. Dado que en este sector presenta características similares a la Unidad IV, en cuanto a la hoya hidrográfica, a la geomorfología y topografía con zonas altas y bajas, se ha tomado como valor representativo una transmisibilidad media de T = 60 m^2/día y una porosidad efectiva de Sy = 0,07.

En la Unidad Hidrogeológica XII, cercana a la ciudad de Puerto Natales existen acuíferos radicados en los sedimentos de la cubierta Cuaternaria y también en los materiales de la unidad del Terciario. En la Unidad del Terciario se encuentran acuíferos con aguas confinadas e incluso surgentes. En las cubiertas Cuaternarias existen dos territorios más o menos diferenciados en lo relativo a sus expectativas acuíferas; uno de ellos es el que se extiende bajo la cota 100 m.s.n.m. donde prevalecen los sedimentos Cuaternarios de granulometría fina a muy fina; el acuífero principal es uno somero, situado entre la superficie y no más que 6 m de profundidad, que consiste de limos hasta limos arcillosos poco permeables. Sobre la cota 100 m.s.n.m. y dentro de los terrenos con cubiertas Cuaternarias que corresponden a las áreas de topografía suave o aterrazadas, se encuentra un acuífero somero antes de los 6 m desde la superficie y otro profundo debajo de los estratos muy poco permeables que limitan al interior. El rendimiento del acuífero somero es puntualmente pobre. Según lo anterior puede estimarse un promedio T=30 m^2/día y Sy=0,03.

En la Unidad Hidrogeológica XIII prevalecen las rocas del Preterciario, en las cuales no se encuentra ningún interés desde el punto de vista hidrogeológico. Sin embargo, existen pequeñas áreas en las cuales existen depósitos lagunares con sedimentos finos que son pobres en cuanto a potencial hidrogelógico pero que pudieran ser útiles dada la pobreza del sector. Estos lugares se pueden observar en las cercanías de Cerro Guido y lago Sarmiento, en donde se encuentra una sierra nevada plana con coironales y pastizales. De acuerdo a las características descritas puede estimarse T=10 m^2/día y Sy=0,03.

Finalmente, a modo de complemento de lo anterior, en el Cuadro V.3.4-8 se presenta un listado de todos los valores del coeficiente de transmisibilidad que fueron calculados y/o evaluados, según los procedimientos que se indican. Dichos coeficientes permiten tener un conocimiento más localizado de cada Unidad Hidrogeológica, en todos aquellos pozos en que se dispone información suficiente.

Los procedimientos usados son los siguientes:

- La relación de equilibrio de Dupuit (considerando que Ln R/r=7), en que R es el radio de influencia y r el radio del pozo.
- La relación de desequilibrio de Thiem.
- Por comparación de estratigrafía y valores de T conocidos de pozos vecinos (Interpolación).

CUADRO V.3.4-8
COEFICIENTES DE TRANSMISIBILIDAD PARA POZOS CON INFORMACION

UNIDAD	POZO		T (m^2/día)	METODO
	CODIGO	NOMBRE		
I	5250-7050 D3	LAREDO 2-E	16,9	a
	5300-7050 A1	OJO BUENO A-1	83,5	a
	5300-7050 B2	CHABUNCO 6	250,0	b
	5300-7050 B12	RIO SECO 1A	56,2	a
	5300-7050 B13	FRIGORIFICO 1	76,0	b
	5300-7050 B14	FRIGORIFICO 2	24,0	b
	5300-7050 B15	FRIGORIFICO 3	59,5	b
	5300-7050 D4	BAHIA CATACLINA A3	38,5	a
	5300-7050 D6	PATAGONIA A1	* 642.0	a
	5300-7050 D7	CAMPUS A1	137,6	a
	5300-7050 D8	ESTADIO 1	2,9	a
	5300-7050 D9	MALTERIAS UNIDAS 1	10,7	a
II	-	-	-	-
III	5210-7100 C1	LAGUNA BLANCA 1	64,0	a
IV	-	-	-	-
V	5200-6930 C2	MONTE AYMOND 2	0,7	a
	5200-7040 B1	GALLEGOS CHICO 2	3,1	a
VI	5220-6930 A1	MERIC 1	21,0	c
	5220-6930 A4	PUNTA DELGADA A1	48,0	c
	5220-6930 B2	PUNTA DELGADA A2	52,0	c
VII	-	-	-	-
VIII	-	-	-	-
IX	5220-6920 D1	ESPORA 1	40,0	c
	5230-6920 A2	ANGOSTURA ESTE 1	51,0	c
	5230-6920 A3	MANANTIALES 5	18,0	c
		MANANTIALES 21	48,0	c
		MANANTIALES 26	18,0	c
		MANANTIALES 35	156,6	a
	5230-6920 B1	MANANTIALES ESTE 2	18,6	a
	5230-6920 D2	MANANTIALES A2	47,0	c
	5230-6930 B1	ANGOSTURA 2	7,2	a
	5240-6830 A1	CATALINA 3	49,0	a
		CATALINA 5	122,0	a
		CATALINA 6	119,1	a
		CATALINA 10	460,5	a
	5240-6850 A3	CALAFATE 4	9,9	a
		CALAFATE 7	51,1	a
		CALAFATE 10	178,9	a
		CALAFATE 13	43,4	a
		CALAFATE 24	293,4	a
		CALAFATE 31	187,5	a
	5240-6850 A4	4° CHORRILLO 4	181,9	a
		4° CHORRILLO 5	179,4	a
		4° CHORRILLO 9	197,5	a
	5240-6900 A1	MAJADAS 1	79,1	a
		MAJADAS 2	65,9	a

CUADRO V.3.4-8 (Continuación)
COEFICIENTES DE TRANSMISIBILIDAD PARA POZOS CON INFORMACION

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	POZO		T	METODO USADO
	CODIGO	NOMBRE	(m^2/dia)	
IX	5240-6910 A3	SOMBRERO 1	26,0	a
		SOMBRERO 2	20,3	c
		SOMBRERO 3	24,0	a
		SOMBRERO 4	41,9	a
		SOMBRERO 6	79,4	a
		SOMBRERO 7	67,7	a
		SOMBRERO 10	45,7	a
		SOMBRERO 13	15,2	a
		SOMBRERO 14	57,1	a
		SOMBRERO 18	38,1	a
		SOMBRERO 19	42,2	a
		SOMBRERO 20	84,4	a
		SOMBRERO 24	77,6	a
		SOMBRERO 29	76,1	a
		SOMBRERO 30	41,5	a
	5240-6920 B1	CHAÑARCILLO 1	35,0	c
		CHAÑARCILLO 3	41,5	a
		CHAÑARCILLO 4	41,9	a
		CHAÑARCILLO 5	32,9	a
		CHAÑARCILLO 6	55,7	a
		CHAÑARCILLO 8	59,0	a
		CHAÑARCILLO 9	65,2	a
		CHAÑARCILLO 16	42,2	a
		CHAÑARCILLO 17	12,4	a
		CHAÑARCILLO 18	8,3	a
		CHAÑARCILLO 21	33,8	a
		CHAÑARCILLO 24	8,5	a
		CHAÑARCILLO 26	3,8	a
		CHAÑARCILLO 32	22,0	c
	5240-6920 C1	VICTORIA OESTE 1	79,3	a
	5240-6920 C2	VICTORIA SUR 1	46,0	c
		VICTORIA SUR 16	109,6	a
		VICTORIA SUR 21	78,8	a
		VICTORIA NORTE 1	18,0	c
		VICTORIA ESTE 1	18,0	c
		VICTORIA ESTE 9	63,4	a
	5250-6910 A1	CHILLAN 1	40,4	a
	5250-6910 B1	PRIMAVERA 2	69,2	a
	5250-6920 A1	ESTANCIA NUEVA 1	37,0	c
	5250-6920 C1	O'HIGGINS 1	41,0	c
X	5250-6850 B1	POZO AGUA CULLEN	2,5	a
	5250-6850 D1	CULLEN 1	32,8	c
XI	-	-	-	-
XII	-	-	-	-
XIII	-	-	-	-

(*): No se consideró por estar en el lecho del río Tres Puentes
a: Prueba de bombeo en equilibrio
b: Prueba de bombeo en desequilibrio
c: Cálculo a partir de estratigrafías y correlaciones con pozos cercanos

d) Recarga, Movimiento y Descarga

En el presente capítulo se entregan los antecedentes correspondientes a la evaluación de las recargas y descargas de los acuíferos en los diferentes sectores en que se ha dividido el área de proyecto, así como también las estimaciones de los caudales pasantes en las unidades hidrogeológicas.

El desarrollo del capítulo se ha basado en la metodología e información contenida en el estudio de la Dirección General de Aguas de 1991.

i) Antecedentes Generales

En primer término es importante señalar que en el área estudiada, las recargas a los sistemas acuíferos son fundamentalmente de origen pluvial y/o nival.

Los sistemas acuíferos existentes en la zona están conformados por rellenos que pueden clasificarse, desde el punto de vista de su data geológica, en rellenos terciarios y rellenos cuaternarios, lo que define la naturaleza de las recargas asociadas a cada uno de ellos.

En los acuíferos del Terciario, que constituyen los más importantes en cuanto a disponibilidad de recursos hídricos, la recarga se produce principalmente en los sectores de la sierra Balmaceda, en las hoyas hidrográficas de los ríos Oscar, Side y Cullen, a través de los afloramientos de areniscas azules y conglomerados porosos de las formaciones Palomares y Filaret. Esta recarga se puede considerar continua y dependiente fundamentalmente del nivel de las precipitaciones.

En los rellenos del Cuaternario la recarga se produce directamente por infiltración de aguas lluvias en toda la extensión del área de relleno, o desde cauces naturales. Lo anterior ocurre debido a las características de estos sistemas, que generalmente son libres o semiconfinados.

El análisis que se ha desarrollado en este informe corresponde a balances realizados considerando recargas asociadas a un 50% de probabilidad de excedencia.

Las descargas consideradas están constituidas por los caudales extraídos desde las captaciones subterráneas existentes en la zona, los que han sido evaluados para cada una de las Unidades Hidrogeológicas en que se ha dividido el área de proyecto.

Los movimientos del agua subterránea se han descrito en forma cualitativa para todas las Unidades Hidrogeológicas, y en los casos en que los antecedentes disponibles lo han permitido, también se han evaluado los caudales pasantes.

ii) Recargas en Unidades Hidrogeológicas

El monto de las recargas en cada una de las Unidades Hidrogeológicas ha sido estimado en el estudio de la DGA ya mencionado, mediante el uso de un modelo de Balance Hidrológico. En dicho modelo se realizó un balance que incluyó las diversas entradas y salidas de agua en cada una de las 50 cuencas hidrológicas consideradas, obteniéndose como resultado de esto aquella parte de la precipitación que recargaría, de darse las condiciones para ello, al sistema acuífero. Es importante señalar que el área correspondiente al presente estudio es mayor

a la considerada en el estudio de 1991, por lo que los antecedentes disponibles de dicho estudio han debido ser complementados de forma que sean representativos de la nueva superficie considerada (se complementó el catastro de sondajes y se analizaron nuevas Unidades Hidrogeológicas)

A continuación se describen los principales conceptos que definieron el modelo que fue desarrollado en el estudio de 1991.

En términos generales y a nivel anual, la ecuación de balance hídrico tiene la siguiente expresión matemática:

$$Q = P - D \qquad (1)$$

en que P es el volumen de precipitación anual, Q es el volumen de escorrentía superficial anual y D es el déficit de escorrentía anual, que incluye la evapotranspiración (ET) y la recarga (R) a la napa, vale decir:

$$Q = P - ET - R \qquad (2)$$

En esta ecuación de balance se omitieron todas las posibles regulaciones, las cuales se han considerado constantes para el periodo de análisis y, por lo tanto, sus variaciones resultantes son nulas y no influyen en el balance global, también se omitió la escorrentía subsuperficial. Lo señalado es válido, pues los flujos intermedios pueden considerarse como parte del sistema hidrológico superficial o como parte del sistema hidrogeológico subterráneo, o incluso como una constante interacción con el sistema superficial y el sistema subterráneo, vale decir, con un comportamiento variable de incorporación a los flujos superficiales en algunos tramos, mantenerse como flujo intermedio, o bien descender e incorporarse como recarga a la napa subterránea.

Lo anterior podría ser especialmente delicado en muchas zonas del área de estudio, donde la existencia de un estrato impermeable superficial limita la percolación profunda, dando mayor importancia a las aguas de tipo subsuperficial.

La expresión para las recargas se obtiene de la ecuación (2) correspondiente al Balance Hídrico, la cual entrega la siguiente expresión:

$$R = P - Q - ET \qquad (3)$$

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial de cultivo (ET), se usó los valores de los coeficientes indicados en el estudio de la FAO: "Las necesidades de Agua de los Cultivos" (Estudio FAO, Riego y Drenaje N°24, 1990). Por otro lado, los valores de evaporación de bandeja fueron obtenidos a partir de la información consignada en BALANCE HIDRICO DE CHILE. Se adoptaron tres valores para Kp (coeficiente de cubeta), en función de las condiciones de humedad y vientos, ellos son:

Kp = 0,713 (viento moderado)
Kp = 0,663 (viento moderado fuerte)
Kp = 0,613 (viento fuerte)

Finalmente se obtuvo:

ET = Kc * ETO ; Evapotranspiración del cultivo representativo de la zona.

Kc = Coeficiente de cultivo representativo de la zona, que depende del tipo de cultivo, de las condiciones de humedad, del crecimiento de él, etc.

Para el área de estudio se adoptaron los siguientes valores:

Kc = 1,0 (pastos de pradera tipo estepa)
Kc = 0,95 (semi bosque - estepa)
Kc = 0,9 (semi bosque)
Kc = 0,8 (bosque)

Luego, en base a la ecuación (3), se hizo una evaluación de la recarga a nivel anual para las cuencas que constituyen el área de estudio. En algunos casos se obtuvo valores de recarga R negativos, debido al alto monto asignado a la evapotranspiración, que en algunos casos incluso resultó ser superior a la precipitación. Por esto, el Balance Hídrico y la evaluación de la recarga se realizó a nivel mensual, de manera de poder estimar la evapotranspiración real en base a la disposición efectiva de agua en la cuenca para cada mes.

Esto significó desarrollar un modelo de Balance Hídrico más elaborado, cuyos fundamentos se explican a continuación.

Retomando la ecuación (3), cuya expresión es:

$$R = P - Q - ET$$

Se precisó que la evapotranspiración a considerar en el balance, es la que efectivamente ocurre cada mes; vale decir, la evapotranspiración real (ETR) que, dependiendo de la disponibilidad del recurso agua, puede o no coincidir con la evapotranspiración potencial.

Para la evaluación de la evapotranspiración real ETR y de la recarga R, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Si $P - Q > 0$ y $P - Q - ET > 0$, quiere decir que hay exceso de agua y, por lo tanto, la evapotranspiración de la vegetación puede ser la potencial, entonces ET = ETR y la recarga vale R = P - Q - ETR.

- Si $P - Q > 0$ pero $P - Q - ET < 0$, quiere decir que no hay suficiente agua para que los vegetales evapotranspiren el máximo, razón por la cual ETR < ET y vale ETR = P-Q. Esto implica que, dada la escasez del recurso, toda el agua disponible es consumida y evapotranspirada por los vegetales, resultando que la recarga R es nula.
- Si $P - Q < 0$, vale decir, si la escorrentía superficial supera a las precipitaciones, la recarga y la evapotranspiración sólo serían posible gracias a los aportes recibidos de los excedentes de los meses anteriores, producto por ejemplo del derretimiento de nieves en ciertos casos y/o afloramientos no inmediatos de las aguas subterráneas en otros.

Lo anterior se implementó en un programa de computación, que dio lugar al modelo de simulación de la recarga. El modelo fue desarrollado para la evaluación de la recarga R en las cuencas que comprenden al área de estudio, en el caso de un año húmedo, normal y seco (15%, 50% y 85% de probabilidad de excedencia, respectivamente). Como criterio conservador, para la evaluación de las pérdidas en cada cuenca, se diferenció el terreno-vegetal (evapotranspiración propiamente tal), de las superficies de agua libre como son los lagos y

lagunas (evaporación pura) y de las vegas, las cuales se consideraron como un caso intermedio entre ambos.

En el Cuadro V.3.4-9 se presentan los valores de recarga que han sido determinados para cada una de las Unidades Hidrogeológicas que se han definido, dichos valores corresponden a una probabilidad de excedencia de 50% para las precipitaciones anuales. La información presentada incluye las recargas en (m^3/año) y (mm/año), además de la extensión del área de relleno en (há).

CUADRO V.3.4-9
RECARGAS EN UNIDADES HIDROGEOLOGICAS
Probabilidad de excedencia = 50%

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	RECARGA (m^3/año)	RECARGA (l/s)	AREA RELLENO (há)	TASA INF. (mm/año)
I	155.418.000	4.900	115.500	134
II	132.250.000	4.200	46.200	287
III	16.027.000	500	91.600	17
IV	65.595.000	2.100	180.000	37
V	77.487.000	2.500	370.200	21
VI	40.945.000	1.300	151.600	27
VII	120.085.000	3.800	266.400	45
VIII	49.139.000	1.600	292.900	17
IX	121.310.000	3.800	242.000	50
X	154.615.000	4.900	214.700	72
XI	126.144.000	4.000	200.000	63
XII	25.229.000	800	60.000	42
XIII	22.075.000	700	60.000	37

Para analizar los valores que se han obtenido, es necesario hacer algunos alcances acerca de la información misma, considerando la forma en que fue obtenida parte de ella:

- En primer lugar, dado lo simplificado del modelo de Balance Hidrológico, no se consideró aspectos tales como, el estado de humedad inicial de los suelos en el sistema en análisis, despreciándose su capacidad de retención, por lo cual podría pensarse que existe algún grado de sobreestimación de las recargas. Lo anterior explicaría algunos montos elevados de recarga resultantes del cálculo.

- Un segundo alcance se refiere a las recargas calculadas como láminas de agua, las cuales son en promedio un 10% a 20% de la precipitación correspondiente a ese año, lo cual resulta razonable y dentro de márgenes adecuados.

- Un tercer aspecto de importancia es el hecho que en ciertas Unidades Hidrogeológicas, como ocurre en la Unidad V y VI por ejemplo, las recargas calculadas no percolan hasta el acuífero, sino que se transforman en flujo subsuperficial que escurriría como tal no aportando al flujo propiamente subterráneo.

iii) Movimiento de las Aguas Subterráneas

Con respecto al movimiento de las aguas subterráneas, sólo ha sido posible realizar estimaciones de los caudales pasantes en algunas Unidades Hidrogeológicas, contándose sin embargo, con estimaciones cualitativas en el resto de ellas.

En el Cuadro V.3.4-10 se presentan los antecedentes relativos al movimiento de las aguas subterráneas en cada Unidad Hidrogeológica. Además, en el Plano V.3.4-2 del Album de Planos, se aprecia la disposición de las curvas isopiezométricas del área de estudio.

CUADRO V.3.4-10
MOVIMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	DIRECCION DEL FLUJO	CAUDAL PASANTE (l/s)
I	Sector Norte: Este Sector Meridional: Sureste	Sin Información
II	Noroeste	Sin Información
III	Hacia la Laguna Blanca	Sin Información
IV	Cuenca Terciaria: i=0.009, Norte	Sin Información
V	Gallego Chico: Norte Monte Aymond: Noreste	Gallego Chico: Q=0.6 Monte Aymond: Q=2.6
VI	Sureste	Q=220
VII	Suroeste y Sureste	Sin Información
VIII	Noroeste	Sin Información
IX	Noroeste y Norte	Q=160
X	Noroeste y Este	Sin Información
XI	Este	Sin Información
XII	Oeste	Sin Información
XIII	Oeste	Sin Información

iv) Descargas en Unidades Hidrogeológicas

En el estudio "Catastro y Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos, XII Región", se determinó mediante campañas de terreno y recopilación de información en instituciones públicas y privadas, el número de captaciones subterráneas existentes en la zona y el uso a que se destinan los recursos extraídos.

Posteriormente, estimando consumos promedios representativos de cada uso, se determinaron las descargas aproximadas en cada unidad, como la sumatoria de los recursos utilizados en consumo potable, en riego y bebida de ganado y en usos industriales.

En forma adicional, para este estudio se complementó la información existente con antecedentes recogidos tanto en terreno como en ENAP, de forma de contar con valores lo suficientemente representativos de la situación de bombeos en la zona.

Las descargas artificiales generadas en las distintas Unidades Hidrogeológicas corresponden, tal como se ha señalado, a los caudales extraídos desde las captaciones subterráneas existentes en la zona, las cuales se resumen en el Cuadro V.3.4-11.

CUADRO V.3.4-11
CAUDALES TOTALES BOMBEADOS POR UNIDAD HIDROGEOLOGICA

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	CAUDAL (m^3/año)	CAUDAL (l/s)
I	299.000	9,5
II	4.700	0,1
III	10.700	0,3
IV	--	0,0
V	75.000	2,4
VI	107.000	3,4
VII	5.300	0,2
VIII	--	0,0
IX	52.500	1,7
X	60.700	1,9
XI	9.300	0,3
XII	31.500	1,0
XIII	47.300	1,5

v) Volúmenes de Almacenamiento

Para lograr una buena estimación del volumen de almacenamiento en cada cuenca es necesario conocer el coeficiente de porosidad efectiva Sy, el cual queda dado por las características de los materiales que constituyen los acuíferos.

Los valores del coeficiente de porosidad efectiva se han determinado en forma aproximada basándose en las características estratigráficas de los rellenos que conforman cada Unidad Hidrogeológica. En el Cuadro V.3.4-12 se presentan los antecedentes que permiten estimar los volúmenes de almacenamiento en las diferentes Unidades Hidrogeológicas.

CUADRO V.3.4-12
VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	AREA (há)	ESPESOR (m)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VOLUMEN ALMACENADO millones (m^3)
I	115.500	17	10	1.960
II	46.200	17	10	790
III	91.600	79	5	3.620
IV	180.000	(10)	7	1.260
V	370.200	35	5	6.480
VI	151.600	95	5	7.200
VII	266.400	17	5	2.260
VIII	292.900	(3)	5	440
IX	242.000	83	10	20.090
X	214.700	72	7	10.820
XI	200.000	(10)	7	1.400
XII	60.000	(10)	7	420
XIII	60.000	(10)	7	420

Nota: Los valores entre paréntesis son estimados por no disponer de información sobre espesores del acuífero.

vi) Balances Hídricos en Unidades Hidrogeológicas

A partir de los antecedentes expuestos es posible estimar el monto de las descargas naturales de cada sistema. Para ello se ha supuesto que la variación anual de almacenamiento subterráneo es despreciable.

En el Cuadro V.3.4-13 se entregan los resultados de los balances realizados en cada Unidad Hidrogeológica.

CUADRO V.3.4-13
BALANCE HIDRICO EN UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	RECARGA (m^3/año)	BOMBEOS (m^3/año)	DESCARGAS (m^3/año)
I	155.418.000	299.000	155.119.000
II	132.250.000	4.700	132.245.300
III	16.027.000	10.700	16.016.300
IV	65.595.000	-	65.595.000
V	77.487.000	75.000	77.412.000
VI	40.945.000	107.000	40.838.000
VII	120.085.000	5.300	120.079.700
VIII	49.139.000	-	49.139.000
IX	121.310.000	52.500	121.257.500
X	154.615.000	60.700	154.554.300
XI	126.144.000	9.300	126.134.700
XII	25.229.000	31.500	25.197.500
XIII	22.075.000	47.300	22.027.700

Es necesario señalar que las descargas consignadas en la última columna del cuadro precedente representan los volúmenes de agua que estarían en condiciones de ser aprovechados, al menos parcialmente, en cada una de las Unidades Hidrogeológicas y estarían representando la potencialidad de los recursos de aguas subterráneas.

e) Potencialidad de las Unidades Hidrogeológicas

En base a todos los aspectos tratados en los puntos anteriores, a continuación se hacen algunas consideraciones sobre la potencialidad de los sistemas de aguas subterráneas.

Como consideración general, válida para todas las Unidades Hidrogeológicas donde el relleno Terciario es importante (especialmente en la Unidad IX), existe aún una gran disponibilidad del recurso, como lo demuestra el balance hídrico consignado en los puntos anteriores del presente informe, lo cual permitiría la construcción (o habilitación) de nuevos pozos, tomando la precaución de que no lleguen a interferirse entre ellos, y que el nivel de explotación no llegue a un punto tal que, los gradientes se inviertan, con depresiones muy altas que pudieran dar lugar, por ejemplo las zonas junto al Estrecho a intrusión salina y a la consiguiente contaminación del recurso almacenado en los rellenos Terciarios.

Respecto al relleno Cuaternario, también existe un volumen importante del recurso que aún no está siendo aprovechado. En términos generales, como suele ocurrir en este tipo de rellenos, los mejores pozos se encontrarán en los valles o lechos de los ríos, a una distancia prudente de los cerros, los cuales pueden actuar como paredes impermeables que

inhiban el buen rendimiento de los pozos. Sectores más altos también pueden ser aprovechados, cuando se trate de acuíferos confinados o semiconfinados, cuyas recargas estén a cotas superiores, pero siempre dentro de las áreas que se han identificado como relleno Cuaternario.

Respecto a toda la zona Continental Norte, donde la topografía es básicamente de planicies y suaves lomajes, se recomienda ubicar los pozos en las zonas bajas donde confluyan los cañadones, pequeños chorrillos o. simplemente existan depresiones. En el caso de que se pretenda captar aguas del Terciario, se requerirá por cierto de recursos para realizar una perforación profunda, con un sistema de elevación capaz de llevar las aguas a la superficie, en aquellos casos en que no se encuentren napas surgentes.

A continuación se indican algunas consideraciones especiales respecto a este punto para cada Unidad Hidrogeológica.

En la Unidad Hidrogeológica I se pueden encontrar napas confinadas, semiconfinadas y libres, preferentemente en el relleno cuaternario, con profundidades de pozos menores a 100 m y con rendimientos de las napas que pueden llegar a caudales específicos de q = 1,4 l/s/m (5 m^3/h/m). Los niveles estáticos, dependiendo del tipo de napa de que se trate, pueden encontrarse a partir de 1 m de profundidad.

En la Unidad Hidrogeológica II la situación se puede considerar similar a la de la Unidad I, por las razones explicadas en los puntos anteriores, teniendo en cuenta, sin embargo, que no existe información al respecto.

En la Unidad Hidrogeológica III, donde existen recursos en los rellenos Terciarios y Cuaternarios, se pueden hacer pozos de gran profundidad (más de 400 m), para captar del Terciario, con cierta probabilidad de surgencia en algunos sectores no identificados. Respecto al Cuaternario, los pozos de preferencia atravesando napas confinadas o semiconfinadas, no debieran ser de una profundidad superior a los 110 m. El caudal específico esperado para esta unidad, es del orden de q = 0,60 l/s/m (2 m^3/h/m). Los niveles estáticos, en el caso de napas surgentes, pueden ser hasta de 4 m por sobre el nivel del terreno.

En la Unidad Hidrogeológica IV no se dispone de información pero se presume la existencia de napas confinadas, semiconfinadas y libres. Los sondajes no debieran superar los 100 m de profundidad y podrían esperarse rendimientos del orden de q = 0,8 l/s/m (2,9 m^3/h/m) en los mejores sectores. Los niveles estáticos pueden encontrarse a partir de 1 a 2 m de profundidad.

La Unidad Hidrogeológica V presenta características bastante desfavorables, con napas preferentemente confinadas en el relleno Cuaternario, con pozos que en muchos casos tendrían que superar los 100 m de profundidad para conseguir rendimientos mínimos aceptables, del orden de q = 0,03 l/s/m (0,1 m^3/h/m). Los niveles estáticos debieran encontrarse a unos 20 m de profundidad aproximadamente.

La Unidad Hidrogeológica VI, respecto al Cuaternario, presenta características similares al caso anterior, ya que se puede esperar encontrar pozos de profundidades de más o menos 100 m, con caudales específicos del orden también de q = 0,03 l/s/m (0,1 m^3/h/m), y niveles estáticos del orden de los 20 m de profundidad. Respecto al Terciario, en la zona contigua a Primera Angostura, se pueden encontrar pozos surgentes, similares a los del Norte de Tierra del Fuego (Unidad IX).

Respecto a la Unidad Hidrogeológica VII no se dispone de información, pero se presume que los sistemas acuíferos son preferentemente confinados o semiconfinados, con pozos de hasta 100 m de profundidad para captar aguas de los acuíferos que pudieran existir del Cuaternario, con un caudal específico del orden de q = 0,60 l/s/m. Es posible que en el sector Sureste, vecino a la Unidad VI, se pudieran encontrar algunos pozos surgentes que atraviesan formaciones del Terciario.

La Unidad Hidrogeológica VIII es la que presenta condiciones más desfavorables respecto a los recursos de aguas subterráneas, sobre todo hacia el sector Sur. Hacia el Norte se pueden esperar napas preferentemente semiconfinadas, con algunas confinadas y ocasionalmente surgentes (sector vecino a Unidad IX). Hacia el Sur, con pozos de incluso más de 100 m de profundidad, lo más probable es que los caudales específicos no superen los 0,03 l/s/m (0,1 m^3/h/m).

La Unidad Hidrogeológica IX, se caracteriza por los pozos surgentes del Terciario, se pueden construir pozos entre 500 y 800 m de profundidad, surgentes, con caudales específicos hasta de 1,6 l/s/m (5,8 m^3/h/m).

