

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA DEMANDA HÍDRICA:
CASOS DE ESTUDIO CUENCAS DEL PITA Y SAN PEDRO**

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**GEOVANNA MARIBEL PILA QUINGA
(gmarpq360@hotmail.com)**

**DIRECTOR: Ing. XIMENA HIDALGO
(ximena.hidalgo@epn.edu.ec)**

QUITO, ENERO 2011

DECLARACIÓN

Yo Geovanna Maribel Pila Quinga, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

GEOVANNA PILA QUINGA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Geovanna Maribel Pila Quinga bajo mi supervisión.

Ing. Ximena Hidalgo
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser quien guía mis pasos por el camino del bien y de la verdad.

A la prestigiosa Escuela Politécnica Nacional y de manera especial a la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, a los profesores, autoridades, y personal administrativo por haber sido parte importante de mi crecimiento académico y profesional.

Al proyecto AGUANDES en conjunto con todas las instituciones que forman parte de él, EPN (Escuela Politécnica Nacional), e IRD (Institut de recherche por le développement), que confiaron en mis manos esta investigación y me colaboraron con lo necesario para su desarrollo.

A Patrick Le Goulven (Responsable Proyecto AGUANDES), Roger Calvez (Responsable de Banco de Datos) y Jean-Christophe Pouget (Responsable de Modelos AGUANDES) por ser los principales guías de este proyecto, aportar en mí conocimientos importantes para el enriquecimiento del proyecto, y sobre todo por su incondicional apoyo y amistad.

A la Ing. Ximena Hidalgo, y al Dr. Laureano Andrade, profesores de la carrera y miembros del tribunal de calificación del proyecto, por su asesoramiento y colaboración que hicieron que el proyecto llegue a un feliz término.

A la Ilustre Municipalidad del cantón Mejía, Al CODECAME, y a la junta de regantes del sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucará, por la valiosa información otorgada.

A mi familia, que con su cariño, consejos y apoyo ha sido el umbral de todas mis metas cumplidas.

Y finalmente a mis amigos y compañeros de camino recorrido con alegrías y tristezas, en especial: a mis amigos de carrera (David, Jessica, José, Juan, Luis, Mauricio y Verónica) por ser amigos incondicionales; y a dos nuevos amigos (Marlon y Daniel), por ser apoyo importante en mi proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres Carlos y María, por darme aliento para cumplir mis metas.

A mi hermana Liliana por su ejemplo, cariño y paciencia.

A mis 3 abuelitos, mis ángeles de la guarda

Geovanna.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
CONTENIDO.....	VII
LISTA DE GRÁFICOS.....	XII
LISTA DE CUADROS	XXII
CAPÍTULO 1	1
CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
1.1 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	1
1.1.1 DEFINICIÓN	1
1.1.2 BASES FUNDAMENTALES	1
1.1.3 APLICACIÓN DE LA GIRH.....	3
1.1.4 MÉTODOS DE GESTIÓN.....	6
1.2 HERRAMIENTAS DE APOYO A LA GIRH	7
1.2.1 MODELOS OFERTA – DEMANDA	7
1.2.2 IMPORTANCIA DE LOS USOS EN LOS MODELOS	10
1.3 LA GIRH EN EL ECUADOR	11
1.3.1 PRINCIPALES USOS.....	12
1.3.2 MARCO INSTITUCIONAL.....	16
1.3.3 MARCO LEGAL	23
1.4 PROYECTO AGUANDES.....	26
1.4.1 USO DEL WEAP	27
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	28

1.5.1 OBJETIVO GENERAL	28
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	28
CAPÍTULO 2	30
CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL PROYECTO AGUANDES	30
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	30
2.1.1 HIDROGRAFÍA.....	31
2.1.2 CLIMA.....	34
2.1.3 POBLACIÓN.....	38
2.1.4 DINÁMICA DE LOS USOS DE AGUA.....	38
2.2 PRESENTACIÓN DEL INVENTARIO DE RIEGO DE 1990.....	39
2.2.1 DEFINICIÓN DE LA ZARI.....	40
2.2.2 METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DEL INVENTARIO.....	44
2.2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA.....	45
2.3 SELECCIÓN DE ZONAS DE ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO.	86
2.3.1 CUENCA DEL SAN PEDRO.....	86
2.3.2 CUENCA DEL PITA.....	87
CAPÍTULO 3	89
LOCALIZACIÓN, ORGANIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RIEGO EN LAS ZONAS PILOTO DEL PITA Y SAN PEDRO.....	89
3.1 PRESENTACIÓN DE LA ZONA	89
3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	89
3.1.2 HIDROGRAFIA.	91
3.2 JUSTIFICACIÓN.....	93
3.3 METODOLOGÍA.	94

3.3.1	RECOPIACION DE DATOS EXISTENTES.....	94
3.3.2	RECORRIDO DE CAMPO.	98
3.3.3	ESTRUCTURACIÓN DEL INVENTARIO ACTUAL.....	100
3.3.4	AFOROS DE LOS CAUDALES DERIVADOS REALMENTE EN BOCATOMAS.....	106
3.3.5	INSTALACIÓN DE REGLETAS A LA ENTRADA DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO.....	107
3.4	RESULTADOS OBTENIDOS.....	107
3.4.1	ZARI MACHACHI 01.....	107
3.4.2	ZARI RUMIÑAHUI 04.....	125
3.4.3	ZARI SINCHOLAGUA 05.....	136
CAPÍTULO 4		150
VALORIZACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA PILOTO NIEVES TOMA MANTILLA Y PUCARA		150
4.1	PRESENTACIÓN DEL SISTEMA.....	150
4.1.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	150
4.1.2	COMPONENTES DEL SISTEMA NIEVES TOMA.	151
4.1.3	HISTORIA DE LAS CONCESIONES	159
4.1.4	SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.....	164
4.2	JUSTIFICACIÓN.....	165
4.3	ANÁLISIS.....	166
4.3.1	ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DIARIAS Y ESTACIONALES DE LOS CAUDALES DERIVADOS.	166
4.4	CALCULO DE LA DEMANDA.....	193
4.4.1	RECONOCIMIENTO DEL SOFTWARE UTILIZADO.....	193
4.4.2	RECOPIACIÓN DE DATOS.....	194

4.4.3 ENTRADA DE DATOS AL PROGRAMA.	195
4.5 RESULTADOS	199
4.5.1 VARIACIÓN DIARIA DE CAUDAL DE LAS ESTACIONES INSTALADAS.....	200
4.5.2 EFICIENCIA DE TRANSPORTE Y REPARTICION.....	201
4.5.3 DEMANDA REAL PARA CADA UNO DE LOS PERÍMETROS.....	208
4.5.4 EQUIDAD EN LA REPATICIÓN.....	210
4.6 CONCLUSIONES	213
CAPÍTULO 5	215
ANÁLISIS DE RESULTADOS	215
5.1 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE RIEGO ENTRE 1990 Y 2010	215
5.1.1 EVOLUCIÓN DIACRÓNICA EN LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.	215
5.1.2 EVOLUCIÓN DIACRÓNICA EN LOS PERÍMETROS DE RIEGO	228
5.2 EVALUACIÓN SOBRE LA EFICIENCIA DE TRANSPORTE Y REPARTICIÓN	237
5.2.1 EFICIENCIA DE TRANSPORTE	237
5.2.2 EFICIENCIA DE REPARTICIÓN.....	239
5.3 COMPARACIÓN DEMANDA/CAUDAL CONCEDIDO EN EL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA, Y PUACARA.	240
CAPÍTULO 6	245
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	245
6.1 CONCLUSIONES	245
6.2 RECOMENDACIONES.....	247
CAPÍTULO 7	249
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	249
ANEXOS	254

ANEXO No. 1	255
GLOSARIO C3 (LOCIE).....	255
ANEXO No. 2	278
MAPAS BASE DEL INVENTARIO 1990	278
ANEXO No. 3	282
MAPAS BASE DEL INVENTARIO 2010	282
ANEXO No. 4	286
SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA (ESQUEMAS.).....	286
ANEXO No. 5	289
“SOFTWARE HYDRACCES DEL IRD”	289

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.1	4
COMPONENTES DE LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.	4
GRÁFICO 1.2.....	13
DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL AGUA EN EL ECUADOR.....	13
GRÁFICO 1.3.....	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
GRÁFICO 2.1	30
CUENCA PILOTO PROYECTO AGUANDES	30
GRÁFICO 2.2.....	32
RED HIDROGRÁFICA	32
GRÁFICO 2.3.....	35
ESTACIONES DE REFERENCIA PARA ILUSTRAR DIFERENTES COMPORTAMIENTOS DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA.....	35
GRÁFICO 2.4.....	36
TEMPERATURA VS ALTITUD.....	36
GRÁFICO 2.5.....	37
ZONAS DE INFLUENCIA DE LA GRÁFICA TEMPERATURA VS. ALTITUD	37
GRÁFICO 2.6.....	41
CUENCA UNITARIA, CASO DEL RIO GUAMBI	41
GRÁFICO 2.7.....	42
CUENCA DE ENLACE, CASO DEL RIO GUAMBI	42
GRÁFICO 2.8.....	43
ZARI DE PUEMBO – PIFO	43
GRÁFICO 2.9.....	46
ZARIS DE LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA	46

GRÁFICO 2.10.....	48
ZARIS, ZONAS PROTEGIDAS Y PARQUES PROTECTORES.....	48
GRÁFICO 2.11.....	51
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL - CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE.....	51
GRÁFICO 2.12.....	54
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL - CARACTERÍSTICAS DE TIPO DE FUENTE CON RESPECTO A SUPERFICIE.....	54
GRÁFICO 2.13.....	57
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (a).....	57
GRÁFICO 2.14.....	60
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (b).....	60
GRÁFICO 2.15.....	63
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – REPARTICIÓN DEL AGUA (a).....	63
GRÁFICO 2.16.....	65
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – REPARTICIÓN DEL AGUA (b).....	65
GRÁFICO 2.17.....	68
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (a).....	68
GRÁFICO 2.18.....	71
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (2).....	71
GRÁFICO 2.19.....	73
CIRCULO DE CORRELACIÓN – CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN.....	73
GRÁFICO 2.20.....	76

CIRCULO DE CORRELACIÓN - UTILIZACION DEL SUELO EN LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA	76
GRÁFICO 2.21	79
ZARIS REPRESENTATIVAS DE LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA.....	79
GRÁFICO 3.1	89
UBICACIÓN DE LAS CUENCAS	89
GRÁFICO 3.2.....	90
UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	90
GRÁFICO 3.3.....	91
HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO SAN PEDRO.....	91
GRÁFICO 3.4.....	92
HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO PITA.....	92
GRÁFICO 3.5.....	94
BASE CARTOGRÁFICA	94
GRÁFICO 3.6.....	95
MAPAS DE CATASTROS.....	95
GRÁFICO 3.7.....	97
INVENTARIO DE RIEGO 1992.....	97
GRÁFICO 3.8.....	99
RECORRIDOS DE CAMPO.....	99
GRÁFICO 3.9.....	101
ESQUEMA HIDRÁULICO	101
GRÁFICO 3.10.....	102
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	102
GRÁFICO 3.11	103
CARACTERÍSTICAS CALCULADAS.....	103
GRÁFICO 3.12.....	105

ENCUESTA PERIMETROS DE RIEGO.....	105
GRÁFICO 3.13.....	106
GRÁFICO 3.14.....	108
FICHA DE INFRAESTRUCTURA	108
GRÁFICO 3.15.....	110
FICHA DE PERÍMETRO DE RIEGO.....	110
GRÁFICO 3.16.....	113
INTERCONEXIONES (BOCATOMA, CANALES, PERÍMETROS) ZARI 01....	113
GRÁFICO 3.17.....	116
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 01	116
GRÁFICO 3.18.....	121
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 01	121
GRÁFICO 3.19.....	128
INTERCONEXIONES (BOCATOMA, CANALES, PERÍMETROS) ZARI 04....	128
GRÁFICO 3.20.....	131
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 04	131
GRÁFICO 3.21.....	134
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 04	134
GRÁFICO 3.22.....	138
INTERCONEXIONES (BOCATOMA, CANALES, PERÍMETROS) ZARI 05....	138
GRÁFICO 3.23.....	141
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 05	141
GRÁFICO 3.24.....	144
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 05	144
GRÁFICO 4.1.....	150
UBICACIÓN DEL SISTEMA.....	150

GRÁFICO 4.2.....	152
CANALES DEL SISTEMA NIEVES - TOMA	152
GRÁFICO 4.3.....	153
RAMALES DEL SISTEMA NIEVES - TOMA.....	153
GRÁFICO 4.4.....	153
FOTO DEL RELOJ.....	153
GRÁFICO 4.5.....	154
FOTO DEL RAMAL 1	154
GRÁFICO 4.6.....	155
PERIMETROS DEL RAMAL 1	155
GRÁFICO 4.7.....	156
PERIMETROS DEL RAMAL 2	156
GRÁFICO 4.8.....	156
PERIMETROS DEL RAMAL 3	156
GRÁFICO 4.9.....	157
PERIMETROS DEL RAMAL 4	157
GRÁFICO 4.10.....	167
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (a).....	167
GRÁFICO 4.11	168
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT0 (a)	168
GRÁFICO 4.12.....	169
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT0 (b)	169
GRÁFICO 4.13.....	170
CURVA DE CALIBRACIÓN NT0.....	170
GRÁFICO 4.14.....	171
COTAS DIARIAS ESTACIÓN PU1 (a).....	171

GRÁFICO 4.15.....	172
COTAS DIARIAS ESTACIÓN PU1 (b).....	172
GRÁFICO 4.16.....	173
CURVA DE CALIBRACIÓN PU1.....	173
GRÁFICO 4.17.....	174
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (b).....	174
GRÁFICO 4.18.....	176
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT1 (a).....	176
GRÁFICO 4.19.....	176
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT1 (b).....	176
GRÁFICO 4.20.....	177
CURVA DE CALIBRACIÓN NT1.....	177
GRÁFICO 4.21.....	179
COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN1 (a).....	179
GRÁFICO 4.22.....	179
COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN1 (b).....	179
GRÁFICO 4.23.....	180
CURVA DE CALIBRACIÓN EN1.....	180
GRÁFICO 4.24.....	181
COTAS DIARIAS ESTACIÓN UM1 (a).....	181
GRÁFICO 4.25.....	182
COTAS DIARIAS ESTACIÓN UM1 (b).....	182
GRÁFICO 4.26.....	183
CURVA DE CALIBRACIÓN UM1.....	183
GRÁFICO 4.27.....	184
COTAS DIARIAS ESTACIÓN CH1 (a).....	184

GRÁFICO 4.28.....	184
COTAS DIARIAS ESTACIÓN CH1 (b).....	184
GRÁFICO 4.29.....	185
CURVA DE CALIBRACIÓN CH1	185
GRÁFICO 4.30.....	186
COTAS DIARIAS ESTACIÓN MA1 (a).....	186
GRÁFICO 4.31.....	187
COTAS DIARIAS ESTACIÓN MA1 (b).....	187
GRÁFICO 4.32.....	188
CURVA DE CALIBRACIÓN MA1	188
GRÁFICO 4.33.....	189
COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN-OV (a).....	189
GRÁFICO 4.34.....	190
COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN-OV (b).....	190
GRÁFICO 4.35.....	191
CURVA DE CALIBRACIÓN EN-OV1	191
GRÁFICO 4.36.....	192
CURVA DE CALIBRACIÓN UM 2.....	192
GRÁFICO 4.37.....	196
DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN ES0123.....	196
GRÁFICO 4.38.....	197
DATOS DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN ES0123.....	197
GRÁFICO 4.39.....	197
DATOS DE CULTIVO ESTACIÓN ES0123.....	197
GRÁFICO 4.40.....	198
DATOS DE SUELO ESTACIÓN ES0123.....	198

GRÁFICO 4.41	199
PROGRAMACIÓN DEL RIEGO ESTACIÓN ES0123	199
GRÁFICO 4.42	200
VARIACIÓN DIARIA DE CAUDAL DE LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA	200
GRÁFICO 4.43	202
TRAMO 1	202
GRÁFICO 4.44	203
TRAMO 2	203
GRÁFICO 4.45	204
TRAMO 3	204
GRÁFICO 4.46	206
DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ” PARA MEDIR EFICIENCIA DE REPARTICIÓN	206
GRÁFICO 4.47	211
CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (0) – CAUDAL ASIGNADO	211
GRÁFICO 4.48	212
CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (1) – CAUDAL ASIGNADO	212
GRÁFICO 4.49	212
CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (0) – CAUDAL MEDIDO	212
GRÁFICO 4.50	213
CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (1) – CAUDAL MEDIDO	213
GRÁFICO 5.1	216
EVOLUCION DEL NUMERO DE BOCATOMAS ZARI 01	216
GRÁFICO 5.2	217

EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS BOCATOMAS ZARI 01 .	217
GRÁFICO 5.3.....	218
EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS ZARI 01	218
GRÁFICO 5.4.....	219
EVOLUCION DEL NUMERO DE BOCATOMAS ZARI 04	219
GRÁFICO 5.5.....	220
EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS BOCATOMAS ZARI 04 .	220
GRÁFICO 5.6.....	221
EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS ZARI 04	221
GRÁFICO 5.7.....	222
EVOLUCION DEL NUMERO DE BOCATOMAS ZARI 05	222
GRÁFICO 5.8.....	223
EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS BOCATOMAS ZARI 05 .	223
GRÁFICO 5.9.....	223
EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS ZARI 05	223
GRÁFICO 5.10.....	224
EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS BOCATOMAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.	224
GRÁFICO 5.11.....	224
EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO..	224
GRÁFICO 5.12.....	226
EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ZARI 01.....	226
GRÁFICO 5.13.....	227
EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ZARI 04.....	227
GRÁFICO 5.14.....	227
EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ZARI 05.....	227
GRÁFICO 5.15.....	229

EVOLUCIÓN DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO ZARI 01	229
GRÁFICO 5.16	229
EVOLUCIÓN DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO ZARI 04	229
GRÁFICO 5.17	230
EVOLUCIÓN DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO ZARI 05	230
GRÁFICO 5.18	231
EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO ZARI 01	231
GRÁFICO 5.19	232
EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO ZARI 04	232
GRÁFICO 5.20	232
EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO ZARI 05	232
GRÁFICO 5.21	238
TRAMOS PARA MEDIR EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN	238
GRÁFICO 5.22	239
DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ” PARA MEDIR EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN.....	239
GRÁFICO 5.23	241
EFICIENCIA DE APLICACIÓN ESPERADA CON LOS DISTINTOS MÉTODOS DE RIEGO.....	241
GRÁFICO 5.24	242
RANGOS DE CAUDAL EXCEDENTE EN (l/s) (a)	242
GRÁFICO 5.25	244
RANGOS DE CAUDAL EXCEDENTE EN (l/s) (b)	244

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1.1.....	17
INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA EN EL ECUADOR 1944 – 2009	17
CUADRO 1.2.....	19
AGENCIAS CREADAS POR LA LEY DE AGUAS DE 1972	19
CUADRO 1.3.....	19
DISTRITOS DE RIEGO DEL INERHI Y SUS PROYECTOS.....	19
CUADRO 1.3.....	20
CONTINUACIÓN.....	20
CUADRO 1.4.....	22
DISTRIBUCIÓN POLÍTICO-GEOGRÁFICA DE LAS CORPORACIONES REGIONALES DE DESARROLLO.....	22
CUADRO 2.1	47
PARROQUIAS DE INTERES DE LAS ZARIS.....	47
CUADRO 2.2.....	50
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE DE LAS ZARIS	50
CUADRO 2.2.....	51
CONTINUACIÓN.....	51
CUADRO 2.3.....	53
CARACTERÍSTICAS DE TIPO DE FUENTE CON RESPECTO A SUPERFICIES DE LAS ZARIS	53
CUADRO 2.4.....	56
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (a)	56
CUADRO 2.5.....	58
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (b)	58
CUADRO 2.5.....	59