La Unidad Hidrogeológica X, en su sector Norte, da la posibilidad de encontrar algunos pozos que sean surgentes, similar al caso de la Unidad IX, con profundidades superiores a los 500 m, sin embargo, con rendimientos específicos inferiores, del orden de q = 0,5 l/s/m (1,8 m^3/h/m). En esta Unidad el relleno Cuaternario toma cierta importancia, pudiendo encontrarse pozos que con no más de 50 m de profundidad, entreguen un caudal mínimo aceptable, no superior, en todo caso, a los 0,03 l/s/m (0,3 m^3/h/m).

Sobre la Unidad XI, de la cual no se dispone de información, pero de lo que presenta ciertas similitudes con la Unidad I, es de esperar que en pozos construidos con no más de 100 m de profundidad, se puedan atravesar algunos acuíferos del Cuaternario, preferentemente semiconfinados y en ciertos puntos libres, con rendimientos del orden de q = 0,8 l/s/m (2,9 m^3/h/m), con niveles estáticos a partir de 1 a 2 m de profundidades.

En la Unidad Hidrogeológica XII, las cubiertas de sedimentos cuaternarios tienen gran distribución areal y prevalecen en toda la zona de los Huertos Familiares de Puerto Natales al igual que en las tierras bajas de los valles de los cauces locales como los ríos Natales-Dorotea-Casas Viejas-Dumestre. Estos depósitos cuaternarios son principalmente de granulometría fina y del tipo de limos a limos arcillosos originados en ambientes lacustres; de modo que estos sedimentos finos, los cuales son de pequeña permeabilidad y de escaso potencial de producción de aguas subterráneas, con lo cual podrían esperarse rendimientos del orden de 0,1 l/s/m en pozos de 30 a 50 m de profundidad.

La Unidad Hidrogeológica XIII no presenta buenas expectativas acuíferas, por corresponder a rocas del Preterciario. Sólo es posible encontrar algunos acuíferos de escasas expectativas en los alrededores de los cauces de los ríos más importantes, como es el caso del río Las Chinas y Baguales. En esos casos, pozos de 20 a 40 m podrían producir del orden de 0,2 l/s/m en esos sectores; lejos de los cauces los rendimientos pueden disminuir hasta 1/10.

Finalmente, respecto a los recursos subsuperficiales que, como se ha explicado en puntos anteriores son de uso generalizado, sobre todo en la zona Continental Norte y Tierra del Fuego, a través de captaciones subsuperficiales como son las aguadas, los pozos norias, las zanjas horizontales, etc., no se puede desconocer que ellas constituyen una solución aceptable

para satisfacer las necesidades inmediatas, con mayores frecuencias, claro está, en los sectores más secos.

No obstante, hay que tener en cuenta que la recuperación de estas captaciones es muy lenta (de 3 a 6 días) y en muchos casos sólo es posible con la ayuda del invierno, lo cual implica una regulación de tipo estacional. De esta manera, en caso de que no llueva, las captaciones simplemente se secan y, para quienes no tengan posibilidades de construir pozos más profundos, las consecuencias pueden ser de grandes pérdidas, por ejemplo, de ganado.

Lo anterior, entonces, debe ser tomado muy en cuenta, ya que es la práctica que más predomina en la zona Continental Norte y en Tierra del Fuego, por lo menos, en cuanto al uso de aguas subsuperficiales.

Por lo demás, la baja rentabilidad de los terrenos de la Pampa Magallánica, sumado a las grandes distancias y aislamientos, en muchos casos, hace imposible pensar en grandes inversiones para la construcción de pozos profundos, y menos para la operación de ellos, sea por energía eléctrica o petróleo. Por esta razón, se opta por captaciones subsuperficiales, en muchos casos con elevaciones a través de molinos de viento, puesto que es la energía eólica la que más abunda en la región, resultando ser la más económica, razonable y factible de ser aprovechada.

En todo caso, cabe señalar que estos recursos podrían ser mejor aprovechados, si se diseñaran obras simples y económicas de captación horizontal, de tal manera de hacerlas más eficientes, manteniendo la idea de los molinos de viento, cuando ello sea necesario.

V.3.4.4 Hidrogeología Específica de Tierra del Fuego

a) Introducción

Este capítulo tiene como finalidad la caracterización hidrogeológica de la Isla de Tierra del Fuego. En el estudio hidrogeológico del Informe de Etapa 3: Estudios Básicos, se analizó la hidrogeología general de la XII Región.

En el Capítulo que se desarrolla a continuación se complementa esa caracterización general, destacándose la importancia hidrogeológica de la Isla con respecto a la zona continental.

En la región de Magallanes y, especialmente en la Tierra del Fuego, existen 2 formaciones geológicas en las cuales se encuentran aguas subterráneas; los sedimentos superficiales desde la Epoca Glacial al Reciente y la Formación Palomares del Terciario Superior.

b) Características Geológicas

i) Sedimentos Cuaternarios

Los depósitos Cuaternarios no consolidados de la Isla de Tierra del Fuego están constituidos por sedimentos glacio-fluviales y lacustres. Estos depósitos presentan características lenticulares propias de sus sistemas de depósito asociados a la retirada de los hielos y están

constituidos por depósitos de arenas, gravas y arcillas que forman barreras impermeables. El espesor de estos depósitos Cuaternarios varían entre 0 y más de 100 metros, y guardan estrecha relación con los sistemas fluviales más modernos, los cuales son herencia de los sistemas glaciales preexistentes.

Los acuíferos de estas cuencas están constituidos por arenas y gravas no consolidadas, limitadas horizontal y verticalmente por cuerpos de arcillas impermeables que posibilitan, en algunos casos, la sobrepresión necesaria para la surgencia natural de las aguas subterráneas.

Las captaciones perforadas en esta primera formación (captaciones subsuperficiales como aguadas, norias, zanjas), generalmente no mayores de 20 m de profundidad, producen agua en pequeñas cantidades para uso doméstico y bebida para ganado. Estas captaciones constituyen una solución aceptable para satisfacer las necesidades inmediatas en los sectores más secos. No obstante, hay que tener en cuenta que la recuperación de estas captaciones es muy lenta (de 3 a 6 días) y en muchos casos sólo es posible con la ayuda del invierno, lo cual implica una regulación de tipo estacional. De esta manera, en caso de que no llueva, las captaciones simplemente se secan.

ii) Sedimentos Terciarios

Los sedimentos Terciarios de Tierra del Fuego presentan una gran importancia hidrogeológica por el hecho de que han sido reconocidos acuíferos con aguas confinadas, que en algunos casos han resultado surgentes en pozos perforados en estos sedimentos.

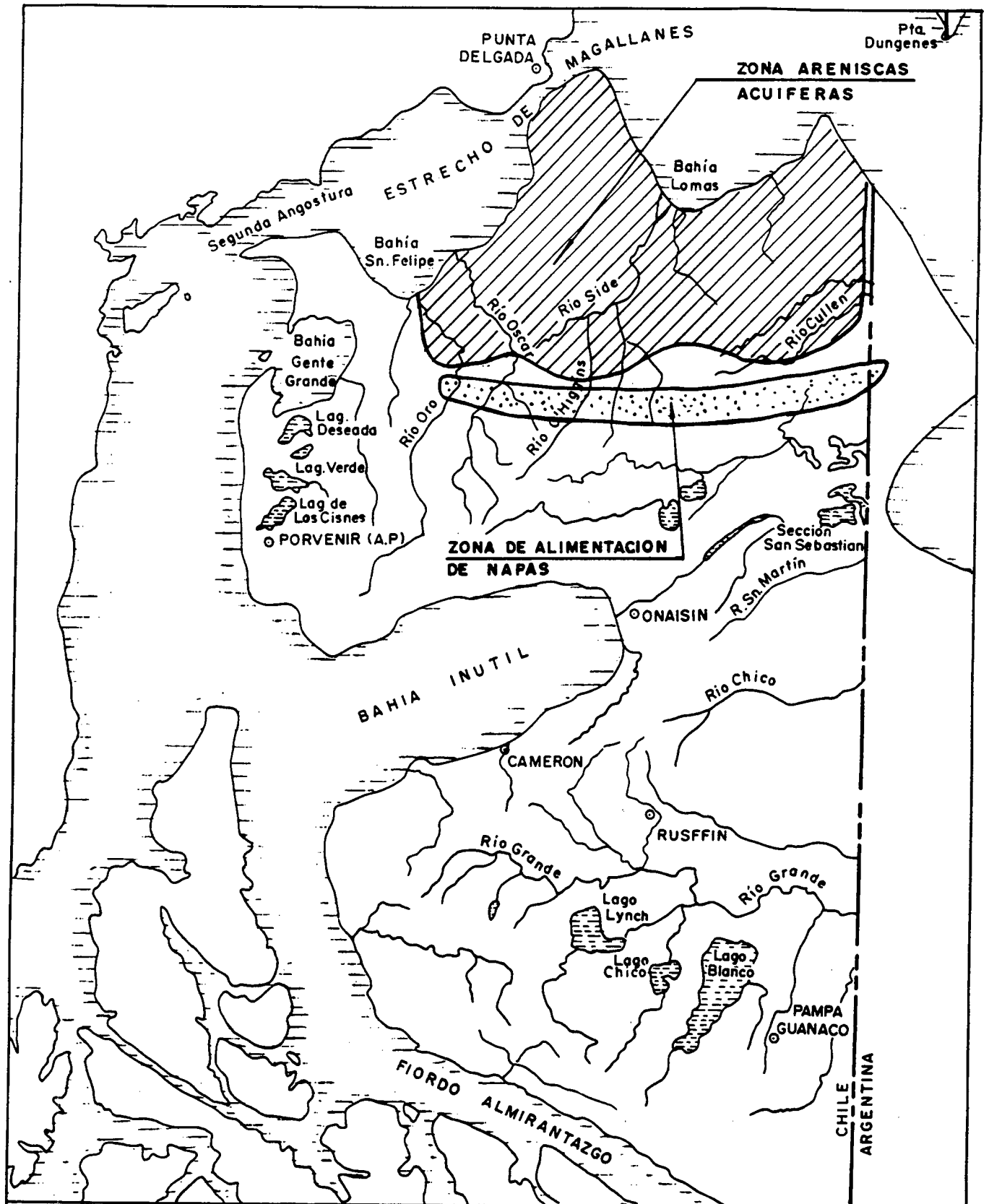
Respecto a estos sedimentos, la cuenca artesiana de mayor importancia en Magallanes corresponde a la Cuenca de Espora o del Noreste de Tierra del Fuego, en la cual los acuíferos están constituidos por rocas permeables de edad Terciaria. Estos acuíferos son areniscas y/o conglomerados del Terciario Superior, pertenecientes a la Formación Palomares o a la subyacente Formación Filaret.

Esta cuenca tiene una superficie de más de 300.000 hectáreas, encontrándose los acuíferos a profundidades que varían entre 50 y 300 metros bajo el nivel del terreno.

El sistema de recarga de los acuíferos se produce en las cercanías de la Sierra Balmaceda, donde afloran las areniscas azules y conglomerados porosos de las Formaciones Palomares y Filaret . Allí captan agua de infiltración en forma directa de las nevadas invernales, y particularmente, en los valles de los ríos Oscar, Side y Cullen, que canalizan la escorrentía superficial y permiten que parte de ella se infiltre por las capas permeables. Esta recarga se puede considerar continua y dependiente fundamentalmente del nivel de precipitaciones. El agua captada queda encerrada a presión en un amplio sinclinal, cuya parte más profunda se encuentra en la zona del Yacimiento Manantiales.

En la Figura V.3.4-14 se puede observar un mapa de la Isla de Tierra del Fuego en donde se indica la zona de alimentación de las napas acuíferas y la zona de las areniscas acuíferas en donde es posible encontrar agua surgente.

El afloramiento de los acuíferos es posible gracias a la estructuración de éstos en la gran estructura geológica sinformal, razón por la cual los acuíferos estratigráficamente más bajos afloran más al Sur y en posiciones topográficas más altas de la Sierra Balmaceda; de hecho esta sería una de las razones por las que presentan una presión mayor.



ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES — XII REGION C.N.R – DEPTO. DE ESTUDIOS	PLANO ZONA DE RECARGA Y ACUIFERA	FECHA 1997 ESCALA 1:1.000.000 FIGURA V.3.4-14

Para poder producir agua en estos sedimentos es necesario perforar pozos de 100 a 400 m de profundidad. Antes de penetrar la napa acuífera, es necesario entubar y cementar totalmente los sedimentos superficiales que constituyen la cubierta fluvioglacial.

c) Uso de las Aguas Subterráneas

i) Catastro de Sondajes

En este catastro, que se incluye en el Cuadro V.3.4-14, se han incluido los pozos de Tierra del Fuego que tienen antecedentes de algunas posibilidades acuíferas, según la información que se basa en los registros de pozos de Empresa Nacional de Petróleo, ENAP.

Se describe a continuación el significado o contenido de cada columna del catastro correspondiente a cada pozo.

- NOMBRE DEL POZO: Corresponde al nombre propio que lo identifica.
- ROL IREN: Corresponde a la ubicación del pozo según coordenadas geográficas, acorde con la nomenclatura de CIREN- CORFO. La Latitud y Longitud se asignan cada 10 minutos geográficos, y dentro de esos cuadrantes, se numera el pozo con una letra seguida de números correlativos desde el 1 en adelante.
- COORDENADAS UTM: Corresponde a la ubicación del pozo según coordenadas de la proyección Universal Transversal de Mercator, cuyo eje de absisas corresponde al Este y el eje de las ordenadas corresponde al Norte.
- COMUNA: Para mejor ubicación se ha preferido escribir el nombre de la Comuna, según codificación CONARA.
- UBICACION: Corresponde al nombre del predio, lugar o yacimiento donde se ubica el pozo.
- USO: Se distinguen los siguientes casos: R = Regadío, I = Industrial, P = Agua Potable, PE = Petróleo, E = Estudio, O = Observación. Algunos de los pozos son seguidos de un subíndice: AB = Abandonado o SU = Sin uso
- COTA: Corresponde a la altura, medida en metros sobre el nivel del mar, obtenidas por nivelaciones topográficas o interpolaciones en cartografía escala 1:50.000 del I.G.M.
- AN QU: Se indica con una letra A aquellos pozos que cuentan con 1 ó más análisis físico-químicos de sus aguas.
- PROF PERF: Profundidad del pozo, en metros.
- TECHO FORMACION PALOMARES: profundidad medida respecto al nivel de terreno en donde se detectó el techo de la Formación Palomares (m).
- TECHO ARENISCAS AZULES: profundidad medida respecto al nivel de terreno a la cual se detectó el techo de la zona acuífera denominada de Areniscas Azules (m).

CUADRO V.3.1-14
POZOS CON POSIBILIDADES ACUIFERA - PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COORDENADAS UTM NORTE	ESTE	COMUNA	UBICACION	USO	COTA (msnm)	AN O	PROF PERF	TECHO FORMACION PALOMARES	TECHO ARENISCAS AZULES	PROF. DONDE FLUYÓ EL POZO	PRESION ESTATICA (psi)	PRESION DINAMICA (psi)	PRESIÓN DE EXCESO (m.c.a.)	COTA PIEZOMETRICA (m.c.a.)	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBSERVACIONES
CULLEN A-1				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									110,0			3,51				
CULLEN A-10				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN				90,0											dic-65	
CULLEN A-11				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN				213,5											ene-80	
CULLEN A-12				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN				209,0	60,0										ene-80	
CULLEN A-13				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									8,0							
CULLEN A-15				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									4,9			5,4	10,4			
CULLEN A-16				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									6,7			6,5				
CULLEN A-17				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									5,4			6				
CULLEN A-3				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN												7,1				
CULLEN A-4				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									82,0						ago-57	abandonado
CULLEN A-5				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN		179,30			51,0				2,5			3,17				
CULLEN A-7				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN									82,0			0,21				
CULLEN A-9				PORVENIR	YACIMIENTO EST. NUEVA	P			158,0					93,0			3,17			oct-56	162 a 172; 209 a 214; 254 a 267; 274 a 277 y 317 a 337 m
AGUA GAVIOTA	5310 - 6830 - C 3			PRIMAVERA	YACIMIENTO EST. NUEVA				45,0								3,33				
ANGOSTURA 1	5230 - 6930 - B 1			PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA	PE	9,43	A									0,1		surgente	may-61	
ANGOSTURA 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA								17,0				1		surgente	oct-58	
ANGOSTURA SUR 1	5230 - 6930 - B 2			PRIMAVERA	YACIMIENTO ANGOSTURA SUR	PE			2339,7				50,0	1,0			2,6		surgente		año de medición: 1957
ARENAL 2	5240 - 6930 - A 1	4.155.654	457.124	PRIMAVERA	YACIMIENTO ARENAL	PE	34,90		2806,7	101,9		215,0							surgente		año de medición: 1957
ARENAL 3				PRIMAVERA	YACIMIENTO ARENAL		33,20			96,5		180,0	15 - 180	28,6					surgente	nov-73	
AVELINA 1	5250 - 6920 - B 1			PRIMAVERA	YACIMIENTO AVELINA		84,80								1,4	86,2				sep-60	seco, con agua
CALAFATE 1	5240 - 6850 - A 3			PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE	PE	72,40	A				115,0			7,0	80,0	0,2		surgente	oct-73	seco, con agua
CALAFATE 10				PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE								6,0	5,5			0,65				1 de 63
CALAFATE 13				PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE		121,00			154,3			2,5	2,0			0,16				
CALAFATE 20				PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE		56,10			112,1		115,0	35,0	34,0			2,14			ago-62	
CALAFATE 24				PRIMAVERA	YACIMIENTO CALAFATE								49,0	43,0			2,26			sep-62	
CALAFATE 31				SAN GREGORIO	LOCALIDAD CAÑADON GRANDE	P	17,00	A	62,1												
CALAFATE 7				PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA					2,0									surgente	mar-63	
CAÑADON GRANDE A-16	5210 - 6910 - A 3			PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA	PE	18,70	A	1666,7	2,0	115,0										
CATALINA 10				SAN GREGORIO	YACIMIENTO CERRO NEGRO		43,00													may-56	110 a 122 m y 152 a 167 m
CATALINA 3		4.165.563	523.589	PRIMAVERA	YACIMIENTO CUARTO CHORRILLO					20,0	20,0	82, 137, 157			52,5	95,5					Año de medición de presión en exceso: 1955
CERRO NEGRO 1	5220 - 6930 - A 6			PRIMAVERA	YACIMIENTO CUARTO CHORRILLO					29,0											
CUARTO CHORRILLO 10				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	P-SU	176,50			51,0		143,0									
CUARTO CHORRILLO 9				PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN		173,40			34,0											
CULLEN 151		4.138.680	509.530	PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		45,00													jun-73	105 A 121 m; 122 a 163 m y 237 a 262 m
CULLEN 71		4.137.135	509.589	PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		17,73			46,7		267,0			50,0	95,0				nov-57	152 a 169; 247 a 256; 264 a 272; 302 a 317; 322 a 331 y 337 a
CHAÑARCILLO 1				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		31,75			51,0		215,0	30,0	4,0							Año de medición de presión en exceso: 1955
CHAÑARCILLO 12				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		34,30			53,3		184,0	68,0	5,0			8		surgente		
CHAÑARCILLO 16				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		35,80			48,8		172,0	48,0	4,0			5,71		surgente		
CHAÑARCILLO 17				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		34,80								52,5	87,3	2,67		surgente		Año de medición de presión en exceso: 1955
CHAÑARCILLO 18				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		29,30			51,3		187,0									
CHAÑARCILLO 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO								10,0	1,0			2,22		surgente		
CHAÑARCILLO 20				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		31,05			72,0		252,0	20,0	2,0			1,11		surgente		
CHAÑARCILLO 21				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO								25,0	1,0			0,67		surgente		
CHAÑARCILLO 24				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		34,05			54,6		213,0									
CHAÑARCILLO 25				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		31,70					122,0	122,0								
CHAÑARCILLO 26				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO					68,0			51,0	18,0	42,5	74,0	10,1				Año de medición de presión en exceso: 1955
CHAÑARCILLO 3				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO							247,0	71,0	29,0			10,1				año de medición: 1957
CHAÑARCILLO 32				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO		33,40			54,4			20,0	7,0			5,6				año de medición: 1957
CHAÑARCILLO 4				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO SUR		35,20					181,0	60,0	18,0			20		surgente		
CHAÑARCILLO 5				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO SUR		37,70					215,0	49,0	11,0	53,4	88,6	8,8				Año de medición de presión en exceso: 1955
CHAÑARCILLO 8				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHAÑARCILLO SUR										23,8	61,5					Año de medición de presión en exceso: 1955
CHAÑARCILLO 9				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHILLAN	PE	65,18		2251,8				80,0	23,0			11,9				año de medición: 1957
CHAÑARCILLO SUR 1				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHILLAN		99,60			10,0			93,0	36,0			16,8		surgente	oct-53	año de medición: 1957
CHAÑARCILLO SUR 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO CHILLAN		114,30					210,0	60,0		42,5	157,0					
CHAÑARCILLO SUR 4				PRIMAVERA	YACIMIENTO ESPORA							317,0									Año de medición de presión en exceso: 1955
CHILLAN 1	5250 - 6910 - A 1			PRIMAVERA	YACIMIENTO ESPORA					140,0		325,0			23,8	153,9					
CHILLAN 3				PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA	P	130,10		230,0	40,0		225,0							surgente	mar-58	Año de medición de presión en exceso: 1955
CHILLAN 7				PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA					41,0										ene-60	
ESPORA 3				PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA					35,0										nov-60	
ESPORA 6				PRIMAVERA	YACIMIENTO LAUTARO		56,10			69,0		550,0	125,0								
ESTANCIA NUEVA A-1	5250 - 6920 - A 3			PRIMAVERA	YACIMIENTO MELLIZOS		38,7								51,2	89,9					
ESTANCIA NUEVA A-2				PRIMAVERA	YACIMIENTO MAJADAS	PE	25,00		1948,9				85,0	50,0	67,0	92,0	20,2		surgente	oct-54	Año de medición de presión en exceso: 1955
ESTANCIA NUEVA A-3				PRIMAVERA	YACIMIENTO MAJADAS								92,0	50,0			20,2				Año de medición de presión en exceso: 1955
LAUTARO 6				PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES								27,0	20,0			8		surgente		año de medición: 1957
LOS MELLIZOS 1	5240 - 6910 - B 2																				
MAJADAS 1	5240 - 6900 - A 1																				
MAJADAS 2																					
MANANTIALES 35																					

CUADRO V.3.4- 4 (Continuación)
POZOS CON POSIBILIDADES ACUIFERA - PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

NOMBRE DEL POZO	ROL IREN	COORDENADAS NORTE	COORDENADAS ESTE	COMUNA	UBICACION	USO	COTA (msnm)	AN Q	PROF PERF	TECHO FORMACION PALOMARES	TECHO ARENISCAS AZULES	PROF. DONDE FLUYÓ EL POZO	PRESION ESTATICA (psi)	PRESION DINAMICA (psi)	PRESIÓN DE EXCESO (m.c.a.)	COTA PIEZOMETRICA (m.c.a.)	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	OBSERVACIONES
MANANTIALES A-1				PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES		31,70			136,0		400,0					7			feb-51	
MANANTIALES A-2				PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES					135,0										feb-60	
MANANTIALES A-3				PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES					35,0										nov-60	
MANANTIALES A-4		4.177.783	471.674	PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES	P	27,40		2330,1			241,0						seco		ene-47	224 a 232; 237 a 244; 244 a 247; 248 a 253; 257 a 263; 293 a 3
MANANTIALES ESTE 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO MANANTIALES								55,0	6,0			6,67	surgente			
OLIVOS 1	5250 - 6910 - D 2			PRIMAVERA	YACIMIENTO OLIVOS		159,10								12,0	171,1					Año de medición de presión en exceso: 1955
OLIVOS 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO OLIVOS		133,40								1,4	134,8					Año de medición de presión en exceso: 1955
POSESION A-4	5210 - 6850 -			SAN GREGORIO	BAHIA POSESION	P-SU			110,4								3,1		2,2		surgente
POZO AGUA CULLEN	5250 - 6850 - B 1			PRIMAVERA	YACIMIENTO CULLEN	P	148,90	A	102,0	21,0							0,17	9	2,4	nov-55	
PRIMAVERA 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO PRIMAVERA								41,0	20,0			10,6				año de medición: 1957
PUNTA CATALINA A-1				PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA		6,00			52,0							3,3	surgente			
PUNTA CATALINA A-3				PRIMAVERA	YACIMIENTO CATALINA		6,00		159,0			121,0					0,13	surgente			
PUNTA DELGADA A-1	5220 - 6930 - A 4			SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA	P-SU	12,00	A	399,0								0,02	surgente			
PUNTA DELGADA A-2	5220 - 6930 - B 2			SAN GREGORIO	YACIMIENTO PTA. DELGADA ESTE	P-SU	12,00	A	325,0					100,0				surgente			
SISMICO ESTANCIA NUEVA	5250 - 6920 - A 3			PRIMAVERA	YACIMIENTO ESTANCIA NUEVA				180,0	45,0											Año de medición de presión en exceso: 1955
SIDE 1				PRIMAVERA			26,00					147,0	62,0	37,0	49,0	75,0					Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 1				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		42,80								14,1	56,9					
SOMBRERO 10				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		39,52			36,0		168,0	50,0	20,0			10	surgente		sep-52	
SOMBRERO 13				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO								55,0	10,0			5	surgente			
SOMBRERO 14				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		38,50			30,0		180,0	55,0	15,0			16,67	surgente			Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 16				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		48,00						10,0	4,0	35,3	83,0	1,67	surgente			
SOMBRERO 18				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		67,30			33,0		171,0	20,0	7,0			4	surgente		jul-53	
SOMBRERO 19				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		44,40					176,0	50,0	20,0	14,1	58,5	4,44			abr-74	Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO								10,0	4,0			2,67				año de medición: 1957
SOMBRERO 20				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO								5,0	3,0			1,11				año de medición: 1957
SOMBRERO 24				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		46,50						48,0	10,0	17,6	64,1	6,67				Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 3				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		40,30			24,0		145,0	54,0	10,0			13,33	surgente			
SOMBRERO 30				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		43,10					156,0	62,0	32,0			11,2				año de medición: 1957
SOMBRERO 4				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		40,60								22,5	63,1					Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 5				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		44,50			34,5		179,0	40,0	17,0	31,6	76,1	13,33	surgente		abr-52	Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 6				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		44,60						40,0	13,0	21,1	65,7	13,33	surgente			Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 7				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO		42,00								18,3	60,3					Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO 8				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO	P	43,43		249,2								4,27	surgente			
SOMBRERO A-2	5240 - 6910 - D 2			PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO																Año de medición de presión en exceso: 1955
SOMBRERO ESTE 1				PRIMAVERA	YACIMIENTO SOMBRERO ESTE		45,10						15,0	6,0	50,5	45,1	4,5				año de medición: 1957
VERTIENTES 1													30,0	12,0			6,5				año de medición: 1957
VERTIENTES 4													43,0	22,0			10,1				
VERTIENTES 6														39,0	24,7	88,0				abr-52	Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA ESTE 1	5240 - 6920 - D 2			PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA ESTE	PE	63,00			17,0		147,0									
VICTORIA ESTE 13				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA ESTE							185,0									Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA ESTE 13				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA ESTE					144,0		146,0			31,0	84,0					año de medición: 1957
VICTORIA ESTE 7				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA ESTE		53,10			31,0		142,0					11,2				
VICTORIA ESTE 9				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA ESTE					28,0		163,0	44,0	20,0							Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA NORTE 1				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA NORTE		45,30					65,0		12,0	48,0	95,0					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA NORTE 2				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA NORTE		47,00								38,7	89,9				ene-54	1 de 10 ; año de medición: 1957
VICTORIA NORTE 3				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA NORTE		51,20										8,1				
VICTORIA OESTE 1	5240 - 6920 - C 1			PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA OESTE	PE	36,58	A	2340,1	24,0	99,0	99,0	24,0	10,0							año de medición: 1957
VICTORIA OESTE 16				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA OESTE					27,0		337,0	20,0				2,3				Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA OESTE 4A				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA OESTE								5,0	1,0	14,1	74,9					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 4				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		60,80								37,5	91,0					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 5				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		53,40						53,0		35,3	91,0					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 9				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		56,00						50,0		38,7	95,0					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 11				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		56,00						55,0		28,1	92,4					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 13				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		64,30								14,1	73,7					año de medición: 1957
VICTORIA SUR 15				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		59,60						38,0	17,0			16,8				
VICTORIA SUR 16				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR					32,0		99,0									año de medición: 1957
VICTORIA SUR 19				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR								29,0	13,0			9,2				Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 21				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		68,70			24,0		84,0	37,0		26,0	95,0					Año de medición de presión en exceso: 1955
VICTORIA SUR 23				PRIMAVERA	YACIMIENTO VICTORIA SUR		73,60						32,0		22,5	96,0					
VICTORIA SUR 25																					

- PROF. DONDE FLUYO EL POZO: profundidad medida respecto al nivel de terreno en donde se detectó la presencia de agua surgente al nivel de superficie (m).

- PRESION ESTATICA: Presión del agua surgente medida con la válvula cerrada en libras por pulgada cuadrada (psi).

- PRESION DINAMICA: Presión del agua surgente medida con la válvula abierta en libras por pulgada cuadrada (psi).
- PRESION DE EXCESO: Presión del agua fluyendo medida en metros de columna de agua (mca).