CONTINUACIÓN.....	59
CUADRO 2.6.....	62
REPARTICIÓN DEL AGUA (a)	62
CUADRO 2.7.....	64
REPARTICIÓN DEL AGUA (b)	64
CUADRO 2.7.....	65
CONTINUACIÓN	65
CUADRO 2.8.....	67
CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (a).....	67
CUADRO 2.8.....	68
CONTINUACIÓN.....	68
CUADRO 2.9.....	70
CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (b).....	70
CUADRO 2.10.....	72
CARACTERÍSTICAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE CONDUCCIÓN	72
CUADRO 2.10.....	73
CONTINUACIÓN.....	73
CUADRO 2.11.....	75
UTILIZACIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA.....	75
CUADRO 2.12.....	80
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA	80
CUADRO 2.13.....	81
DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE LAS ZARIS DE LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA	81
CUADRO 2.14.....	82
INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA	82

CUADRO 2.15.....	83
UTILIZACIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA	83
CUADRO 3.1	111
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZARI 01	111
CUADRO 3.2.....	114
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 01	114
CUADRO 3.2.....	115
CONTINUACIÓN.....	115
CUADRO 3.3.....	117
REPARTICIÓN DEL AGUA ZARI 01.....	117
CUADRO 3.3.....	118
CONTINUACIÓN.....	118
CUADRO 3.3.....	119
CONTINUACIÓN.....	119
CUADRO 3.4.....	120
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 01	120
CUADRO 3.5.....	122
UTILIZACIÓN DEL SUELO PERIMETROS ZARI 01.	122
CUADRO 3.5.....	123
CONTINUACIÓN.....	123
CUADRO 3.5.....	124
CONTINUACIÓN.....	124
CUADRO 3.6.....	125
UTILIZACIÓN DEL SUELO ZARI 01.....	125
CUADRO 3.7.....	126
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZARI 04	126

CUADRO 3.8.....	129
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 04	129
CUADRO 3.8.....	130
CONTINUACIÓN.....	130
CUADRO 3.9.....	132
REPARTICIÓN DEL AGUA.....	132
CUADRO 3.10.....	133
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 04	133
CUADRO 3.11	135
UTILIZACIÓN DEL SUELO PERIMETROS ZARI 04	135
CUADRO 3.12.....	136
UTILIZACIÓN DEL SUELO ZARI 04	136
CUADRO 3.13.....	137
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZARI	137
CUADRO 3.14.....	140
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 05	140
CUADRO 3.15.....	142
REPARTICIÓN DEL AGUA ZARI 05.....	142
CUADRO 3.16.....	143
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 05	143
CUADRO 3.17.....	145
UTILIZACIÓN DEL SUELO PERIMETROS ZARI 05.	145
CUADRO 3.18.....	146
UTILIZACIÓN DEL SUELO ZARI 05.....	146
CUADRO 3.19.....	147
SUPERFICIES ZARI 01, 04, Y 05.....	147

CUADRO 3.20.....	147
SISTEMAS ZARI 01, 04, Y 05.....	147
CUADRO 3.21.....	148
BOCATOMAS ZARI 01, 04, Y 05.....	148
CUADRO 3.22.....	148
CAUDALES ZARI 01, 04, Y 05.....	148
CUADRO 3.23.....	149
CULTIVOS ZARI 01, 04, Y 05.....	149
CUADRO 4.1.....	158
PERIMETROS DE RIEGO	158
CUADRO 4.1 CONTINUACIÓN	159
CUADRO 4.2.....	160
CONCESIÓN INERHI 1979.....	160
CUADRO 4.3.....	162
CONCESIÓN CNRH 1998	162
CUADRO 4.4.....	163
CONCESIÓN SENAGUA 2008	163
CUADRO 4.4.....	164
CONTINUACION.....	164
CUADRO 4.5.....	169
AFOROS ESTACIÓN NT0	169
CUADRO 4.6.....	172
AFOROS ESTACIÓN PU1	172
CUADRO 4.7.....	177
AFOROS ESTACIÓN NT 1	177
CUADRO 4.8.....	180

AFOROS ESTACIÓN EN 1	180
CUADRO 4.9.....	182
AFOROS ESTACIÓN UM 1	182
CUADRO 4.10.....	185
AFOROS ESTACIÓN CH 1.....	185
CUADRO 4.11.....	187
AFOROS ESTACIÓN MA 1.....	187
CUADRO 4.12.....	190
AFOROS ESTACIÓN OVALO EN.....	190
CUADRO 4.13.....	192
AFOROS ESTACIÓN UM 2	192
CUADRO 4.14.....	202
EFICIENCIA TRAMO 1	202
CUADRO 4.15.....	204
EFICIENCIA TRAMO 2	204
CUADRO 4.16.....	205
EFICIENCIA TRAMO 3	205
CUADRO 4.17.....	207
EFICIENCIA DE DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ”	207
CUADRO 4.18.....	207
CAUDAL ENTRANDO AL DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ”	207
CUADRO 4.19.....	208
CAUDALES SALIENDO DEL DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ”	208
CUADRO 4.20.....	209
DEMANDA REAL DEL SISTEMA	209
CUADRO 4.20 CONTINUACIÓN	210

CUADRO 5.1.....	234
EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO ZARI 01	234
CUADRO 5.2.....	235
EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO ZARI 04	235
CUADRO 5.3.....	236
EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO ZARI 05	236
CUADRO 5.4.....	238
EFICIENCIA DE TRANSPORTE EN EL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA.	238
CUADRO 5.5.....	240
EFICIENCIA DE REPARTICIÓN EN EL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA.	240
CUADRO 5.6.....	242
PERÍMETROS QUE PRESENTAN DEFICIT DE CAUDAL (a)	242
CUADRO 5.7.....	243
PERÍMETROS QUE PRESENTAN DEFICIT DE CAUDAL (b)	243

RESUMEN

Debido al fuerte crecimiento poblacional acompañado por un desarrollo social, que se presenta en la parte alta de la cuenca del río Guayllabamba y de igual manera en las cuencas de los ríos San Pedro y Pita, aumentaron notablemente los requerimientos hídricos para los diferentes usos como son: agua potable, riego y recreación. Este crecimiento de la demanda global produjo que la oferta no abastezca las diferentes necesidades, produciendo déficit en la zona especialmente en el uso de agua para riego.

Con el propósito de dar soluciones a esta problemática se ha desarrollado este proyecto conjuntamente con las instituciones que forman parte del proyecto AGUANDES.

El proyecto persigue el objetivo de caracterizar los parámetros de la demanda hídrica, en el uso riego, en las cuencas de los ríos Pita y San Pedro con el fin de conocer el funcionamiento actual de las bocatomas, infraestructura de transporte y repartición, y los perímetros de riego para poder actualizar el inventario de riego existente, con la finalidad de realizar una comparación de la evolución de estos parámetros en el tiempo.

Para cumplir los objetivos, se realizó en el proyecto un análisis detallado de los parámetros de la demanda hídrica, tomando como zonas de estudio las ZARIS ES01, ES04, ES05 (Zonas de Análisis y Recomendaciones para la Irrigación definidas en el proyecto INERHI – ORSTOM), mediante el siguiente proceso.

Recopilación de los datos existentes en cuanto a caudales derivados, infraestructuras de transporte y distribución, características de usos: concesiones otorgadas por la Agencia de agua, inventarios de riego del proyecto, catastros y fotos aéreas de la zona de estudio

Verificación del inventario anterior en las subcuencas de los ríos del San Pedro y Pita, cada una cerrada por una estación hidrométrica de control, por recorrido de campo y análisis de fotos aéreas.

Estructuración del inventario actual teniendo en cuenta los parámetros usados en el inventario anterior

Selección de un sistema de riego piloto para, analizar las variaciones diarias y estacionales de los caudales derivados; instalar regletas a la entrada de los perímetros de riego para conocer los caudales llegando a los usuarios, sus variaciones y las fallas de funcionamiento; y realizar aforos simultáneos en tramos representativos para determinar las eficiencias de conducción por tipo de canal.

PRESENTACIÓN

Este proyecto de titulación se elaboró para analizar los parámetros de la demanda hídrica en las cuencas de los ríos Pita y San Pedro, las bocatomas con su caudal realmente derivado y su variabilidad en el tiempo, las infraestructuras de transporte y repartición, y las características de los usos del suelo, con el objetivo de obtener datos actualizados que sean un aporte para trabajar en la gestión de recursos hídricos y en particular en la gestión de la demanda.

El capítulo uno incluye el contexto y objetivos del proyecto. En el contexto se encuentra una descripción de: la Gestión Integrada de los Recursos hídricos, (definición, herramientas de gestión, balances hídricos, importancia de los usos); la GIRH en el Ecuador (principales usos, marco institucional y marco legal); y la presentación del Proyecto Aguandes y de la herramienta seleccionada WEAP. Y en los objetivos se muestra cada una de las metas que persigue el proyecto.

En el capítulo dos se encuentra: la caracterización de la zona de estudio del proyecto Aguandes (Hidrografía, Clima, Población y Dinámica de los principales usos); la presentación del inventario del riego de 1990 (parte conceptual, definición de las ZARI, métodos de realización, análisis de los diferentes resultados); y la selección de la zona de actualización del inventario de riego.

El capítulo tres muestra la localización, organización y caracterización del riego en las zonas piloto del Pita y San Pedro su metodología de realización y los resultados obtenidos.

En el capítulo cuatro se encuentra la valorización del agua en el sistema de riego Nieves Toma, Mantilla y Pucará incluyendo: la presentación del sistema de riego con la justificación necesaria; el análisis del funcionamiento del sistema; el cálculo de la demanda hídrica en los perímetros de riego; y los resultados de las mediciones y observaciones.

En el capítulo cinco se realiza el análisis de la evolución diacrónica del riego entre 1990-2010, la evaluación sobre las eficiencias de conducción y distribución, y la comparación demanda/dotación en el sistema Nieves –Toma

En el capítulo seis se enumera las conclusiones obtenidas de la realización de todo el proyecto y además se muestra las recomendaciones metodológicas útiles para el desarrollo de nuevos proyectos.

El capítulo siete contiene las referencias bibliográficas de toda la información consultada en cuanto a temas relacionados con el proyecto.

Los anexos presentan toda la información, mapas, y esquemas necesarios para complementar el proyecto

CAPÍTULO 1

CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) propone un manejo socialmente participativo de todos los recursos naturales que directa o indirectamente intervengan en los ciclos del agua, en el contexto de las cuencas hidrográficas. Esto conlleva a la participación de los actores públicos, privados y comunitarios que tienen un interés concreto en la gestión o uso del agua y otros recursos naturales como los bosques, el suelo, etc. De esta manera la GIRH constituye un concepto integrador y armonizador de los conjuntos normativo y social ya expuestos. Es decir las normas para la gestión del agua, del suelo y los bosques, para la gestión territorial y para la calidad y usos del agua, que tradicionalmente han sido cuerpos aislados y en cuyo ejercicio sus entes de aplicación han actuado con poca coordinación, bajo el concepto de GIRH, deberían ser implementadas de una manera sistemática, coordinada y dirigida a aspectos decididos por un organismo armonizador que determine donde, cómo y cuándo actuar con el fin de proteger elementos o procesos naturales críticos para los recursos hídricos (Real 2007; GWP, 2008a).

1.1.1 DEFINICIÓN

“La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un proceso de promoción del manejo y gestión coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados. Es una herramienta flexible para el abordaje de los desafíos relacionados con el agua, que busca optimizar la contribución de este recurso en el camino del desarrollo sostenible” (GWP, 2008a).

1.1.2 BASES FUNDAMENTALES

Las dificultades relacionadas con el agua que muchos países vienen enfrentando, están mostrándose intratables por enfoques uni-sectoriales convencionales.

Algunos ejemplos son las extremas sequías, inundaciones, aprovechamiento excesivo de aguas subterráneas, enfermedades de origen hídrico, degradación de la tierra y del agua, continua degradación de ecosistemas, pobreza crónica en las zonas rurales y escalamiento de conflictos sociales por el agua. La solución para tales problemas puede estar fuera del alcance de las agencias encargadas de resolverlos y usualmente, requieren la cooperación de múltiples sectores (GWP 2008a).

Siendo las bases a considerar los siguientes principios de la GIRH:

- El agua es un recurso finito, vulnerable e indispensable para la vida de los seres humanos y de la naturaleza y un insumo imprescindible en numerosos procesos productivos (GWP 2008b).
- El agua es un recurso único – con distintas fases (atmosférica, superficial y subterránea) – y móvil. Al desplazarse en el espacio – manteniendo la unicidad del ciclo hidrológico – va relacionando entre sí y con los seres humanos y los otros componentes del ambiente (GWP 2008b).
- El agua es un recurso de ocurrencia variable tanto espacial como temporalmente.
- El agua se desplaza sobre la superficie del terreno dentro de un espacio – la cuenca hidrográfica – definido por sus mayores altitudes, que establecen la divisoria de las aguas, y bajo la superficie, de acuerdo a las características geológicas de los acuíferos (GWP 2008b).
- El agua tiene usos múltiples al estar relacionada con el ambiente y con todos los sectores sociales y económicos (GWP 2008b).
- Frecuentemente los cursos de agua superficial y los acuíferos trascienden los límites de una determinada jurisdicción política (provincia, estado o país), constituyendo sus aguas un recurso hídrico compartido por dos o

más jurisdicciones, cuyo uso y protección requerirá una gestión coordinada y consensuada (GWP 2008b).

- Las múltiples actividades que se desarrollan en un territorio (agrícolas, ganaderas, forestales, mineras; procesos de urbanización; instalación de industrias, entre otras) afectan de una u otra forma a sus recursos hídricos (GWP 2008b).
- El agua se transforma en ocasiones en factor de riesgo ante situaciones asociadas tanto a fenómenos de excedencia como de escasez hídrica, a contaminación y a fallas de la infraestructura (GWP 2008b).
- La dimensión ética en la gestión de los recursos hídricos se logrará incorporando a la gestión diaria la equidad, la participación efectiva, la comunicación, el conocimiento, la transparencia y especialmente la capacidad de respuesta a las necesidades humanas que se planteen (GWP 2008b).
- El logro de los objetivos de la planificación hídrica se alcanza mediante la adecuada combinación de acciones estructurales (construcción de infraestructura) y de medidas no-estructurales (medidas de gestión y tecnológicas, y disposiciones legales y reglamentarias que complementen o sustituyan a las obras físicas, tales como normas y medidas para mejorar la eficiencia de uso del agua y tecnologías para disminuir el riesgo (GWP 2008b).

1.1.3 APLICACIÓN DE LA GIRH

La GIRH trata de integrar los tres componentes principales de un hidrosistema: la **Cuenca** que representa el medio físico, los **Usos** y usuarios que constituyen el medio social y las **Obras Hidráulicas** que sirven de interfaces entre medio físico y medio social.

Para la integración de los componentes de la GIRH, que pueden considerarse componentes del Sistema Hídrico, deberán tenerse en cuenta todas las relaciones existentes entre ellos como indica el Gráfico 1.1.

GRÁFICO 1.1

COMPONENTES DE LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.



Fuente: Le Goulven, 2008

En el Gráfico 1.1 en la dirección horaria de las flechas se presenta el círculo de funcionamiento de la GHR en el que claramente se observa que la cuenca, fuente de agua, es la principal *aportante* hídrica para el funcionamiento de de las infraestructuras hidráulicas, las mismas que se encargan de la conducción y *repartición* del agua a los usuarios para los diferentes usos y finalmente el agua *retorna* a la cuenca en altos o bajos porcentajes según el uso.

En el sentido anti horario se puede ver la relación de dependencia que existe entre los componentes de la GHR de la siguiente manera: el uso influye sobre el tipo, el tamaño, y la localización de las obras hidráulicas; la presencia de estas obras modifican el ciclo del agua en la cuenca; y finalmente la cuenca determina en parte el tipo de uso, por su clima, su calidad de tierra, y su infraestructura vial y económica.

Finalmente en el gráfico se observa los diferentes tipos de gestión de acuerdo a la relación que existe entre la gestión y las componentes del sistema hídrico así: Gestión de la oferta (Infraestructuras hidráulicas), Gestión de la Demanda (Usos del Agua) y Gestión Territorial (Cuenca).

La Gestión de la oferta analiza la disponibilidad del recurso hídrico. La **Gestión de la demanda** plantea la reducción de las demandas (ahorro y programas de concienciación ciudadana, mejora de la eficiencia de las redes de distribución,...). **La Gestión territorial** que se ocupa del Control y corrección de las afecciones al medio natural.

Factores externos o cambios globales

El funcionamiento del sistema hídrico se ve afectado externamente por los siguientes factores:

- ***El cambio climático*** que tiene como consecuencia un aumento de las temperaturas, mayor en verano y con mayores valores extremos, y una disminución de las precipitaciones, aumentando la evaporación y la evapotranspiración (evaporación del agua a través de la plantas) y disminuyendo la escorrentía. No solo lloverá menos, también se perderá más agua y se tendrá una reducción de los caudales disponibles.

A su vez, la necesidad de más agua de los distintos usos, sobre todo el de los cultivos será mayor en las épocas con menos recurso. Tanto las campañas de riego como la turística se desarrollan fundamentalmente en los meses de verano.

Las zonas de mayor sensibilidad serán, por lo tanto, aquellas que actualmente tienen un perfil de mayores temperaturas y menores precipitaciones, en las que pueden disminuir los aportes de agua en un 50%. A su vez son las mayores consumidoras de agua. Esto incrementa la incertidumbre de disponibilidad del recurso agua para garantizar las necesidades sociales y ambientales futuras (Ecologistas en acción, 2007).

- ***La expansión demográfica*** de las sociedades humanas. Con esta expansión en números, está el crecimiento y complejización de sus actividades sobre la naturaleza en prácticamente todo el planeta. Es innegable que la creciente población y los procesos productivos a escala

mundial han llevado al actual desequilibrio ecológico, por lo que ahora se requiere regular el uso. Pero para lograr esto, se debe considerar que tanto el uso como la degradación ambiental se realizan con base en una distribución inequitativa de los beneficios económicos y sociales, así como de sus costos y consecuencias (Soares et al., 2008).

1.1.4 MÉTODOS DE GESTIÓN

Las diferentes concepciones segregadas de los componentes de la GIRH han dado origen a diversos métodos de gestión hídrica, así:

Gestión de la oferta

La Gestión de la oferta tiene como objetivo principal evaluar la disponibilidad del recurso hídrico. Para esto desarrolla modelos hidrológicos e hidrogeológicos que permiten conocer los recursos disponibles, superficiales y subterráneos, en función de la pluviometría y de los parámetros físicos del suelo y del subsuelo. Por otro lado, requiere resolver cómo llevar a cabo la Repartición del agua a los Usuarios, mediante los modelos de asignación de recursos que establecen estrategias para su repartición óptima en base a unas prioridades establecidas (Rodríguez 2008).

Gestión de la demanda

Los recursos hídricos son cada vez más limitados, están amenazados y son frágiles, y las consecuencias que esto implica para las poblaciones y el medio ambiente son cada vez más preocupantes.

Por lo tanto la gestión de la demanda plantea la optimización de las demandas mediante las siguientes herramientas disponibles:

Herramientas Técnicas: sistemas de cultivos menos consumidores, SIG más paquetes de ayuda a la gestión, eficiencia infraestructuras, sistemas de riego que no desperdicien el agua, optimizar los sistemas de facturación.

Herramientas Económicas: tarificación progresiva de agua o energía, tasas e impuestos, acceso pagadero, mercado del agua.

Otras Herramientas: educación a usuarios en cuanto a la optimización en el uso, cuotas, derechos de acceso, zonas de interdicción, herramientas contractuales (Le Goulven et al., 2008).