- COTA PIEZOMETRICA: Energía potencial que alcanza la columna de agua surgente del pozo medida en metros de columna de agua (mca).

- CAUDAL: Caudal de agua surgente registrado en la fecha que se indica, en litros por segundo.

- NIVEL DINAM: Profundidad del nivel de aguas en el pozo al extraerse el caudal anterior, en metros.

- NIVEL ESTAT: Profundidad del nivel de aguas en el pozo sin extracción de caudal en la fecha indicada.

- FECHA TERM: Mes y año del término de la construcción del pozo.

- OBS.: indica la fecha de medición de presión o niveles.

ii) Uso de las Aguas Subterráneas

La explotación de agua subterránea es muy limitada en cuanto a cantidad en la Isla de Tierra del Fuego, lo cual se debe a la gran extensión del territorio asociada a una baja densidad poblacional y, a las actividades propias de la isla, las cuales se limitan a la actividad petrolera y ganadera.

En los pocos centros poblados de la isla, tales como Cullen y Cerro Sombrero, la población se abastece con aguas subterráneas provenientes de pozos. Actualmente la población de Cerro Sombrero con cerca de 500 habitantes, se abastece completamente con la producción del pozo Cerro Sombrero 16 que tiene una producción del orden de 400 m^3/día.

Otros usos de las aguas subterráneas, pero de menor importancia, corresponden al uso de sondajes del tipo surgentes que abastecen el Matadero de Cerro Sombrero, el puerto de Bahía Azul, un restaurante en Chañarcillo, una piscina temperada, algunas estancias, etc. y, especialmente en algunos sectores se utilizan las aguas surgentes de pozos abandonados para la bebida del ganado.

d) Calidad de las Aguas Artesianas

De acuerdo a la información disponible, es posible caracterizar la calidad de las aguas surgentes a nivel de la cuenca del Noreste de Tierra del Fuego, ya que las características de los acuíferos artesianos son los mismos en toda la región.

El mecanismo de movimiento de las aguas desde las zonas de captación superficial (Sierra Balmaceda y valles de los ríos) hacia las zonas más bajas, permite la disolución de sales y gases. Los gases disueltos consisten en metano y ácido sulfhídrico, los cuales producen en el agua un sabor y olor desagradable que se remueve fácilmente por simple aireación.

Las sales más comunes son cloruros y carbonato de sodio, existiendo pequeñas cantidades de carbonato de calcio, silicatos y sales de aluminio. El agua se encuentra libre de sales de fierro, nitratos, nitritos y materia orgánica.

Las características físicas más importantes se refieren a que es incolora, ligeramente alcalina con un pH igual a 8,7 y es notablemente blanda con una dureza total de menos 2°F.

e) Análisis Pozos de ENAP para Fines de Regadío

i) Introducción

Durante el proceso de perforación de pozos para fines de extraer petróleo, la Empresa nacional de Petróleo, ENAP, ha detectado ocasionalmente la presencia de zonas acuíferas, lo cual ha permitido definir con cierta precisión la ubicación de cuencas artesianas debido al gran número de perforaciones realizadas en la región.

Particularmente es de interés al presente estudio, la cuenca artesiana del Norte de Tierra del Fuego. Esta se extiende en una superficie aproximada de 300.000 há, ubicándose el horizonte productor a profundidades que fluctúan entre 50 y 300 m de profundidad bajo el nivel del terreno natural.

Cabe destacar sin embargo, que los caudales de los pozos surgentes, en general son del orden de 1 a 2 l/s, encontrándose raras excepciones que superan los 10 l/s tal como lo demuestran las cifras indicadas en el catastro de pozos con posibilidades acuíferas.

A continuación se describen los distintos estados de situación en que se encuentran los pozos perforados por ENAP y, dependiendo del estado y características actuales, se propone la forma de habilitar algunos de los pozos para su explotación para los fines de extracción de aguas subterráneas para su uso en riego.

ii) Pozos Productores de Petróleo No Sellados con Presencia de Agua Surgente

Estos corresponden a pozos perforados que se encuentran en producción o abandonados en sus labores de extracción de petróleo y que a través del sistema de extracción de agua fluye el agua surgente.

En estos sondajes existe la posibilidad de extraer el recurso hídrico subterráneo instalando equipos de captación con un dispositivo tipo válvula en su extremo superior, para controlar el caudal surgente. Se estima conveniente instalar un manómetro y un flujómetro, instrumentos que sirven para medir nivel piezométrico y caudal surgente. La forma de incorporar el equipo de flujo a los sondajes perforados por ENAP debe cumplir con las indicaciones que la empresa establezca para cada caso en particular.

Los pozos y rangos de caudales que se encuentran bajo estas condiciones y que podrían ser incorporadas a la explotación de agua se ubican en:

Yacimiento Sombrero	:	6 Pozos	(2 a 10 l/s)
Yacimiento Victoria	:	10 Pozos	(2 a 10 l/s)
Yacimiento Chañarcillo	:	10 Pozos	(2 a 8 l/s)
Yacimiento Cullen	:	3 Pozos	(2 a 3 l/s)
Yacimiento Manantiales	:	3 Pozos	(2 a 3 l/s)
Yacimiento Catalina	:	2 Pozos	(2 a 3 l/s)
Yacimiento 4to. Chorrillo	:	2 Pozos	(2 a 5 l/s)
Yacimiento Chillán	:	1 Pozo	(2 a 3 l/s)
Yacimiento Arenal	:	2 Pozos	(2 a 3 l/s)

iii) Pozos Productores de Petróleo No Sellados con Presencia de Agua No Surgente

Estos pozos corresponden a pozos perforados que se encuentran en zonas acuíferas de aguas no surgentes.

La posibilidad de explotar este tipo de pozo queda postergada hasta el agotamiento de la reserva petrolera. Una vez cumplido este plazo se debe efectuar el proceso de abandono del pozo e instalar los equipos de bombeo necesarios para la explotación del acuífero. Cabe destacar que una vez abandonado el pozo debido a su agotamiento petrolífero, se requieren importantes inversiones para su habilitación como pozo de agua, tal como se demuestra en el estudio de costos que se incluye en los puntos siguientes.

iv) Pozos Productores de Petróleo con Capas Acuíferas Selladas

Estos pozos corresponden a aquellos en que las capas acuíferas fueron aisladas durante la perforación.

Al igual que en el caso anterior la explotación del recurso hídrico subterráneo debe quedar aplazada hasta el agotamiento petrolífero del pozo. Su posterior habilitación significa emprender tareas que comprenden el abandono del pozo, punzonamiento del estrato acuífero, levantamiento de la tubería de habilitación, ranuración de las zonas donde se ubica el estrato permeable (identificables en el plano de construcción del pozo que la empresa posee), colocación de la tubería ya ranurada y posterior instalación del equipo de bombeo si el acuífero es no surgente. En caso que se trate de un acuífero surgente se debe proceder a instalar el equipo apropiado.

Cabe señalar que si el sellado del acuífero fue hecho con un material que no se desprende con los mecanismos de limpieza y desarrollo de pozos que utilizan un sistema de émbolo (succión o émbolo inyección), se debe reperforar el sondaje con un diámetro mayor.

v) Pozos Cerrados en Espera de Abandono

Estos pozos serían eventualmente los que presentan condiciones más favorables para ser habilitados y explotados en un plazo breve, ya que sólo se necesita implementar el abandono definitivo del pozo y adecuar la extracción del recurso agua según como se presenta la napa subterránea y el pozo, lo que ha sido descrito en los puntos anteriores.

Respecto a los costos que involucran dichas habilitaciones y equipamientos, habría que remitirse a los valores que han sido incluidos en el punto relativo a costos de construcción de pozos, en los casos que corresponda.

vi) Pozos Abandonados

Corresponde a aquellos pozos que debido al agotamiento de sus reservas o por otro tipo de problemas técnicos, han sido intervenidos sellando sus zonas acuíferas surgentes y

les han sido retiradas sus instalaciones, tuberías , revestimiento y cabezales de surgencia. La única posibilidad de adecuarlos para la producción de aguas subterráneas es a costos muy elevados.

e) Costos de Pozos de Bombeo

Tal como se ha señalado en los puntos anteriores, en ciertos sectores de la Isla de Tierra del Fuego existe la posibilidad de captar recursos subterráneos a través de la construcción y habilitación de pozos profundos.

Los montos de inversión asociados a la implementación de esta alternativa de captación, dependen principalmente de la profundidad a la cual se ubican los estratos acuíferos.

A continuación, en el Cuadro V.3.4-15 se presenta a modo de ejemplo los costos de inversión aproximados asociados a la construcción y habilitación de un pozo tipo de 150 m de profundidad y habilitado en cañería de acero de 14" de diámetro. En este costo no se ha incluido los costos de energía que dependen de los caudales bombeados, la altura de elevación y el tiempo de bombeo. Cabe destacar además, la inconveniencia que existiría al no contar con energía eléctrica en gran parte de la Isla de Tierra del Fuego.

Finalmente en el Anexo 11 se presenta el análisis de precios unitarios de los costos de construcción de sondajes.

CUADRO V.3.4-15
COSTO DE CONSTRUCCION DE POZOS PERFORADOS
(Precios referidos a Abril de 1997)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	INSTALACION Y LEVANTE DE FAENAS	gl	1	3.036.309	3.036.309
2	PERFORACION	ml	150	139.918	20.987.745
3	ENTUBACION DEFINITIVA				
3.1	CAÑERIA DE ACERO 14"	ml	100	110.797	11.079.682
3.2	CRIBA A. C. P., SLOT 40, D=14"	ml	50	121.861	6.093.066
4	FILTRO ANULAR DE GRAVILLA	ml	145	82.127	11.908.448
5	DESARROLLO	hr	6	199.634	1.197.803
6	PRUEBA DE BOMBEO				
6.1	INSTALACION Y EXTRACCION DE EQUIPO DE BOMBEO	N°	1	1.290.053	1.290.053
6.2	PRUEBA DE GASTO VARIABLE Y CONSTANTE	hr	84	66.473	5.583.748
7	INFORME FINAL	N°	1	248.642	248.642
	SUMA				61.425.496
	IVA				11.056.589
	TOTAL				72.482.085

V.3.5 MODELO DE SIMULACION HIDROGEOLOGICO

V.3.5.1 Introducción

El modelo de simulación hidrogeológico que aquí se presenta, tiene como área de análisis el sector de Tierra del Fuego, por ser la más atractiva desde el punto de vista del aprovechamiento de las aguas subterráneas en las prácticas de riego.

Una gran cantidad de pozos allí perforados por ENAP, inicialmente construidos con fines de producción petrolífera, han sido abandonados. Muchos de ellos, al atravesar acuíferos confinados con alta probabilidad de surgencia, son extremadamente interesantes para su explotación, por el bajo costo que esto implicaría.

Existen además otros pozos de ENAP, construidos específicamente para extraer agua, que también deben ser considerados en la modelación.

La mayoría de estos sondajes atraviesan los acuíferos del Terciario, correspondientes al estrato de areniscas azules de la Formación Palomares, cuyo techo se sitúa en promedio a más de 200 metros de profundidad. Es ésta la napa confinada que aquí se modela, considerando todos los pozos que la atraviesan.

Para llevar a cabo este estudio, se procedió en primer término a recopilar antecedentes respecto a la Formación Palomares, tales como profundidad, espesor y curvas isopiezométricas de los acuíferos. En seguida, se reunió toda la información sobre los pozos que la atraviesan, tales como presiones y caudales de surgencia. Debe tenerse claro que la mayoría de los pozos están cerrados, por lo que la surgencia sólo se produciría en el caso de que fueran habilitados.

Tanto las curvas isopiezométricas como los caudales de surgencia, son de gran importancia en la modelación, puesto que permiten calibrar el modelo. La calibración consiste en la determinación de los parámetros elásticos del sistema, de tal manera que el modelo reproduzca estas isopiezométricas y caudales.

En lo que respecta a la etapa de validación del modelo, no es posible realizarla, debido a que no existe una explotación histórica de la napa y mucho menos antecedentes de variación de niveles estáticos o dinámicos a través del tiempo.

Sería recomendable realizar mediciones de cotas piezométricas y caudales de surgencia en diferentes puntos del sistema, a través de un período de a lo menos 3 o 4 años, para que posteriormente se pueda realizar esta validación. Por ahora, el modelo se puede considerar una herramienta eficiente de simulación para los casos en que las condiciones de recarga no sean sustancialmente diferentes a los utilizados en la calibración. No obstante ello, en cualquier caso, con el modelo es posible tener una buena comprensión de las respuestas del sistema, ante las diferentes formas de manejo del recurso de aguas subterráneas.

Finalmente, y teniendo en cuenta lo señalado en el párrafo anterior, se aplica el modelo a la simulación de un caso hipotético en que todos los pozos son habilitados, con la consiguiente surgencia en ellos. Si bien, el modelo admite la simulación de casos con bombeo desde los pozos, aquí se supone bombeo nulo. Se generan entonces las curvas isopiezométricas que se producirían en esta situación, las que al ser comparadas con las isopiezométricas del caso sin surgencia, permiten evaluar los efectos que puede llegar a tener una situación de este tipo.

V.3.5.2 Area de Modelación

El área a modelar corresponde a la extensión que cubre los acuíferos más importantes de la Formación Palomares en Tierra del Fuego, desde la Sierra Balmaceda, entre Progreso y Tres Lagos, hasta el Estrecho de Magallanes. En la dirección Este - Oeste, desde el río Oscar hasta las cercanías de la desembocadura del río Cullen.

De acuerdo al estudio de González (1970), las areniscas azules, características de los acuíferos artesianos de la Formación Palomares, afloran en la Sierra Balmaceda, donde reciben la recarga de aguas subterráneas.

Por otro lado, Duhaut (1955) confeccionó un plano de curvas isopiezométricas para el agua artesiana (Plano V.4.3-2), que permite definir líneas de flujo de borde en las zonas de río Oscar y río Cullen. De acuerdo a Duhaut, las cotas piezométricas van disminuyendo desde la zona de alimentación hacia el Estrecho.

Según Mordojovic (1952), "el hecho comprobado de que la presión decrece al alejarse de la zona de captación parece indicar que la napa descarga sus aguas al Estrecho de Magallanes, estableciéndose un gradiente regional de presión".

Por otra parte, González (1970), refiriéndose a los pozos de la costanera norte del Estrecho de Magallanes, señala que "se debe controlar la presión del agua dulce en la napa para evitar una posible invasión del agua salada". Estos estudios hacen posible ubicar aproximadamente una línea isopiezométrica de unos 10 metros sobre el nivel del mar, en la zona del Estrecho, la cual define la zona de descarga del sistema.

En la Figura V.3.5-1 se presenta el área de modelación.

V.3.5.3 Antecedentes Básicos para la Modelación

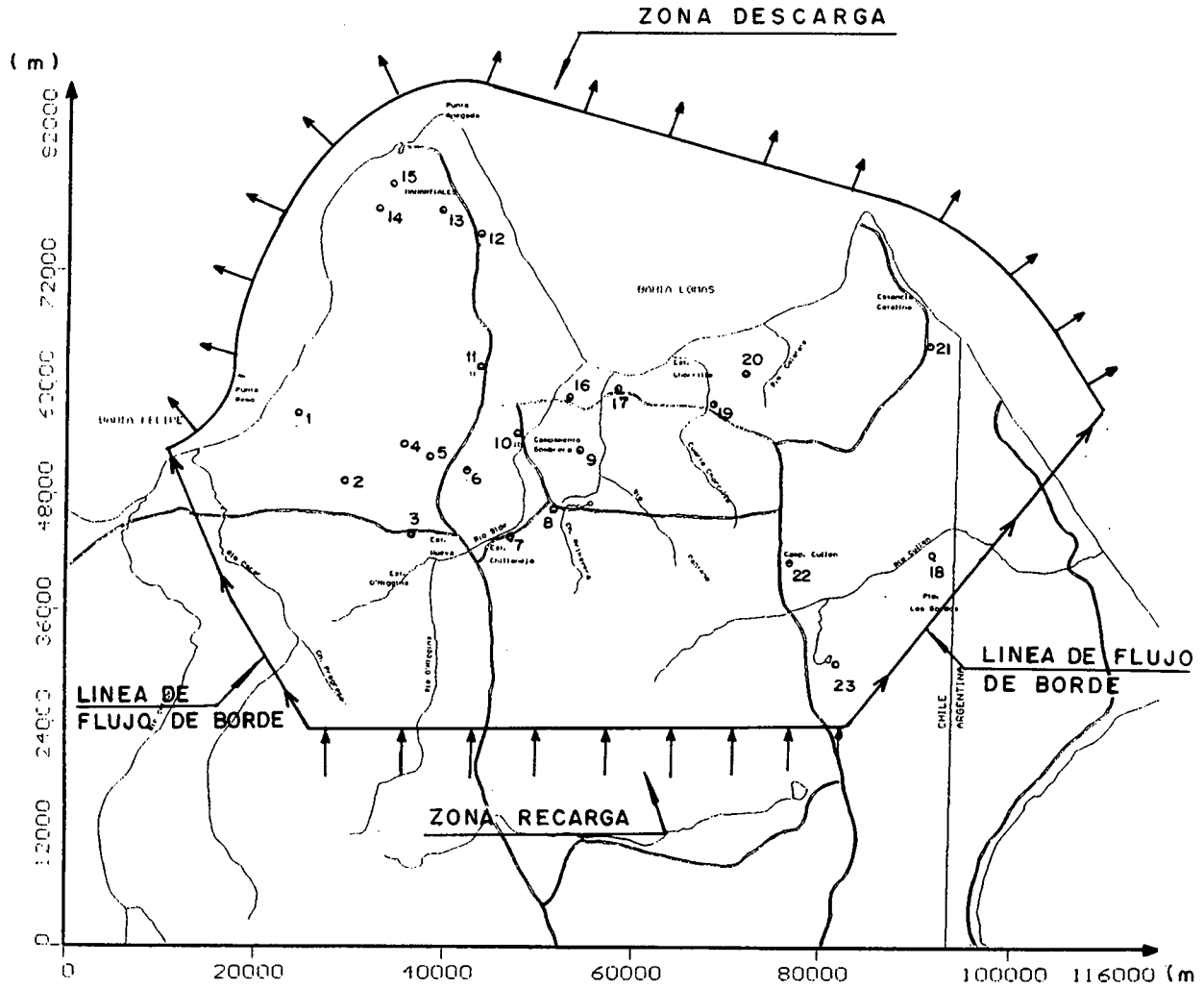
a) Topografía

La cota de terreno es una variable determinante en la posibilidad de surgencia de los acuíferos. En consecuencia, se procedió a cubrir el área de estudio con una malla de puntos, en una carta a escala 1:250.000, determinándose en cada uno de ellos su cota.

b) Estratigrafía

De acuerdo al Perfil Geológico de la Figura V.3.4-4, incluido en el capítulo anterior, la Formación Palomares estaría formada básicamente por dos estratos. En la parte alta, un estrato de tobas y cenizas volcánicas impermeable, y hacia la base, un estrato de depósitos arenosos, las areniscas azules, que constituyen los mejores acuíferos. Estos acuíferos están por lo tanto confinados, es decir, en presión.

En el estudio de González (1973), se determinó un plano de curvas de isoprofundidad para el techo de las areniscas azules.



SIMBOLOGIA

∘ POZO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES - XII REGION C.N.R. - DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : AREA DE MODELACION HIDROGEOLOGICA	FECHA 1997 ESCALA 1:750.000 FIGURA V.3.5-1

Por otra parte, de acuerdo al Perfil Geológico antes señalado, se puede establecer una correlación entre la profundidad del techo P (m.s.n.m.) de las areniscas y el espesor E (m) de las mismas. Esta relación está dada por:

$$E = -0{,}08859 * P + 76{,}32 \qquad (1)$$

Así por ejemplo, en la zona de Angostura, donde la cota del techo es de -270 (m.s.n.m.), el espesor del estrato de areniscas sería de unos 100 metros aproximadamente. En los sectores más cercanos a la zona de afloramiento en Sierra Balmaceda, como Estancia Nueva, donde la cota del techo es de -100 (m.s.n.m.), el espesor sería de unos 85 metros.

c) Pozos existentes

Se han recopilado los antecedentes de todos los pozos de ENAP con posibilidades de surgencia o con niveles estáticos de baja profundidad, que pueden ser utilizados para la explotación de aguas subterráneas. Esta información se presenta en los Cuadros V.3.5-1 y V.3.5-2, en donde aparecen los pozos petroleros abandonados y los pozos de agua, respectivamente. En los primeros, los estratos que poseen acuíferos no han sido sellados, y en consecuencia podrían ser habilitados como pozos de aguas subterráneas.

En estos cuadros se incluyen los caudales de surgencia de los pozos, información relevante para la calibración del modelo.

d) Condiciones de borde

i) Zona de recarga

El sector de afloramientos de las areniscas azules en Sierra Balmaceda define la zona de recarga del área de modelación.

Considerando que la precipitación media anual, con 50% de probabilidad de excedencia, es de 300 mm en esta zona, se puede estimar el volumen anual de precipitaciones sobre la superficie de afloramiento.

De acuerdo a la Figura V.3.5-1, la zona de recarga tiene una longitud aproximada de 54 km. Por otra parte, según el plano de curvas de isoprofundidad de las areniscas azules, presentado en González (1973), el ancho medio de la zona de afloramiento es de 5 km aproximadamente. Suponiendo un ancho captante igual a un tercio de este valor, se tiene una franja captante de 1,7 km. En consecuencia, el volumen de precipitaciones sobre la zona de recarga es de 27,5 millones de m^3 anuales.

Por otro lado, según los antecedentes fluviométricos disponibles, la escorrentía superficial media en la zona, calculada como un promedio de la escorrentía específica media anual en los ríos Oro, Oscar y Side, es igual a 3,32 ($l/s/km^2$).

En consecuencia, para la zona de afloramiento la escorrentía superficial es de aproximadamente 9,6 millones de m^3 anuales.

Por lo tanto, el volumen de infiltración hacia la napa sería igual a 17,9 millones de m^3 anuales.

CUADRO V.3.5-1
POZOS PETROLEROS CON AGUA SURGENTE - ISLA DE TIERRA DEL FUEGO
(Fuente: Registros de ENAP y Campaña de Terreno -1996)

NOMBRE DEL POZO	COTA (msnm)	PROF. TECHO PALOMARES (m)	PROF. AGUA ARTESIANA (m)	CAUDAL SURGENCIA (l/s)	PRESION ESTATICA (psi)	PRESION DINAMICA (psi)	FECHA TERMINO
Angostura 1	9,43				17,0		
Angostura 2				2,60	50,0	1,0	
Angostura Sur 1							
Arenal 2	34,90	101,9	215,00				9/60
Arenal 3	33,20	96,5	180,00			28,6	10/73
Calafate 1	67,82			0,20			
Calafate 4							
Calafate 7				2,26	49,0	43,0	
Calafate 10				0,65	6,0	5,5	
Calafate 13				0,16	2,5	2,0	
Calafate 20	121,30	154,3					8/62
Calafate 24	56,10	112,1	115,00	2,14	35,0	34,0	9/62
Calafate 31				2,05	39,0	37,5	
Catalina 3	23,46		111,46	0,89	12,0	9,5	4/56
Catalina 5				1,78	29,0	27,0	
Catalina 6				1,74	27,0	25,0	
Catalina 10				1,68	24,0	23,5	
Cuarto Chorrillo 4				2,66	66,0	64,0	
Cuarto Chorrillo 5				2,62	66,0	64,0	
Cuarto Chorrillo 9			146,00	2,88	66,0	64,0	12/63
Cuarto Chorrillo 10	51,00		81,50				10/65
Cullen 36	184,11	50,1					10/56
Cullen 71	178,00	34,0				350,0	
Cullen 103	153,00	47,0					
Cullen 151	176,50	50,5					
Chañarcillo 3	22,00		216,00	16,67	70,0	15,0	6/50
Chañarcillo 4				10,10	51,0	18,0	
Chañarcillo 5	30,14	101,1		10,10	71,0	29,0	
Chañarcillo 6				16,67	55,0	14,0	
Chañarcillo 8				5,60	20,0	7,0	
Chañarcillo 9	33,40	54,4		20,00	60,0	18,0	
Chañarcillo 12	17,73	46,7					
Chañarcillo 13	18,40	76,4					
Chañarcillo 16	31,75		215,00	8,00	30,0	4,0	
Chañarcillo 17	34,30	53,3	184,00	5,71	68,0	5,0	
Chañarcillo 18	35,80	48,8	172,00	2,67	48,0	4,0	
Chañarcillo 20	29,30	51,3					
Chañarcillo 21				2,22	10,0	1,0	
Chañarcillo 24				1,11	20,0	2,0	
Chañarcillo 25	31,05		251,05				
Chañarcillo 26				0,67	25,0	1,0	
Chañarcillo 32	34,05	54,6					
Chañarcillo Sur 1				8,80	49,0	11,0	
Chañarcillo Sur 4				11,00	80,0	23,0	

CUADRO V.3.5-1 (Continuación)
POZOS PETROLEROS CON AGUA SURGENTE - ISLA DE TIERRA DEL FUEGO
(Fuente: Registros de ENAP y Campaña de Terreno -1996)

NOMBRE DEL POZO	COTA (msnm)	PROF. TECHO PALOMARES (m)	PROF. AGUA ARTESIANA (m)	CAUDAL SURGENCIA (l/s)	PRESION ESTATICA (psi)	PRESION DINAMICA (psi)	FECHA TERMINO
Chillan 1				16,80	93,0	36,0	
Chillan 3	99,60		210,00				
Lautaro 6	56,10		550,00				
Majadas 1				20,20	85,0	50,0	
Majadas 2				20,20	92,0	50,0	
Manantiales 2	24,53						6/47
Manantiales 4	35,90	128,0					1/47
Manantiales 12	21,50						2/48
Manantiales 35				8,00	27,0	20,0	
Manantiales Este				6,67	55,0	6,0	
Primavera 2				10,60	41,0	20,0	
Side 4	20,65						5/77
Sombrero 2	43,43			4,44	50,0	20,0	4/74
Sombrero 3				6,67	48,0	10,0	
Sombrero 4				10,00	52,0	10,0	
Sombrero 6	40,80	34,5	179,00	13,33	40,0	17,0	4/52
Sombrero 7				13,33	40,0	13,0	
Sombrero 10	39,32	36,0	168,00	10,00	50,0	20,0	9/52
Sombrero 13				5,00	55,0	10,0	
Sombrero 14	38,50	30,0	180,00	16,67	55,0	15,0	
Sombrero 16					49,00		
Sombrero 18				1,67	10,0	4,0	
Sombrero 19	67,30		171,00	4,00	20,0	7,0	7/53
Sombrero 20				2,67	10,0	4,0	
Sombrero 24				1,11	5,0	3,0	
Sombrero 29				10,00	28,0	10,0	
Sombrero 30	40,30		145,00	13,33	54,0	10,0	
Sombrero Este 3							
Tres Lagos Norte							
Vertientes 1				4,50	15,0	6,0	
Vertientes 4				6,50	30,0	12,0	
Vertientes 6				10,10	43,0	22,0	
Victoria Este 1	63,04	16,5	150,00				5/52
Victoria Este 7	53,14		145,00				5/54
Victoria Este 9	48,70		166,00	11,10	44,0	20,0	8/55
Victoria Este 13	49,10		188,00				3/56
Victoria Este 18	64,42		149,00				12/58
Victoria Oeste 1	42,17		102,00	8,10	24,0	10,0	12/53
Victoria Oeste 4A				2,30	5,0	1,0	
Victoria Oeste 16	36,17		336,50			57,0	
Victoria Sur 16				16,80	38,0	17,0	
Victoria Sur 19	61,33		102,00				10/52
Victoria Sur 21				9,20	29,0	13,0	
Victoria Sur 23	63,80		87,00				4/54
Victoria Sur 33	48,50						8/50

CUADRO V.3.5-2
POZOS DE AGUA - ISLA DE TIERRA DEL FUEGO
(Fuente: Registros de ENAP y Campaña de Terreno 1996)

NOMBRE DEL POZO	COTA (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)	PROF. TECHO PALOMARES (m)	PROFUNDIDAD ACUIFERO (m)	CAUDAL SURGENCIA (l/s)	CAUDAL BOMBEO (l/s)	PRESION ESTATICA (psi)	PRESION DINAMICA (psi)	NIVEL ESTATICO (m)	NIVEL DINAMICO (m)	FECHA TERMINO
Calafate A-1				106.50	surgente						4/65
Cullen A-1						3.51		110.00			
Cullen A-2											
Cullen A-3 (*)											8/57
Cullen A-4						3.17		82.00			
Cullen A-5						0.21		2.50			
Cullen A-6											
Cullen A-7						3.17		82.00			
Cullen A-8											
Cullen A-9		158.0				3.33		93.00			5/61
Cullen A-10		90.0									12/65
Cullen A-11		213.5									1/80
Cullen A-12		209.0	60.0								1/81
Cullen A-13						5.40		8.00		10.4	
Cullen A-14											
Cullen A-15						6.50		4.90			
Cullen A-16						6.00		6.72			
Cullen A-17						7.10		5.38			
Pozo Agua Cullen	148.90	102.0	21.0			0.17			2.4	9.0	11/55
Estancia Nueva A-1		230.0	40.0	225.00							3/58
Estancia Nueva A-2			41.0								1/60
Estancia Nueva A-3			35.0								11/60
Sismico Estancia Nueva		180.0	45.0		surgente			100.00			
Manantiales A-1	31.70		136.0	400.00	7.00						2/51
Manantiales A-2			135.0								2/60
Manantiales A-3			35.0								11/60
Manantiales A-4		408.0							27.5		1/63
Punta Catalina A-1	6.00		52.0		3.30						
Punta Catalina A-2	6.00	159.0		121.00							
Sombrero A-1	59.00				surgente						12/59
Sombrero A-2	43.43				4.27			32.00			5/74
Tres Lagos A-1		346.5									2/58
Tres Lagos A-2						0.20					
Tres Lagos A-3											

(*) Abandonado

Teniendo la cota aproximada de la línea de afloramiento, se puede suponer una alimentación continúa de la napa con una altura piezométrica constante e igual a la cota de terreno.