Gestión territorial

Este método de gestión se basa en la ordenación de los usos del agua y la proposición de escenarios de desarrollo acordes y respetuosos con la realidad hídrica de los territorios, mediante la planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo, considerando la disponibilidad actual y futura de recursos, y disminuyendo en la medida de lo posible los impactos producidos en la cuenca (Rodríguez 2008).

La oferta del recurso hídrico es afectada por la gestión territorial, principalmente debido al uso y organización del suelo, esto es respecto a la cobertura del suelo y la disposición que se tiene del mismo.

1.2 HERRAMIENTAS DE APOYO A LA GIRH

La solución a las dificultades de gestión de sistemas hídricos, se enfoca como una secuencia de problemas de decisión, representando el sistema como un modelo conceptual con un número de elementos interrelacionados e interactuando entre ellos en forma regular (Andreu et. al., 1996).

Entre las herramientas de apoyo más utilizadas para la gestión de sistemas hídricos están los modelos de simulación, empleados para predecir la respuesta del sistema hídrico bajo un grupo dado de condiciones o hipótesis (Barajas et al., 2002).

1.2.1 MODELOS OFERTA – DEMANDA

El sistema de gestión necesita herramientas para prever actuar y controlar.

La modelación Hidrológica es un método basado en la simulación de sistemas físicos a través de modelos fundamentados en funciones matemáticas empíricas y conceptuales, que permiten simular el caudal producido disponible en base de datos propios de la cuenca. A los modelos que simulan fenómenos relacionados con recursos hídricos se los puede clasificar en hidráulicos, que son aquellos que simulan el comportamiento de flujos en los cauces para distintos escenarios; hidrológicos, que simulan la relación entre las características meteorológicas y la escorrentía de una cuenca; y de planificación, que modelan la operación de los sistemas de recursos hídricos de una cuenca (Mena, 2009).

Los típicos modelos de simulación de planificación incluyen el balance hídrico de las entradas, salidas y cambios en el almacenamiento de los embalses, bajo condiciones de operación estándar, entre otros, la simulación da información acerca de la garantía de que una demanda sea suministrada; este tipo de modelos son de mucha utilidad en la fase de planeación de un sistema (Sánchez, 1999).

Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es un modelo de circulación general que implica un despliegue complejo de los movimientos y transformaciones del agua (Lee, 1980). Su constante dinamismo define diferentes etapas o fases que por su manera de enlazarse, generan un verdadero ciclo.

El ciclo del agua o ciclo hidrológico es el proceso mediante el cual se realiza el abastecimiento de agua para las plantas, los animales y el hombre. Su fundamento es que toda gota de agua, en cualquier momento en que se considere, recorre un circuito cerrado, por ejemplo, desde el momento en que es lluvia, hasta volver a ser lluvia. Este recorrido puede cerrarse por distintas vías; el ciclo hidrológico no tiene un camino único. Se parte de la nube como elemento de origen, desde ella se tienen distintas formas de precipitación, con lo que se puede

considerar que inicia el ciclo; cualquiera que sea la fase del ciclo que se considere, siempre al final se tendrá el retorno a la atmósfera por evaporación (Maderey, 2005).

Balance hídrico

El tema del ciclo del agua conduce a un planteamiento matemático: el balance hidrológico. Si se considera la cuenca de un río como unidad hidrogeográfica y se considera también un período de tiempo, es factible estimar el agua que entra y sale en el ciclo a través de dicha superficie y durante ese lapso (Maderey, 2005).

En el balance hídrico de cuencas hidrográficas las entradas son generalmente por precipitación y las salidas por evapotranspiración, infiltración, demandas de usuarios y exportaciones de agua. Esta diferencia de entradas y salidas proporciona información básica para la planificación del recurso agua y generalmente se realiza para conocer sobre la oferta de agua superficial en cuencas, para poder incrementar el aprovechamiento de este recurso sin utilizar más agua de la que puede renovarse (Arrueta 2009).

La precipitación es en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanadas de la atmósfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como a lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada (Monsalve, 2000). Adicionalmente la precipitación se considera la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, por lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, son problemas básicos en hidrología (Maderey, 2005).

La evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de estado líquido a vapor. La transpiración es el fenómeno biológico por el cual los seres vivos pierden agua a la atmósfera (Sánchez, 2005). Este fenómeno es relevante en hidrología por su importancia en el entendimiento de pérdidas de agua en las corrientes, canales y embalses (Monsalve, 2000).

Se ha establecido el término de evapotranspiración potencial, al que Thornthwaite (1957) definió como la cantidad máxima posible de agua que perdería una vegetación desarrollada que cubre bien el suelo sin problema de agua por evaporación y transpiración, suponiendo que éste estuviera saturado. Sólo en condiciones ideales la evapotranspiración real coincidirá con la potencial, en los demás casos, generalmente, la real será menor (Rosenberg, 1974).

Es común, en el estudio de los balances hídricos, comparar las precipitaciones P y la evapotranspiración potencial ETP , lo cual permite distinguir situaciones diferentes en función de umbrales que son directamente significativos para un lugar o un período dado:

- Si $P < ETP$, la evaporación real será igual a P ; habrá deducción sobre las reservas, ausencia de escurrimiento; el período se denominará deficitario.
- Si $P > ETP$, la evaporación real será igual al ETP , habrá escurrimiento y constitución de reservas; el período se llamará excedente.

Los problemas prácticos relativos a las mediciones, a los órdenes de magnitud considerados, imponen variaciones en los métodos de estudio y de presentación de los balances hídricos (Durand – Dastes, 2004).

1.2.2 IMPORTANCIA DE LOS USOS EN LOS MODELOS

La planificación del uso de los recursos hídricos es un tema que está tomando cada vez más importancia, considerando que el agua es, en una gran parte del planeta, un recurso escaso.

Además en las actividades humanas el uso del agua es intenso, tanto para cubrir las necesidades básicas de tipo biológico y cultural, como para el desarrollo económico de la sociedad. Por ello, en la cuantificación de la demanda se integran todas las actividades que requieren el recurso hídrico, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible.

El mayor volumen de agua se utiliza en las actividades agropecuarias. No obstante, su uso crítico tiene que ver con el abastecimiento intensivo de agua potable para la población, el agua necesaria para los procesos industriales y el agua corriente para la generación de energía eléctrica y los sistemas agropecuarios.

Por lo tanto para resolver gran parte de los problemas de conflicto y de disponibilidad del recurso, se requiere identificar las principales necesidades del sector hídrico en el corto, mediano y largo plazo para traducir estas necesidades en acciones concretas que se puedan llevar a cabo integralmente en los niveles supranacional, nacional, subnacional y local y que puedan contar con el apoyo de organismos financieros y entidades de asistencia técnica.

1.3 LA GIRH EN EL ECUADOR

En el Ecuador los recursos hídricos están sujetos a una presión que es una función de la demanda del agua para satisfacer las necesidades que dependen de ella y de la desigual distribución del agua tanto en el espacio como en el tiempo. Muchas instituciones públicas y privadas nacionales tienen que ver con este recurso natural, lo cual perjudica su correcto accionar al momento de servir a las comunidades y habitantes (Galárraga, 2001).

La GIRH con sus objetivos estratégicos claves pretende combatir problemas asociados al agua, de gran relevancia, como:

El grave déficit de cobertura para el abastecimiento de agua a la población, en especial en sectores rurales y aislados.

- Las importantes debilidades que presenta la organización de las actividades de riego, su baja tecnificación y la precariedad de la infraestructura destinada a esos fines.

- La insuficiencia de la producción de energía asociada a las dificultades que se observan en el desarrollo y funcionamiento de los proyectos de generación hidroeléctrica
- La degradación ambiental producto de la contaminación por vertidos urbanos, agrícolas, mineros y agropecuarios, y por el importante desarrollo de la acuicultura (camaroneras)
- Ecuador está en proceso de elaboración de una nueva ley de Agua, la cual, sin dudas, influirá en la gestión de los recursos hídricos. Las nuevas propuestas provenientes de diferentes sectores incluyen aspectos como: propiedad del agua, reconocimiento de la importancia ancestral y cultural del recurso, preservación, la creación del sistema de gestión integrada del agua y de una entidad autónoma para su administración.

1.3.1 PRINCIPALES USOS

En el Ecuador existen dos vertientes: la del Océano Pacífico al Occidente y la Amazónica al Oriente. Hay 31 sistemas hidrográficos, de los cuales 24 drenan hacia la vertiente del Pacífico y 7 a la vertiente amazónica. Los 31 sistemas están compuestos, en conjunto, por 79 cuencas y 2262 micro cuencas hidrográficas (CNRH 2006).

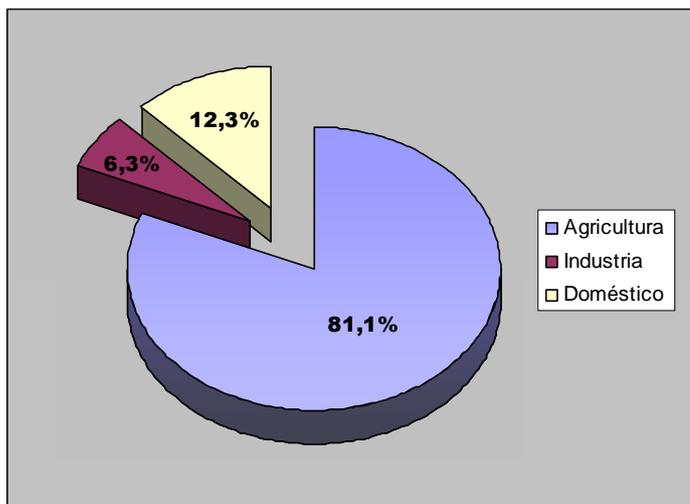
La disponibilidad de agua, puede variar de 430.000m³ en la estación lluviosa hasta solo 146.000m³ en la estación seca. La Amazonía posee el 86% de los recursos hídricos del país mientras que la vertiente del Pacífico posee el 14% (CNRH 2002). La cantidad de agua disponible en todos los sistemas del país, es de 432.000 hm³/año, de los cuales 115.000 corresponden a la vertiente del Pacífico y 317.000 a la amazónica; pero la disponibilidad general para el país es de solo 34%, o sea 147.000 hm³ (Galárraga 2001).

La mayor parte del agua utilizada proviene de los recursos superficiales. Sus principales usos son: riego (81.1 %), uso doméstico (12. 3%) y uso Industrial (6.3%) (CNRH 2006). Los recursos subterráneos han sido poco estudiados, pero

se estima que el país posee un potencial de 10.400 hm³/año, de los que se aprovecha solo un 3% (CNRH 2002; CNRH 2006).

GRÁFICO 1.2

DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL AGUA EN EL ECUADOR



Fuente: CNRH, 2006

El uso agrícola es el de mayor importancia en relación al consumo total; sin embargo, las pérdidas en la captación, conducciones primarias, secundarias y terciarias y en el ámbito de parcela, hacen que las eficiencias varíen (Galárraga, 2000).

El uso agrícola en el Ecuador

A nivel nacional, el uso agrícola es una práctica que inicio desde épocas muy tempranas; las regiones andinas practicaban las técnicas de riego mucho antes de la llegada de los españoles hacia 1530; incluso antes de los Incas que impusieron sus economías centralmente organizadas hacia 1470 (Mazoyer et al., 1998).

Antiguamente las autoridades judiciales encargadas de asuntos relativos al agua de riego fueron: la Real Audiencia de Quito, el Tribunal de la Corona española; el virrey y los Cabildos, las comisiones de gobierno encargadas de los intereses de

la comunidad. La distribución del agua entre los usuarios de las comunidades es de las competencias del juez de las aguas. El período colonial, cambia el uso de los recursos, de una dinámica de gestión colectiva para producciones familiares con ayuda mutua, se convierte en una explotación y apropiación individual por grandes hacendados (Récalt, 2007).

En el año 1830, la Antigua Real Audiencia de Quito se proclama como Estado independiente. El poder político insiste en preservar el autoritarismo central, especialmente con el funcionamiento del aparato judicial, mecanismo fundamental de decisiones políticas, sociales y económicas (Ruf et al., 1991).

Dos años más tarde (1832), la primera Ley de Aguas del Ecuador suprime el obstáculo principal al desarrollo del riego, autoriza en efecto, la construcción de canales sobre la tierra de otros, a cambio de una indemnización. El levantamiento de la obligación de negociación para obtener el acuerdo del propietario para construir un nuevo canal permite una fuerte extensión de los perímetros regados pero implica también una multiplicación del número de los conflictos por el agua (Ruf et al., 1991).

Durante los siglos XIX y XX, los sistemas de riego aumentaron principalmente en el llano costero debido a la necesidad del riego para los cultivos de exportación (cacao, café, caña de azúcar, plátano) (Récalt, 2007a).

En los años 1960-1970, la presión sobre la propiedad de la tierra y el crecimiento demográfico desemboca en la Ley de Reforma Agraria de 1964; el decreto complementario de 1970, y la Ley Reformatoria de 1973. El Estado crea el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC) e interviene directamente en la estructura de la tenencia de la tierra con la finalidad de disminuir la concentración latifundista (Récalt, 2007a).

En los años sesenta, el modelo económico se basa en la concentración de la propiedad de la tierra y el agro-exportación, modelo asociado con una apropiación privada del agua. Mientras en los años setenta, el país se lanza en una política

de sustitución de las importaciones y promueve una industrialización nacional. La administración del agua se limita a la resolución de controversias que surgen entre los usuarios, a la autorización del uso de los recursos hídricos no comprometidos y a la realización de algunas investigaciones orientadas a la implementación de proyectos específicos. La entidad encargada de responsabilidades como la resolución de las controversias y la autorización del uso del agua es la Dirección de Recursos Hidráulicos y Electrificación del Ministerio de Fomento. Suprimida en 1966 asumiendo las funciones el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) encargado de administrar los recursos hídricos, planear y construir los sistemas de riego públicos al nivel nacional. En todo el país, los usuarios informados hacen reconocer sus antiguos derechos registrándolos en el INERHI (Récalc, 2007a).

A partir de los años ochenta, debido a la crisis de la deuda externa, el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) condicionan al país a practicar políticas económicas que promueven la descentralización, la desregulación de la economía, la apertura de los mercados y la privatización. Las estrategias de crecimiento auto centrada basadas en la valorización de la agricultura alimenticia, se abandonan en favor de políticas agrícolas abiertas a las importaciones internacionales (Récalc, 2007a).

Las condiciones socioeconómicas del país y los organismos internacionales imponen transformaciones del sistema institucional del Estado cargado de la gestión de los recursos hídricos y una reforma de la Ley de Aguas. El gobierno de Durán Ballén firma la "Ley de Modernización del Estado, Privatizaciones y Prestación de Servicios por parte de la Iniciativa Privada" de 1993. Esa Ley permite la descentralización de las funciones a cargo de las organizaciones nacionales, autoriza la privatización de las empresas públicas de apoyo en el sector agrícola, favorece el acceso al crédito de la empresa de la agro-exportación (Récalc, 2007a).

En 1994, el organismo central de gestión de los recursos hídricos, el INERHI es desmontado a favor del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que

tiene menos atribuciones. Esto señala el paro de la prospectiva pública y el desinterés de los proyectos juzgados no prioritarios en cuanto a infraestructura y una renuncia progresiva a un papel redistributivo por parte del Estado. Conjuntamente, el papel del sector privado es reforzado por la protección jurídica de los derechos de agua: vínculo y transferencia automática entre la propiedad de la tierra y el derecho de agua según la Ley de Desarrollo Agraria; y por la transferencia de los sistemas regados públicos a los usuarios (Récalt, 2007a).

Durante los años 1995-2000, un período de propuestas y proyecto de modificación de la Ley de Aguas de 1972 se abre. A pesar de las dificultades vinculadas a la insuficiencia de esta ley, su reforma resulta imposible habida cuenta de la falta de implicación de los poderes políticos, de los intereses divergentes de los protagonistas del agua y el gran número de las propuestas (Kuffner, 2005).

En el año 2008 Durante la construcción de la nueva Constitución de la República, a cargo de la Asamblea Constituyente y todavía en vigencia la Constitución del Ecuador elaborada el año de 1998 se establece la Secretaría Nacional del Agua, que busca reorganizar el hasta ese momento existente Consejo Nacional de los Recursos Hídricos (CNRH) (Registro Oficial del Ecuador, 2008).

1.3.2 MARCO INSTITUCIONAL

En la historia del Ecuador, han existido varias instituciones encargadas del manejo hídrico como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 1.1**INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA EN EL ECUADOR 1944 – 2009**

INSTITUCIÓN ESTATAL	PERÍODO (Años)	DEPENDENCIA
Caja Nacional de Riego	1944 – 1966	Ministerio de Obras Públicas
Dirección de Recursos Hidráulicos	S/D – 1966	Ministerio de Fomento, posteriormente de Agricultura
INERHI (Distritos de Riego y 11) Agencias de Aguas)	1966 – 1994	Ministerio de Agricultura y Ganadería
CNRH (11 Agencias de Aguas)	1994 – 2008	Consejo (Varios Ministerios)
SENAGUA (11 Agencias de Aguas)	2008 – 2009	Presidencia República

Fuente y Elaboración: SENAGUA, 2009a

Caja Nacional de Riego

Institución creada el 9 de agosto de 1944 mediante la firma de un contrato entre el Gobierno y la Caja de Previsión, dejando esta entidad adscrita al Ministerio de Obras Públicas (SENAGUA, 2009b).

En su vida Institucional, la Caja de Riego se dedicaba a realizar obras de infraestructura hidráulica para el desarrollo agrario del país y de la misma manera, realizaba el seguimiento a sus proyectos a través de su departamento de regadíos. En esta época el Ecuador vivía un modelo de desarrollo agrario (Ayala, 1999).

Dirección de Recursos Hidráulicos

Entidad creada en el año de 1966 y adscrita al Ministerio de Fomento de ese entonces (actual Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). Esta entidad no tuvo mayor trascendencia debido a su corta vigencia.

En este periodo, se permitía a través de instrumentos jurídicos, la tenencia del agua como propiedad y las concesiones del recurso agua también eran consideradas propiedades de factible transferencia de dominio (SENAGUA, 2009b).

Por otro lado, esta Dirección, durante un corto periodo de tiempo, desarrollo varios borradores de Ley de Aguas que finalmente derivarían en la actual Ley de Aguas. El Instituto Nacional de los Recursos Hidráulicos –INERHI- sería la entidad que desarrollaría la Ley de Aguas en última instancia en el año de 1972 (SENAGUA, 2009b).

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INERHI)

Institución creada el 10 de noviembre de 1966 mediante Decreto Ejecutivo No. 1551, durante el Gobierno del señor Clemente Yerovi Indaburu. Esta entidad nace de la fusión de dos grandes instituciones: la *Caja Nacional de Riego* cuyo plazo de vigencia terminaba en ese año y la *Dirección de Recursos Hidráulicos* que tuvo dependencia del antiguo Ministerio de Fomento (SENAGUA 2009b).

En el (INERHI), se unificó las funciones de planificar, construir, operar y mantener obras de riego, drenaje y control de inundaciones con las de evaluación, manejo, protección y concesión de derecho de uso de los recursos hídricos (Galárraga, 2000).

Esta entidad inició su labor a través de 2 grandes unidades técnicas ejecutoras: La División del Riego, Drenaje y Control de Inundaciones y la División de Planificación de los Recursos Hidrológicos.

Con esta estructura, el INERHI se encargó principalmente del área técnica, administrativa y presupuestaria para la planificación, diseño, construcción y operación de proyectos de riego, dejando un poco de lado el campo de la administración del agua, por la importancia que tenía para el Gobierno de turno la construcción de infraestructura hidráulica que beneficie a la producción y al consumo de comunidades especialmente campesinas (SENAGUA, 2009b).

La entidad fue reforzada a partir de 1972, con la expedición de la Ley de Aguas vigente, la cual le otorga jurisdicción en los asuntos que a ella se relaciona, creándose las Agencias de Agua (Galárraga, 2000).

CUADRO 1.2**AGENCIAS CREADAS POR LA LEY DE AGUAS DE 1972**

AGENCIAS/SEDE	JURISDICCIÓN (Provincias)
Ambato	Tungurahua
Cuenca	Azuay, Cañar, Morona Santiago
Guaranda	Bolívar
Guayaquil	Guayas, Los Ríos, Galápagos
Ibarra	Imbabura, Carchi
Latacunga	Cotopaxi
Loja	Zamora Chinchipe
Machala	El Oro
Portoviejo	Manabí, Esmeraldas
Quito	Pichincha, Napo, Orellana, Sucumbíos
Riobamba	Chimborazo, Pastaza

Fuente y Elaboración: SENAGUA, 2009a

En el año de 1980, se logró reformar el Estatuto Orgánico Estructural del INERHI, con lo cual ganó mayor jerarquía Institucional para el avance de sus actividades. Sin embargo, la preocupación principal de la Institución seguía siendo el fortalecimiento hidráulico a nivel nacional a través de la ejecución de varios proyectos de riego; mismos que a su vez eran coordinados a través de “Distritos de Riego” (SENAGUA, 2009b).

Los Distritos de Riego, su ubicación y los proyectos bajo su jurisdicción se muestran en el siguiente cuadro

CUADRO 1.3**DISTRITOS DE RIEGO DEL INERHI Y SUS PROYECTOS**

DISTRITO	SEDE	PROYECTOS/SISTEMAS DE RIEGO
IMBABURA	Ibarra	Montúfar, San Vicente de Pusir, Ambuqui, Salinas.
PICHINCHA	Monteserrín	El Pisque, Tumbaco
COTOPAXI	Salcedo	Latacunga-Salcedo-Ambato, Canal del Norte, Alumís, Jiménez-Cevallos, Pozos en: Pujilí, Poaló, San Agustín de Callo.

Fuente y Elaboración: SENAGUA, 2009b

CUADRO 1.3
CONTINUACIÓN

DISTRITO	SEDE	PROYECTOS/SISTEMAS DE RIEGO
TUNGURAHUA	Ambato	Ambato-Huachi-Pelileo, Píllaro, Patate, Pachanlica, García Moreno, Mocha-Quero-Ladrillos.
CHIMBORAZO	Riobamba	Chambo, Cebadas, Licto, Quimiag, Yurac-Yacu, Ozogoché-Palmira-Guamote
AZUAY	Cuenca	Santa Isabel, Machángara, Patococha.
LOJA (1)	Loja	Tablón de Saraguro, La Papaya, Paquishapa, Chuchucchir, Santiago, La Era, Campana Malacatos, Vilcabamba, Quinara, Chiriyacu- Lucero, El Ingenio, Airo florida, Jorupe Cangochara, Sanambay Jimbura, Guápalas, Macará, Zapotillo(estudios iniciales).
EL ORO	Machala	Ducos Rájaro, Tablón de Portovelo, Chacras Huaquillas(Pozos), Tahuín.
GUAYAS-LOS RÍOS	Guayaquil	Manuel J. Calle, Milagro, Churute, Chilintomo, Banco de Arena.
PORTOVIEJO (2)	Portoviejo	Valle del río Portoviejo: sistemas Santa Ana, Mejía, Rocafuerte, Jama.
BOLÍVAR	Guaranda	Santa Fe, Vinchoa, San Lorenzo.

Fuente y Elaboración: SENAGUA, 2009b

Consejo Nacional de los Recursos Hídricos (CNRH)

Esta institución fue creada, el 28 de octubre de 1994, mediante Decreto Ejecutivo N° 2224, en el gobierno encabezado por el Arquitecto Sixto Durán Ballén, para reemplazar al INERHI.

Esta entidad estuvo integrada por:

- a) El Ministro de Agricultura y Ganadería;
- b) El Ministro de Finanzas y Crédito Público;
- c) El Ministro de Energía y Minas

- d) El Ministro de desarrollo Urbano y Vivienda; y;
- e) El Secretario General de planificación

Y presidida por uno de los Ministros de Estado que forman parte del Directorio designado entre sus miembros (SENAGUA 2009b).

Las funciones más importantes encomendadas al CNRH, fueron las siguientes:

- *Formular y determinar las políticas del sector de Aguas en el Ecuador.*
- *Diseñar y normar los parámetros y criterios comunes, incluyendo los de priorización, a los que se deban someter los proyectos de inversión pública en infraestructura de uso del agua en el país.*
- *Regular la administración de sistemas de riego y normar la transferencia de esos sistemas a los usuarios. Estas normas incluirán las relativas al financiamiento, garantías y mecanismos de cobro de las inversiones que se transfieren y las alternativas que se contemplen para los casos de incumplimiento de las obligaciones contraídas por los usuarios.*
- *Establecer las políticas de recuperación de costos mediante tarifas y dictar normas para el manejo de cuencas.*
- *Realizar la auditoría de procedimientos y el seguimiento de la correcta inversión de los fondos (SENAGUA, 2009b).*

Además dentro de la estructura del Decreto 2224 se consideraba a las Corporaciones Regionales de Desarrollo, como instituciones públicas de manejo de los recursos hídricos del Ecuador.”

Por lo tanto se designan las siguientes Corporaciones Regionales como indica el cuadro:

CUADRO 1.4
DISTRIBUCIÓN POLÍTICO-GEOGRÁFICA DE LAS CORPORACIONES
REGIONALES DE DESARROLLO

NOMBRE	DENOMINACIÓN DE LA CRD	JURISDICCIÓN (provincias)
CORSINOR	Corporación Regional de la Sierra Norte	Carchi, Imbabura, Pichincha, Esmeraldas, Sucumbíos, Napo y Orellana
CORSICEN	Corporación Regional de la Sierra Centro	Tungurahua y Pastaza
CODERECO	Corporación de Desarrollo Regional de Cotopaxi	Cotopaxi
CODERECH	Corporación de Desarrollo Regional de Chimborazo Chimborazo	Chimborazo
CREA	Centro de Reconversión Económica del Azuay, Cañar y Morona Santiago	Azuay, Cañar y Morona Santiago
SUBCOMISION ECUATORIANA (PREDESUR)	Subcomisión Ecuatoriana de la Comisión Mixta Ecuatoriana-Peruana para el aprovechamiento de las cuencas hidrográficas binacionales Puyango-Túmbez y Catamayo-Chira	Loja y Zamora Chinchipe
CODELORO	Corporación de Desarrollo Regional de El Oro	El Oro
CEDEGE	Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas	Guayas, Los Ríos, Bolívar
CRM	Corporación para el Manejo de los Recursos Hídricos de Manabí Manabí	Manabí

Fuente y Elaboración: SENAGUA, 2009b

Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

Fue creada mediante Decreto Ejecutivo N° 1088 del 15 de mayo del 2008, el mismo que entró en vigencia el 27 de mayo, con su publicación en el Registro

Oficial N° 346. Esta Secretaría Nacional, fue creada a nivel ministerial con la finalidad de reemplazar al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos, pero a partir de los principios modernos de la gestión que requieren establecer sistemas que separen las competencias que se refieren a la rectoría y formulación de políticas, de aquellas de investigación y participación social (SENAGUA 2010).

La SENAGUA considera al agua como derecho humano fundamental, patrimonio natural estratégico de uso público y elemento de desarrollo sustentable de los sectores productivos en el país, por esto su finalidad es cumplir con los siguientes objetivos:

- *Ejercer la rectoría nacional en la gestión y administración de los recursos hídricos.*
- *Desarrollar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, con una visión ecosistémica y sustentable.*
- *Fomentar en las políticas sectoriales y su regulación criterios de preservación, conservación, ahorro y usos sustentables del agua para garantizar el derecho humano al acceso mínimo al agua limpia y segura, mediante una administración eficiente que tome en consideración los principios de equidad, solidaridad y derecho ciudadano al agua.*
- *Promover la protección de las cuencas hidrográficas dando énfasis a la conservación de páramos y bosques nativos, para preservar los acuíferos y la buena calidad del agua en sus fuentes.*
- *Implementar políticas, estrategias y normas para prevenir, controlar y enfrentar la contaminación de los cuerpos de agua.*
- *Promover la gestión social de los recursos hídricos.*
- *Mitigar los riesgos generados por causas hídricas (SENAGUA, 2010).*

1.3.3 MARCO LEGAL

En lo que a recursos hídricos se refiere, Ecuador como varios países Iberoamericanos ha estado estrechamente vinculado con la legislación española.

Con el pasar de los años las fuertes modificaciones legislativas han hecho que el vínculo desaparezca (SENAGUA, 2009b).

El crecimiento demográfico, la concentración urbana, el desarrollo de la agricultura y de la industria obligaron a autoridades comprometidas en el tema, a buscar mecanismos adecuados para resolver el tema del agua. De esta manera la legislación se fue adaptando de acuerdo a reformas que intentaban solucionar necesidades colectivas.

Entre estas se muestran aquellas realizadas en el Código Adjetivo Civil y en el Sustantivo, que constituían el arquetipo jurídico del siglo XIX y que tuvieron que ser revisadas y reformadas a finales del mismo siglo debido a que los conflictos que acarrea esta temática causaba, por su magnitud, una gran preocupación política. (SENAGUA, 2009b). Esto se evidenció claramente con la primera Ley de Aguas del año de 1832, que si bien contenía algunos temas fundamentales sobre el acceso a las fuentes del recurso hídrico, existían otros temas que generaban conflictos y hacían de ésta, una ley incompleta que descuidaba el derecho de los campesinos de acceso al agua, privilegiando siempre a los latifundistas.

Los dos cuerpos legales antes indicados contenían las únicas disposiciones sobre servidumbres naturales, aguas de dominio público y de dominio privado y el trámite para dilucidar judicialmente los litigios (SENAGUA, 2009b).

Desde el año 1900, empezó a generarse cambios paulatinos en la legislación de aguas de nuestro país. En ese año mediante Decreto Legislativo, desaparecen las formas autóctonas del trabajo en los predios agrícolas, lo que genera una disminución de la influencia del hacendado en el Gobierno y mejora la calidad de vida de los trabajadores de la época. De la misma manera, los pueblos cercanos a las haciendas sienten la necesidad de adquirir agua en suficiente cantidad para el desarrollo de sus actividades y se genera un amparo a la ley vigente que pretende el reconocimiento de un derecho para la utilización del recurso y no solamente una dádiva como se aplicaba hasta ese momento. Es por esto que recién en 1911 se dictan una serie de reformas al código de enjuiciamiento como

medida precaria en tanto que el problema era estudiado a fondo para encontrar una solución (SENAGUA, 2009b).

En septiembre de 1916 se dicta por parte de la Legislatura una reforma en la que no se concedían derechos inamovibles sobre las aguas de uso público, estén o no estén en poder de los particulares. *“Se exceptuaban las aguas que nacen y mueren dentro de una misma heredad, cuya propiedad, uso y goce pertenecían al dueño de dicha heredad y pasaban con aquella a los herederos y demás sucesores”* (SENAGUA, 2009b).

Durante los años 1921, 1923, 1925, 1928, se dictan reformas aclaratorias sobre el trámite que debe seguirse en los juicios de aguas, pero sin encarar la problemática de fondo de la materia y recién en el año de 1936 se dicta la segunda Ley de Aguas que estuvo vigente hasta mayo de 1972.

Para el año de 1972, con Decreto Supremo N° 369 de 18 de mayo de 1972 se publica la Ley de Aguas que lógicamente respondía la nueva realidad del agua en el Ecuador, es decir, buscaba establecer la soberanía nacional de las aguas territoriales, el suelo y el subsuelo, así como también buscaba considerar el aumento poblacional y la enorme migración del campo a la ciudad, la proliferación y expansión de la empresa privada al sector agrícola productivo del país, pero sobre todo, el aumento de las necesidades humanas socio-económicas, que naturalmente necesitaban un fundamento técnico sustentado en la equidad de uso del recurso (SENAGUA, 2009b).

Finalmente, a mediados del año 2008, con la creación de la Secretaría Nacional de Agua, que asumiría el papel del Consejo Nacional de los Recursos Hídricos, y tomando en cuenta el cambio del enfoque del sector agua, de una visión agraria supeditada a la construcción de obras hidráulicas a una visión manejo integral e integrado de los recursos hídricos, se inició la construcción de una nueva propuesta de ley de los recursos hídricos, que siga los lineamientos de la nueva visión del manejo hídrico, de la nueva constitución de la república y por supuesto de los pueblos indígenas que son los usuarios más directos del agua y quienes tienen una visión más concreta sobre la importancia del agua para los seres

humanos. Este proyecto de ley fue entregado por parte del ejecutivo a la Asamblea Nacional para su aprobación y puesta en vigencia a mediados del año 2009, sin embargo, hasta la fecha de realización de este trabajo (15 de abril del 2010), no ha sido aprobado el texto original, estando dicho trabajo en proceso de segundo debate.

1.4 PROYECTO AGUANDES

El proyecto de titulación se desarrolla como parte del proyecto AGUANDES que tiene como cuenca experimental la Hoya de Quito o cuenca alta del río Guayllabamba, por medio del cual el IRD se propone cumplir los siguientes objetivos:

- Llevar a cabo actividades científicas y desarrollar una plataforma de modelización con el fin de ayudar a la Gestión Integrada del Recurso Agua (GIRA) en diferentes cuencas de los Andes, apoyándose sobre una cuenca piloto en Ecuador donde GEAU, a través IRD, tiene un cierta experiencia y contrapartes identificadas.
- En todos los lugares seleccionados, realizar las actividades de investigación en estrecha colaboración con las contrapartes nacionales: instituciones de gestión y contrapartes científicas (institutos, universidades, etc.)
- Proponer capacitación a diferentes niveles, para personal profesional (apropiación de modelos), como a los estudiantes (cursos académicos, pasantías, tesis, etc.)

El primer objetivo se compone de varias actividades de investigación como:

- El estudio de la biodiversidad de los ríos amazónicos para medir y prever el impacto de las obras.

- El estudio socioeconómico de las actividades agrícolas regionales y previstas basadas en una topología de las explotaciones agrícolas y de las unidades de producción para proponer una política de gestión de la demanda
- La generación de las series temporales de aportes de la sierra que consideren cambios globales.
- La construcción y la evaluación de modelos de repartición de recursos hídricos.

Para el cumplimiento de la investigación se propone utilizar la plataforma WEAP para la modelización del sistema de los recursos hídricos de la hoya de Quito.

1.4.1 USO DEL WEAP

Los planificadores de recursos hídricos se encuentran cada vez más presionados por: la asignación de recursos hídricos limitados; la planificación frente a la variabilidad e incertidumbre del clima; y la necesidad de desarrollar e implementar estrategias sostenibles del uso del agua. El modelo WEAP es una herramienta computacional para la planificación integrada de recursos hídricos que proporciona un marco comprensivo, flexible y de fácil uso para la planificación y análisis de políticas (PACC, 2007).

El modelo WEAP se caracteriza por posicionar las condiciones: del lado de la demanda de agua (usos del agua, eficiencia de equipos, estrategias de la reutilización, costos, y esquemas de asignación del agua); del lado de la oferta de agua (caudal, recursos de agua subterránea, embalses, y transferencia de agua). También se distingue por su enfoque integral a simular tanto los componentes naturales como los componentes humanos de los sistemas hídricos, dando acceso del planificador a una mejor vista de la amplia gama de factores a ser considerados en el manejo de los recursos hídricos para el uso presente y futuro (PACC, 2007).

El modelo funciona mediante el uso del principio fundamental de balance de masa pudiendo ser utilizado para sistemas municipales y agrícolas, a una sola cuenca o complejos sistemas de cuencas transfronterizas. Por otra parte, puede simular una amplia gama de los componentes naturales e intervenidos de estos sistemas, incluyendo escorrentía por precipitación, flujos base, y recarga de aguas subterráneas por precipitación; análisis de las demandas sectoriales; conservación del agua; derechos de agua y prioridades de asignación, operaciones de los embalses; generación de hidroelectricidad; seguimiento de la contaminación y calidad de las agua; evaluaciones de vulnerabilidad; y requisitos de los ecosistemas. Un módulo de análisis financiero también permite que el usuario investigue comparaciones de costo-beneficio para los proyectos (PACC, 2007).

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

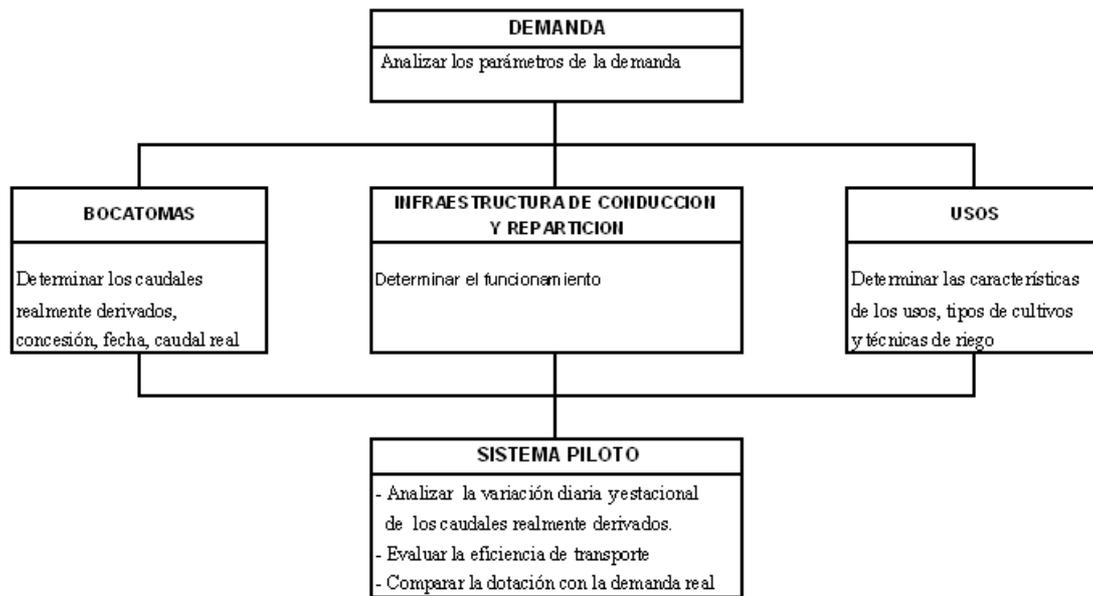
El presente proyecto de titulación tiene como objetivo general:

Analizar los parámetros de la demanda hídrica en las cuencas de los ríos San Pedro y Pita, determinando: los caudales realmente derivados y su variabilidad en el tiempo; el funcionamiento de las infraestructuras hidráulicas de captación, transporte y repartición; y las características de usos, con el fin de obtener información actualizada que aporte a la gestión integrada de recursos hídricos y en particular a la gestión de la demanda.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos se muestra en el gráfico :

GRÁFICO 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CAPÍTULO 2

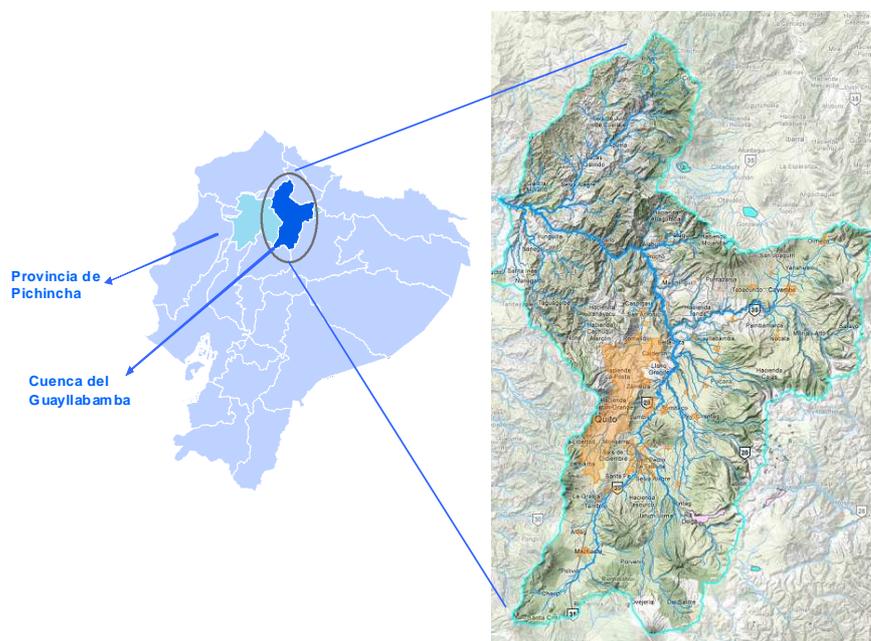
CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL PROYECTO AGUANDES

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La cuenca del río Guayllabamba o también llamada Hoya de Quito, se localiza en el callejón interandino del Ecuador, es parte de la provincia de Pichincha y su administración la conforman cinco cantones: Quito, Mejía, Rumiñahui, Pedro Moncayo y Cayambe. Está situada entre 2.000 y 5.900 m.s.n.m. y es la cuenca piloto del proyecto AGUANDES. (Grafico 2.1).