Tanto la cota piezométrica de la zona de recarga como el volumen de la misma, son antecedentes fundamentales para la calibración del modelo.

ii) Zona de descarga

Tal como aparece en la Figura V.3.5-1, la zona de descarga del sistema está localizada en el Estrecho de Magallanes, entre Punta Catalina y Punta Piedra.

De acuerdo a González (1973), la profundidad del techo de las areniscas azules en la Primera Angostura, frente a la zona de Punta Baja, es de 300 metros bajo el nivel del mar. Si se considera que el espesor del acuífero es de aproximadamente 100 metros en este sector, entonces la carga de agua salada sobre la base del acuífero de areniscas azules es de unos 400 metros de altura.

Al formular la ecuación de equilibrio hidrostático entre la masa de agua salada y la masa de agua dulce, se tiene:

$$h = 1{,}025 \cdot hs \qquad (2)$$

donde, h y hs son las alturas de agua dulce y agua salada sobre la base de las areniscas. Dado que hs es igual a 400 metros, h resulta igual a 410 metros.

Esto quiere decir que la cota piezométrica de la napa confinada en la zona de la Primera Angostura se puede suponer aproximadamente igual a 10 metros sobre el nivel medio del mar.

Si se asume que la descarga de la napa se produce a esta cota piezométrica, a lo largo de toda la línea de descarga del sistema, es posible trazar la línea de borde, extrapolando esta curva del Plano V.3.4-2, donde aparecen las isopiezométricas del área de estudio.

iii) Pozos surgentes

La mayoría de los pozos del área modelada son surgentes, debido a que la cota piezométrica de los acuíferos que atraviesan está por sobre el nivel del terreno.

El caudal que puede entregar una napa surgente sin necesidad de bombeo, queda definido por la depresión gravitacional entre su plano de carga y el nivel del terreno. En consecuencia, una forma de representar esta situación, es imponer en el punto de bombeo, una condición de borde igual a la cota de terreno del pozo.

V.3.5.4 Modelo de Simulación

a) Descripción General del Modelo

La modelación se realizó aplicando el paquete computacional Visual Modflow, que es un modelo de simulación basado en el enfoque de diferencias finitas, para representar sistemas acuíferos complejos, en forma tridimensional.

El modelo desarrollado por la Universidad de Waterloo, Canadá, está en lenguaje Fortran y permite simular el comportamiento de acuíferos libres, confinados o mixtos, tanto en régimen permanente como impermanente.

La simulación se realiza discretizando espacialmente el sistema en una malla de celdas, en cada una de las cuales se pueden incorporar como datos de entrada, condiciones de borde o estímulos externos. Las salidas del modelo son variadas e incluyen curvas isopiezométricas, balances volumétricos en zonas preestablecidas, líneas de corriente, etc.

El número de celdas en las que se discretiza el sistema, es un dato de entrada. Es necesario que esta discretización sea más fina en las zonas donde se prevé que se producirán gradientes hidráulicos importantes, especialmente en las cercanías de los pozos de bombeo. Esto se debe a que el modelo, al trabajar con diferencias finitas, evalúa los niveles piezométricos en los centros de gravedad de las celdas y supone una variación lineal de ellos entre celdas adyacentes. En consecuencia, si las celdas no son lo suficientemente pequeñas, el sistema no es capaz de reproducir gradientes piezométricos altos necesarios para generar, por ejemplo, caudales de descarga importantes.

En el Anexo 3 del Volumen 5 del Informe Final se presenta una descripción más detallada del Visual Modflow.

b) Datos de Entrada del Modelo

Los 123 pozos existentes han sido representados por 23 nudos, cada uno de los cuales reúne a los pozos más cercanos. En el Cuadro V.3.5-3 se detallan los pozos asociados a cada nudo, los que aparecen ubicados en la Figura V.3.5-2. En el mismo cuadro se presentan los caudales de surgencia por nudo, calculados como el promedio de los caudales de surgencia de los pozos incluidos en el nudo. En el Anexo 4 del Volumen 5, se presenta con mayor detalle cómo se obtuvieron estos caudales, junto con los caudales específicos en cada nudo.

Todas las condiciones de borde son de nivel constante. En la zona de recarga se considera un nivel igual a la cota de terreno, la que varía entre 150 (m.s.n.m.) y 250 (m.s.n.m.), según sea la ubicación geográfica. En la zona de descarga, la cota piezométrica es igual a 10 (m.s.n.m.), de acuerdo a lo señalado en la sección V.3.5.3d).

Para simular la surgencia de los pozos se crea en torno a cada uno de ellos una celda de 0,3 x 0,3 m^2 atravesando todo el estrato acuífero, en la que se impone una condición de borde de nivel constante igual a la cota de terreno del pozo. Si después de la simulación, un pozo determinado no resulta surgente, esta condición debe ser liberada, repitiéndose posteriormente la simulación.

c) Definición de la malla de celdas

En primer lugar, el sistema se divide en dos estratos, siendo el estrato inferior el correspondiente al acuífero confinado que se desea modelar. El estrato superior se compone de celdas inactivas en las que no hay flujo.

El sistema ha sido discretizado en una malla de 42.833 celdas, para cada estrato. Las celdas más grandes son de una superficie en planta igual a 4 x 4 km^2 y se ubican en las zonas más alejadas de los pozos, siendo la discretización más fina en las cercanías de ellos. El criterio para la creación de celdas más pequeñas se adopta teniendo en consideración la relación logarítmica de Theis entre la depresión y el caudal de bombeo en una napa confinada. De acuerdo a ello, se ha supuesto que una sucesión logarítmica del tamaño de la celdas en torno a los

pozos, permite representar mejor los gradientes que allí se producen. Es así como se han instalado celdas de ancho 1, 10 y 100 metros, sucesivamente en dirección radial, alejándose del pozo.

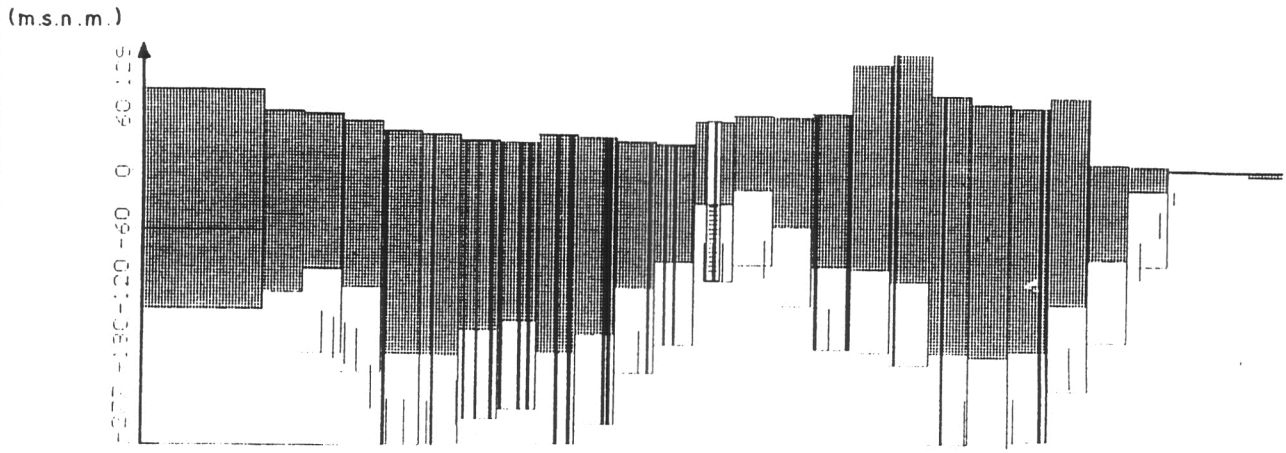
CUADRO V.3.5-3
POZOS Y CAUDALES SURGENTES ASOCIADOS A CADA NUDO

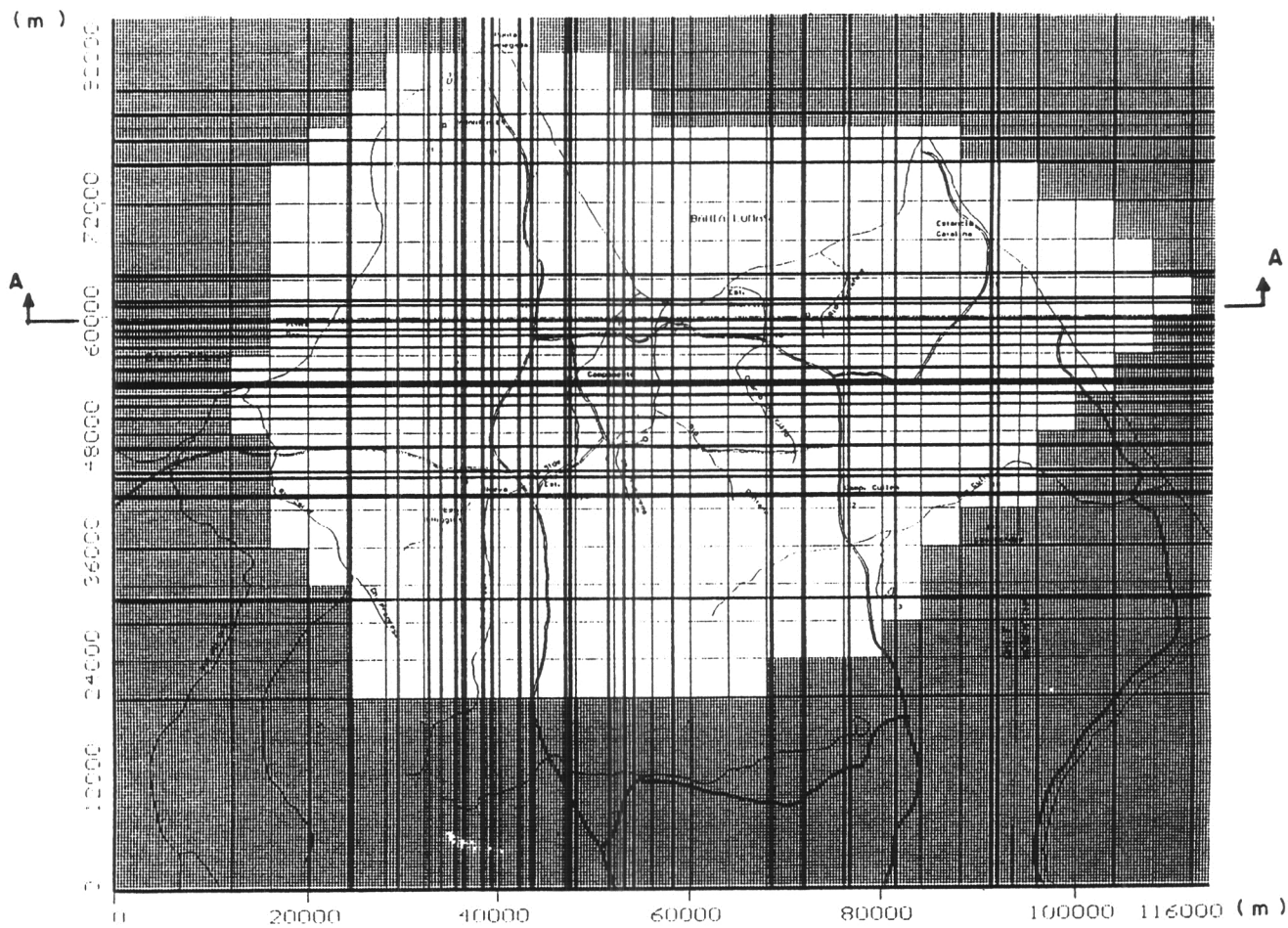
NUDO	NOMBRE DEL POZO	UBICACION ROL IREN	COTA (msnm)	CAUDAL SURGENTE (l/s)
1	Arenal 2-3	5240 6930 A1	35,73	
2	Lautaro 6	5240 6930 D2	56,39	
3	Est. Nueva A-1...A-3	5250 6920 A3	99,98 *	
3	Sísmico Estancia	5250 6920 A3	99,98 *	
4	Victoria Sur 16...33	5240 6920 C2	48,79	13,0
5	Victoria Oeste 1...16	5240 6920 C1	36,58	5,2
6	Victoria Este 1...18	5240 6920 D2	57,95	11,1
7	Chillan 1-3	5250 6910 A1	85,18	16,8
8	Primavera 2	5250 6910 B1	101,48	10,6
9	Sombrero A-1,A-2	5240 6910 D1	43,43	4,27
9	Sombrero Este 3	5240 6910 D1	43,43	4,27
10	Sombrero 2...30	5240 6910 A3	34,74	8,02
11	Chañarcillo Sur 1-4	5240 6920 B1	39,94	8,26
11	Vertientes 1...6	5240 6920 B1	39,94	8,26
11	Chañarcillo 3...32	5240 6920 B1	39,94	8,26
12	Manantiales Este 2	5230 6920 B1	19,6	6,67
13	Manantiales A-1...A-4	5230 6920 A3	8,37	7,5
13	Manantiales 2...35	5230 6920 A3	8,37	7,5
14	Angostura Sur 1	5230 6930 B2	0 *	
15	Angostura 1-2	5230 6930 B1	9,43	2,6
16	Side 4	5240 6910 B1	20,84	
17	Majadas 1-2	5240 6900 A1	20,3	20,2
18	Tres Lagos Norte 17	5250 6830 A1	74,83	
19	Cuarto Chorrillo 4...10	5240 6850 A4	40,56	2,72
20	Calafate 1...31	5240 6850 A3	67,82	1,24
20	Calafate A-1	5240 6850 A3	67,82	1,24
21	Catalina 3...10	5240 6830 A1	23,46	1,88
21	Punta Catalina A-1,A-2	5240 6830 A1	23,46	1,88
22	Cullen A-1...A-17	5250 6850 B9	145,54 *	
22	Pozo Agua Cullen	5250 6850 B9	145,54 *	
22	Cullen 36...151	5250 6850 B9	145,54 *	
23	Tres Lagos A-1...A-3	5250 6840 C2	148,89 *	

(*) Cota de terreno interpolada en carta 1:250.000 del IGM

Naturalmente, tanto las celdas del estrato superior, como las de la zona sin flujo del estrato inferior, permanecen inactivas, por lo que no participan en la solución del problema de simulación, y por lo tanto representan recursos de memoria y tiempo computacional despreciables en comparación a la zona activa.

En la Figura V.3.5-2, se presenta una vista en planta de la malla y un perfil transversal de ella, que permiten visualizar la discretización espacial realizada.





ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION C.N.R. – DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : MALLA DE CELDAS MODELO DE SIMULACION	FECHA 1997 ESCALA 1 : 750.000 FIGURA V.3.5-2

V.3.5.5 Calibración del Modelo

La calibración se realiza en régimen permanente, debido a que no existe una explotación histórica de la napa ni antecedentes de variación de niveles a través del tiempo que pudieran justificar una calibración de este tipo.

El procedimiento consiste en determinar las transmisibilidades del acuífero que permitan simular condiciones observadas del escurrimiento subterráneo. Como, según se señaló en la sección V.3.5.3b), los espesores de la napa se especifican en forma preestablecida, la calibración se reduce a la determinación de las permeabilidades del sistema.

Para la calibración se dispone de curvas isopiezómetricas observadas (Plano V.3.4-2), y de caudales de surgencia en determinados puntos del sistema. Además, el caudal de recarga del acuífero debe ser acorde con la recarga estimada en la sección V.3.5.3d).

a) Calibración Preliminar

Se procede en primer término a realizar una calibración preliminar, considerando una malla simplificada sin pozos. Esta simplificación implica una reducción importante en el número de celdas respecto a la malla original. En este caso, para cada estrato se tienen 667 celdas de 4 x 4 km^2 de superficie en planta, lo que significa una disminución importante en tiempo y memoria computacional, respecto a la malla con pozos.

En esta primera etapa, se busca simular las isopiezómetricas y las recargas estimadas, variando iterativamente las permeabilidades del sistema.

En esta primera calibración, el sistema queda dividido en dos zonas: una de permeabilidad igual a 7 m/día y otra de permeabilidad de 0,26 m/día.

La recarga al sistema resulta igual a 46.648 m^3/día, que representa un 95% de la recarga natural estimada.

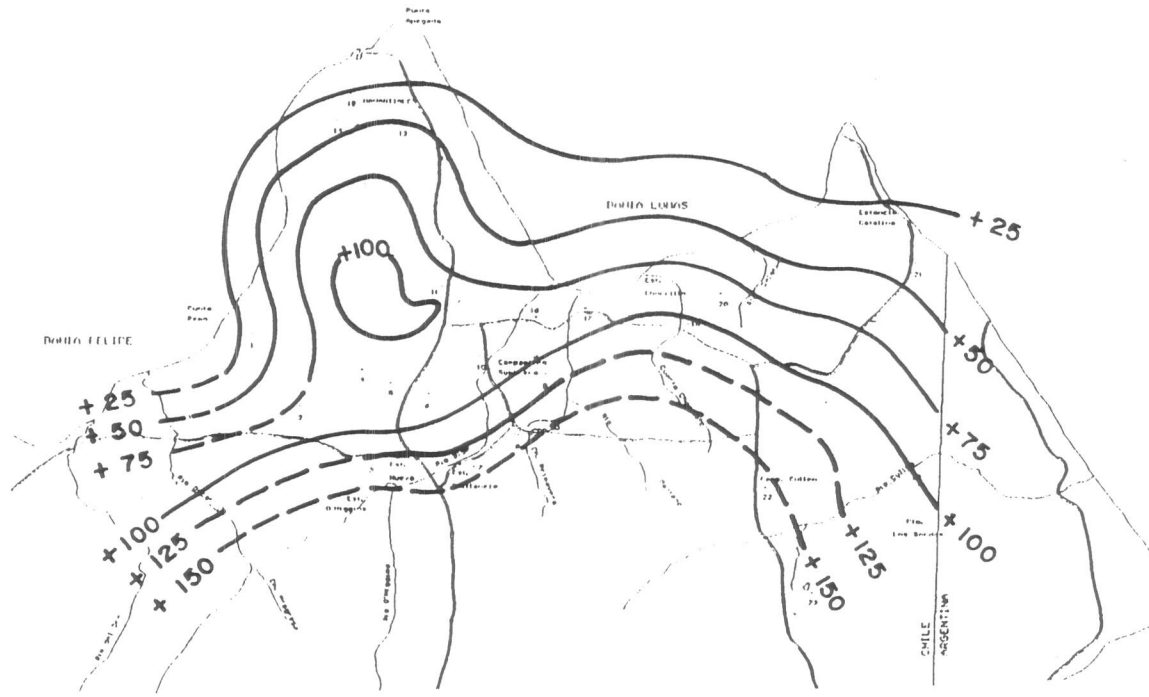
En la Figura V.3.5-3 se presenta la piezometría observada y la simulada, que son muy similares. En la misma figura se pueden identificar las zonas de isopermeabilidad.

b) Calibración definitiva

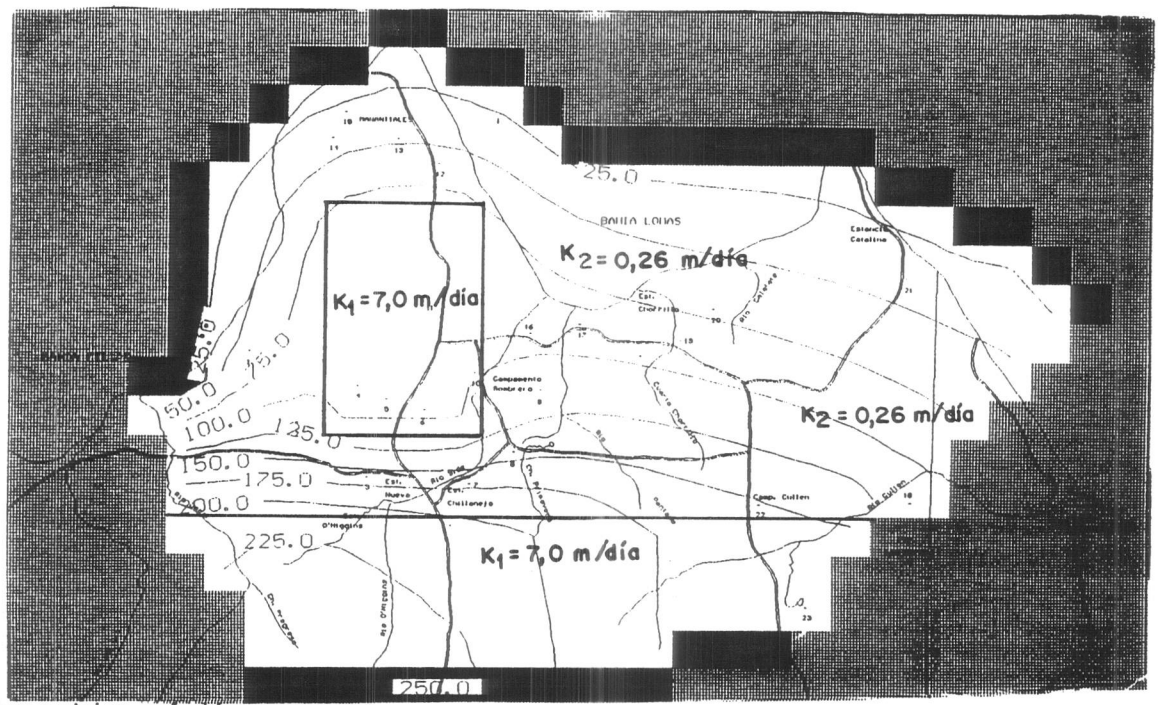
A la malla con pozos se le incorporan las permeabilidades encontradas en la etapa preliminar.

Se procede luego por iteraciones sucesivas, a encontrar las permeabilidades del sistema que permiten reproducir los caudales de surgencia en los 23 nudos existentes. En el Cuadro V.3.5-4 se presentan los resultados obtenidos, en donde se comparan los caudales de surgencia observados con los simulados. Las diferencias no superan el 10%. La única excepción la constituye el nudo 20, correspondiente a Calafate, que resulta ser no surgente. Este nudo tiene una cota de terreno muy superior a la del nudo vecino, lo que puede ser determinante en la surgencia del nudo 20 y, en consecuencia, es probable que no represente la cota de terreno media de los pozos surgentes en esa zona. En el mismo cuadro se presentan las permeabilidades finales determinadas en las inmediaciones de cada pozo. Los valores fluctúan entre 0,26 m/día y 11,7 m/día.

CURVAS ISOPIEZOMETRICAS OBSERVADAS



CURVAS ISOPIEZOMETRICAS SIMULADAS



Cota Piezometrica referida a m.s.n.m.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES - XII REGION C.N.R. - DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : CALIBRACION PRELIMINAR PIEZOMETRIA OBSERVADA Y SIMULADA	FECHA 1997 ESCALA 1 : 750.000 FIGURA V.3.5 - 3

CUADRO V.3.5-4
CALIBRACION FINAL CAUDALES DE SURGENCIA Y TRANSMISIBILIDADES ASOCIADAS A POZOS

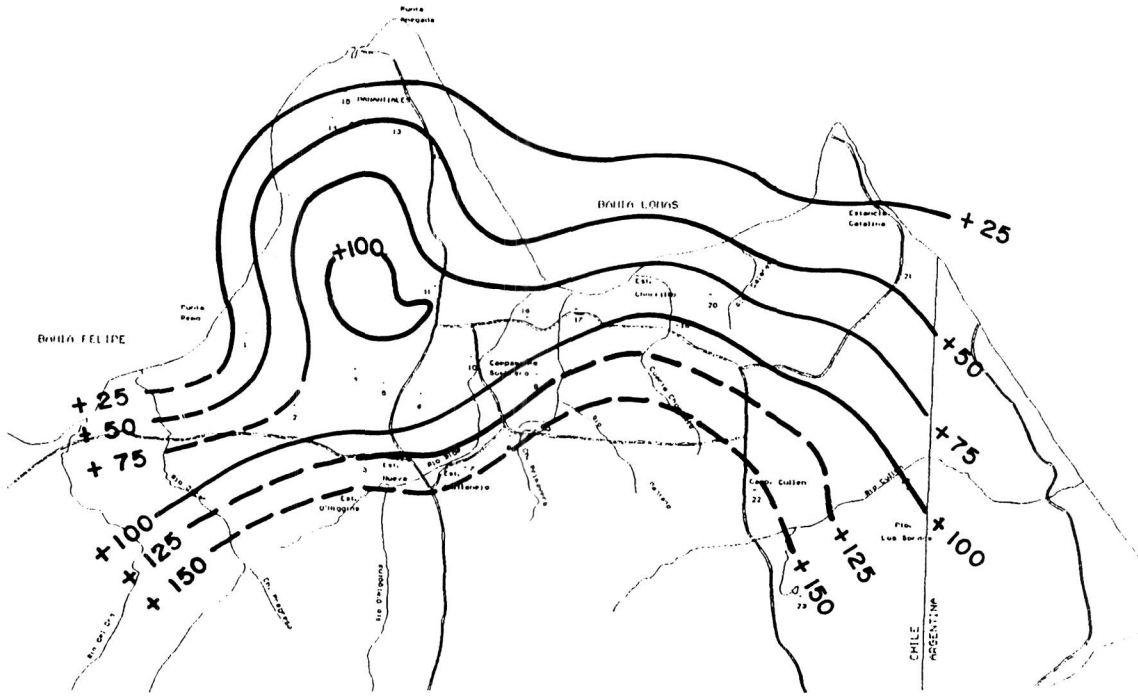
NUMERO	NOMBRE POZO	Qsurgencia Observado (l/s)	Qsurgencia Modelado (l/s)	DIFERENCIA (%)	PERMEABILIDAD (m/día)	ESPESOR ACUIFERO (m)	TRANSMISIVIDAD (m2/dia)
1	Arenal		0,38		0,26	93	24,1
2	Lautaro		1,86		0,26	85	22,1
3	Estancia Nueva		3,00		0,26	85	22,1
4	Victoria Sur	13,00	12,03	7,5	4,20	85	359,1
5	Victoria Oeste	5,20	5,03	3,2	0,61	85	52,0
6	Victoria Este	11,10	10,96	1,3	11,70	85	996,6
7	Chillan	16,80	15,83	5,8	1,04	83	85,9
8	Primavera	10,60	9,98	5,9	2,84	84	238,7
9	Sombrero Este	4,27	4,25	0,5	0,50	81	40,6
10	Sombrero	8,02	7,28	9,2	0,90	87	77,9
11	Chañarcillo	8,26	7,79	5,7	2,30	94	215,6
12	Manantiales Este	6,67	6,34	4,9	1,25	94	117,6
13	Manantiales	7,50	7,57	-0,9	1,04	97	101,2
14	Angostura Sur		7,72		1,04	102	105,9
15	Angostura	2,60	2,75	-5,9	1,25	100	125,3
16	Side		21,69		2,64	84	221,9
17	Majadas	20,20	18,46	8,6	2,64	79	208,0
18	Tres Lagos Norte		1,82		0,26	73	19,0
19	Cuarto Chorrillo	2,72	2,69	1,3	0,64	84	54,0
20	Calafate	1,24	0,00		0,70	85	59,6
21	Catalina	1,88	1,76	6,4	0,70	87	60,7
22	Cullen		0,13		0,26	69	18,0
23	Tres Lagos		7,14		7,00	68	475,3

Con las permeabilidades así determinadas, se procede finalmente a simular la respuesta del sistema considerando los pozos cerrados. Son las curvas isopiezométricas de este caso las que interesa contrastar con la isopiezometría observada, ya que la situación con pozos cerrados representa la realidad actual de la mayoría de ellos.