GRÁFICO 2.1

CUENCA PILOTO PROYECTO AGUANDES



Fuente: IRD (2007)

Elaboración: Jean Christophe Pouget

La cuenca en sus 5.000 km², contiene problemáticas variadas y complejas. Es una zona muy poblada, con un alto crecimiento demográfico que genera una elevación de la demanda de servicios básicos y que reduce el uso agrícola del suelo. La demanda de agua involucra a diversos sectores competitivos, es superior al recurso disponible e importantes trasvases de agua provienen de los páramos, zonas montañosas a más de 3.500 m de altura, cuyo suelo filtra y almacena el agua de lluvia, antes de restituirla. El derretimiento de los glaciares, la presión demográfica, el calentamiento climático y la crisis energética generan una carrera a la explotación de los páramos. Al modificar el ciclo del agua, estas actividades ponen en riesgo la perennidad de estas zonas ecológicas reconocidas y frágiles y deterioran la producción de un agua de excelente calidad (IRD, 2010).

2.1.1 HIDROGRAFÍA

La Cuenca del río Guayllabamba está ubicada en la Sierra Norte del Ecuador, la mayor parte en la provincia de Pichincha. Se halla rodeada de un imponente cinturón de volcanes: Cotopaxi, Antisana, Sincholagua y Cayambe en la cordillera oriental. En la occidental: el Iliniza, Atacazo, Pichincha y Pululagua que fueron volcanes activos. El Guagua-Pichincha todavía presenta huellas de actividad posteruptiva y se encuentra sometido a continua investigación. Al sureste del Cayambe se levanta el Saraurco que no tiene caracteres volcánicos

Dentro de esta cuenca, fluyen algunos ríos importantes como: San Pedro, Pita, Chiche, Alambi, Pisque e Intag que forman el río Guayllabamba y que son parte del sistema hidrológico del río Esmeraldas.

El Gráfico 2.2 muestra la red hidrográfica de la cuenca del río Guayllabamba

El **río Pita** es un afluente del río San Pedro. Nace en los páramos septentrionales del volcán Cotopaxi, tiene un curso de sureste a noroeste y luego de un recorrido de aproximadamente 50 km desemboca en el río San Pedro. Este recurso ha sido considerado por el Instituto Geofísico ecuatoriano como de Alta Peligrosidad por potenciales flujos de lahar desde el Cotopaxi, un volcán manifiestamente activo.

El **río Chiche** tiene sus nacientes en los páramos occidentales del Antisana y la dirección del flujo es de sureste a noroeste de forma sinuosa hasta unirse con el río San Pedro para formar el río Guayllabamba.

El **río Pisque** Sirve de drenaje a las aguas que bajan de los deshielos del Cayambe, conocidas con el nombre de río de la Chimba, y que se unen con el río Blanco para formar el Granobles; éste se junta con el Guachalá, y así los dos, Granobles y Guachalá, forman el Pisque.

Es quizás el mayor de los afluentes del Guayllabamba, llega luego de recorrer, de E. a O., la parte septentrional de la hoya (EDUFUTURO, 2006).

El **río Alambi** nace en las estribaciones del Guagua Pichincha, recorre toda la zona hasta desembocar en el río Guayllabamba

El **río Intag** Es un afluente del río Guayllabamba se forma de la unión de los ríos Cristopamba y Apuela. El río Apuela nace del Cotacachi por el lado occidental

El río Guayllabamba nace en las esquinas meridionales de la provincia, avanza recogiendo todas las aguas interiores de la hoya de Quito, hasta volcarlas en un cauce único, que poco a poco se estrecha en un gran cañón. Las aguas así recogidas rompen impetuosas la Cordillera Occidental, en la esquina NO de la hoya, y por allí se precipitan hacia la costa para desembocar en el río Esmeraldas y desaguar en el O. Pacífico. Como todos los ríos de la Sierra, el Guayllabamba es un torrente impetuoso que corre profundamente por un lecho de piedras volcánicas rodadas. Tres son sus afluentes principales: el San Pedro, el Pita y el Pisque, aunque en su marcha recibe también otros tributos.

2.12 CLIMA

La Cuenca del Guayllabamba está localizada la mayor parte en la provincia de Pichincha.

En la zona predominan tres tipos de pisos climáticos:

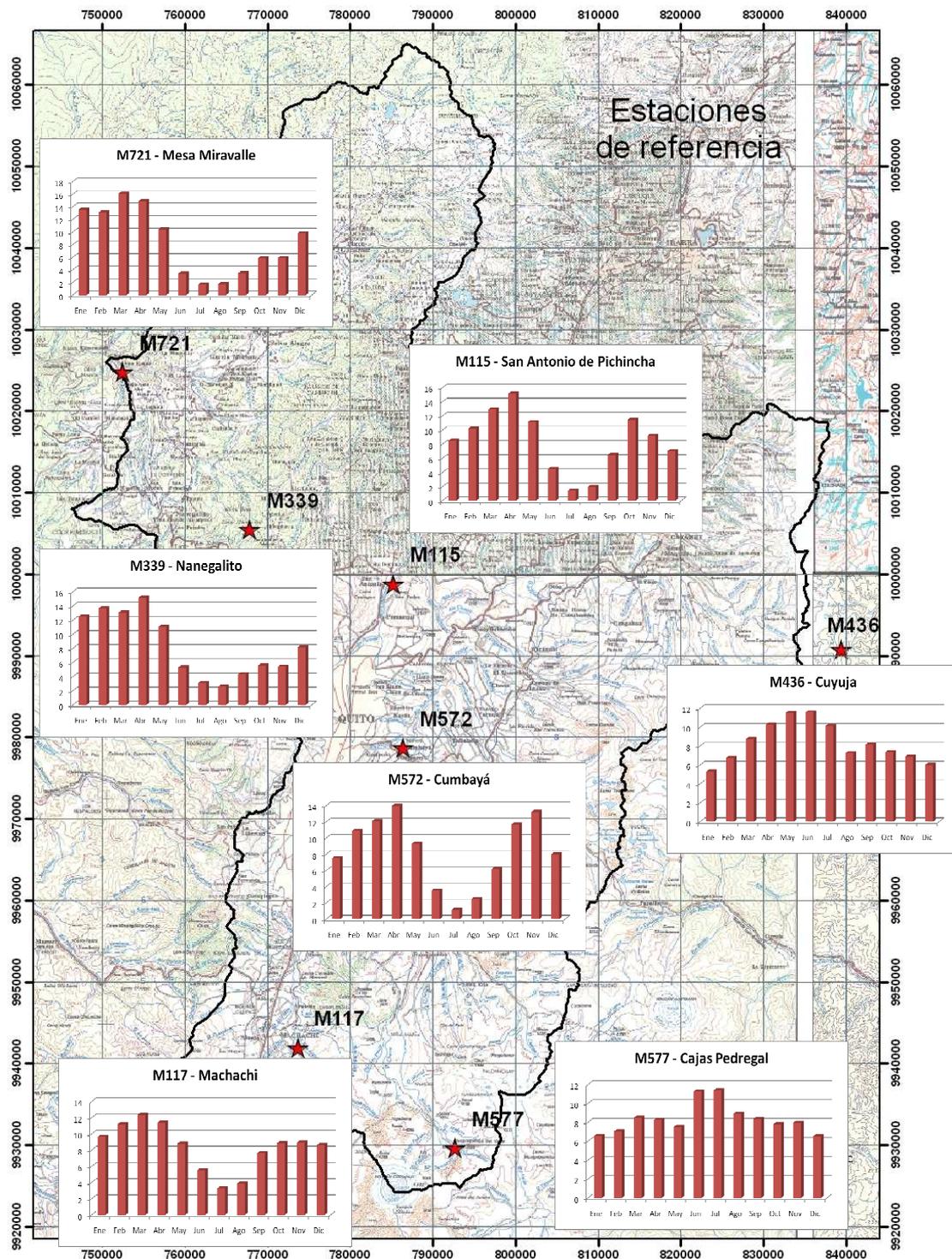
El primero el mesotérmico semihúmedo, el cual ocurre en elevaciones comprendidas entre los 2000 y 3000 m.s.n.m.; El segundo semiárido temperado, localizado en la zona de Guayllabamba-San Antonio de Pichincha; El tercero denominado Ecuatorial de alta montaña, localizado en altitudes mayores de 3000 m.s.n.m.

Esta variabilidad del clima se evidencia en los principales parámetros meteorológico como la precipitación y la temperatura.

En Gráfico 2.3 se puede apreciar que, zonas que se encuentran en el centro de la cordillera presentan bajos porcentajes de precipitación durante los meses de Julio y Agosto, debido a la convección. También se tiene el caso de Cuyuja, ubicada en la parte este de la cordillera de los Andes, presenta altos valores de porcentajes de precipitaciones en los meses desde Junio hasta Julio. La estación de Cajas Pedregal se encuentra a 3830 msnm, de la cual se obtuvieron porcentajes altos de precipitación debido a que se encuentra en la zona donde el aire empieza a descender por la pendiente.

El Gráfico 2.4 muestra la variación altitudinal de la temperatura dentro de la cuenca y el Gráfico 2.5 muestra las zonas de influencia de la gráfica de temperatura vs altitud.

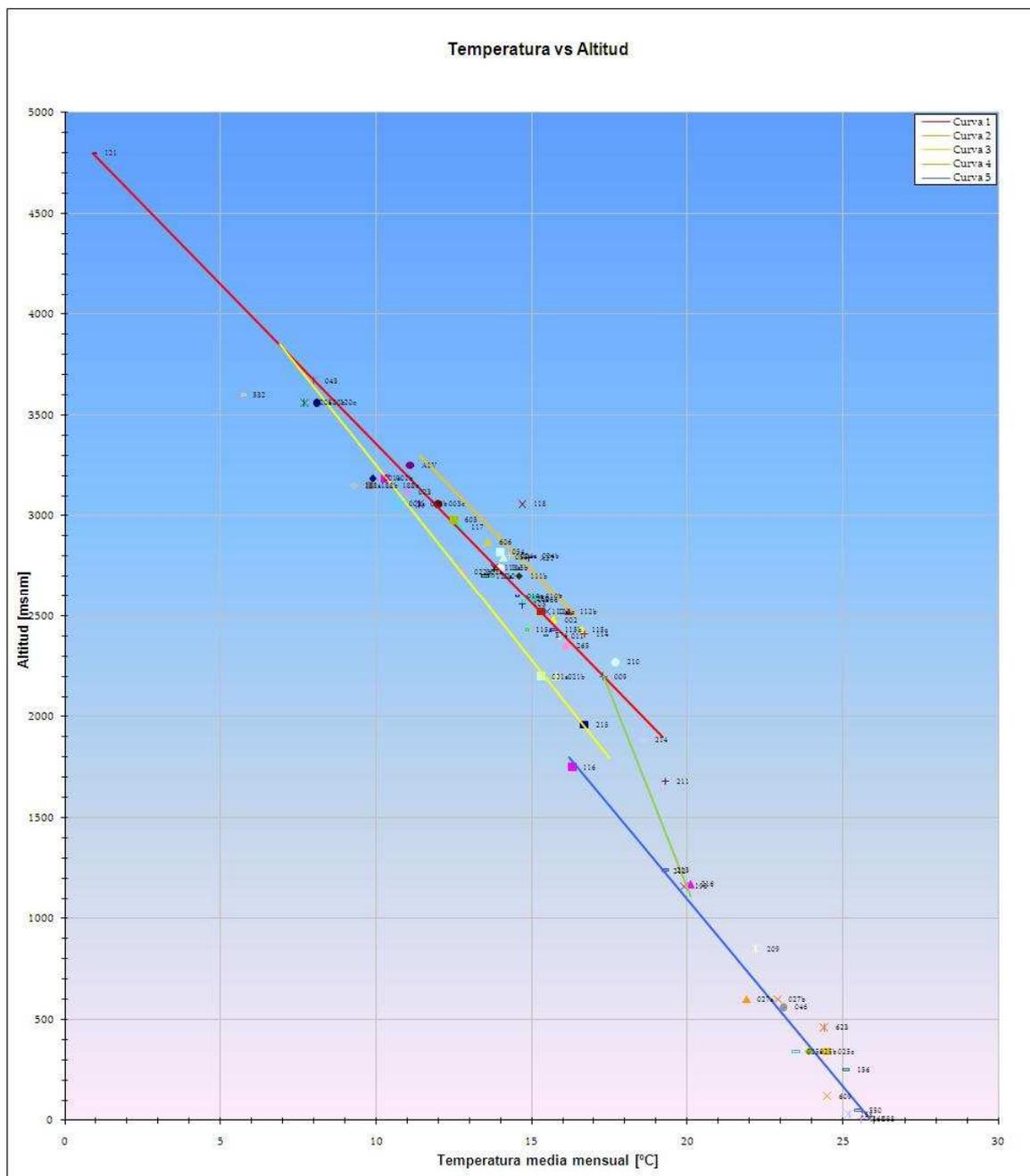
GRÁFICO 2.3 ESTACIONES DE REFERENCIA PARA ILUSTRAR DIFERENTES COMPORTAMIENTOS DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA



Fuente: IRD, 2009

Elaboración: José Serran

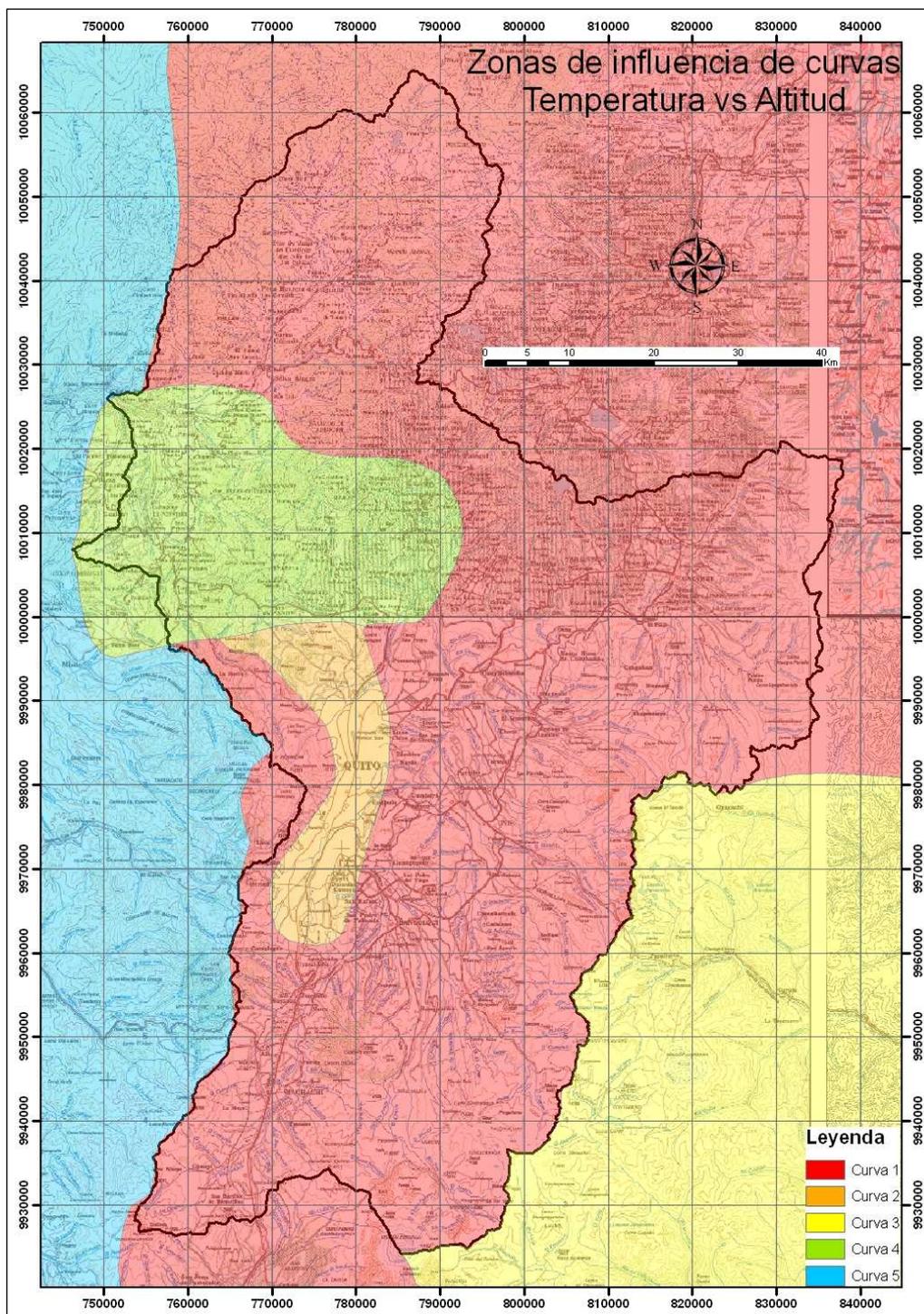
GRÁFICO 2.4
TEMPERATURA VS ALTITUD



Fuente y Elaboración: IRD, 2009, Serrano, 2010

GRÁFICO 2.5

ZONAS DE INFLUENCIA DE LA GRÁFICA TEMPERATURA VS. ALTITUD



Fuente y Elaboración: IRD, 2009, Serrano, 2010

La leyenda del Gráfico 2.5 hace referencia a las curvas del Gráfico 2.4.

2.1.3 POBLACIÓN

La Cuenca del río Guayllabamba es una de las áreas más densamente pobladas del Ecuador, en su territorio se encuentran los cantones Quito, Mejía, Cayambe, Otavalo, Cotacachi y la totalidad de los cantones Rumiñahui y Pedro Moncayo.

En el censo del 2001, la población urbana y rural que habita en la cuenca es de alrededor de 2,5 millones de habitantes distribuida en los diferentes cantones. (SIRH-CG, 2010)

2.1.4 DINÁMICA DE LOS USOS DE AGUA

La distribución de la demanda de agua en la cuenca corresponde a riego (49%), agua potable (22%), industria (20%) e hidroelectricidad (9%) (De Bievre et. al, 2008).

Riego.-

La cuenca tiene una superficie destinada a la producción agropecuaria de aproximadamente 55,8% de la superficie total. De ésta, el 6.90%, está bajo riego. El 66% de ese riego es aplicado por gravedad, por goteo el 5,8%, por aspersión 22%, por bombeo 4.7% y por otras formas de aplicación 1.5% (MIC, 2009).

Agua Potable.-

Sector urbano. Aquí se encuentran los sistemas municipales, en donde prevalece la cultura de uso y aprovechamiento. Los aspectos de conservación de las fuentes y aquellos relacionados con la contaminación, pasan inadvertidos (MIC, 2009).