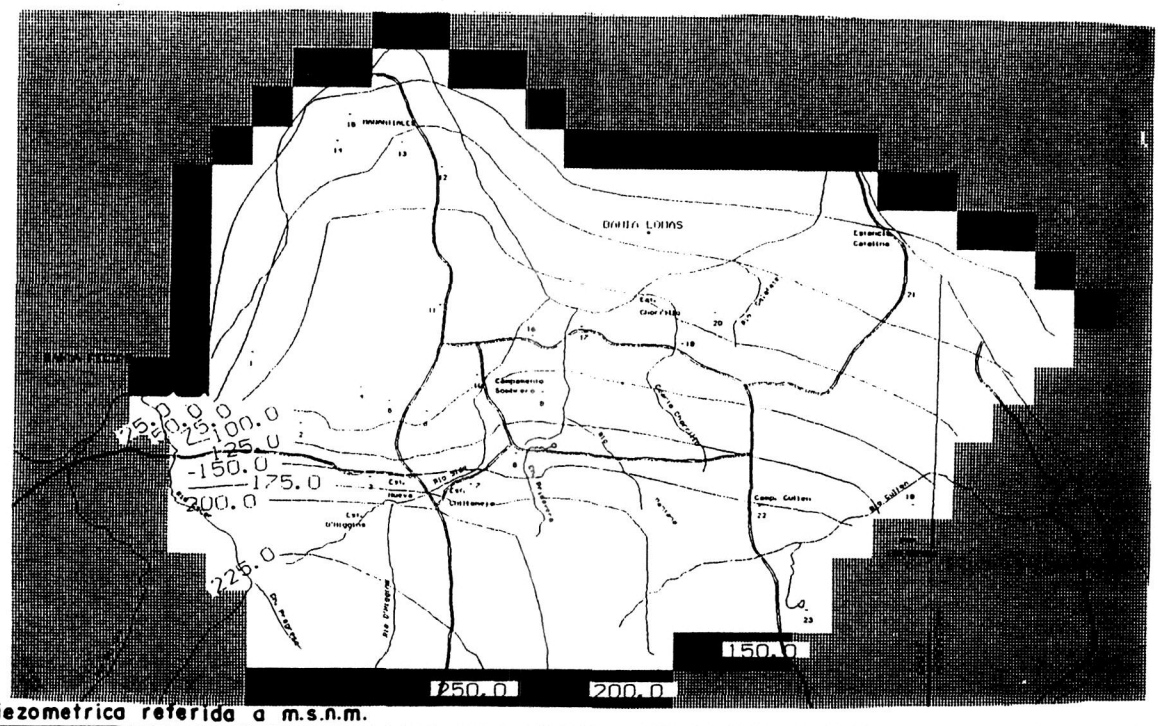
Según se aprecia en la Figura V.3.5-4, las curvas isopiezométricas simuladas y observadas son bastante similares. Para esta situación la recarga al sistema es igual a 53.454 m^3/día, la cual supera en un 9% al valor de recarga natural estimada.

Finalmente, dado que las diferencias porcentuales entre los caudales surgentes simulados y los observados, no superan el 10%, que tampoco las recargas simuladas y las estimadas superan esta diferencia, y teniéndose que las curvas isopiezométricas simuladas se ajustan bastante bien a los datos observados, el modelo se considera correctamente calibrado.

CURVAS ISOPIEZOMETRICAS OBSERVADAS



CURVAS ISOPIEZOMETRICAS SIMULADAS



Cota Piezometrica referida a m.s.n.m.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE PROYECTO MAGALLANES – XII REGION C.N. R. – DEPTO. DE ESTUDIOS	ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES	MATERIA : CALIBRACION FINAL PIEZOMETRIA OBSERVADA Y SIMULADA	FECHA 1997 ESCALA 1:750.000 FIGURA V.3.5-4

V.3.5.6 Simulación de un Caso Hipotético

El caso de explotación de la napa con todos los pozos surgentes habilitados, pero sin bombeo, es una situación extrema de aprovechamiento posible del recurso de aguas subterráneas en la zona.

Este caso fue simulado, obteniéndose las curvas isopiezométricas de la Figura V.3.5-5. Al compararlas con las curvas observadas, que corresponden a una situación de no surgencia, se aprecia claramente un retroceso de las curvas hacia el interior de la isla. Esto es motivado por la disminución de la cota piezométrica en los puntos de surgencia.

El nuevo plano de carga hace disminuir drásticamente los gradientes hidráulicos en las zonas más cercanas al Estrecho de Magallanes, lo que podría facilitar la intrusión de agua salina hacia la isla, con el consiguiente efecto sobre la calidad de las aguas en los pozos vecinos al mar.

La surgencia total del sistema resulta igual a 13.507 m^3/día, en tanto que la recarga al acuífero es igual a 57.056 m^3/día, valor que supera en un 16% la recarga natural estimada. Por consiguiente, en una situación real, dado que no existe disponibilidad suficiente de agua entrante que satisfaga las demandas propias de la surgencia, se debe esperar un descenso sistemático de los niveles piezométricos.

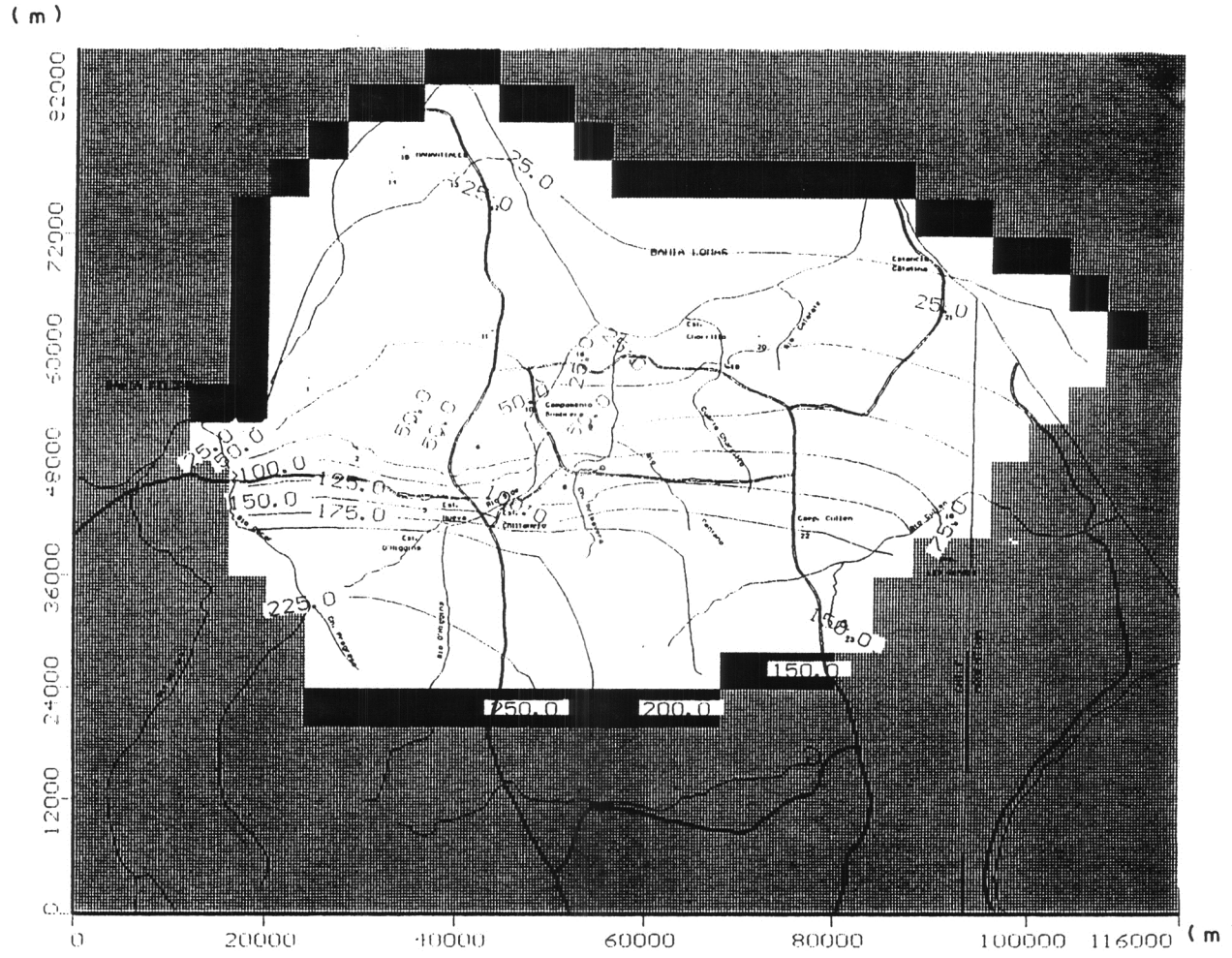
V.3.5.7 Referencias Bibliográficas Utilizadas

Duhart, J. "Cuenca Artesiana en la Parte Noreste de Tierra del Fuego". ENAP - Punta Arenas, 1995.

González, E. "El Agua Subterránea en el Area de Punta Delgada". ENAP - Punta Arenas, 1970.

González, E. "Plano Isobático Techo de las Areniscas Acuíferas del Terciario Superior (Areniscas Azules)". ENAP - Punta Arenas, 1973.

Morjodovic, C.. "Aguas Subterráneas en Magallanes". ENAP - Punta Arenas, 1952.


(m)
82000
72000
60000
48000
36000
24000
12000
0
0
20000
40000
60000
80000
100000
116000
(m)
25.0
50.0
75.0
100.0
125.0
150.0
175.0
200.0
225.0
250.0
BAHIA LOMAS
Cerro Chiflero
Cerro Chiflero
Cerro Chiflero

V.3.6 CALIDAD DE LAS AGUAS

V.3.6.1 Objetivos y Alcances

El objetivo principal de esta parte del estudio, es hacer un diagnóstico de la calidad de las aguas, de origen superficial y subterráneo, orientado principalmente a evaluar su potencial como agua de riego. Se describe las características que presentan las aguas, comparándose su calidad con los requerimientos relativos a usos específicos.

La zona de estudio es la comprendida entre los paralelos 50°45' y 53°50' y entre la latitud 68°20' y la latitud 72°45'.

Se cuenta con antecedentes generados a partir de las campañas de muestreo realizadas específicamente para este estudio y con los antecedentes contenidos en el estudio "Catastro y Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos. XII Región" (DGA, 1991). Los antecedentes son analizados en relación con los criterios contenidos en la Norma Chilena NCh 1.333/2 que especifica los requisitos de calidad del agua para el uso en riego.

V.3.6.2 Análisis de la Calidad del Agua para Riego

a) Aguas Superficiales

En el Cuadro V.3.6-1 se entregan antecedentes de 37 puntos de muestreo, de los cuales los primeros 31 corresponden a la campaña de muestreo realizada para los fines específicos de este estudio en febrero de 1996, y los restantes 6 puntos corresponden a antecedentes extraídos del estudio mencionado. Los puntos de muestreo corresponden a cauces localizados en sectores donde existe la posibilidad de construir obras de riego y su ubicación se señala en la Figura V.3.6-1.

Los parámetros analizados son pH, conductividad, cloruros, fierro y nitrato.

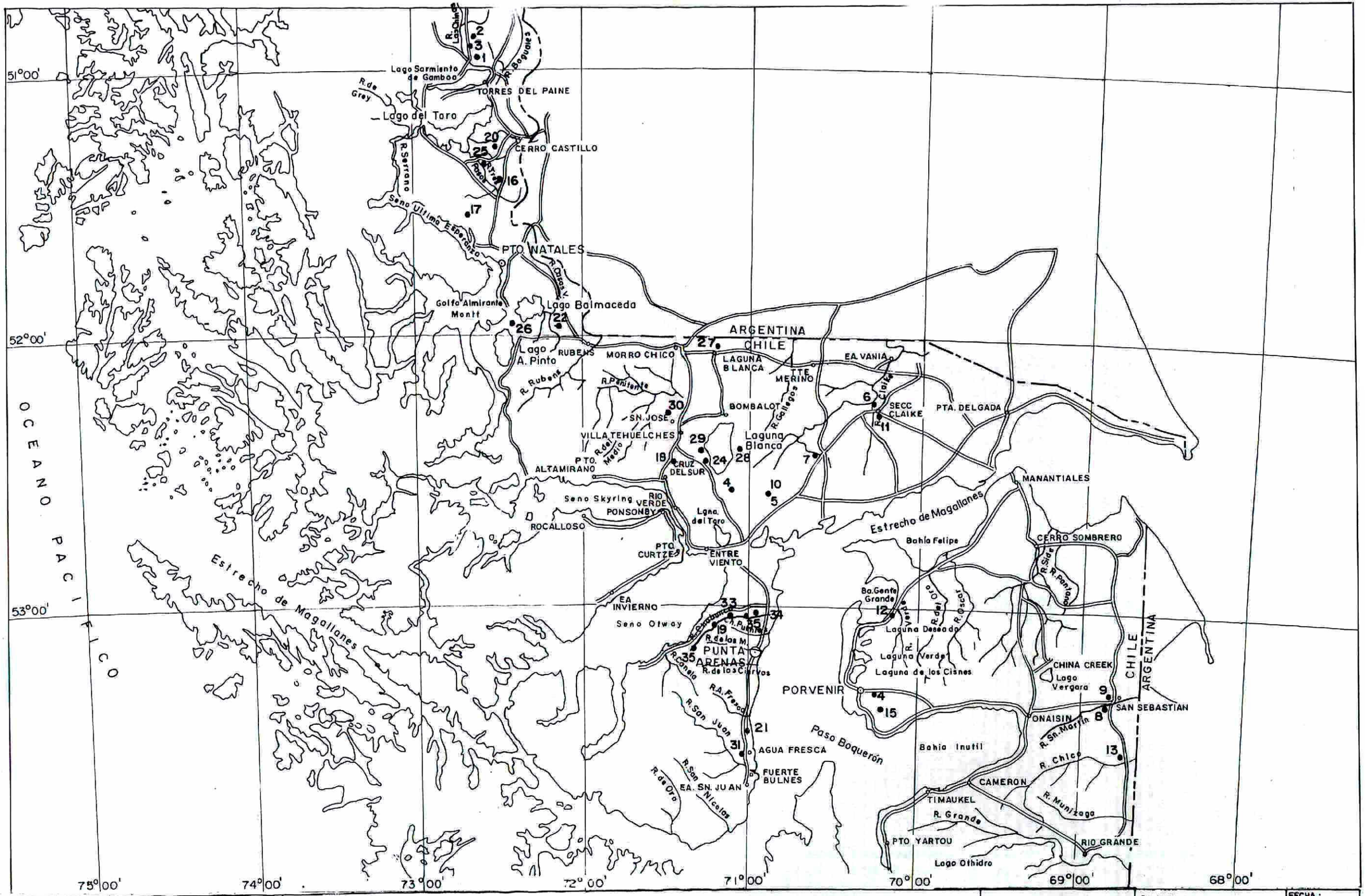
En general, todos los valores de los parámetros estudiados, cumplen con la norma NCh 1.333/2 para la utilización de las aguas en riego.

El pH fluctúa entre 6,0 y 8,6, dentro del rango establecido para su uso en riego por la norma NCh 1.333/2, de 5,5 a 9,0. Los mayores valores de pH se presentan en el Río Chabunco, de 8,4 y 8,6, y el menor valor, de 6,0, se presenta en el río Grande.

CUADRO V.3.6-1
CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES, COMPARACION CON REQUISITOS PARA USO EN RIEGO

PUNTO Nº	NOMBRE	pH	Conductividad (uS/cm)	Cloruros (mg/l)	Fierro (mg/l)	Nitrato (mg/l)
2	Puesto Rajcevich Pto 1	7,73	506	94	-	-
3	Rajcevich Pto 2 En Camino	8,13	530	123	-	-
4	Chorrillo Josefina	7,55	314	217	-	-
5	Chorrillo Twyman Nº2	8,16	331	207	-	-
6	Río Chico Antes Pocillos	8,30	590	641	-	-
7	Chorrillo Dinamarquero	7,76	340	236	-	-
8	Chorrillo Pibe En Est. Scanavini	8,07	266	292	-	-
9	Río San Martín En Est. Scanavini	7,90	277	311	-	-
10	Chorrillo Twyman Nº1	7,58	332	217	-	-
11	Chorrillo Los Pocillos	7,78	380	358	-	-
12	Río Los Patos	8,03	365	321	-	-
13	Río Chico Tierra del Fuego	7,28	113	141	-	-
14	Río Porvenir	7,90	254	264	-	-
15	Santa Marta Tierra del Fuego	7,14	154	189	-	-
16	Chorrillos Ventana	7,13	156	66	-	-
17	Río Sofía	7,63	160	113	-	-
18	Río Verde	7,40	126	132	-	-
19	Mina Rica	6,97	147	170	-	-
20	Chorrillo Picana	7,45	328	132	-	-
21	Río Sta. María Sector Agua Fresca	7,58	334	339	-	-
22	Chorrillo De Los Alambres	7,33	105	104	-	-
23	Chorrillo San Jorge	7,70	339	245	-	-
24	Chorrillo Wagner	7,45	179	141	-	-
25	Chorrillo Campana	7,31	141	57	-	-
26	Chorrillo Hollemberg	6,95	153	217	-	-
27	Chorrillo El Zurdo	7,53	307	198	-	-
28	Chorrillo La Leona	8,09	357	236	-	-
29	Chorrillo Mateo	7,48	169	141	-	-
30	Río Penitente	7,06	59	66	-	-
31	Río Agua Fresca	6,88	197	160	-	-
32	Chorrillo	7,40	-	530	10	*9,68
33	Estero Chabunco	7,80	300	-	60	260
34	Río Chabunco	8,60	130	-	50	310
35	Río Chabunco	8,40	142	-	50	260
36	Vertiente 830	6,70	340	-	10	-
37	Río Grande	6,00	-	230	30	*9,70
Promedio		0	32800	93	1979	116
Mínimo		0	8000	39	650	28
Máximo		0	96200	204	4250	240
Norma Chilena NCh 1.333/2		5.50-9.00	(1)	(2)	500	(3)

* Valores fuera del rango permitido o con algún grado de restricción



SIMBOLOGIA

• PUNTO MUESTREO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO Y DRENAJE
PROYECTO MAGALLANES - XII REGION
1996

ASOCIACION DE PROFESIONALES PROYECTO MAGALLANES

PLANO
PUNTO DE MUESTREO CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

FECHA:

ESCALA: 1:1.500.000

FIGURA Nº V.3.6-1

La Norma Chilena establece las siguientes restricciones para la Conductividad, Cloruros y Nitratos indicados en el cuadro anterior.

	RANGO	GRADO DE RESTRICCION
(1)	< 0,7	Ninguno c/r a salinidad
	0,7-3,0	Leve a moderada c/r a salinidad
(2)	< 144	Ninguno c/r a toxicidad específica
	144-360	Leve a moderado c/r a toxicidad específica
(3)	< 5	Ninguno c/r a efectos diversos
	5-30	Leve a moderado c/r a efectos diversos

El contenido de cloruros fluctúa entre 5,7 y 64,1 mg/l, valores bastante bajos, encontrándose en el rango de aguas sin ningún grado de restricción con respecto a toxicidad específica, según la norma NCh 1.333/2 en relación al uso en riego. En la Figura V.3.6-2 se muestra la distribución porcentual de cloruros en las aguas superficiales, pudiéndose apreciar que más del 90% de las concentraciones están por debajo de los 40 mg/l y que aproximadamente la mitad de los valores está por debajo de los 20 mg/l.

La conductividad fluctúa entre 0,059 y 0,590 dS/m (59 y 590 µmhos/cm), con un promedio de 0,266 dS/m, encontrándose en el rango de aguas sin ningún grado de restricción con respecto a la salinidad, según la clasificación que establece la norma NCh 1.333/2 en relación al uso en riego. Los mayores valores de la conductividad se encuentran en el Río Chico y en Puerto Rajcevich Pto. 1 y Rajcevich Pto. 2 en camino, en los afluentes del Río de Las Chinas. En la Figura V.3.6-3 se muestra la distribución porcentual de la conductividad, pudiéndose apreciar que más del 90% de los valores tienen una conductividad inferior a 0,4 dS/m más de la mitad están por debajo de los 0,3 dS/m.

Las concentraciones de fierro también son bajas, fluctuando entre 0,1 y 0,6 mg/l, valores muy inferiores al valor máximo establecido por la norma NCh 1.333/2, de 5,0 mg/l. Los mayores valores del fierro se encuentran en el Río Chabunco y el estero Chabunco.

Las concentraciones de nitratos fluctúan entre 2,0 y 9,7 mg/l. Las aguas del Río Grande en la Península de Brunswick y de Chorrillo Kimire Aike en Punta Delgada, con concentraciones de nitratos de 9,70 y 9,68 mg/l, respectivamente, se encuentran en el rango de riego con restricción leve a moderada con respecto a efectos diversos, según la norma NCh 1.333/2. El resto de las muestras tomadas se encuentran en el rango de riego sin ninguna restricción con respecto a efectos diversos.

En el Cuadro V.3.6-2 se presenta el cálculo de la Razón de Adsorción de Sodio (RAS) y la RAS Ajustada según la metodología contenida en la Norma NCh 1.333/2. Los valores calculados indican, en general, muy bajos valores del RAS y del RAS modificado, como consecuencia de los bajos índices de salinidad de las aguas. El valor promedio del RAS medido es de 0,75 y el máximo valor, de 1,60, corresponde a una muestra tomada en el río Santa María, en el sector Agua Fresca. El mínimo valor, de 0,31, corresponde a Chorrillo Campana.

El RAS Ajustado presenta un valor promedio de 1,16, variando entre 0,28 y 2,4, valores determinados en río Penitente y el río Santa María, en el sector Aguas Frescas. De acuerdo con la clasificación contenida en la Norma NCh 1.333/2 las aguas con Ras Ajustado inferior a 3 deben tener una conductancia específica superior a 0,7 dS/m para no presentar ninguna restricción desde el punto de vista de la infiltrabilidad del agua en el suelo. Dado que el máximo valor de conductividad observado es de 0,59 dS/m, todas las muestras presentan algún grado de restricción, de acuerdo a la clasificación que entrega la norma. De 31 muestras de aguas superficiales, 13 presentan restricción clasificada como "severa" según el criterio contenido en la Norma NCh 1.333/2.

FIGURA V.3.6-2
Cloruros en Aguas Superficiales

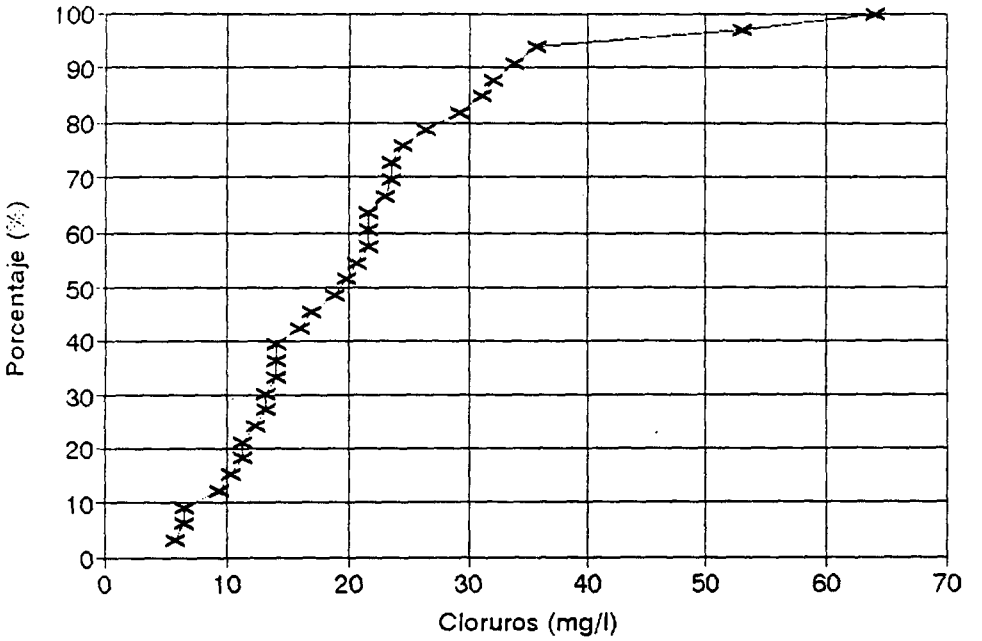
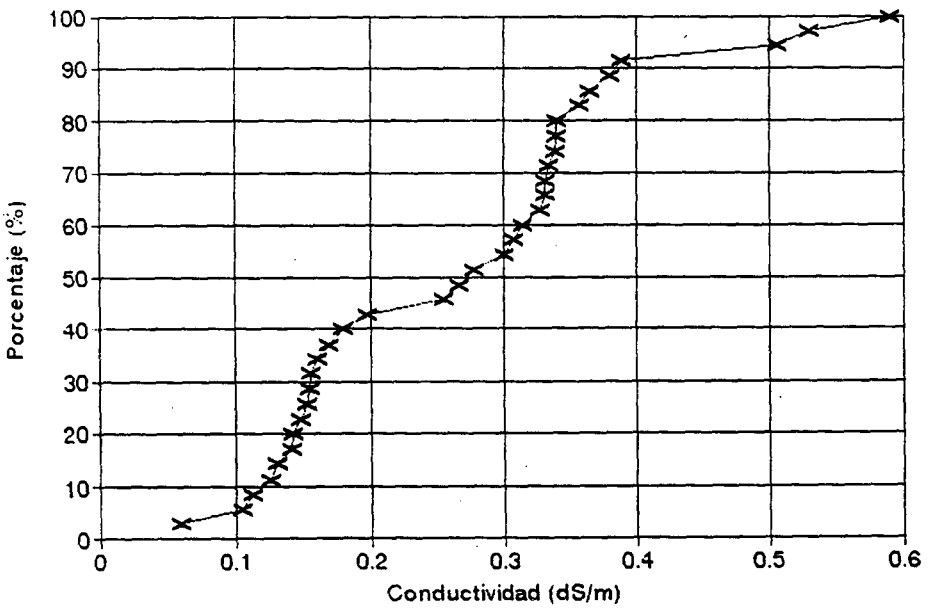


FIGURA V.3.6-3
Conductividad en Aguas Superficiales



CUADRO V.3.6-2
CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES, CÁLCULO DEL RAS REAJUSTADO

PUNTO Nº	DESCRIPCIÓN	Calcio (mg/l)	Magnesio (mg/l)	Sodio (mg/l)	Ca+MG+Na meq/l	pK2-pKc	Ca+ Mg meq/l	p(Ca+Mg)	Alcalinidad mg/l de HCO3	Alcalinidad meq/l HCO3	p(Alc)	pHc	RAS	RAS Ajustado	Conductividad	Clasificación (restricción)
1	3ª BARRANCA PTO. 3 RAJCEVICH	64.9	11.7	18.5	5.0	2.2	4.2	2.7	185.4	3.0	2.5	7.4	0.56	1.11	0.389	leve
2	PUESTO RAJCEVICH PTO 1	85.0	12.6	32.1	6.7	2.3	5.3	2.6	190.3	3.1	2.5	7.4	0.86	1.72	0.506	leve
3	RAJCEVICH PTO 2 EN CAMINO	96.2	12.6	30.1	7.2	2.3	5.8	2.5	266	4.4	2.4	7.2	0.77	1.69	0.530	leve
4	CHORRILLO JOSEFINA	38.5	14.6	18.5	3.9	2.2	3.1	2.8	140.3	2.3	2.7	7.7	0.64	1.09	0.314	leve
5	CHORRILLO TWYMAN Nº2	51.3	12.6	18.6	4.4	2.2	3.6	2.7	151.3	2.5	2.7	7.6	0.60	1.09	0.331	leve
6	RÍO CHICO ANTES POCILLOS	67.3	20.4	38.7	6.7	2.2	5.0	2.6	191.5	3.1	2.5	7.3	1.06	2.23	0.590	leve
7	DINAMARQUERO	43.3	10.7	21.7	4.0	2.2	3.0	2.8	164.7	2.7	2.5	7.5	0.77	1.45	0.340	leve
8	CHORRILLO PIBE EN EST. SCANAVINI	30.5	7.8	22.1	3.1	2.2	2.2	3	108.6	1.8	2.7	7.9	0.92	1.39	0.266	leve
9	RÍO SAN MARTIN EN EST. SCANAVINI	33.7	3.9	28.8	3.3	2.2	2.0	3	104.9	1.7	2.7	7.9	1.25	1.88	0.277	leve
10	CHORRILLO TWYMAN Nº1	47.3	5.8	18.1	3.6	2.2	2.8	2.8	154.9	2.5	2.5	7.5	0.66	1.26	0.332	leve
11	LOS POCILLOS	45.7	9.2	31.9	4.4	2.2	3.0	2.8	168.4	2.8	2.5	7.5	1.13	2.14	0.380	leve
12	LOS PATOS	49.7	5.8	26.2	4.1	2.2	3.0	2.8	152.5	2.5	2.5	7.5	0.94	1.78	0.365	leve
13	RÍO CHICO T. DEL FUEGO	10.4	8.3	11.1	1.7	2.1	1.2	3.2	40.3	0.7	3.1	8.4	0.62	0.62	0.113	severa
14	RÍO PORVENIR	35.3	5.8	13.8	2.8	2.2	2.2	3	97.6	1.6	2.7	7.9	0.57	0.85	0.254	leve
15	SANTA MARTA T. DEL FUEGO	14.4	9.2	23.3	2.5	2.2	1.5	3.1	59.8	1.0	3	8.3	1.18	1.30	0.154	severa
16	CHORRILLOS VENTANA	28.1	3.9	9.1	2.1	2.2	1.7	3	69.5	1.1	3	8.2	0.43	0.51	0.156	severa
17	RÍO SOFÍA	20.0	6.3	8.6	1.9	2.2	1.5	3	70.8	1.2	2.9	8.1	0.43	0.56	0.160	severa
18	RÍO VERDE	14.4	8.7	9.9	1.9	2.2	1.4	3.1	56.1	0.9	3	8.3	0.51	0.56	0.126	severa
19	MINA RICA	10.4	6.8	16.6	1.8	2.2	1.1	3.3	37.8	0.6	3.3	8.8	0.98	0.59	0.147	severa
20	CHORRILLO PICANA	50.5	11.2	13.6	4.0	2.2	3.4	2.8	168.4	2.8	2.5	7.5	0.45	0.86	0.328	leve
21	RÍO STA. MARÍA SECT. AGUAS FRESCAS	28.1	12.2	40.3	4.2	2.2	2.4	3	124.4	2.0	2.7	7.9	1.60	2.40	0.334	leve
22	CHORRILLO DE LOS ALAMBRES	12.0	9.7	9.6	1.8	2.2	1.4	3.1	45.1	0.7	3.1	8.4	0.50	0.50	0.105	severa
23	SAN JORGE	36.9	9.2	27.4	3.8	2.2	2.6	2.8	151.3	2.5	2.6	7.6	1.05	1.88	0.339	leve
24	WAGNER	21.6	4.9	12.2	2.0	2.2	1.5	3.1	84.2	1.4	2.8	8.1	0.62	0.80	0.179	severa
25	CHORRILLO CAMPANA	20.8	7.3	6.5	1.9	2.2	1.6	3	48.8	0.8	3.1	8.3	0.31	0.34	0.141	severa
26	HOLLEMBERG	14.4	9.2	15.6	2.2	2.2	1.5	3.1	47.6	0.8	3.1	8.4	0.79	0.79	0.153	severa
27	EL ZURDO	39.3	8.3	19.2	3.5	2.2	2.6	2.8	152.5	2.5	2.5	7.5	0.73	1.38	0.307	leve
28	LA LEONA	47.3	12.2	18.8	4.2	2.2	3.4	2.8	172	2.8	2.5	7.5	0.63	1.20	0.357	leve
29	CHORRILLO MATEO	20.0	8.3	9.1	2.1	2.2	1.7	3	81.7	1.3	2.8	8	0.43	0.60	0.169	severa
30	RÍO PENITENTE	8.0	7.8	7.7	1.4	2.1	1.0	3.3	26.8	0.4	3.4	8.8	0.46	0.28	0.059	severa
31	RÍO AGUA FRESCA	16.8	8.3	19.0	2.4	2.2	1.5	3	59.8	1.0	3	8.2	0.95	1.14	0.197	severa
32	CHORRILLO	40.1	15.8	42.50	5.2		3.3									
33	ESTERO CHABUNCO	14.0	11.5	16.30	2.4		1.6									
34	RÍO CHABUNCO	10.0	6.0	17.50	1.8		1.0									
35	RÍO CHABUNCO	11.0	6.0		1.0		1.0									
36	VERTIENTE 830	26.4	14.1		2.5		2.5		124	2.03						
37	RÍO GRANDE	10.0	6.0		1.0		1.0									
Promedio		32.800	9.32	19.79	3.20	2.20	2.40	2.92	115.54	1.89	2.77	7.89	0.75	1.16	0.271	
Mínimo		8.000	3.90	6.50	1.38	2.10	1.04	2.50	26.80	0.44	2.40	7.20	0.31	0.28	0.059	
Máximo		96.200	20.40	42.50	7.15	2.30	5.84	3.30	266.00	4.36	3.40	8.80	1.60	2.40	0.590	

Como conclusión se puede establecer que, las aguas superficiales de la zona estudiada presentan muy bajos niveles de salinidad y que, en términos generales, su utilización no presenta problemas para ningún tipo de cultivo. Sin embargo, de acuerdo con los criterios contenidos en la Norma NCh 1.333/2 existiría una restricción "leve a moderada" en relación a "efectos diversos" para el uso en riego de las aguas del Río Grande del Chorrillo Kimire Aike, por efectos de la relativamente alta concentración de nitrato. Además, los bajos valores del RAS Ajustado, asociados a bajos valores de la Conductancia Específica, hacen que 13 de 31 muestras sean clasificadas como con "restricciones severas" y las 18 restantes con restricciones de "leves a moderadas", con respecto al efecto del sodio en la infiltración del agua en el suelo.

b) Aguas Subterráneas

En el Cuadro V.3.6-3 se entrega un resumen de los datos de calidad de las aguas subterráneas, extraídos del estudio de la referencia N°1. Estos antecedentes corresponden a 42 pozos de aguas subterráneas que controla la Dirección General de Aguas. Los parámetros analizados son pH, conductividad, cloruros, fierro y nitrato.

El pH fluctúa entre 6,7 y 9,35, identificándose cuatro puntos en los cuales el pH supera el límite máximo establecido por la norma NCh 1.333/2 en lo referente a riego. Estos corresponden a pozos ubicados en los sectores Estancia Catalina (pH 9,35), Bahía Lomas (pH 9,20 y 9,10) y a 10 km al noroeste del asentamiento Bernardo O'Higgins (pH 9,10).

La conductividad presenta valores entre 0,200 y 0,420 dS/m (200 y 420 µhoms/cm), con la excepción de un solo valor fuera de este rango, de 0,752 dS/m (752 µhoms/cm), el que corresponde a un pozo ubicado en el sector de la Estancia Rancho. La norma NCh 1.333/2, clasifica a las aguas con conductividad menor que 0,7 ds/cm como agua sin ningún grado de restricción para uso en riego con respecto a la salinidad, y las aguas con conductividad entre 0,7-3,0 dS/m, con restricción leve a moderada con respecto a la salinidad. De esta forma, sólo se establece una restricción leve a moderada para el uso en riego, del agua del pozo del sector la Estancia Rancho.

El rango de concentración de cloruros fluctúa entre 18,5 y 1.640,0 mg/l. Cinco de las concentraciones medidas presentan valores superiores a 346 mg/l, equivalente a 10 meq/l, y por lo tanto se encuentran en el rango de aguas con "restricciones severas" para su uso en riego con respecto a toxicidad específica, según la norma NCh 1.333/2. Los puntos en que se midieron concentraciones altas de cloruros corresponden a los sectores de Punta Anegada, Bahía Posesión y Punta Delgada. Todos estos puntos de muestreo corresponden a sectores costeros, por lo que las altas concentraciones de cloruros se podrían explicar por una posible intrusión salina. De las restantes concentraciones medidas, cuatro se encuentran dentro del rango de agua con restricción leve a moderada con respecto a toxicidad específica y corresponden a los sectores de Estancia Catalina, Manantiales - Primera Angostura y Calafate - Bahía Lomas. Al igual que en el caso anterior estos tres sectores son costeros, pudiendo explicarse el alto contenido de cloruros por una posible intrusión salina. El resto de las concentraciones medidas fluctúan entre 18,5 y 140,0 mg/l y no tienen ninguna restricción con respecto a toxicidad específica para su uso en riego.

En la Figura V.3.6-4 se presenta la distribución porcentual de las determinaciones de cloruros en aguas subterráneas, pudiéndose apreciar que más del 90% de las concentraciones presentan valores inferiores a 600 mg/l y más del 70% inferiores a 200 mg/l.

FIGURA V.3.6-4
Cloruros en Aguas Subterráneas

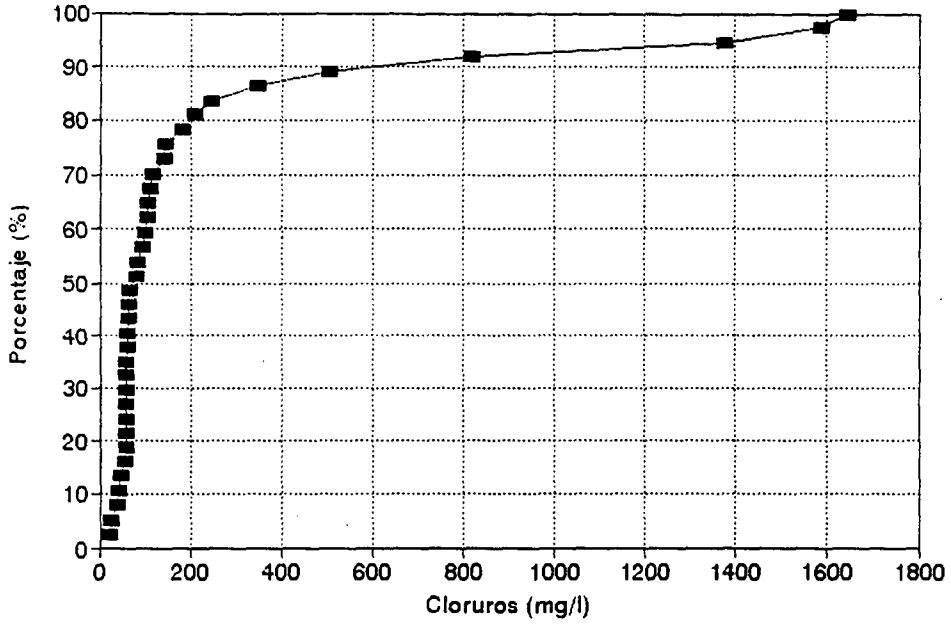
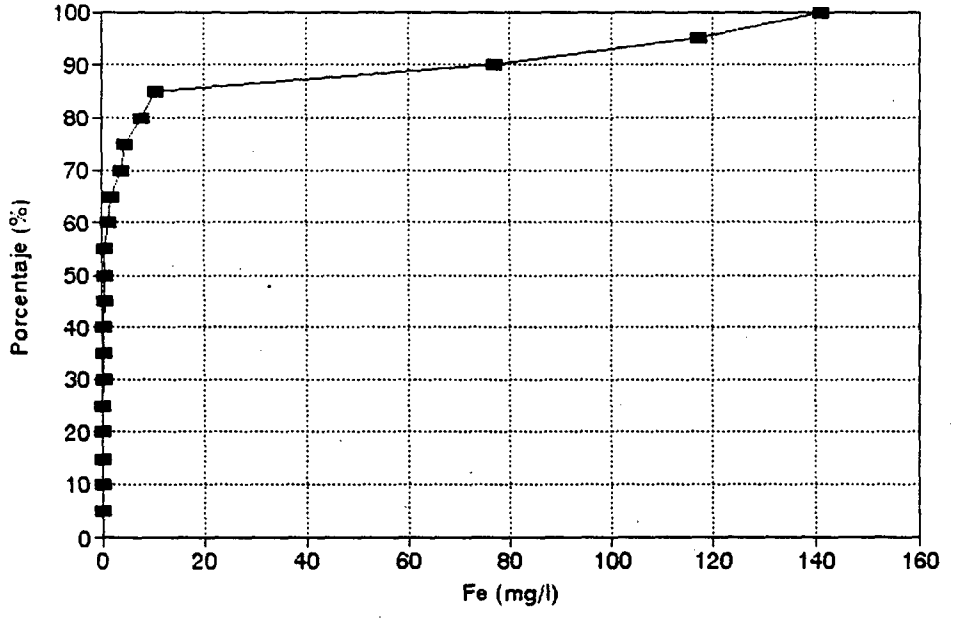


FIGURA V.3.6-5
Hierro en Aguas Subterráneas



CUADRO V.3.6-3
CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS, COMPARACION CON REQUISITOS PARA USO EN RIEGO

PUNTO N°	NOMBRE DEL POZO	P H	CONDUCTIVIDAD (dS/cm)	CLORUROS (mg/l)	FIERRO (mg/l)	NITRATO (mg/l)
1	CALAFATE 1	8,70	-	*181,0	*141,00	-
2	CALAFATE 4	8,85	-	58,0	-	-
3	CALAFATE 10	8,60	-	58,0	-	-
4	CALAFATE 13	8,80	-	64,0	-	-
5	CALAFATE 24	8,20	-	105,0	*77,00	-
6	CALAFATE 31	9,00	-	58,0	-	-
7	CATALINA 3	8,75	-	140,0	*117,00	-
8	CATALINA 5	8,85	-	*345,0	-	-
9	CATALINA 7	*9,35	-	99,0	-	-
10	CAÑADON GRANDE	7,60	-	58,0	-	-
11	CULLEN A-1	7,00	-	58,0	-	-
12	CULLEN A-4	7,85	-	61,0	-	-
13	CULLEN A-5	8,15	-	58,0	-	-
14	CULLEN A-7	7,65	-	64,0	-	-
15	CULLEN A-9	7,75	-	53,0	-	-
16	CUARTO CHORRILLO 1	*9,20	-	94,0	-	-
17	CUARTO CHORRILLO 5	*9,10	-	105,0	-	-
18	ANGOSTURA 1	8,95	-	*146,0	-	-
19	ESPORA 1	7,70	-	*1643,0	-	-
20	TRES LAGOS 3	8,15	-	80,0	-	-
21	VICTORIA OESTE 4ª	7,40	-	41,0	-	-
22	POSESION A-7	7,45	-	*503,0	-	-
23	P. EXPER. CULLEN	6,70	0,200	60,0	0,42	-
24	SOMBRERO 2	7,80	-	45,0	< 0,50	-
25	AGUA MANANTIALES	7,60	-	207,0	0,20	-
26	PUNTA DELGADA A-1	8,20	-	*818,0	-	-
27	PUNTA DELGADA A-1	8,60	-	*1377,0	0,01	*20,24
28	LAREDO 1	8,80	-	111,0	1,80	-
29	LAREDO 2	6,95	-	64,4	*10,50	-
30	LAREDO 7	7,10	-	115,6	*7,80	4,00
31	BAHIA CATALINA	7,50	-	-	4,50	4,00
32	CHABUNCO 4	7,20	0,235	-	0,10	2,20
33	CHABUNCO 5	7,20	0,250	-	0,30	1,80
34	CHABUNCO 6	8,00	0,260	-	0,50	1,80
35	CHABUNCO 27 A	7,62	0,230	-	1,30	2,20
36	PUNTA DELGADA A-2	7,60	-	*246,0	0,00	-
37	PUNTA DELGADA A-2	8,70	-	*1589,0	0,01	*29,48
38	STA FLORENCIA	*9,10	0,254	18,5	0,03	0,02
39	FRIGORIFICO RIO	6,95	0,400	23,3	3,77	0,08
40	ESTANCIA RANCHO	7,60	*0.752	80,6	0,50	0,23
41	CULLEN RETEN	7,25	0,408	56,3	0,29	0,20
42	TENIENTE MERINO	7,55	0,420	38,8	0,25	1,55
Promedio		8,03	0,341	241,1	18,36	5,22
Mínimo		6,70	0,200	18,5	0,01	0,02
Máximo		9,35	0,752	1.643,0	141,00	29,48
Norma Chilena NcC 1333/2		5,50-9,00	(1)	(2)	5,00	(3)

RANGO GRADO DE RESTRICCION

(1) < 0,7 Ninguno c/r a salinidad
0,7-3,0 Leve a moderada c/r a salinidad

(2) < 138 Ninguno c/r a toxicidad específica
138-346 Leve a moderado c/r a toxicidad específica

(3) < 5 Ninguno c/r a efectos diversos
5-30 Leve a moderado c/r a efectos diversos

* Valores fuera del rango permitido o con algún grado de restricción

El contenido de fierro fluctúa entre 0,01 y 141,00 mg/l, siendo el valor máximo establecido por la norma 5,0 mg/l. Existen dos sectores en los cuales los valores medidos del contenido de fierro superan la norma NCh 1.333/2. El primer sector corresponde a la Estancia Catalina y el Río Calafate, cercano a la orilla de la Bahía Lomas. En este sector existen 3 pozos a los cuales se midió una concentración de fierro de 141, 77 y 117 mg/l. El segundo sector es el de Laredo, ubicado a unos 15 km al norte de Punta Arenas, donde en dos pozos se midió una concentración de fierro de 10,5 y 7,8 mg/l. El resto de las concentraciones medidas fluctúan entre 0,1 y 4,5 mg/l.

En la Figura V.3.6-5 se presenta la distribución porcentual de las determinaciones de fierro en las aguas subterráneas, pudiéndose apreciar que con la excepción de los pozos señalados, la gran mayoría presenta valores de fierro inferiores a 5 mg/l, el valor límite establecido por la Norma NCh 1.333/2.

Las concentraciones de nitratos fluctúan entre 0,02 y 29,48 mg/l. Dos de estos valores, correspondientes ambos al sector de Punta Delgada, 20,24 y 29,48 mg/l, se encuentran en el rango de riego con restricción "leve a moderada", según la norma NCh 1.333/2. El resto de las muestras tomadas se encuentran en el rango de riego sin ninguna restricción.

Como conclusión se puede establecer que, de acuerdo con la norma NCh 1.333/2 en lo que se refiere a los requisitos de calidad del agua para su uso en riego, la utilización de las aguas subterráneas de la zona estudiada, no presenta problemas para ningún tipo de cultivo, salvo en dos sectores bien determinados.

El primer sector que presenta problemas es el sector de la Estancia Catalina-Río Calafate, ubicado en Tierra del Fuego, en éste las aguas subterráneas tienen altas concentraciones de fierro y pH relativamente altos, aunque estos últimos dentro de la norma. Además, según la norma NCh 1.333/2 se establece restricción "leve a moderada", con respecto a toxicidad especifica, debido al alto contenido de cloruros el que, como se indicó, se puede deber a intrusión salina.

El segundo sector que presenta problemas es el sector de Punta Delgada, ubicado al norte de Primera Angostura Estrecho de Magallanes en donde, según la norma NCh 1.333/2, se establecen restricciones "leve a moderadas", con respecto a diversos efectos, debido al contenido de nitratos y "restricciones severas", con respecto a toxicidad específica, debido al alto contenido de cloruros.

V.3.7 DERECHOS DE AGUA

V.3.7.1 Análisis Legal Sobre los Recursos Hídricos Compartidos

a) Antecedentes Generales

En este capítulo que se desarrolla a continuación se realiza un análisis legal sobre la situación de los recursos hídricos compartidos entre las Repúblicas de Chile y Argentina.

Un estudio de los ríos desde el punto de vista del Derecho Internacional Público, requiere hacer una distinción entre aquellos cursos de aguas que corren solamente por el territorio de un Estado y aquellos que se deslizan a través de varios. A los primeros, la doctrina los denomina "ríos nacionales" y a los segundos "ríos internacionales".

Los ríos internacionales, en términos generales, tienen en la actualidad, varias características comunes, entre las cuales, las principales son: servir a la navegación internacional, formar parte del territorio del Estado o Estados que ellos surcan y el aprovechamiento que los países ribereños hacen de sus aguas y los demás recursos que pueden obtenerse, tales como las especies acuáticas.

Se consideran como ríos internacionales no sólo aquellos que atraviesan dos o más Estados, sino también aquellos que por servir de frontera natural bañan las riberas de dos o más territorios pertenecientes a Estados diferentes.

A los ríos que sirven de límite o frontera se les denomina "ríos contiguos o fronterizos" y a los que atraviesan el territorio de dos o más Estados, se les llama "ríos sucesivos" o "ríos de curso sucesivo".

Constituye un río de curso sucesivo, el río Lauca (Chile - Bolivia) y todos aquellos de la XII[a] Región, que interesan para los efectos del presente estudio, cuales son los ríos Rubens, Penitente, Ciaike (de la parte continental), San Martín, Chico y Grande (en Tierra del Fuego).

Hoy en día, la idea de antaño en orden a que la navegabilidad es el factor más importante de los ríos internacionales, se revela como algo demasiado estrecho. Las aguas de los ríos y también de los lagos, que son aguas dulces, son actualmente utilizadas para múltiples actividades y usos. El factor de la polución a través de estas aguas, constituye un problema que en las últimas décadas preocupa, fundamentalmente, a la Humanidad.

Por ello, ha ganado terreno en el campo internacional la idea de considerar a las hoyas hidrográficas como unidades físicas, las cuales deben ser preservadas y cuidadas, porque de quedar contaminadas acarrean graves males y riesgos no sólo para las especies vivas que contienen, sino también para los territorios ribereños y más aún para aquellos que utilicen sus aguas para consumo humano o riego.

Los ríos y los lagos, como todas las aguas interiores del Estado, forman también parte del espacio territorial y, por tanto, el Estado ejerce sobre ellos su soberanía.

Ahora, si sobre un río o un lago tienen derechos soberanos diversos Estados, adquieren el carácter de internacionales, por lo cual tiene considerable importancia establecer cual es la naturaleza de los derechos que tienen los Estados ribereños sobre las aguas de un río o lago internacional.

El uso de las aguas de los ríos y lagos internacionales puede ser de suma importancia para los Estados ribereños por cuanto los diversos aprovechamientos soberanos que de ellas pueden hacerse pueden originar graves conflictos, que afectarán en el caso de los ríos internacionales de curso sucesivo, al Estado que se encuentra ubicado aguas abajo. Diversos factores entran en juego, según el uso que se le da al recurso: el volumen, la potabilidad, su navegabilidad, la pesca, la contaminación, etc.

En nuestra época, la utilización de los cursos de aguas internacionales con fines industriales, especialmente, para la producción de fuerza hidroeléctrica y en procesos industriales, como la celulosa, ha tomado gran auge e importancia, agregándose a los usos tradicionales en navegación, pesca y riego.

Por todo lo anterior, es innegable que los Estados ribereños se encuentran en una relación de interdependencia con respecto a la utilización de las aguas de los ríos y lagos internacionales, ya que existen intereses que les son comunes, lo cual exige que ellos se atengan a respetar sin menoscabo o lesión los legítimos derechos de sus vecinos.

De este modo, con el tiempo, se ha hecho necesario dictar normas internacionales que armonizaran los diferentes derechos de los Estados ribereños en pos de la utilización de las aguas, entre las cuales se pueden mencionar la Convención de Barcelona de 1921, la Convención de Ginebra de 1925 y en el ámbito sudamericano, la Resolución N°72 de Montevideo, e incluso, en el último tiempo, han surgido acuerdos bilaterales que regulan esta materia, como sucede entre Chile y Argentina.

b) Normativa que regula el uso de los recursos hídricos compartidos entre las Repúblicas de Chile y Argentina

Desde hace más de dos décadas ha sido preocupación de los Gobiernos de Chile y de Argentina convenir normas respecto del manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos que comparten ambos países, considerando que diversos ríos y lagos tienen las características de cauces internacionales.

Al efecto, se pueden mencionar los siguientes instrumentos jurídicos de carácter bilateral:

i) El Acta de Santiago, 26 de Junio de 1971

La primera manifestación de lo anteriormente expresado se halla en el Acta de Santiago, suscrita con fecha 26 de Junio de 1971, por los Ministros de Relaciones Exteriores de la República de Chile y de Relaciones Exteriores y Culto de la República Argentina, de la época, en representación de sus respectivos Gobiernos.

En el preámbulo de dicho documento se expresa que se toma en cuenta "la importancia creciente del empleo de las aguas fluviales y lacustres y la conveniencia de reconocer expresamente normas del derecho internacional general y complementarlas con reglas específicas a las cuales se sujete el aprovechamiento de las aguas comunes de ambos países".

Del mismo modo, señalan su preocupación en el sentido de "coordinar las obras que se realicen en dichas cuencas a fin de obtener su óptimo aprovechamiento y evitar las dificultades que puedan producirse entre los dos países por un uso irregular e indiscriminado de sus aguas comunes".

Se expresa, además, la decisión de "concertar a la brevedad posible una Convención que reglamente en forma plena y detallada la utilización de los recursos hidrológicos de las cuencas chileno - argentinas", en razón de la cual los Cancilleres acuerdan "establecer las reglas fundamentales que servirán de base a dicha convención y que declaran inmediatamente aplicables".

Las normas que merecen destacarse son las siguientes:

1. La utilización de las aguas fluviales y lacustres se harán en forma equitativa y razonable.

2. Las partes evitarán cualquier forma de contaminación de sus sistemas fluviales y lacustres y, asimismo, preservarán los recursos ecológicos de sus cuencas comunes en las zonas de sus respectivas jurisdicciones.

3. En los tramos contiguos de los ríos internacionales, cualquier aprovechamiento de las aguas deberá ser precedido de un acuerdo bilateral entre los ribereños.

4. Las partes se reconocen mutuamente el derecho de utilizar dentro de sus respectivos territorios, las aguas de sus lagos comunes y ríos internacionales de curso sucesivo, en razón de sus necesidades y siempre que no cause perjuicio sensible a la otra.

5. Cuando un estado se proponga realizar un aprovechamiento de un lago común o río sucesivo, facilitará previamente al otro el proyecto de la obra, el programa de operaciones y los demás datos que permitan determinar los efectos que dicha obra producirá en el territorio del Estado vecino.

6. La parte requerida deberá comunicar, fundadamente, dentro de un plazo razonable que en todo caso no excederá de cinco meses, si hay aspectos del proyecto o del programa de operación que puedan causarle perjuicio sensible.

7. Los diferendos que por esta razón se suscitaren serán sometidos a la decisión de una Comisión Técnica Mixta. En caso de desacuerdos entre los técnicos, éstos elevarán informe a los Gobiernos expresando sus puntos de vista. Los Gobiernos tratarán de encontrar una solución en la vía diplomática o por otro medio que escojan de común acuerdo, procurando llegar a una solución amistosa y equitativa.

No obstante los propósitos manifestados por ambos Gobiernos, estos, en los años próximos, no acordaron la referida Convención y tampoco, en los hechos, siguieron las reglas fundamentales, antes descritas, que servirían de base a dicho acuerdo, y que las partes habían declarado inmediatamente aplicables; de manera que ambos países continuaron manejando con independencia y de conformidad a su normativa legal interna, el aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos.

Así, en nuestro país, la normativa que ha regido el otorgamiento de los derechos de aguas, desde la fecha del Acta de Santiago de 26 de Junio de 1971, han sido el anterior Código de Aguas, contenido en el D.F.L. N° 162, de 1969, del Ministerio de Justicia y el actual Código, cuyo texto lo fija el D.F.L. 1.122, DE 1981, del mismo Ministerio; en ninguno de los cuales se establece disposición específica alguna que se refiera al aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos con otros Estados.

ii) El Tratado sobre Medio Ambiente, de 2 de Agosto de 1991

Mediante Decreto Supremo N° 67, de 16 de enero de 1992, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el Diario Oficial de 14 de Abril de 1993, se aprueba el Tratado sobre Medio Ambiente y sus Protocolos Específicos Adicionales sobre Protección del Medio ambiente Antártico y Recursos Hídricos Compartidos, suscritos entre la República de Chile y la República Argentina, en Buenos Aires, el 2 de Agosto de 1991.

En el preámbulo del Tratado, se hace referencia al Tratado de Paz y Amistad de 1974, suscrito por ambos países, que fue promulgado por Decreto Supremo N°401, de 1985, del Ministerio de Relaciones Exteriores, y que ambos Gobiernos "preocupados por el severo y persistente deterioro del medio ambiente del mundo, reconocen la necesidad de armonizar la utilización de los recursos naturales con la protección del medio ambiente".

El artículo II, punto 3 del Tratado expresa, en lo que interesa, que las partes llevarán a cabo las acciones coordinadas o conjuntas en el sector definido como "Protección y Aprovechamiento del Recurso Agua", que comprende la "Protección y Aprovechamiento del Recurso Agua", que comprende la "Protección y aprovechamiento racional de los recursos hídricos y de sus recursos vivos y prevención, defensa y saneamiento de su contaminación".

Según el artículo III, uno de los medios para realizar las acciones coordinadas o conjuntas en las materias que contempla el Tratado, son los Protocolos Específicos Adicionales, a uno de los cuales nos referiremos a continuación.

iii) El Protocolo Específico Adicional sobre Recursos Hídricos Compartidos, de 2 de Agosto de 1991

Este Protocolo Específico Adicional fue suscrito en igual fecha que el Tratado sobre Medio Ambiente, y para ello se tuvo en cuenta lo previsto por el Artículo II, punto 3 del Tratado y lo establecido en el Acta de Santiago sobre Cuencas Hidrográficas, de 26 de Junio de 1971, y su objeto es el de establecer reglas sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos calificados como prioritarios por ambas Partes.

En este instrumento las Partes acuerdan una variada normativa, las principales de las cuales son:

1. En el artículo 1°, expresan que las acciones y programas relativas al aprovechamiento de los recursos aludidos, se emprenderán conforme al concepto de manejo integral de las cuencas hidrográficas.

   Agregan, que el aprovechamiento de los recursos hídricos en el territorio de una de las Partes, pertenecientes a una cuenca común no deberá causar perjuicios a los recursos hídricos compartidos, a la cuenca común o al medio ambiente.

2. En el artículo 2°, aceptan los aprovechamiento existentes a la fecha del presente Protocolo (2 de Agosto de 1991), sin perjuicio de reconocer la necesidad de que ellos sean tomados en consideración en las acciones y programas que se emprendan en la cuenca a que pertenezcan, a fin de asegurar la eficacia de su operación y la armonía con el resto de las obras que se programen.

3. En el artículo 4°, entienden como recurso hídrico compartido el agua que escurriendo en forma natural cruza o coincide total o parcialmente con el límite internacional terrestre argentino - chileno.

4. En el artículo 5°, concuerdan en que las acciones y programas de aprovechamiento de los recursos aludidos, se efectuarán en forma coordinada o conjunta a través de planes generales de utilización.

5. En el artículo 6°, establecen un Grupo de Trabajo, en el marco de la Subcomisión de Medio Ambiente, para determinar y priorizar los recursos hídricos compartidos y elaborar los planes generales de utilización.

6. En el artículo 9°, expresan que los planes generales de utilización serán elevados a la consideración de los respectivos Gobiernos a través de la Subcomisión de Medio Ambiente.

Este Protocolo se encuentra plenamente vigente y tiene una duración indefinida, pudiendo ser denunciado por cualquiera de las Partes mediante notificación por la vía diplomática realizada con un pre-aviso de seis meses. La denuncia no afectará la continuación hasta su terminación de las acciones iniciadas durante su vigencia.

iv) Implementación del Protocolo Específico Adicional sobre Recursos Hídricos Compartidos

Con fecha 3 de Julio de 1996, en cumplimiento de lo señalado en el Acta de la IX Reunión de la Comisión Binacional Chileno - Argentina de Cooperación Económica e Integración Física, establecidas por el Tratado de paz y Amistad de 1974, se celebró en Santiago de Chile, la Reunión Preparatoria del Grupo de Trabajo sobre Recursos Hídricos Compartidos, acordándose los siguientes criterios comunes que se aplicarán en las tareas a desarrollar:

1. Se tratarán los Recursos Hídricos compartidos de toda la frontera argentino-chilena.

2. Se ha iniciado la determinación en conjunto de los Recursos Hídricos Compartidos con el objeto de elaborar un inventario común.