Sector rural. La gran mayoría de poblaciones rurales son atendidas por sistemas comunitarios de agua, los cuales afrontan una serie de dificultades, como: problemas en la infraestructura, limitaciones para un adecuado mantenimiento, ausencia de capacitación y apoyo técnico e inexistencia de concesiones (MIC, 2009).

Industria.-

Este uso es clave, especialmente en la ciudad de Quito. En la zona urbana, existen aproximadamente 1800 industrias. De ellas, alrededor de 435 cuentan con conexiones a la red de agua potable de la EMAAP-Q, reportadas como usuarios industriales (MIC, 2009).

Hidroelectricidad.-

En la cuenca actualmente se está generando 150 MW entre centrales de empresas públicas, privadas y autogeneradores. El crecimiento potencial de este sector en la cuenca representa el 61.7% de lo actualmente generado, debido a la planificación de implementación de varias centrales hidroeléctricas. (MIC, 2009)

2.2 PRESENTACIÓN DEL INVENTARIO DE RIEGO DE 1990

Teniendo en cuenta que la mayor demanda de agua corresponde al uso de agua para riego, que es de suma importancia en el desarrollo agrícola en los Andes ecuatorianos, el estudio tendrá un enfoque principal en este campo, tomando como datos de partida el inventario de riego de 1990.

En el año de 1990 el proyecto INERHI-ORSTOM realizó un trabajo de investigación con el objetivo de analizar el funcionamiento de los sistemas de riego, para poder preparar una rehabilitación planificada a costos razonables y así incrementar la productividad, asegurar una rehabilitación económica a las inversiones, y mejorar las condiciones de vida de los campesinos.

Con el fin de cumplir los objetivos y enriquecer la comprensión del funcionamiento del riego tradicional el proyecto elaboró varios análisis temáticos y entre ellos un análisis sobre la Localización, Organización y Caracterización de la Irrigación en el Ecuador (LOCIE) que elaboró un inventario de los regadíos y una evolución de su funcionamiento, en base tres actividades principales:

- C1.- Metodología y Codificación de los Inventarios (definición de conceptos y preparación de los datos).
- C2.- Elaboración del programa (LOCIE) para organizar, estructurar y manejar todos los datos recopilados en una base computarizada.
- C3 a C6.- Inventario de las cuencas del Mira, Esmeraldas, Pastaza y Paute (archivos informáticos, mapas, informes)

Todos los datos de los inventarios se presentan por cuenca hidrográfica, Zonas de Análisis y de Recomendación para Irrigación (ZARI), regadíos (o sistemas) y finalmente por perímetros. (Ver Anexo N°1)

2.2.1 DEFINICIÓN DE LA ZARI

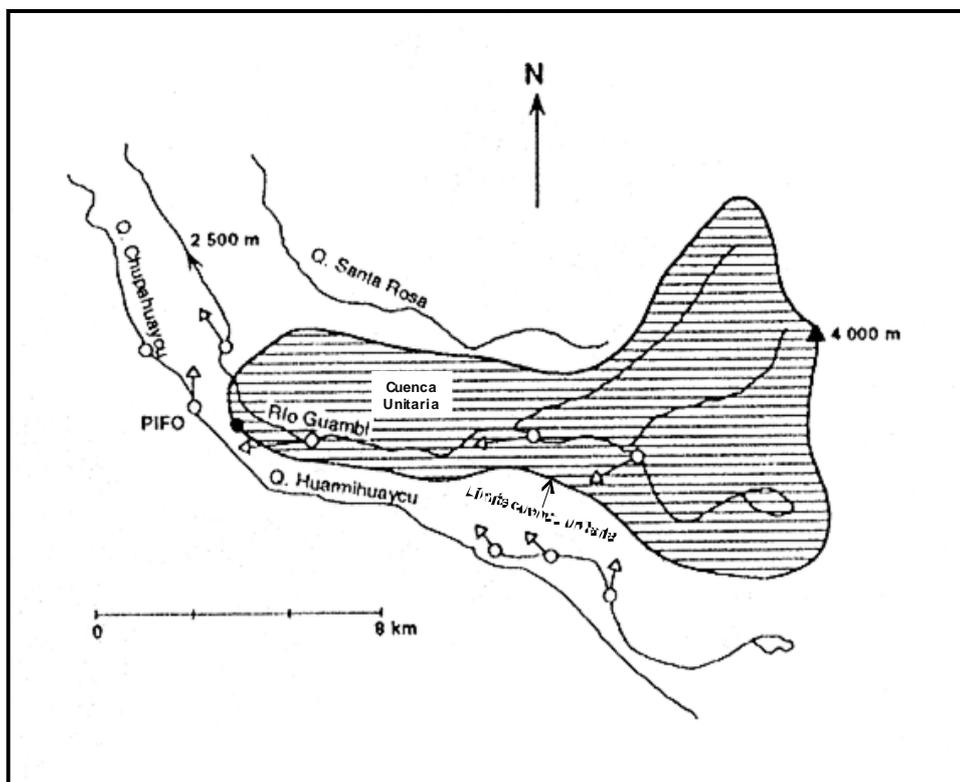
Es una unidad operacional de investigación y de planificación concebida después de la observación de varios sistemas hidro-agrícolas (Ruf et. al, 1987).

Etapa de concepción

La unidad fundamental de los hidrólogos es la cuenca unitaria; ella permite el estudio de las transformaciones lluvia-caudal con el fin de determinar el recurso agua.

Cuando se trata de la modelización de una gran cuenca hidrográfica, constituye la unidad espacial elemental, la red en base a la cual se calcularán los balances oferta-demanda de agua. (Ver Gráfico 2.6 de una cuenca unitaria tipo, con emplazamiento de los canales, caso del río Guambi, 30 km al este de Quito)

GRÁFICO 2.6
CUENCA UNITARIA, CASO DEL RIO GUAMBI



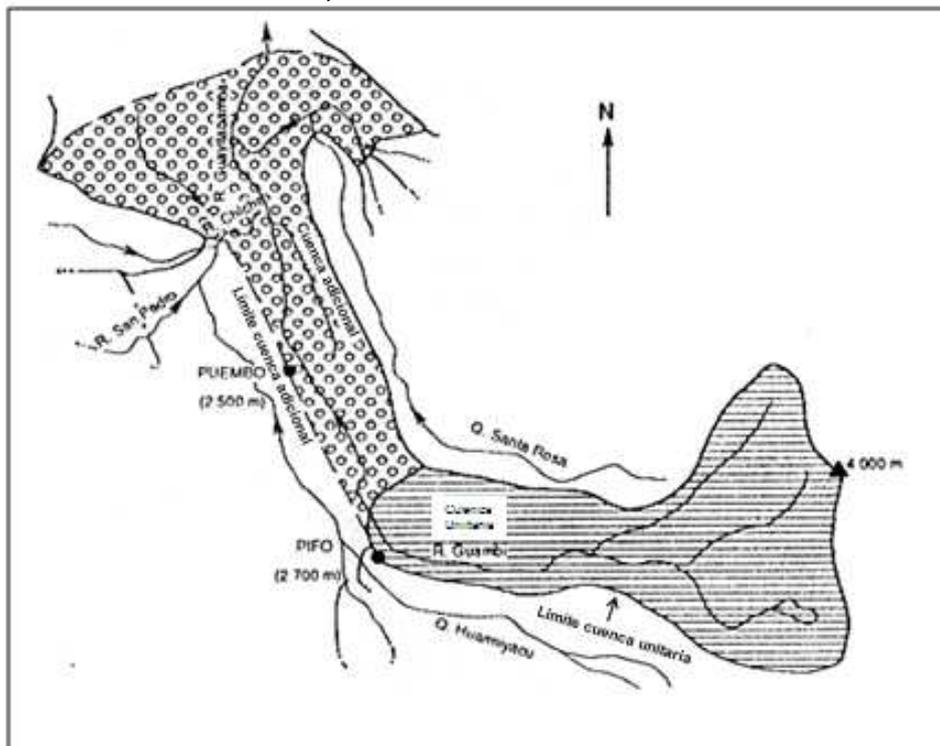
Fuente: Ruf et. al, 1987

En la definición de los límites de riego se presentan los siguientes inconvenientes con las cuencas unitarias:

- En su definición: en calidad de cuenca vertiente, sus límites están determinados por las líneas de separación del flujo bien visibles en las partes montañosas, pero bastante imprecisas cuando se llega al callejón interandino o se trabaja en la costa.
- Las cuencas de enlace han sido dibujadas para unir las cuencas unitarias entre sí, y construir un entramado hidrológico completo de las grandes cuencas. Evidentemente, estas unidades adicionales respetan el sentido del drenaje, guardan las mismas dimensiones que las trazadas por ORSTOM-PRONAREG y tienen en cuenta las estaciones hidrométricas existentes. (Ver Gráfico 2.7 de una cuenca de enlace, caso río Guambi).

GRÁFICO 2.7

CUENCA DE ENLACE, CASO DEL RIO GUAMBI



Fuente: Ruf et. al, 1987

- La mayoría están situadas en el fondo de los valles y reúnen entidades físicas y humanas a menudo diferentes.
- Las zonas donde el riego es más necesario y está más desarrollado, captan una parte de los recursos hídricos de cuencas unitarias vecinas.

Con respecto a estos inconvenientes la primera idea ha sido admitir una prolongación de las cuencas unitarias para eliminar así las cuencas de enlace. Sin embargo los límites de riego seguían siendo difíciles de establecer a causa de la gran complejidad de las redes, caracterizadas por:

- Una muy fuerte densidad de canales y de múltiples cruces (superposición de redes de riego)
- Mala información sobre la localización de las tomas, el caudal que captan, los trayectos de los canales, las subdivisiones, etc.

- Numerosas transferencias entre cuencas, que hacen difícil la comprensión de su funcionamiento.

Finalmente frente a estos problemas, ha sido indispensable probar una unidad espacial con una definición clara, que tenga sentido, y con límites relativamente simples de identificar en el terreno.

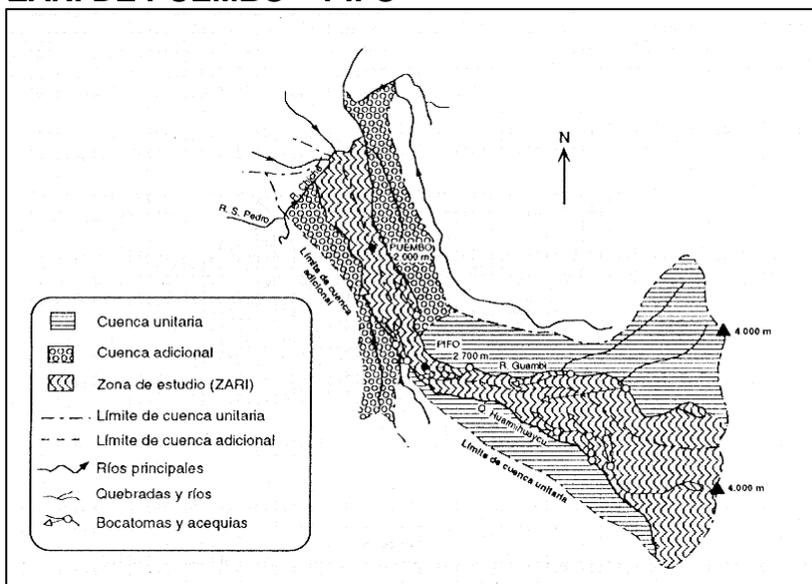
La noción de ZARI intenta responder a este problema de entidad espacial y de límites claros. Su definición es la siguiente:

ZARI: Unidad espacial de organización de la toma, el transporte y la utilización del agua de riego.

Se trata entonces de una zona elemental en la cual se encontrarán las tomas, los canales y los perímetros regados. En el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas, el límite corresponderá casi siempre a los ríos mismos, y en consecuencia, la ZARI estará formada de dos mitades de cuencas unitarias, aumentadas con una parte de la cuenca de enlace. (Ver Gráfico 2.8 de una ZARI tipo en el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas: ZARI de Puembo - Pifo).

GRÁFICO 2.8

ZARI DE PUEMBO – PIFO



Fuente: Ruf et. al, 198

En otros casos, la ZARI estará limitada por una gran línea de cresta y por un río (media cuenca unitaria simple); a veces, habrá la misma correspondencia entre la cuenca unitaria y la ZARI.

El hecho de tomar como límites los obstáculos naturales adaptados a cada caso real, hace pensar que cada definición de ZARI será válida tanto en la Sierra como en la Costa. (Ruf et. al, 1987)

2.2.2 METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DEL INVENTARIO

La realización del inventario comenzó por aplicar la operación a una gran cuenca hidrográfica del norte de la sierra, la cuenca de Mira, cuya extensión es 3000 Km². en ella se encuentran alrededor de 50 cuencas unitarias, utilizadas casi todas para riego de las zonas bajas sometidas a un clima seco y muy seco en verano.

Luego de recopilar toda la información existente en el INERHI o en las agencias regionales se procedió a la delimitación del conjunto de ZARIS de la gran cuenca hidrográfica y se realizó lo siguientes pasos:

PRIMERA FASE

- Se trata de elaborar un mapa de localización a escala 1:50000 o 1:250000, que contenga las tomas, los canales y los perímetros. Considerando que se trabajara a una escala adecuada, para tener un buen nivel de precisión en las ZARIS.
- Se verifica la existencia de una red bajo los siguientes principios:

1.- Si 3 fuentes diferentes se encuentran coherentes, consideramos confiable la existencia de la red

2.- Si no se dispone de estos tres elementos y se supone que existe la red se busca información recurriendo a foto interpretación o una visita de campo.

- Se presenta los resultados sobre un mapa, un esquema hidráulico y fichas descriptivas de: caracterización de las acequias, los perímetros y una

síntesis sobre cada ZARI (Ver Anexo No. 1 que contiene el glosario de las fichas descriptivas)

SEGUNDA FASE

Fase de realización de un inventario exhaustivo mediante los siguientes pasos.

- Se procederá a llenar los datos descriptivos faltantes.
- Se complementará el análisis de los indicadores de funcionamiento, definidos durante los estudios de las ZARI representativas, con encuestadores contratados especialmente para ello.

2.2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA.

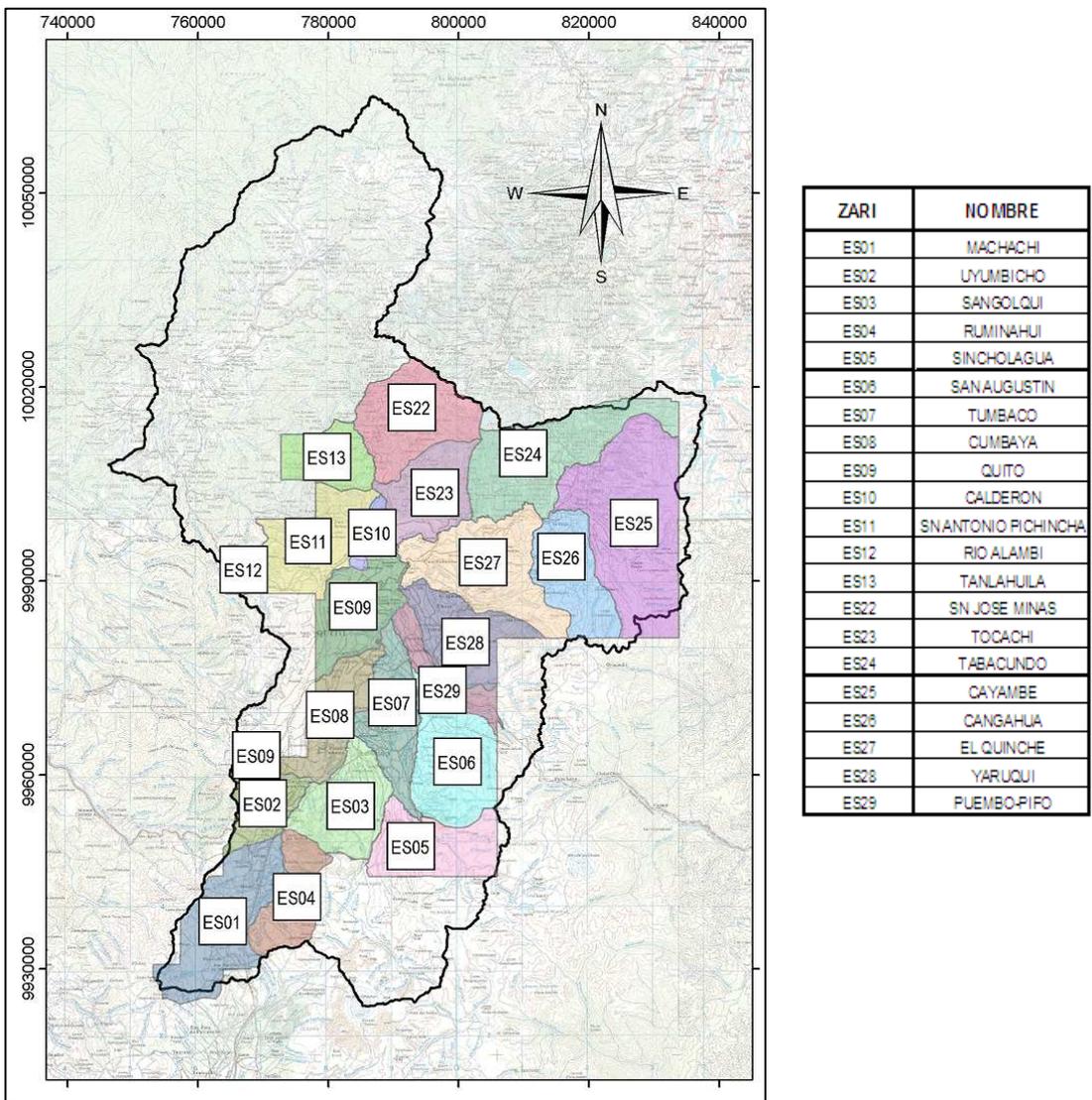
El análisis del inventario de 1990 de toda la cuenca del río Guayllabamba, se hizo tomando en cuenta todas las ZARIS que están dentro de su superficie, con respecto a los siguientes parámetros principales del resumen por ZARI: (para más información ver Anexo N° 1)

- Características Generales
- Descripción de los Sistemas
- Indicadores de funcionamiento

Previo al análisis de los parámetros de la cuenca primero se hizo las siguientes precisiones:

- En la cuenca del río Guayllabamba se definió 21 ZARIS como se muestra en el Gráfico 2.9, donde se observa que las ZARIS cubren la mayor parte de la cuenca, excepto la zona de la subcuenca del río Intag, ya que en 1990 no se encontró riego en esta superficie.

GRÁFICO 2.9
ZARIS DE LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

- Las 21 ZARIS se encuentran distribuidas dentro de parte de los cantones Quito, Mejía, Cayambe, y la totalidad de los cantones Rumiñahui y Pedro Moncayo. El cuadro 2.1 contiene cada ZARI con sus respectivas parroquias de influencia y los cantones a las que estas pertenecen.