3. Se realizará una evaluación de las cuencas determinadas previamente.

4. Se identificarán los aspectos ambientales de las cuencas previamente fijadas.

5. Finalmente y dependiendo de los resultados alcanzados en los tres puntos anteriores, se constituirá para cada cuenca un equipo de trabajo, se definirá su composición y sus términos de referencia con vistas a elaborar el Plan General de Utilización correspondiente.

Sobre la base de las propuestas presentadas por ambas delegaciones, se acordó una nómina de cuencas y recursos hídricos compartidos para ser consideradas en las próximas reuniones, la siguiente de las cuales se celebrará en Buenos Aires, Argentina, los días 10 y 11 de diciembre próximo.

En lo que interesa para los efectos de este estudio, se consideran las siguientes cuencas y recursos hídricos compartidos:

- En la cuenca del río Gallegos, el río Penitentes.
- En la cuenca del río Grande, el río Grande.
- Otras cuencas de la Isla Grande de Tierra del Fuego (que no se individualizan).

En la próxima reunión del Grupo de Trabajo, a realizarse en las fechas indicadas, se convino tratar como materia especial la cuenca del río Grande.

El Grupo de Trabajo cuenta con un Reglamento aprobado por ambas partes.

La coordinación del Grupo de Trabajo en Chile se desarrolla por la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado (DIFROL) del Ministerio de Relaciones Exteriores.

c) Conclusiones Generales

De conformidad a los antecedentes expuestos y documentos aludidos, es posible formular las siguientes Conclusiones Generales:

1. La situación relacionada con los recursos hídricos compartidos entre las Repúblicas de Chile y Argentina, se encuentra reglada por las normas del Tratado sobre Medio Ambiente y el Protocolo Específico Adicional sobre la materia, que ambos Gobiernos suscribieron con fecha 2 de Agosto de 1991.

2. Estos documentos fueron aprobados por nuestro país mediante el Decreto Supremo N°67 de 16 de Enero de 1992, del Ministerio de Relaciones Exteriores, publicado en el Diario Oficial de 14 de Abril de 1993 y, por tanto, a partir desde esa última fecha se encuentran plenamente vigentes las normas convenidas sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos calificados como prioritarios por ambas Partes.

3. Las partes entienden como recurso hídrico compartido el agua que escurriendo en forma natural cruza o coincide total o parcialmente con el límite internacional terrestre argentino-chileno.

4. Las partes aceptan los aprovechamiento existentes a la fecha del Protocolo Adicional (2 de Agosto de 1991) y en el futuro, las acciones y programas de aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos se efectuarán, en el marco del manejo integral de las cuencas hidrográficas, en forma coordinada o conjunta a través de planes generales de utilización.

5. Corresponde al Grupo de Trabajo que se encuentra en actividad, determinar y priorizar los recursos hídricos compartidos y elaborar los planes generales de utilización.

A este respecto, como se ha expresado, el Grupo de Trabajo elaborará un inventario común de los recursos hídricos compartidos, por cuencas, para los efectos de formular el Plan General de Utilización correspondiente, que serán elevados a la consideración de los respectivos Gobiernos a través de la Subcomisión de Medio Ambiente.

6. En estas condiciones, cualquier acción o programa de aprovechamiento de aguas que afecte a algún cauce natural que se encuentre comprendido en el concepto de recurso hídrico compartido, deberá ajustarse a las normas establecidas en el Tratado sobre Medio Ambiente y, principalmente, en el Protocolo Específico Adicional sobre Recursos Hídricos Compartidos, suscrito con la República Argentina, en las Actas del Grupo de Trabajo y en el Reglamento de dicho grupo de Trabajo.

7. Como corresponden a recursos hídricos compartidos los cauces naturales considerados en el Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes, cuales son los ríos Rubens, Penitente, Ciaike, San Martín, Chico y Grande, los tres últimos ubicados en Tierra del Fuego, cualquier acción o programa de aprovechamiento de sus aguas deberá efectuarse en forma coordinada o conjunta, con la República Argentina, a través de planes generales de desarrollo, cuya elaboración compete al Grupo de Trabajo establecido en el Protocolo Adicional aludido.

V.3.7.2 Situación Actual Sobre Derechos de Agua

a) Derechos de Agua Concedidos

La información relativa a los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en los distintos cauces de las áreas de desarrollo, se recopiló y analizó considerando entre otros factores, el número de resolución de la Dirección General de Aguas, el nombre del beneficiario del derecho, el caudal otorgado, el tipo y características de los derechos constituidos y la ubicación del punto de captación de las aguas

En el Cuadro V.3.7-1 se presenta un resumen de los derechos constituidos en la Isla de Tierra del Fuego. Mientras que en el Anexo 13 del Volumen 5 Informe Final se incluye con mayor detalle más información respecto a los derechos de aguas concedidos por la DGA.

Tal como puede observarse en este cuadro, existen 22 resoluciones por parte de la DGA, las que totalizan un caudal otorgado de 3.986,6 l/s de carácter permanente y 1.335 l/s de carácter eventual, distribuidos de la siguiente manera:

- Cuenca del río Verde: 2 resoluciones por 288 l/s de carácter permanente y 140 l/s de carácter eventual.
- Cuenca del río Oro: 2 resoluciones por 325 l/s de carácter permanente y 210 l/s de carácter eventual.
- Cuenca del río Side: 6 resoluciones por 565 l/s de carácter permanente y 420 l/s de carácter eventual.
- Cuenca del río Oscar: 4 resoluciones por 2.400 l/s de carácter permanente y 400 l/s de carácter eventual.
- Cuenca del río Rogers: 4 resoluciones por 300 l/s de carácter permanente y 140 l/s de carácter eventual.
- Cuenca de la Laguna Los Cisnes: 4 resoluciones por 111,6 l/s de carácter permanente y 25 l/s de carácter eventual.

CUADRO V.3.7-1
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS CONCEDIDOS
PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

CAUCE	DERECHOS CONCEDIDOS						
	RESOLUCIÓN	CAUDAL (l/s)					
		Permanente		Eventual		Consuntivo	No Consuntivo
Río Verde (Bahía Gente Grande)	DGA Nº 521 del 22-dic-86	80				X	
	DGA Nº 997 del 31-dic-96	208		140		X	
SUBTOTAL	**2**	**288**		**140**			
Río Oro y afluentes	DGA Nº 574 del 12-sep-90	40	río Oro			X	
		5	chorrillo			X	
	DGA Nº 059 del 24-ene-96	280	río Oro	210	río Oro		X
SUBTOTAL	**2**	**325**		**210**			
Río Side y afluentes	DGA Nº 571 del 11-abr-88	100	río Side				
		30	ch Primavera				
		20	ch. Bellavista				
		150	río Side				
	DGA Nº 105 del 18-mar-92	150	río Side	100	río Side	X	
	DGA Nº 60 del 12-feb-92	50	río Side	150	río Side	X	
	DGA Nº 256 del 22-jun-94	65	ch Miraflores				X
	DGA Nº 47 del 20-ene-94			20	Ch.Bellavista	X	
	DGA Nº229 del 29-mar-96			40	río Side	X	
				20	Ch.Bellavista	X	
SUBTOTAL	**6**	**565**		**420**			

CUADRO V.3.7-1 (Continuación)
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS CONCEDIDOS
PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

CAUCE	DERECHOS CONCEDIDOS						
	RESOLUCIÓN	CAUDAL (l/s)					
		Permanente		Eventual		Consuntivo	No Consuntivo
Río Oscar y afluentes	DGA Nº 332 del 3-sep-87			400	río Oscar	X	
	DGA Nº 332 del 7-sep-87	800	río Oscar				
	DGA Nº 359 del 13-feb-87	1200	río Oscar				
	DGA Nº 360 del 13-feb-87	400	río Oscar				
SUBTOTAL	**4**	**2400**		**400**			
Chorrillo Rogers y afluentes	DGA Nº 403 del 21-oct-86			140	ch. Rogers	X	
	DGA Nº 337 del 29-jul-82	100	ch. Rogers			X	
	DGA Nº 311 del 1-ago-85	50	ch. Ramírez			X	
	DGA Nº 304 del 14-jul-82	150	ch. Rogers			X	
SUBTOTAL	**4**	**300**		**140**			
Chorrillo afluente estero Casas de Lata, cuenca Laguna Los Cisnes, Porvenir	DGA Nº 310 del 29-jul-94	13	chorrillo	17	chorrillo	X	
	DGA Nº 325 del 8-may-96	7	chorrillo	8	chorrillo	X	
	DGA Nº 623 del 15 nov-95	50	Casas de lata			X	
	DGA Nº 059 del 15-feb-84	11.6	Laguna S.N.			X	
		30	chorrillo			X	
SUBTOTAL	**4**	**111,6**		**25**			
TOTAL	**22**	**3989,6**		**1335**			

El mismo análisis se realizó para los cauces localizados en la zona continental. En el Cuadro V.3.7-2 se presenta un resumen de los derechos constituidos en esta zona. En el Anexo 13 se incluye información adicional respecto a los derechos de aguas concedidos por la DGA.

En la zona continental se pueden contabilizar 12 resoluciones por parte de la DGA, las que totalizan un caudal otorgado de 4.975,1 l/s de carácter permanente y 514 l/s de carácter eventual, distribuidos de la siguiente manera:

- Cuenca del río Penitente: 2 resoluciones por 469,1 l/s de carácter permanente.
- Cuenca del río Grande en la Isla Riesco: 3 resoluciones por 4.200 l/s de carácter permanente.
- Cuenca del río Verde: 1 resolución por 50 l/s de carácter permanente y 450 l/s de carácter eventual.
- Cuenca del río Hollemberg: 4 resoluciones por 238 l/s de carácter permanente y 22 l/s de carácter eventual.
- Cuenca del río Ciaike: 2 resoluciones por 18 l/s de carácter permanente y 42 l/s de carácter eventual.

b) Solicitudes de Derechos de Agua

Con el fin de cuantificar los recursos de aguas solicitados a la fecha, se recopiló la información de las distintas solicitudes ingresadas a la Dirección Regional de Aguas.

En el Cuadro V.3.7-3 se presentan un resumen de las solicitudes en la provincia de Tierra del Fuego, en la cual se ha identificado el cauce motivo de la solicitud, el número del expediente que lleva la DGA Regional, el caudal solicitado y el tipo de uso. Del mismo modo que en los casos anteriores, en el Anexo 13 se incluye información adicional respecto a los derechos de aguas solicitados ante la DGA.

CUADRO V.3.7-2
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS CONCEDIDOS
PROVINCIA DE MAGALLANES

CAUCE	DERECHOS CONCEDIDOS							
	RESOLUCIÓN	CAUDAL (l/s)						
		Permanente		Eventual		Consuntivo	No	
Río Penitente y afluentes	DGA Nº 563 del 20-nov-92	250	río Penitente			X		
	DGA Nº 701 del 15-dic-91	138	río Penitente			X		
		42,8	chorrillo			X		
		38,3	ch. El Zurdo			X		
SUBTOTAL	**2**	**469,1**						
Río Grande en Isla Riesco	DGA Nº 214 del 25-may-94	2000	río Grande			X		
	DGA Nº 486 del 1-dic-82	300	río Grande			X		
	DGA Nº 529 del 10 dic-91	1900	río Grande			X		
SUBTOTAL	**3**	**4200**						
Río Verde	DGA Nº 418 del 7-oct-82	50	río Verde	450	río Verde	X		
SUBTOTAL	**1**	**50**		**450**				
Cuenca Hollemberg	DGA Nº 431 del 21-oct-93	6	est. Dorotea			X		
	DGA Nº 484 del 24-oct-94	2	est. Dorotea	22	est.Dorotea	X		
	DGA Nº 320 del 3-may-96	30	Río Tres Pasos			X		
	DGA Nº 10 del 13-ene-83	200	est. Casas Viejas			X		
SUBTOTAL	**4**	**238**		**22**				
Río Ciaike	DGA Nº 484 del 16-oct-92	10,5	río Ciaike	24,5	río Ciaike	X		
	DGA Nº 483 del 16-oct-92	7,5	río Ciaike	17,5	río Ciaike	X		
SUBTOTAL	**2**	**18**		**42**				
TOTAL	**12**	**4975.1**		**514**				

CUADRO V.3.7-3
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS SOLICITADOS
PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

CAUCE	DERECHOS SOLICITADOS				
	EXPEDIENTE	CAUDAL (l/s)		Consuntivo	No Consuntivo
Río Verde y afluentes (Bahía Gente Grande)	ND-1203-150	700	río Verde		
	ND-1203-198	100	río Verde		X
	ND-1203-200	100	río Verde		X
SUBTOTAL	**3**	**900**			
Río Oro y afluentes	ND-1203-150	1000	río Oro		
		200	est. La Paz		
		300	est. San Ignacio		
	ND-1203-154	200	est. San Ignacio		
	ND-1203-197	100	río Oro		X
	ND-1203-199	100	río Oro	X	
	ND-1203-188	4.000	río Oro	X	
	ND-1203-180	1.000	río Oro		X
SUBTOTAL	**6**	**7.100**			
Río Side y afluentes	ND-1203-32	40	río Side		
		20	ch. Bellavista		
	ND-1203-83	60	río Side		
	ND-1203-86	40	río Side		
	ND-1203-87	20	ch. Bellavista		
		100	río O'Higgins		
	ND-1203-129		río Side		
			río O'Higgins		
	NR-XII-04 (*)	140	río Side	X	
SUBTOTAL	**6**	**420**			
Río Oscar y afluentes	ND-1203-180	100	río Caracol		X
		900	río Oscar		X
SUBTOTAL	**1**	**1.000**			

CUADRO V.3.7-3 (Continuación)
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS SOLICITADOS
PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

CAUCE	DERECHOS SOLICITADOS				
	EXPEDIENTE	CAUDAL (l/s)		Consuntivo	No Consuntivo
Chorrillo Rogers y Afluentes	ND-1203-84	15	ch. Ramírez		
SUBTOTAL	**1**	**15**			
Chorrillo afluente estero Casas de Lata, cuenca Laguna Los Cisnes, Porvenir	ND-1203-252	40	Río Porvenir	X	
		50	Río Porvenir	X	
SUBTOTAL	**1**	**90**			
Cuenca de la Laguna Verde Porvenir	ND-1203-81	100	Estero Ona		X
	ND-1203-223	100	Estero Ona	X	
	ND-1203-172		Laguna Verde	X	
	ND-1203-218	140	Laguna Verde	X	
SUBTOTAL	**4**	**340**			
TOTAL	**22**	**9.865**			

NOTA (*) : Regularizaciones de derechos de agua

En la Tierra del Fuego se encuentran ingresadas 22 solicitudes las cuales totalizan un caudal de 9.865 l/s, distribuidos de la siguiente manera:

- Cuenca del río Verde: 3 expedientes con un caudal solicitado de 900 l/s.
- Cuenca del río Oro: 6 expedientes con un caudal solicitado de 7.100 l/s.
- Cuenca del río Side: 6 expedientes con un caudal solicitado de 420 l/s.
- Cuenca del río Oscar: 1 expediente con un caudal solicitado de 1.000 l/s.
- Cuenca del río Rogers: 1 expediente con un caudal solicitado de 15 l/s.
- Cuenca de la Laguna Los Cisnes: 1 expediente con un caudal solicitado de 90 l/s.
- Cuenca de la Laguna Verde: 4 expedientes con un caudal solicitado de 340 l/s.

En el Cuadro V.3.7-4 se presentan un resumen de las solicitudes de derechos de aguas correspondientes a la zona continental. El número de expedientes ingresados a la DGA solicitando derechos de aguas en esta zona son 32, los cuales totalizan un caudal de 137.663,5 l/s, distribuidos de la siguiente manera:

- Cuenca del río Penitente: 6 expedientes con un caudal solicitado de 49.900 l/s.
- Cuenca del río Grande de Isla Riesco: 1 expediente con un caudal solicitado de 1.000 l/s.
- Cuenca del río Verde: 6 expedientes con un caudal solicitado de 1.237 l/s.
- Cuenca del río Hollemberg: 4 expedientes con un caudal solicitado de 31.028,5 l/s.
- Cuenca del río Las Chinas: 2 expedientes con un caudal solicitado de 17.065 l/s.
- Cuenca del río Rubens: 1 expediente con un caudal solicitado de 16.000 l/s.
- Cuenca del río Tres Pasos: 5 expedientes con un caudal solicitado de 825 l/s.
- Cuenca del río Ciaike: 6 expedientes con un caudal solicitado de 608 l/s.
- Cuenca del río San Juan: 1 expediente con un caudal solicitado de 20.000 l/s.

CUADRO V.3.7-4
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS SOLICITADOS
PROVINCIA DE MAGALLANES

CAUCE	DERECHOS SOLICITADOS				
	EXPEDIENTE	CAUDAL (l/s)		Consuntivo	No consuntivo
Río Penitente y afluentes	ND-1202-185	19.000	Río Penitente	X	
	ND-1202-187	600	Ch. Castillo	X	
		1.500	Río del Medio	X	
		300	Ch. Hondo	X	
		300	Ch. Los Bueyes	X	
	ND-1202-210	1.200	Río Penitente	X	
	ND-1202-235	1.000	Río Penitente	X	
	ND-1202-234 (1)	13.000	Río Penitente	X	
	ND-1202-239 (1)	13.000	Río Penitente	X	
SUBTOTAL	**6**	**49.900**			
Río Grande en Isla Riesco	ND-1202-130	1.000	Río Grande y Otros	X	
SUBTOTAL	**1**	**1.000**			
Río Verde	ND-1202-230 (1)	90	Río Verde	X	
	ND-1202-231 (1)	102	Río Verde	X	
	ND-1202-232 (1)	43	Río Verde	X	
	ND-1202-233 (1)	102	Río Verde	X	
	ND-1202-234 (1)	450	Río Verde	X	
	ND-1202-239 (1)	450	Río Verde	X	
SUBTOTAL	**6**	**1.237**			

CUADRO V.3.7-4 (Continuación)
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS SOLICITADOS
PROVINCIA DE MAGALLANES

CAUCE	DERECHOS SOLICITADOS				
	EXPEDIENTE	CAUDAL (l/s)		Consuntivo	No consuntivo
Cuenca Hollemberg	ND-1201-78	14.500	río Hollemberg	X	
		15.000	lago Balmaceda	X	
	ND-XII-73	450	río Tranquilo	X	
	ND-XII-109	700	río Tranquilo		X
		50	ch. El Salto	X	
		25	ch. Del Medio	X	
	ND-XII-123	300	ch. El Salto		
		3,5	ch. Los Alambres		
		500	Afl. ch. Los Alambres		
SUBTOTAL	**4**	**31.028,5**			
Cuenca río Las Chinas	ND-1201-194	17.000	Río Las Chinas	X	
	ND-1201-250	65	Río Las Chinas	X	
SUBTOTAL	**2**	**17.065**			
Cuenca Río Rubens	ND-1201-194	16.000	Río Rubens	X	
SUBTOTAL	**1**	**16.000**			
Cuenca Río Tres Pasos	ND-1201-219	30	Río Tres Pasos	X	
		50	Río Ventana	X	
	ND-1201-243	550	Río Tres Pasos	X	
	ND-1201-249	65	Arroyo Picana	X	
	ND-1201-250	65	Arroyo Picana	X	
	ND-1201-246	65	Arroyo Picana	X	
SUBTOTAL	**5**	**825**			

CUADRO V.3.7-4 (Continuación)
RESUMEN SITUACIÓN DE DERECHOS DE AGUAS SOLICITADOS
PROVINCIA DE MAGALLANES

	DERECHOS SOLICITADOS				
	EXPEDIENTE	CAUDAL (l/s)		Consuntivo	No consuntivo
Río Ciaike	ND-1202-153	80	río Ciaike	X	
	ND-1202-153	10	río Ciaike	X	
	ND-1202-201	10		X	
	ND-1202-153	410	río Ciaike y otros	X	
	ND-1202-220	38	río Ciaike y otros	X	
	NR-XII-07 (*)	30	chorrillo	X	
		25	río Ciaike	X	
		5	chorrillo	X	
SUBTOTAL	**6**	**608**			
Río San Juan	ND-1202-185	20.000	Río San Juan	X	
SUBTOTAL	**1**	**20.000**			
TOTAL	**6**	**31448,5**			

NOTA (1): Caudal solicitado es variable según los distintos meses del año, se consideró el mayor valor para efectos de cuantificar

c) Resumen y Conclusiones

En el Cuadro V.3.7-5 se presenta un resumen de la situación actual sobre derechos de agua solicitados en el sector Continental y Tierra del Fuego, y la oferta de recursos hídricos en términos del caudal medio anual en cada una de las cuencas involucradas.

CUADRO V.3.7-5
RESUMEN SITUACION DE DERECHOS Y OFERTA DEL RECURSO

CUENCA	DERECHOS SOLICITADOS (l/s)	DERECHOS CONCEDIDOS PERMANENTE (l/s)	DERECHOS CONCEDIDOS EVENTUAL (l/s)	Q MEDIO ANUAL (l/s)
Sector Continental				
Río Penitente	49.900	469,1		12.197
Río Grande de Isla Riesco	1.000	4.200		16.597
Río Verde	1.237	50	450	
Río Hollemberg	31.028,5	238	22	
Río Las Chinas	17.065			7.076
Río Rubens	16.000			9.552
Río Tres Pasos	825			
Río Ciaike	608	18	42	
Río San Juan	20.000			16.990
Isla de Tierra del Fuego				
Río Verde	900	288	140	
Río Oro	7.100	325	210	3.105
Río Side	420	565	420	1.345
Río Oscar	1.000	2.400	400	1.896
Río Rogers	15	300	140	
Laguna Los Cisnes	90	111,6	25	
Laguna Verde	340			

De acuerdo a lo indicado en el cuadro anterior, los derechos de aguas comprometidos a la fecha superan largamente a la disponibilidad de recursos de aguas superficiales. Es así como en los ríos Penitente, Hollemberg, Las Chinas, San Juan, Rubens y Río Verde, los derechos solicitados superan con creces el caudal medio anual de ellos. Lo mismo suceda con el Río Oro, Oscar y algunas lagunas en el sector de Tierra del Fuego.

V.4 BASE CARTOGRAFICA

V.4.1 INTRODUCCION

La Comisión Nacional de Riego, ha desarrollado a través del tiempo y a lo largo del país, Estudios Integrales de Riego, incluyendo Levantamientos Aerofotogramétricos a escala 1:10.000 con equidistancia de curvas de nivel cada 2,5 m, con nivelaciones geométricas y con monumentación de puntos cada 500 a 1.000 m. Normalmente con vuelos fotogramétricos realizados especialmente para este fin.

El advenimiento de técnicas acordes con nuestros tiempos, por ejemplo, sistemas GPS - Global Position System (en reemplazo o como complemento de los sistemas tradicionales mixtos teodolitos - distanciómetros, taquímetros, telurómetros, niveles, etc.) para generar el apoyo de terreno, de técnicas de aerotriangulación (creación y complementación de algunos puntos de terreno en gabinete), de sistemas de Cartografía Digital (entrega de toda la Información del levantamiento bajo la forma computacional, realizados con adecuados y especializados softwares), permitió a la Comisión Nacional de Riego evaluar y definir las adecuadas opciones para desarrollar los trabajos cartográficos de Magallanes.

Es así como, luego de evaluar el abanico de alternativas disponibles para ejecutar el Levantamiento, se decidió:

- Emplear las cubiertas fotográficas existentes: la CH60 que cubre todas las áreas seleccionadas y la CH30, que cubre una pequeña parte de ellas. Al respecto, considerando que la obtención de una nueva y más apropiada cobertura tiene un altísimo costo económico y su tiempo de realización es totalmente incontrolable debido a la inestabilidad de las condiciones atmosféricas imperantes en la Región de Magallanes, se optó finalmente por utilizar las existentes coberturas aéreas CH60 y CH30.

- Generar planos mediante estereorestitución analógica a escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 2,5; 5 y 10 m.

Conviene remarcar que el uso de este material fotográfico combinado con las técnicas actuales, permite obtener un proyecto cartográfico adecuado a los requerimientos de la Comisión Nacional de Riego, con un nivel de costos muy inferior a cualquier anterior Levantamiento Aerofotogramétrico.

V.4.2 PLANIFICACION DEL TRABAJO

La cartografía sistemática de la Patagonia existente en el Instituto Geográfico Militar (IGM), tanto a escala 1:250.000 como a escala 1:50.000, cubre la mayor parte de las áreas seleccionadas para el desarrollo de los trabajos cartográficos. Por otra parte, el vuelo CH60 abarca completamente casi todos los sectores mientras que el vuelo CH30 sólo cubre parcial o totalmente algunas áreas.

Sobre los elementos citados se planificó el trabajo para ser realizado posteriormente en terreno. Es así como se detectaron y definieron en forma preliminar los posibles vértices trigonométricos y de nivelación para la vinculación de los distintos puntos a determinar, se proyectó la red GPS en triángulos cerrados entre sí ó con vértices IGM a

distancias del orden de los 20 Km, se lanzaron y numeraron los puntos de apoyo estereoscópicos. También se identificaron y demarcaron las posibles vías de acceso a los puntos programados. En terreno se definieron las posiciones de los Pilares de Nivelación del Estudio (monolitos).

Simultáneamente y a medida que fue avanzando el trabajo se prepararon en gabinete, los distintos elementos necesarios para la correcta ejecución del proyecto: formatos y viñetas de láminas de dibujo, lanzado de puntos en poliester de restitución, preparación de diversos gráficos e índices, cálculo de coordenadas GPS, etc.

Los trabajos realizados consistieron en la planificación y ejecución de todas las labores de terreno, tanto de la parte Continental como en Tierra del Fuego. Esto quiere decir, la identificación y vinculación de los Vértices Trigonométricos y Pilares de Nivelación del IGM, determinación y materialización de la red GPS y de los Pilares de Nivelación del Estudio y realización de todo el apoyo estereoscópico necesario.

Además, se realizó el cálculo de la red de puntos GPS y de todos los puntos de apoyo estereoscópicos.

El Levantamiento del Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes comprende, en lo que al Levantamiento Aerofotogramétrico se refiere, los siguientes sectores de trabajo:

Sector S1:	Cerro Castillo - Cerro Guido
Sector S2:	Río Tres Pasos
Sector S4:	Río Tranquilo
Sector S5:	Morro Chico
Sector S6:	Laguna Blanca
Sector S7:	Río San Jorge - Ciaike
Sector S8:	Río Susana y Bahía Oazy
Sector S9:	Río Verde
Sector S11:	Kampenaike
Sector S12:	Mina Rica
Sector S13:	Agua Fresca
Sector S14:	Río Oscar, Oro y Rogers
Sector S15:	Río Side
Sector S16:	Porvenir

Estos sectores totalizan 14 zonas independientes, distribuidas en los alrededores de Puerto Natales, Punta Arenas y Porvenir, lo que en términos geográficos equivale al área comprendida entre los 51° 10' y los 53°50' de Latitud Sur y los 69°10' y 73° 35' de Longitud Oeste. La mayor parte de esta área se ubica en la cartografía existente, con excepciones como el Sector 15 que no dispone de cartografía sistemática del IGM.

Los sectores numerados como S3, S10, S17 y S18 (Río Prat, Isla Riesco, Río Chico y Río Grande) no constituyen parte del levantamiento aerofotogramétrico.

Las especiales características de la zona obligaron a realizar todos los trabajos de terreno durante la época estival (entre Noviembre de 1995 y Febrero de 1996), realizando especialmente durante los meses de Diciembre y Enero turnos de trabajo en terreno durante todo el período de luminosidad (aproximadamente de 6:00 AM a 22.00 PM).

Con fecha 19 de Febrero de 1996 se dieron por terminados todos los trabajos de terreno: red GPS, vinculación a los vértices del IGM, apoyo estereoscópico, determinación y monumentación de 5 monolitos por sector, tanto de la parte Continental como en Tierra del Fuego, en donde se encuentran los Sectores 14, 15 y 16 para efectos cartográficos.

V.4.3 ANTECEDENTES CARTOGRAFICOS Y FOTOGRAFICOS UTILIZADOS

La disposición de las líneas de vuelo es Norte - Sur para el CH30, mientras que el CH60 cubre los sectores en tres direcciones: Norte - Sur, Este - Oeste y Noreste-Suroeste. Esto último obligó a utilizar una mayor cantidad de modelos que los convenientes, consecuentemente se necesitó una mayor cantidad de puntos de apoyo, ya que existen áreas cubiertas en parte por una u otra línea de vuelo, las que se complementan para cubrir totalmente ciertos lugares, especialmente los fronterizos.

Conviene acotar que las cubiertas fotográficas empleadas tienen una antigüedad superior a los 12 años, por lo tanto, el levantamiento resultante representa la realidad de esa época.