CUADRO 2.1**PARROQUIAS DE INTERES DE LAS ZARIS**

ZARI	NOMBRE	PARROQUIAS INTERESADAS	CANTON
ES01	MACHACHI	Aloag, Aloasi, El Chaupi, Machachi	Mejía
ES02	UYUMBICHO	Aloag, Cutuglagua, Tambillo, Uyumbicho	Mejía
ES03	SANGOLQUI	Amaguaña, Cotogchoa, Tambillo	Mejía, Quito, Rumiñahui
ES04	RUMINAHUI	Machachi	Mejía
ES05	SINCHOLAGUA	Pintag	Quito
ES06	SAN AUGUSTIN	Pintag, Tumbaco	Quito
ES07	TUMBACO	Alangasi, La merced, Pintag, Tumbaco	Quito
ES08	CUMBAYA	Amaguaña, Cumbaya	Quito
ES09	QUITO	Chillogallo	Quito
ES10	CALDERON	Pomasqui	Quito
ES11	SAN ANTONIO DE PICHINCHA	Cotocallao, Nono, Pomasqui, San Antonio de Pichincha	Quito
ES12	RIO ALAMBI	Nono	Quito
ES13	TANLAHUILA	Calacalí	Quito
ES22	SN JOSE MINAS	Atahualpa, Chavezpamba, Perucho, Puellaró, San Jose de Minas	Quito
ES23	TOCACHI	Malchingui, Puellaró, Tocachi	Quito, Cayambe
ES24	TABACUNDO	Cayambe, La esperanza, Olmedo, Tabacundo, Tupigachi	Cayambe, Pedro Moncayo
ES25	CAYAMBE	Cangahua, Cayambe, Olmedo	Cayambe
ES26	CANGAHUA	Cangahua	Cayambe
ES27	EL QUINCHE	Ascazubi, Cusubamba, El Quinche, Guayllabamba, Oton	Cayambe, Quito
ES28	YARUQUI	Checa, Quinche, Tababela, Yaruqui	Quito
ES29	PUEMBO-PIFO	Puembo, Pifo	Quito.

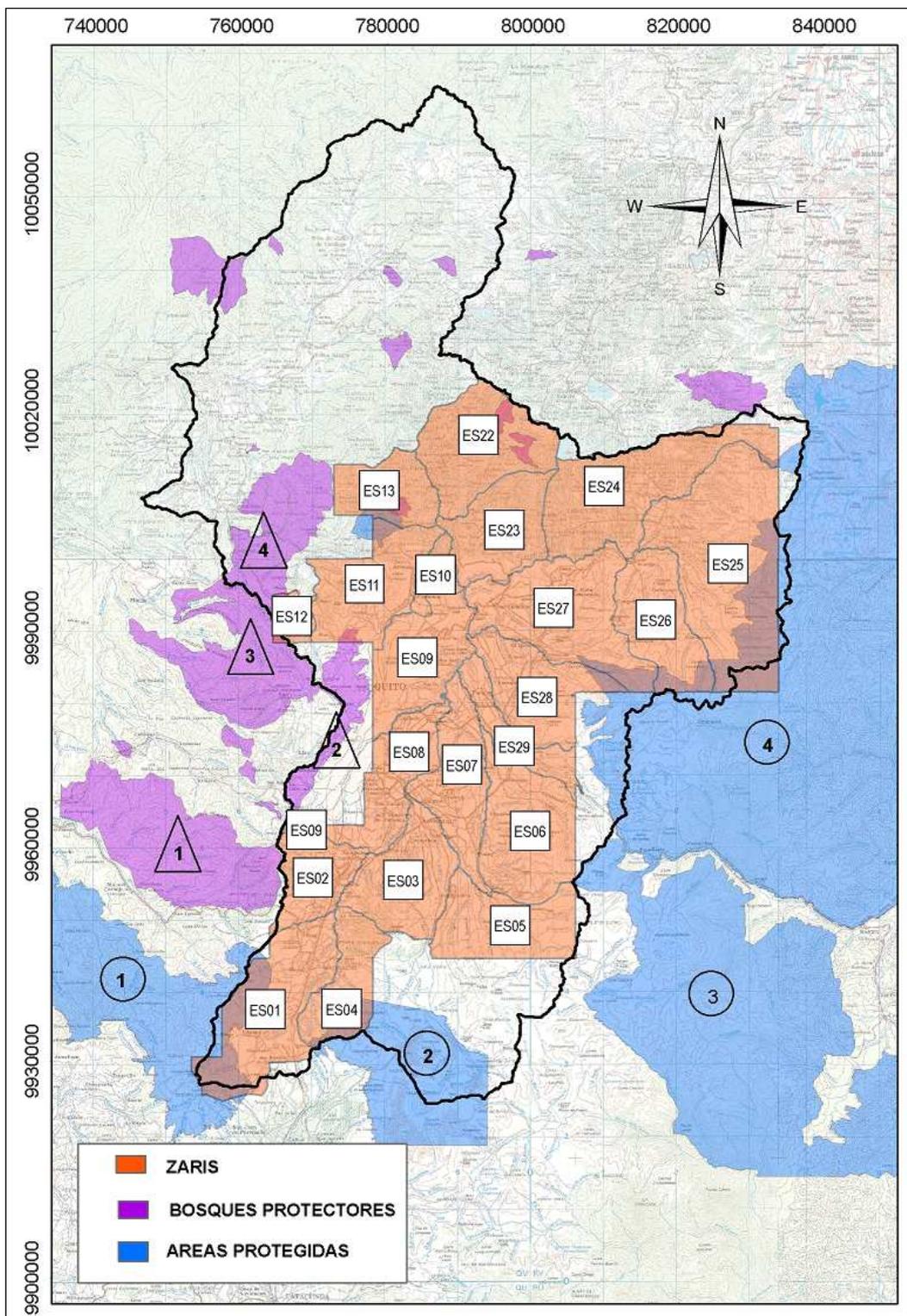
Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

- La ZARIS ES01, ES02, ES03, ES07, ES10, ES22 y ES23 conservan los límites definidos por el proyecto INERHI – ORSTOM en 1986 a diferencia de las ZARIS, ES04, ES05, ES06, ES08, ES09, ES11, ES12, ES13, ES24, ES25, ES26, ES27, ES28, y ES29, que tienen dentro de sus superficies influencia de Zonas Protegidas o Parques Protectores que han hecho que los límites excluyan a estas zonas como indica el Gráfico 2.10.

GRÁFICO 2.10

ZARIS, ZONAS PROTEGIDAS Y PARQUES PROTECTORES



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; MAE, 2002

Elaboración: Geovanna Pila.

Las Áreas Protegidas y Bosques Protectores que se observa en el Gráfico 2.8 son:

Áreas Protegidas

- ① Reserva Ecológica Los Ilinizas
- ② Parque Nacional Cotopaxi
- ③ Reserva Ecológica Antisana
- ④ Reserva Ecológica Cayambe - Coca

Bosques Protectores

- △₁ Bosque Protector Toachi- Pilton
- △₂ Bosque Protector flanco oriental del volcán Pichincha
- △₃ Bosque Protector Santa rosa y Yasquel
- △₄ Bosque Protector cuenca alta del rio Guayllabamba

Cada una de estas zonas afecta a los límites de las ZARIS de la siguiente manera: el Parque Nacional Cotopaxi afecta a la ZARIS ES04 y ES05; la Reserva Ecológica Cayambe – Coca afecta a las ZARIS ES06, ES25, ES26, ES27, ES28, y ES29; el Bosque Protector flanco oriental del volcán Pichincha afecta a las ZARIS ES08, ES09, ES11, y ES12; y el Bosque Protector cuenca alta del rio Guayllabamba afecta a las ZARIS ES11, ES12, y ES13. Esta afectación se puede explicar con la definición de bosque protector del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) que dice.

“Art. 16.- Son bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, que estén localizados en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por

sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.” (TULAS 2002)

Con todas las precisiones anteriores se tomo para efecto del análisis de la cuenca del río Guayllabamba, en el presente proyecto, las 21 ZARIS mencionadas con los límites que excluyen de su superficie a las Aéreas Protegidas y Parques Protectores.

Características Generales.

Las características generales se dividen en características de Superficie y Tipo de Fuente con respecto a superficies.

Características de superficie.- este parámetro nos indican la cantidad de hectáreas de cada ZARI con respecto a las características de superficie inventariadas en 1990. (Cuadro 2.2)

CUADRO 2.2

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE DE LAS ZARIS

ZARI	S.Total (ha.)	S.Bajo.3600 (ha.)	S.Agricola (ha.)	S.Equipada (ha.)	S.Regada (ha.)
ES01	25878.0	17822.6	10250.0	8283.0	4583.0
ES02	10953.0	9769.4	7560.0	4015.0	1980.0
ES03	17880.0	16616.8	7580.0	5314.0	3048.0
ES04	12535.8	9538.3	11114.0	2974.0	2208.0
ES05	17726.2	8068.7	17614.0	1985.0	1030.0
ES06	21965.4	12011.8	14266.0	2685.0	1365.0
ES07	16209.9	16209.9	21875.0	5865.0	2544.0
ES08	14623.7	14623.7	1345.0	1652.0	963.0
ES09	17666.7	17417.0	20.0	138.0	128.0
ES10	3992.1	3992.1	471.0	470.0	455.0
ES11	19088.3	19086.6	12999.0	740.0	525.0
ES12	3659.8	3659.4	471.0	50.0	35.0

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 2.2 CONTINUACIÓN

ZARI	S.Total (ha.)	S.Bajo.3600 (ha.)	S.Agricola (ha.)	S.Equipada (ha.)	S.Regada (ha.)
ES13	11486.7	11486.7	7.0	250.0	185.0
ES22	21995.8	20228.1	3482.0	2180.0	1370.0
ES23	16166.2	15558.0	363.0	684.0	433.0
ES24	28703.2	25457.5	5528.0	9449.0	5861.0
ES25	43013.9	18313.9	52341.0	7045.0	3925.0
ES26	17331.6	10552.5	79468.0	5450.0	2230.0
ES27	27610.2	22200.1	38488.0	6255.0	4795.0
ES28	17057.3	15517.0	9779.0	6469.0	4270.0
ES29	8522.8	7831.8	5969.0	4354.0	3918.0

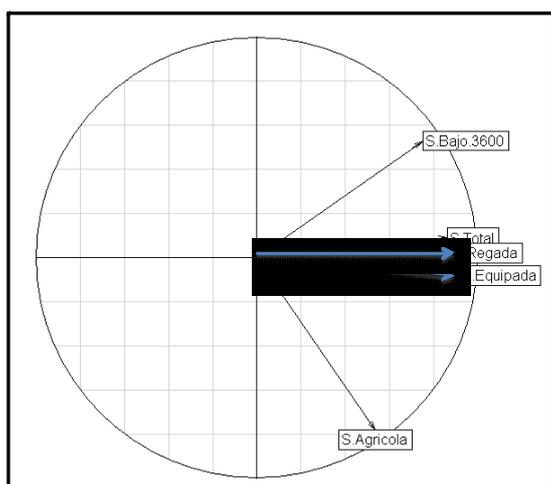
Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

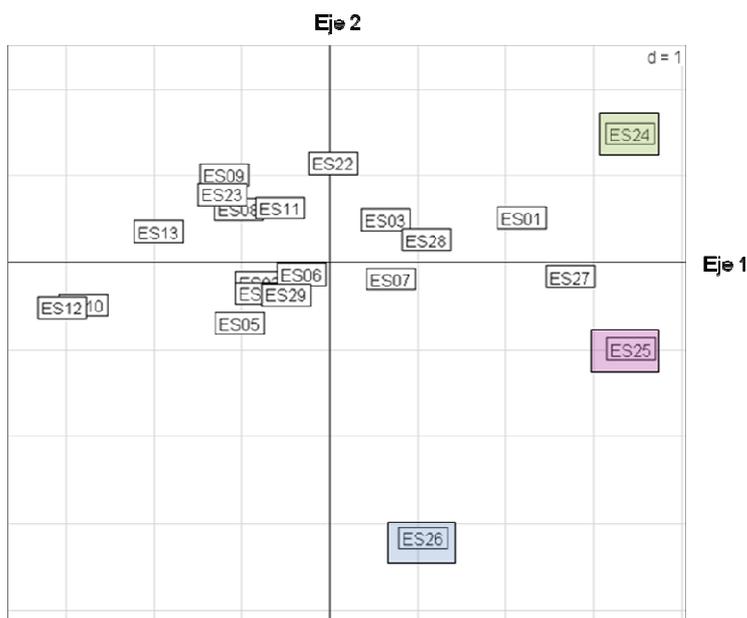
Elaboración: Geovanna Pila.

En el cuadro se encuentra las variables (superficies) y los individuos (ZARIS) que se analizaron con ayuda de un ACP (análisis de componentes principales) para poder identificar con facilidad cuales son los individuos más representativos con respecto a las variables de superficie.

El Gráfico 2.11 corresponde al Círculo de correlaciones y Mapa factorial de las ZARIS, obtenidos en el análisis ACP antes mencionado.

GRÁFICO 2.11 CÍRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL - CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE





Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

En este gráfico se puede ver que:

- Los parámetros más importantes para el primer eje factorial son la Superficie Equipada, Superficie Regada y Superficie Total. Para el segundo eje, son la Superficie bajo 3600 y Superficie Agrícola (Gráfico 2.11). El círculo de correlación muestra gráficamente la relación entre la Superficie Equipada y Superficie Regada. El eje 2 opone la Superficie bajo 3600 con la Superficie agrícola.
- Las ZARIS ES25, ES24, ES12, ES10, ES27, ES01, y ES13 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno. Las ZARIS ES26, ES24, y ES23 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES24 a ES12 y ES13. El eje 2 opone ES24 a ES26. (Gráfico 2.11)

De esto se concluye que: la ZARI ES24 es la más representativa en cuanto a S. bajo 3600, S. Equipada, y S. Regada y la ZARI ES12 la menos representativa; la ZARI ES26 es la más representativa con respecto a la S. Agrícola y la ZARI ES13 la menos representativa.

Características de tipo de fuente con respecto a superficies.- estas características hacen referencia a la cantidad de hectáreas equipadas o regadas según el tipo de fuente, que puede ser Riego Estatal, Riego Particular o riego Mixto. (Para más información ver Anexo N° 1)

El cuadro 2.3 incluye todas estas características con respecto a las 21 ZARIS de la cuenca.

CUADRO 2.3

CARACTERÍSTICAS DE TIPO DE FUENTE CON RESPECTO A SUPERFICIES DE LAS ZARIS

ZARI	S.Regada (ha.)	RP_S.Regada (ha.)	RM_S.Regada (ha.)	RE_S.Regada (ha.)
ES01	4583.0	4583	0	0
ES02	1980.0	1980	0	0
ES03	3048.0	3048	0	0
ES04	2208.0	2208	0	0
ES05	1030.0	1030	0	0
ES06	1365.0	1365	0	0
ES07	2544.0	1345	0	1199
ES08	963.0	963	0	0
ES09	128.0	128	0	0
ES10	455.0	455	0	0
ES11	525.0	525	0	0
ES12	35.0	35	0	0
ES13	185.0	185	0	0
ES22	1370.0	1370	0	0
ES23	433.0	433	0	0
ES24	5861.0	2421	3440	0
ES25	3925.0	3925	0	0
ES26	2230.0	2230	0	0
ES27	4795.0	440	2680	1675
ES28	4270.0	1238	1932	1100
ES29	3918.0	2122	1018	778

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

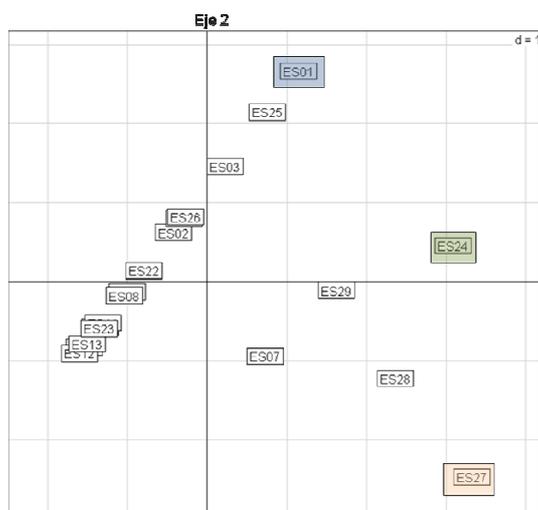
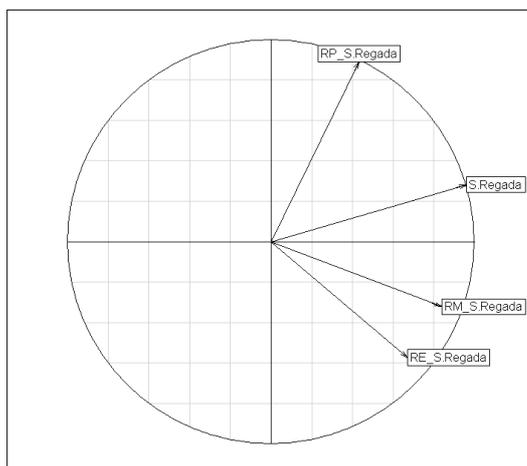
RP: Riego Particular, RM: Riego Mixto, RE: Riego Estatal

Dentro del cuadro se presenta las variables de tipo de fuente únicamente con respecto a la Superficie Regada. Esto debido a que en el Gráfico 2.11 se observó que existe una alta correlación entre la Superficie Equipada y Superficie Regada y por lo tanto para el análisis de componentes principales se tomara solo una de las superficies en este caso superficie regada.

El Gráfico 2.12 es la representación gráfica del análisis de componentes principales de las variables e individuos del cuadro 2.3.

GRÁFICO 2.12

CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL - CARACTERÍSTICAS DE TIPO DE FUENTE CON RESPECTO A SUPERFICIE



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

El gráfico anterior muestra que:

- Los parámetros más importantes para el primer eje factorial son la S. Regada y Riego Mixto en Superficie Regada. Para el segundo eje, son el Riego Particular y Riego estatal en Superficie Regada (Gráfico 2.12). El círculo de correlación muestra gráficamente que no existe alta correlación en las variables analizadas. El eje 2 opone el Riego Particular en Superficie Regada al Riego Estatal en Superficie Regada.
- Las ZARIS ES27, ES24, ES28, ES29, y ES12 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno. Las ZARIS ES01, ES27, y ES25 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES01 a ES12 y el eje 2 opone ES01 a ES27. (Gráfico 2.12)

En conclusión: la ZARI ES01 es la más representativa con relación al Riego Particular en Superficie Regada y la ZARI ES12 la menos representativa; la ZARI ES27 es la más representativa en relación al Riego Estatal en Superficie Regada; y la ZARI ES24 es la más representativa con respecto al Riego Mixto en Superficie Regada.

Además es importante anotar que todas las ZARIS que se ubican en el mapa factorial (Gráfico 2.12) entre las ZARIS ES01 y ES12 tienen únicamente Riego Particular.

Descripción de los Sistemas.

Para la descripción de los sistemas se tomó en cuenta los siguientes parámetros: (1) Captación y Transporte; (2) Repartición del agua, utilizados en el Resumen por ZARI del inventario de 1992. (Ver anexo No. 1)

Captación y Transporte.- para analizar este parámetro se dividió sus variables en 2 partes: **(a)** Variables de N° de Bocatomas, N° de Ramales y N° de Perímetros

de Riego, y **(b)** las variables de caudal tanto medido como concedido (QTM, QTC) en l/s.

ANÁLISIS (a).

El cuadro 2.4 muestra las variables del parámetro captación y transporte que se usaran para el análisis (a).