V.4.4 VINCULACION A RED UTM

En la zona estudiada existen Vértices Trigonométricos del IGM y algunos Pilares de Nivelación IGM, a los cuáles se vincularon los distintos sectores. A continuación, a modo de ejemplo, se enumeran algunos:

- Morro Chico, que se localiza en pleno Sector S5
- Chorrillos, en las inmediaciones del Sector S8
- Fuerte Bulnes, al Sur del Sector S13
- Campo Wagner, al Este del Sector S9
- Chorrillo Chico, entre el Sector S8 y el Sector S11
- Fenton, alrededor del Sector S11
- Laguna Verde, en pleno Sector S16
- Alto Clarencia, al lado Oeste del Sector S14
- lK55C, al Sureste del Sector S1, es un Punto de Nivelación IGM
- lKl02G, al Sur del Sector S1, corresponde a un Hito Fronterizo
- lK55D, al Noreste del Sector S2, también es un Hito Fronterizo
- lKlO2E, cerca del Sector S1, es un Punto de Nivelación IGM
- IGM 6L - 38. cerca del Sector S8, es un Punto de Nivelación IGM

Como se puede apreciar en el listado anterior, existen vértices trigonométricos tanto en el Continente como en Tierra del Fuego, los que fueron identificados en terreno para la vinculación de los correspondientes sectores de trabajo. En cuanto a los puntos de nivelación, ellos sólo se encontraron en el sector continental. Al otro lado del Estrecho de Magallanes no fue posible identificar Pilares de Nivelación del IGM.

Cabe destacar que por lo menos una media docena de otros puntos fueron buscados y no encontrados en terreno, como es el caso de un punto frente a la Laguna Figueroa. Otros puntos no eran probablemente accesibles por tierra; se encontró también un par de puntos destruidos y no utilizables y, algún otro que definitivamente ya no existía.

Hay que hacer notar que varios de los puntos encontrados fueron materializados hace más de tres décadas (con inscripciones del año 1963), por lo que probablemente, hayan sido destruidos por el tiempo o por otras razones. De hecho se encontró en otro caso los vestigios de algún punto existente antiguamente. Algunos de los puntos encontrados aún tenían el fierro muy carcomido por los años, pero aún enhiesto sobre el monolito.

V.4.5 MONUMENTACION DE PILARES DE NIVELACION

Los Pilares de Nivelación fueron materializados en concreto, con un fierro central sobresaliendo en su cara superior un par de centímetros. Estos pilares son rectangulares de 10 cm por lado y 30 de alto, empotrados en el suelo aproximadamente 25 cm. Quedaron balizados, unívocamente individualizados, monografíados y se entregarán "pinchados" en los fotogramas correspondientes. Todos los Pilares de Nivelación fueron espacialmente triangulados y materializados con un monolito de concreto firmemente asentado en terreno.

Su numeración se realizó con números de punto (impresos por presión) en donde ello fue posible, estando en todos los casos demarcados sus alrededores con 3 firmes y flameantes cintas amarillas (hay unos pocos con cintas rojas), con la cara superior de cada monolito con pintura amarilla o roja, con su número demarcado o tallado en alguna roca o piedra cercana, además de escrito el número con pintura en la roca o poste u otro elemento notorio cercano.

V.4.6 APOYO TERRESTRE

Considerando que existen dos tipos de escalas de vuelo (1:60.000 y 1:30.000) y, que del análisis de las líneas de vuelo se verifica que el vuelo 1:30.000 está incompleto, ya que abarca un pequeño porcentaje de todos los sectores, se apoyó la cubierta alta (1:60.000) en terreno la mayor parte bajo la modalidad modelo a modelo, creando posteriormente y vía estéreo-restituidor, los puntos de apoyo necesarios para la cubierta CH30.

Es así como se determinaron sobre 40 puntos de red GPS, alrededor de 250 puntos de apoyo estereoscópico y 74 Pilares de Nivelación monumentados en terreno, a través de sistemas satelitales (GPS).

En las inmediaciones de las áreas de trabajo se encontró una cierta cantidad de puntos trigonométricos (Vértices del IGM) a los cuáles se vinculó la red GPS predeterminada en las distintas zonas de interés.

Las distancias entre los puntos de la red y los vértices trigonométricos fueron, en general, del orden de los 20 km y el tiempo de toma de señales satelitales de calidad se estimó en aproximadamente una a dos horas, inclusive algunas medidas superaron las tres horas de obtención consecutiva de señales positivas.

Se tiene entonces, que los puntos de la red quedaron con coordenadas y cotas bien definidas, pues se amarraron tanto a los puntos trigonométricos, como a los Puntos de Nivelación IGM encontrados. Además, todos los puntos de la red quedaron espacialmente triangulados o directamente vinculados a los vértices trigonométricos.

Desde los puntos de la red, o bien directamente desde los vértices trigonométricos, se vincularon cada uno de los puntos estereoscópicos vía GPS, a distancias cortas, normalmente inferiores a 20 Km, permaneciendo unos 15 minutos en el punto, siendo esa la distancia entre base y remoto. Esta metodología da la adecuada precisión para los puntos estereoscópicos.

Debido a las condiciones puntuales de trabajo (constelaciones satelitales, accesibilidad a los puntos, duración del período diurno, etc.), se desarrolló la mayor parte del trabajo bajo la modalidad de dos turnos, a objeto de asegurar la dinámica del sistema.

V.4.7 CONSIDERACIONES SOBRE EL SISTEMA GPS

El Sistema GPS es un sistema de posicionamiento (determinación de coordenadas E.N.H., es decir, Este, Norte y Altura) sobre la superficie terrestre, con auxilio de satélites preestablecidos y bases terrestres de control, el cual permite determinar dónde exactamente se encuentra, inequívocamente, un punto cualquiera sobre el planeta.

Los GPS se emplean también extensivamente en la navegación aérea y marítima. Incluso en terreno se utiliza para acceder, con ciertos rangos de precisión, a lugares que por otros métodos no sería posible. En estos casos se utiliza sólo un equipo GPS, pues no se hace el cálculo diferencial que permite alcanzar mayores precisiones.

La base del sistema es "triangular" un punto con los satélites, para lo cual mide la distancia de una señal de radio (complicadamente codificada) considerando el tiempo que transcurre desde que es emitida por el satélite. Los satélites, denominados NAVSTAR, poseen a bordo relojes atómicos de gran precisión, en tanto que los receptores del segmento de usuarios, poseen relojes de buena calidad (no atómicos) graduados al nanosegundo, es decir, un billonésimo de segundo.

Además de conocer la distancia a los satélites es necesario saber dónde exactamente ellos están. Esta información es permanente transmitida a los receptores en la Tierra.

Hay muchas otras consideraciones respecto al sistema GPS para pretender relatarlas todas, por lo que sólo se señalarán algunos elementos básicos del sistema, remarcando que el procesamiento diferencial en el cálculo de coordenadas resuelve definitivamente las aparentes ambigüedades del sistema.

El sistema GPS, desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, fue autorizado al uso público hace aproximadamente una década y, desde entonces, se usa exhaustivamente a nivel mundial, siendo actualmente el más exacto método de determinación de coordenadas que existe.

La constelación satelital está constituida por 24 satélites (con tres de reserva). Todos ellos se encuentran sobre 6 órbitas predefinidas, cada una de las cuales contiene 4 satélites distribuidos. Estas órbitas se encuentran alrededor del Ecuador hasta los 55 grados de Latitud Sur y Norte. Su distancia a la Tierra es de 20.200 km y pasan cada 12 horas por el mismo lugar.

Sus órbitas son controladas por una red de estaciones de rastreo distribuidas en distintas regiones del globo terráqueo.

El monitoreo se hace en forma permanente, las estaciones reciben sus señales, corrigen sus posiciones, les mandan señales para alterar determinados parámetros, etc. A su vez, el segmento de usuarios (estaciones GPS privadas) recibe las señales a través de cuatro distintos tipos de archivos (extensiones .dat, .mes, .eph, .ion) y aplicando los programas correspondientes se determinan las coordenadas de los puntos en los cuáles se localiza el GPS que actúa como remoto.

Trabajan en un sistema de coordenadas denominado WGS84 (World Geodetic System) cuyos parámetros se determinaron el año 1984. A través del software se transforma internamente tal Datum al que se aplique en la respectiva región del planeta.

Aplicando el método de cálculo diferencial se pueden conseguir altas precisiones, incluso geodésicas, si así fuese planificado y realizado.

El método diferencial se basa en medir en terreno con un GPS en un punto conocido, mientras un GPS remoto se instala por algún tiempo en el punto cuyas coordenadas se desea determinar. Aquí el factor tiempo es fundamental pues las señales deben ser tomadas simultáneamente en ambas estaciones. Después se procesan en gabinete las señales captadas y se obtienen sus coordenadas aproximadas en el WGS84 y, posteriormente, se definen las coordenadas finales en base a las diferencias de las señales del GPS base con respecto a las conocidas y aplicando las mismas diferencias al remoto cuyas coordenadas se están calculando.

V.4.8 VENTAJAS DEL SISTEMA GPS

Este sistema funciona bajo condiciones climáticas adversas. Ni el viento, ni la lluvia, ni siquiera la nieve impiden la toma de señales, tampoco las nubes por densas que ellas sean. En el caso de la Región Magallánica hubiese sido crítico desarrollar las tareas de terreno por los métodos tradicionales, sin el empleo de éstas técnicas de GPS.

Además no se requiere intervisibilidad entre estaciones, ya que reciben señales desde el espacio por lo que sólo requieren ciertos ángulos de visibilidad hacia arriba. Esto implica que no hay tala de árboles ó de arbustos como en los métodos tradicionales, lo que los transforma incluso en sistemas ecológicos.

Otra ventaja que se puede mencionar es que el equipo es manuable, de menor peso y tamaño que otros sistemas de medición y su operación rutinaria está al alcance de cualquier individuo.

Poseen cierta autonomía (baterías) y capacidad de almacenamiento de información. Debido a las especiales características de esta región, en este trabajo se adaptaron baterías de larga duración a los equipos GPS, para así tener la suficiente autonomía, indispensable por lo inhóspito de la zona y debido a la carencia de adecuada infraestructura para cargar y descargar, en el momento oportuno, tanto las baterías originales (de menor durabilidad) como la memoria interna de los GPS.

V.4.9 CALCULO DE COORDENADAS GPS

Cada sistema GPS posee su propio software para procesar los datos captados en terreno. En el caso puntual de este trabajo, los equipos utilizados traen un paquete de programas

denominado GPSURVEY, que puede cargarse en una docena de diskettes de 3,5". Este software funciona sobre plataforma Windows 3.1, por lo que se utiliza un computador personal que posea, al menos 8 Mb de memoria RAM.

El cálculo de coordenadas se basa en el procesamiento diferencial. Este exige un GPS base, en un punto conocido, además de otro GPS remoto en puntos cuyas coordenadas se desea calcular, tal como se explicó anteriormente.

El factor tiempo viene siendo una cuarta dimensión de trabajo, pues el proceso depende de la simultaneidad de las observaciones.

El Datum de trabajo es el PSAD56, origen La Canoa, oficial del país y en cuyo sistema se basan las cartas 1:250.000, también empleados en la zona de Magallanes.

La precisión final de las coordenadas resultantes está plenamente dentro de las precisiones exigidas.

Los equipos utilizados (GPS Land Surveyor) entregan, bajo determinadas condiciones, precisiones centimétricas. En este caso ellas no fueron necesarias ya que los puntos de partida a los cuáles se amarró toda la red, previamente determinada, no poseen tal precisión. La red utilizada en este estudio se basó en triángulos cerrados amarrados a los vértices IGM de la zona. Para el cálculo de las cotas se le dio mayor preponderancia a los Pilares de Nivelación IGM encontrados en terreno que a las cotas de los vértices trigonométricos IGM.

Otro aspecto que conviene destacar es que en la zona de trabajo y, en cualquier otra zona, existen diferencias entre el Elipsoide en el cual se basa el sistema GPS y el Geoide en el cual se basan las cotas IGM. Por lo tanto, se calcularon dos factores de Ondulación Geoidal (que es la diferencia entre el Geoide y el Elipsoide) para cubrir toda la parte Continental, además de determinar un tercer factor de Ondulación Geoidal, para las áreas localizadas en Tierra del Fuego.

Cabe recordar que las cotas geoidales se basan en los niveles medios de las mareas. Estas son afectadas, entre otras, por las diferencias de altitud de las zonas de trabajo y principalmente por las fuerzas gravitatorias terrestres y selenitas, alcanzando diferencias entre la baja mar y la pleamar que pueden llegar inclusive a varios metros. En el caso del presente estudio, sólo se trabajó con desniveles de algunas decenas o cientos de metros entre uno y otro sector, lo que no tiene incidencia significativa.

Las cotas de los niveles medios del mar fueron medidos, en forma oficial, a través de numerosas mediciones (en su época con astas de marea) y a lo largo de varios años.

Por otra parte, las cubiertas fotográficas captan un instante determinado de las mareas ya que fueron obtenidas en un momento único, lo que implica que se podría teóricamente tener cotas negativas en la orilla del mar en el caso que la imagen fotográfica captase mareas muy recogidas. En todo caso, con las Ondulaciones Geoidales calculadas tal posibilidad se descarta completamente. Los Sectores 9 y 13, entre otros, limitan justamente con el Océano Pacífico y en ellos se aprecian sólo cotas positivas.

V.4.10 ESTEREO-RESTITUCION ANALOGICA

Terminados todos los procesos previos, tales como: planificación, apoyo terrestre, cálculos, calibración estéreo - instrumental, preparación de restitución, etc., se llega a la etapa de estéreo - restitución. Aquí, mediante el empleo de estéreo- restituidores del tipo Wild se realizan todos los trabajos de creación efectiva de la cartografía prevista. Sobre los portaplacas, para estos efectos dispuestos, se colocan las respectivas diapositivas desde dónde se generan los planos mediante procesos de fotointerpretación y de acompañamiento estereoscópico de las marcas flotantes sobre el terreno.

En esencia, los procesos realizados sobre el estéreo - restituidor y, previo a la creación de los planos, son tres:

a) Orientación interna, es decir, cada diapositiva se coloca exactamente en forma micrométrica, con ayuda de las marcas fiduciales, sobre los portaplacas.

b) Orientación relativa. Aquí se reconstituye la posición relativa de cada fotograma obtenido durante el vuelo fotogramétrico. Ya puede verse en forma estereoscópica el modelo intangible formado en el espacio por el estéreo-instrumento.

c) Orientación absoluta. El modelo resultante se ubica exactamente con respecto al terreno, tanto en posición como en cotas absolutas. Para esto se emplean como control, los puntos cuyas coordenadas definitivas ya han sido calculadas previamente.

La creación del plano resultante, se realiza en forma analógica sobre poliester indeformable, incluyendo todos los símbolos cartográficos pertinentes.

Según lo anterior, se puede decir que la restitución analógica consiste básicamente en la realización de las tres orientaciones antes señaladas, la posterior fotointerpretación del modelo estereoscópico y, el trazado del plano resultante a través de la ampliación de dicho modelo por medio del pantógrafo para tal efecto adosado al estéreo-instrumento.

Los modelos del vuelo alto fueron apoyados en terreno con sus correspondientes puntos estereoscópicos a través de sistemas GPS, creando instrumentalmente el apoyo necesario para la cubierta baja y restituyendo a partir de ésta última o de la cubierta alta, en los casos que fue necesario.

Considerando que para los sectores en estudio se empleó principalmente la cubierta CH60, ya que la CH30 cubre en forma incompleta una pequeña parte de los sectores, se efectuó la generación inicial del plano a escala 1:20.000, ampliándolo extra-instrumentalmente a la escala final 1:10.000.

Este sistema se ha utilizado en forma intensiva en trabajos parecidos con similares resultados a los provenientes directamente del pantógrafo del estéreo-instrumento. La ampliación es exacta y se realiza a través de métodos fotográficos-electrónicos, obteniéndose el plano 1:10.000 final. En los casos que fue empleada la cobertura CH30 el plano final fue directamente generado a escala 1:10.000.

V.4.11 DIBUJO FINAL

Cada sector de trabajo quedó representado en un set de láminas transparentes (poliester de 75 micrones de espesor) escala 1:10.000, con toda la información proveniente de los originales manuscritos de restitución.

Cada lámina representa, entonces, tanto la información altimétrica como la planimétrica. Incluyendo todos los Pilares de Nivelación (PRs monumentados) y puntos que sirvieron de apoyo para la orientación de los estéreo-modelos y que quedan dentro de las áreas cartografiadas.

El dibujo fue hecho con tinta china indeleble de acuerdo a las normas cartográficas de representación de elementos a escala 1:10.000, de acuerdo a lo aprobado por la Comisión Nacional de Riego.

Cada lámina de dibujo final quedó dotada de su respectivo gráfico de articulación que la relaciona con las demás láminas pertenecientes a cada uno de los sectores del estudio.

Cada lámina posee, además, todas las informaciones pertinentes relativas a un Levantamiento Aerofotogramétrico de esta naturaleza (escala numérica y gráfica, Datum y coberturas aéreas utilizadas, orientación Norte, simbología, año del estudio, ejecutantes y mandantes del proyecto, etc.), todo ello ubicado en la parte Sur de cada lámina y aprobado previamente por la Comisión Nacional de Riego.

Cada lámina tiene un área de dibujo de 70 por 100 cm, además de los márgenes y extremo Sur con viñetas conteniendo todos los datos pertinentes.

En el Sureste (extremo inferior derecho) se señalan también las superficies levantadas de cada lámina, las que fueron medidas con planímetros electrónicos.

V.4.12 INDICE DE ARTICULACION DE LAMINAS DE DIBUJO FINAL

La numeración de cada lámina de dibujo final se basa en un sistema general de articulación para todo Magallanes, definido y aprobado por la Comisión Nacional de Riego. Este se encuentra en el mismo formato externo de todas las láminas de Dibujo Final.

El índice está a escala 1:400.000 y presenta los sistemas de coordenadas geográficas y UTM.

Hay que hacer notar que el sistema UTM en la Región de Magallanes se encuentra comprendido en dos Zonas Geográficas (Zonas 18 y 19), cubiertas por los Meridianos Centrales 69° y 75°. Esto implica que el Indice de Articulación de Láminas de Dibujo Final, presenta a lo largo del Meridiano 72° un cambio de dirección de las coordenadas UTM. No obstante lo anterior, también se puede observar que cada sector ha quedado completamente comprendido por una zona geográfica determinada.

V.4.13 PRECISIONES ALCANZADAS

La metodología aplicada en la generación de los planos 1:10.000 atiende plenamente los requerimientos del proyecto. Esta fue señalada en la proposición finalmente aprobada por la Comisión Nacional de Riego, y se resume en que:

- Cada modelo quedó apoyado en cuatro puntos de apoyo convenientemente distribuidos. Ellos fueron obtenidos directamente en terreno ó creados en gabinete mediante la colocación de los modelos necesarios.

- Los elementos altimétricos del plano resultante tienen una precisión altimétrica de más o menos la equidistancia de las curvas de nivel y de más o menos 1 mm en planimetría.

  Adicionalmente, la precisión altimétrica de los puntos estereoscópicos fue controlada y densificada con algunas cotas obtenidas en terreno con el sistema ALTIPLUS, que otorga un rango de precisión superior a los dos metros.

- Se monumentaron 5 Pilares de Nivelación (PRs) por cada sector, convenientemente distribuidos, a lo largo de los caminos principales que recorren los sectores. Estos fueron medidos vía GPS a objeto de obtener así, tanto las coordenadas de posición planimétrica (E.N.) como su cota (H), ambas tienen precisión similar a la de los Vértices Trigonométricos IGM a los cuáles se vincularon.

- Los monolitos, que son los Pilares de Nivelación del Estudio, se colocaron en general, de a pares intervisibles y en lugares accesibles, a distancias entre 500 y 2.000 m entre ellos, aproximadamente. Se ubican en los alrededores de los sectores de trabajo o dentro de ellos.

  Los monolitos fueron triangulados con la red GPS o directamente con los Vértices Trigonométricos IGM, su cálculo consideró los Pilares de Nivelación del IGM a los que también se amarró el estudio. El 5° monolito quedó naturalmente aislado, no es intervisible con los otros y es un elemento de control de cualquier futuro trabajo que los considere.

  Hubo algunos sectores en los que en lugar de 5 se colocaron 6 Pilares de Nivelación, es decir, se colocó uno excedente.

V.4.14 INFRAESTRUCTURA EMPLEADA.

- Vehículos: Jeeps, camionetas y automóviles.
- Estéreo-restituidor Wild B-8.
- Pantógrafos.
- Sistemas de dibujo Leroy.
- Planímetros electrónicos.
- Computadores Sun Moon Star y Acer de gabinete, además de dos computadores portátiles de terreno.
- Equipos GPS marca TRIMBLE (USA), Land Surveyor de precisión centimétrica.
- Altiplus. Para obtener cotas de precisión teórica de 1 m.
- Estaciones Totales marca TOPCON de lectura al segundo.

- Trípodes, miras, jalones, portaprismas, prismas, etc.
- Equipos de Walkies Talkies.
- Equipos de telefonía celular con antenas de largo alcance.
- Equipos de Radio-comunicación.

V.4.15 RESUMEN DE LAMINAS

En el Cuadro V.4-1 se incluye el listado de las láminas del estudio, las cuales se entregan conjuntamente en el Album de Planos y, en la Figura V.4-1 se presenta el índice de articulación de láminas de dibujo del Proyecto Magallanes.

CUADRO V.4-1
RESUMEN DE LAMINAS POR SECTORES

SECTOR	LAMINA Nº
1	46-3 46-4 47-3 47-4 48-3 49-3 50-2 50-3 50-4 51-2 51-3 51-4
SUBTOTAL	**12 láminas**
2	45-2 46-2 44-3 44-2 45-3 46-3 43-3
SUBTOTAL	**7 láminas**
4	36-3 36-4 36-5 35-5 37-4 37-5
SUBTOTAL	**6 láminas**
5	34-14 34-13 31-13 31-14 33-13 32-13 30-12 33-12 34-12 33-14 31-12 30-14 30-13
SUBTOTAL	**13 láminas**

CUADRO V.4-1
RESUMEN DE LAMINAS POR SECTORES (Continuación)

SECTOR	LAMINA Nº
6	27-15 27-13 27-14 29-15 28-13 28-15 28-14
SUBTOTAL	**7 láminas**
7	31-20 31-21 34-22 33-21 33-22 34-21 34-23 33-23 32-21
SUBTOTAL	**9 láminas**
8	26-20 26-19 25-20 27-20 27-19 28-19 24-19 25-19
SUBTOTAL	**8 láminas**
9	25-9 25-12 25-11 26-12 26-13 25-13 26-11 24-13 26-10 25-10 26-9 23-12 22-12
SUBTOTAL	**13 láminas**
11	22-16 24-17 23-17 25-17 23-15 23-16 24-16 25-16
SUBTOTAL	**8 láminas**

CUADRO V.4-1
RESUMEN DE LAMINAS POR SECTORES (Continuación)

SECTOR	LAMINA Nº
12	18-15 18-16
SUBTOTAL	**2 láminas**
13	13-17 11-16 13-16 12-16 14-16 14-17
SUBTOTAL	**6 láminas**
14	20-23 20-24 21-23
SUBTOTAL	**3 láminas**
15	20-26 20-27 21-27 21-28 22-27 22-28 23-27 23-28
SUBTOTAL	**8 láminas**
16	13-21 14-20 14-21 15-20 15-21 16-20 16-21 17-20 17-21 17-22 18-21 18-22
SUBTOTAL	**12 láminas**
TOTAL	**113 láminas**

FIGURA V.4-1 INDICE DE ARTICULACION DE LAMINAS DE DIBUJO FINAL PROYECTO MAGALLANES - XII REGION

COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

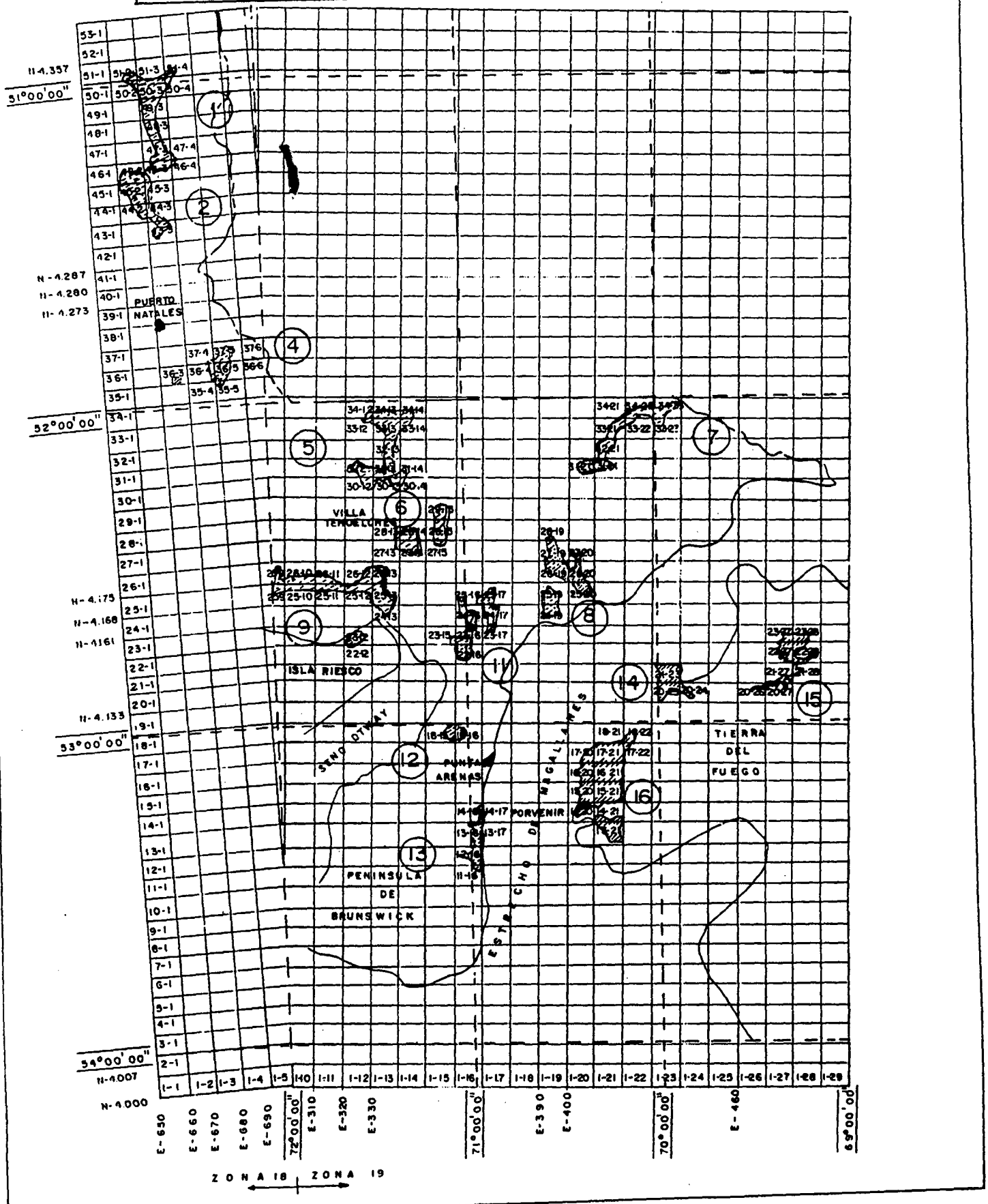
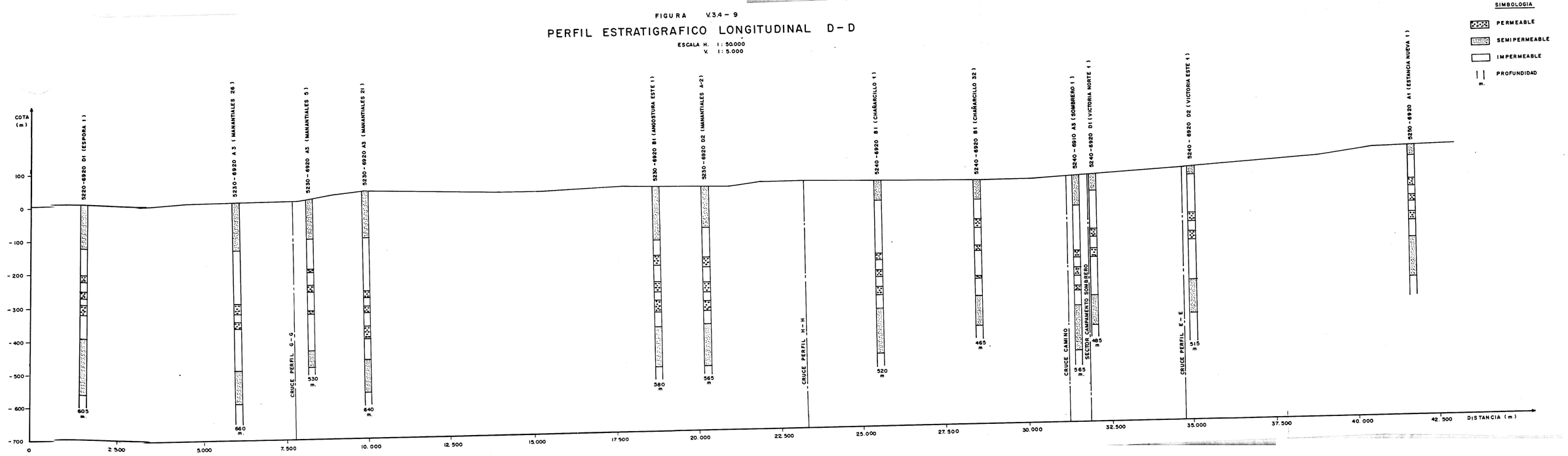


FIGURA V.3.4 - 9

PERFIL ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL D - D

ESCALA H. 1 : 50.000
V. 1 : 5.000