CUADRO 2.4

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (a)

ZARI	Nº_Bocatomas	Nº_Ramales	Nº_PERIMETROS
ES01	30	50	13
ES02	38	39	8
ES03	27	42	19
ES04	27	40	13
ES05	11	12	6
ES06	15	15	12
ES07	10	18	12
ES08	5	9	7
ES09	2	2	2
ES10	6	6	2
ES11	14	16	12
ES12	2	2	2
ES13	4	4	2
ES22	20	22	19
ES23	10	12	8
ES24	7	17	21
ES25	36	56	23
ES26	12	19	8
ES27	23	31	22
ES28	18	26	20
ES29	21	68	32

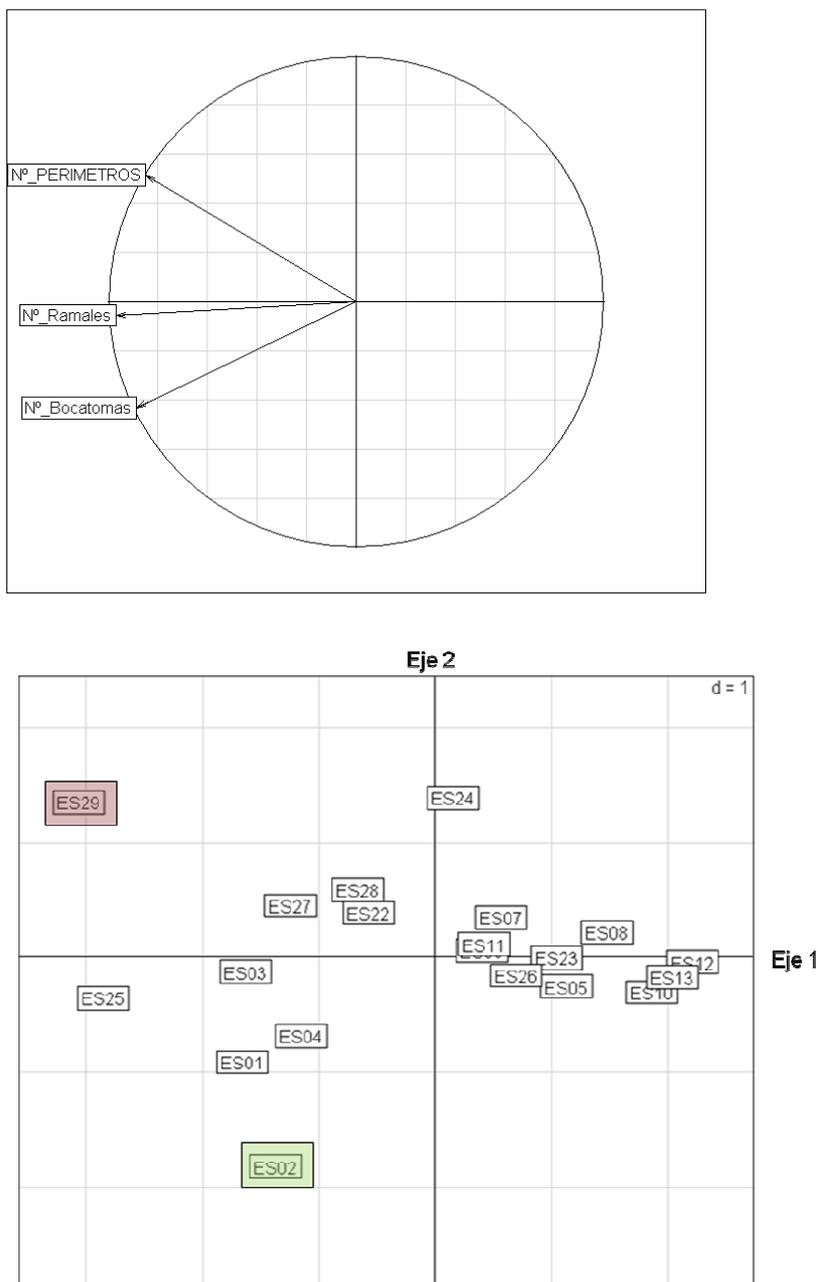
Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

Del análisis de componentes principales (ACP) del cuadro anterior se obtuvo el círculo de correlación y el mapa factorial, que se muestran en el Gráfico 2.13.

GRÁFICO 2.13

CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (a)



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

En el gráfico se puede ver que:

- El parámetro más importante para el primer eje factorial es el N° de Ramales. Para el segundo eje, son el N° de Bocatomas y el N° de

Perímetros de Riego (Gráfico 2.13). El círculo de de correlación muestra gráficamente que no existe alta correlación en las variables analizadas. El eje 2 opone el N° de Perímetros con el N° de Bocatomas.

- Las ZARIS ES29, ES25, ES12, y ES09 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno, la ZARI ES12 y ES09 tienen igual contribución. Las ZARIS ES02, ES24, y ES29 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES29 a ES12 y ES09. El eje 2 opone ES29 a ES02. (Gráfico 2.13)

De este análisis se concluye que: la ZARI ES29 es la más representativa en relación a las variables N° de Perímetros de Riego y N° de ramales y las ZARIS ES09 y ES12 son las menos representativas; la ZARI ES02 es la más representativa con respecto al N° de Bocatomas y ZARIS ES09 y ES12 son las menos representativas.

ANÁLISIS (b)

Las variables del análisis (b) se muestran a continuación en el Cuadro 2.5.

CUADRO 2.5

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE (b)

ZARI	QTC	QTM
ES01	1085	2817
ES02	430	1202
ES03	346	1845
ES04	74	2704
ES05	442	452

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

QTC: Caudal Total Concedido, QTM: Caudal Total Medido

CUADRO 2.5
CONTINUACIÓN

ZARI	QTC	QTM
ES06	232	1253
ES07	966	1621
ES08	63	1638
ES09	63	0
ES10	88	285
ES11	296	513
ES12	20	34
ES13	184	180
ES22	1042	1075
ES23	318	442
ES24	1561	1749
ES25	1159	3431
ES26	1337	1628
ES27	726	1444
ES28	650	1369
ES29	1163	1797

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

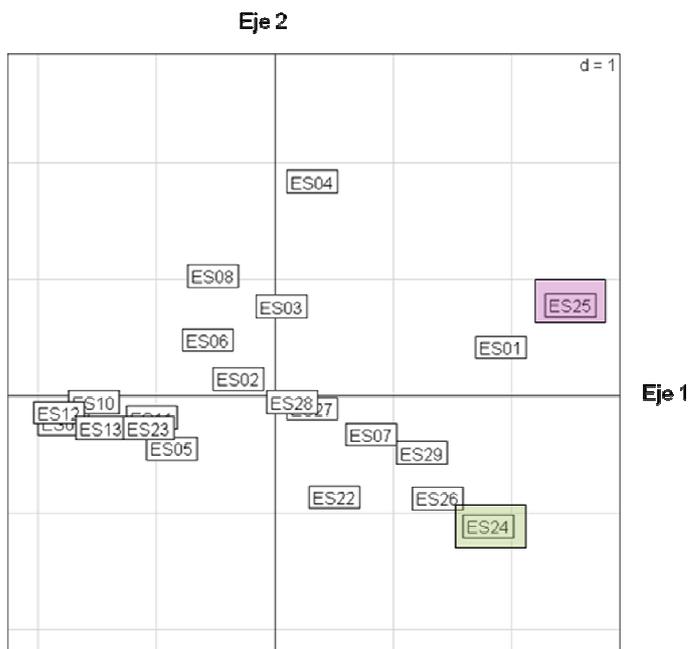
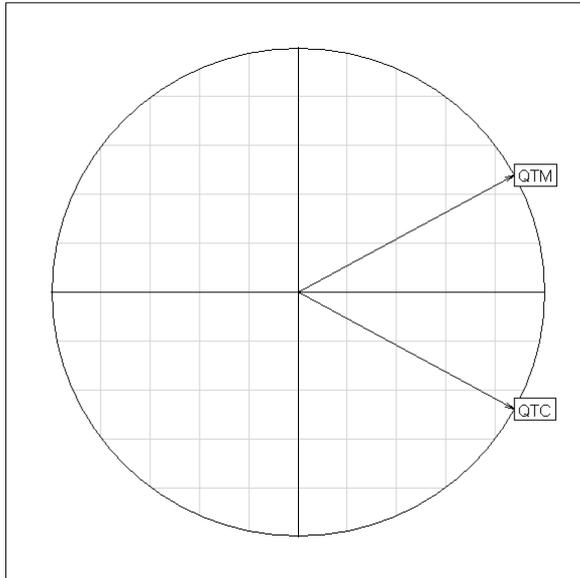
Elaboración: Geovanna Pila.

QTC: Caudal Total Concedido, QTM: Caudal Total Medido

El cuadro muestra las variables y los individuos tomados para realizar el análisis de componentes principales con el fin de conocer cuáles son las ZARIS más representativas en cuanto a caudal medido y caudal concedido.

El Gráfico 2.14 muestran el Circulo de correlación y Mapa factorial obtenidos en el análisis.

GRÁFICO 2.14
CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CAPTACIÓN Y
TRANSPORTE (b)



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

En el Gráfico se encontró que:

- Al tener únicamente dos variables en el análisis, se observa que tanto el Caudal Total Concedido como el Caudal Total Medido tienen una aportación igual a los dos ejes. (Gráfico 2.14)
- Las ZARIS ES25, ES01, ES12, ES24 y ES09 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno, la ZARI ES12 y ES09 tienen igual contribución. Las ZARIS ES04, ES24, ES08 y ES25 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES25 a ES12 y ES09. El eje 2 opone ES25 a ES24. (Gráfico 2.14)

En conclusión: la ZARI ES25 es la más representativa en relación a la variable Caudal Total Medido y la ZARI ES12 es la menos representativa; la ZARI ES24 es la más representativa con respecto al Caudal Total Concedido y la ZARI ES09 es la menos representativa.

Repartición del Agua.- este parámetro al igual que el anterior se analizó dividiendo las variables en 2 partes: (a) N° de Fuentes y N° de Sistemas, y (b) Dotaciones Totales y Previstas.

ANÁLISIS (a)

Las variables utilizadas en el análisis se muestran a continuación en el Cuadro 2.6.

CUADRO 2.6
REPARTICIÓN DEL AGUA (a)

ZARI	Nº_Fuentes	Nº_Sistemas
ES01	39	27
ES02	36	37
ES03	37	25
ES04	28	23
ES05	10	10
ES06	15	15
ES07	18	10
ES08	10	4
ES09	2	2
ES10	6	6
ES11	15	14
ES12	2	2
ES13	4	4
ES22	20	19
ES23	11	10
ES24	35	7
ES25	39	34
ES26	14	11
ES27	44	22
ES28	31	16
ES29	44	12

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

El cuadro contiene las variables de repartición del agua del análisis (a) y los individuos (ZARIS) con los que se hizo un análisis de componentes principales para ilustrar gráficamente cuales son las ZARIS más representativas en lo que ha N° de fuentes y N° de sistema se refiere.

El Gráfico 2.15 muestra el círculo de correlación y mapa factorial obtenidos del ACP.

- Las ZARIS ES02, ES01, ES25, ES09, ES12 y ES27 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno. Las ZARIS ES02, ES24, ES29 y ES27 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES02 a ES09 y ES12. El eje 2 opone ES02 a ES27 y ES29. (Grafico 2.15).

Concluyendo: la ZARI ES02 es la más representativa en relación a la variable N° de Sistemas y las ZARIS ES12 y ES09 son las menos representativas; las ZARIS ES27 y ES29 son las más representativa con respecto al N° de Fuentes y las ZARIS ES09 y ES12 son las menos representativas.

ANÁLISIS (b)

El Cuadro 2.7 muestra las variables que se usaron en el análisis (b)

CUADRO 2.7 **REPARTICIÓN DEL AGUA (b)**

ZARI	DOTACIÓN_PREVISTA	DOTACIÓN_REAL
ES01	0.13	0.61
ES02	0.11	0.55
ES03	0.05	0.68
ES04	0.02	1.12
ES05	0.22	0.44
ES06	0.09	0.92
ES07	0.37	1.11
ES08	0.04	1.80
ES09	0.44	0.16
ES10	0.19	0.63

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 2.7
CONTINUACIÓN

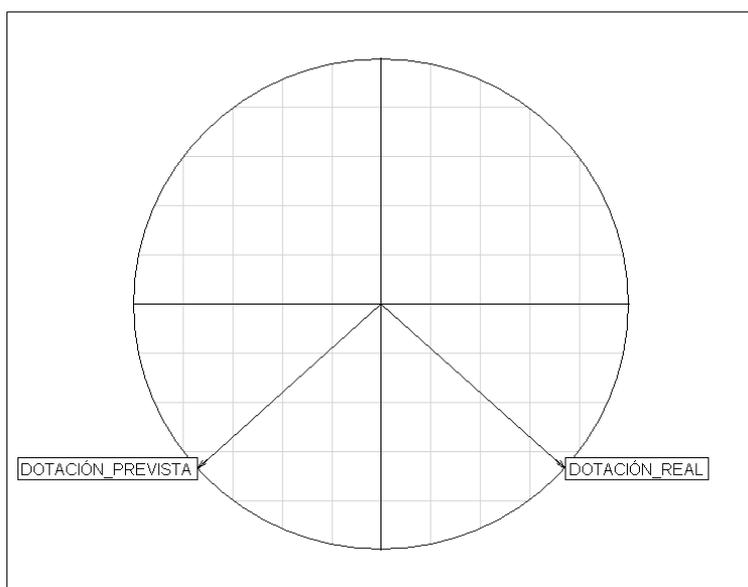
ZARI	DOTACIÓN_PREVISTA	DOTACIÓN_REAL
ES11	0.39	0.98
ES12	0.40	0.97
ES13	0.74	0.97
ES22	0.42	0.78
ES23	0.46	1.02
ES24	0.28	0.45
ES25	0.13	0.80
ES26	0.28	0.72
ES27	0.64	0.86
ES28	0.39	0.74
ES29	0.40	0.65

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

Con estas variables y el análisis de componentes principales se obtuvo el círculo de correlación y el mapa factorial que se muestran en el Gráfico 2.16.

GRÁFICO 2.16
CÍRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – REPARTICIÓN DEL AGUA (b)



Indicadores de Funcionamiento.

Para el análisis de los indicadores de funcionamiento se tomo los siguientes parámetros presentados en el inventario de 1992: (1) Aspectos Técnicos, y (2) Utilización del Suelo. (Ver Anexo N° 1)

Aspectos Técnicos.- para el análisis de este parámetro se tomo las características principales de las bocatomas y de la infraestructura de conducción.

Características de las Bocatomas.- para poder hacer el análisis se dividió a las características en dos partes: (a) características de bocatomas legales e ilegales, y (b) N° de bocatomas con respecto a su clase de caudal. (para más información ver Anexo 1)

ANÁLISIS (a)

Para este análisis se tomo los datos del Cuadro 2.8

CUADRO 2.8

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (a)

ZARI	B_TOTALES	B_CON_CONCESIÓN	B_SIN_CONCESIÓN
ES01	30	16	14
ES02	38	16	22
ES03	27	7	20
ES04	27	4	23
ES05	11	7	4
ES06	15	7	8
ES07	10	8	2
ES08	5	1	4
ES09	2	2	0
ES10	6	3	3
ES11	14	8	6
ES12	2	1	1
ES13	4	4	0
ES22	20	15	5

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 2.8 CONTINUACIÓN

ZARI	B_TOTALES	B_CON_CONCESIÓN	B_SIN_CONCESIÓN
ES23	10	9	1
ES24	7	7	0
ES25	36	7	29
ES26	12	12	0
ES27	23	8	15
ES28	18	10	8
ES29	21	5	16

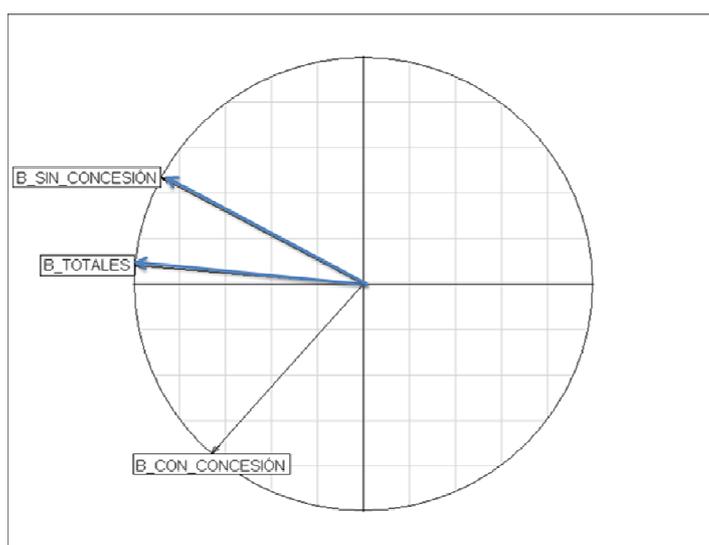
Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

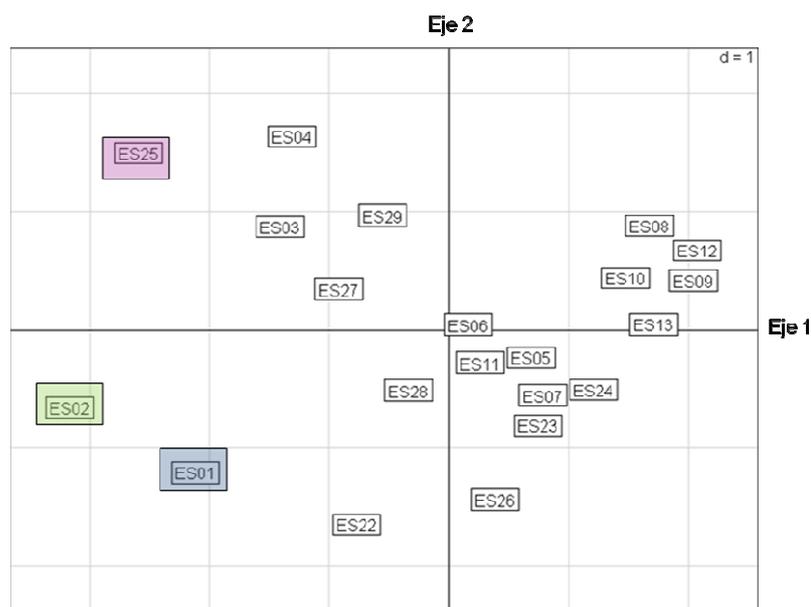
Elaboración: Geovanna Pila.

El cuadro contiene las variables de N° de bocatomas, y N° de bocatomas con concesión y sin concesión con respecto a las 21 ZARIS. Con estos datos se hizo un análisis de componentes principales y de ahí se obtuvo el círculo de correlación y el mapa factorial que se muestran en el Gráficos 2.17.

GRÁFICO 2.17

CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (a).





Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

El Gráfico indica que:

- Los parámetros más importantes para el primer eje factorial son Bocatomas Totales y Bocatomas Sin Concesión. Para el segundo eje es la variable Bocatomas Con Concesión (Grafico 2.17). El círculo de correlación muestra gráficamente que existe alta correlación entre las variables Bocatomas Totales y Bocatomas sin Concesión. El eje 2 opone Bocatomas sin Concesión a Bocatomas con Concesión.
- Las ZARIS ES02, ES25, ES01, ES12 y ES08 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno. Las ZARIS ES22, ES04, ES25, y ES26 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES02 a ES12, ES08 y ES26. El eje 2 opone ES02 y ES25. (Grafico 2.17)

En conclusión se tiene que: las ZARI ES02 y ES01 son las más representativa en relación a la variable Bocatomas con Concesión y las ZARIS ES08 y ES12 las menos representativas; la ZARI ES25 es la más representativa con respecto a la variable Bocatomas sin Concesión y las ZARIS ES24 y ES26 las menos representativas.

ANÁLISIS (b)

Este análisis tomo los datos del cuadro 2.9

CUADRO 2.9**CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (b)**

ZARI	B_Totales	B_(0 ≤ Q ≤ 9)	B_(10 ≤ Q ≤ 24)	B_(25 ≤ Q ≤ 39)	B_(40 ≤ Q ≤ 99)	B_(Q ≥ 100)
ES01	30	7	6	3	7	7
ES02	38	10	15	7	4	2
ES03	27	6	9	6	1	5
ES04	27	4	9	1	4	9
ES05	11	0	5	4	0	2
ES06	15	1	4	1	4	5
ES07	10	0	0	2	4	4
ES08	5	0	0	0	3	2
ES09	2	2	0	0	0	0
ES10	6	1	0	2	3	0
ES11	14	0	4	5	5	0
ES12	2	0	2	0	0	0
ES13	4	0	0	3	1	0
ES22	20	5	4	3	4	4
ES23	10	1	2	2	4	1
ES24	7	0	0	0	0	7
ES25	36	4	6	7	9	10
ES26	12	0	3	1	2	6
ES27	23	1	5	6	7	4
ES28	18	0	4	3	6	5
ES29	21	5	3	1	6	6

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

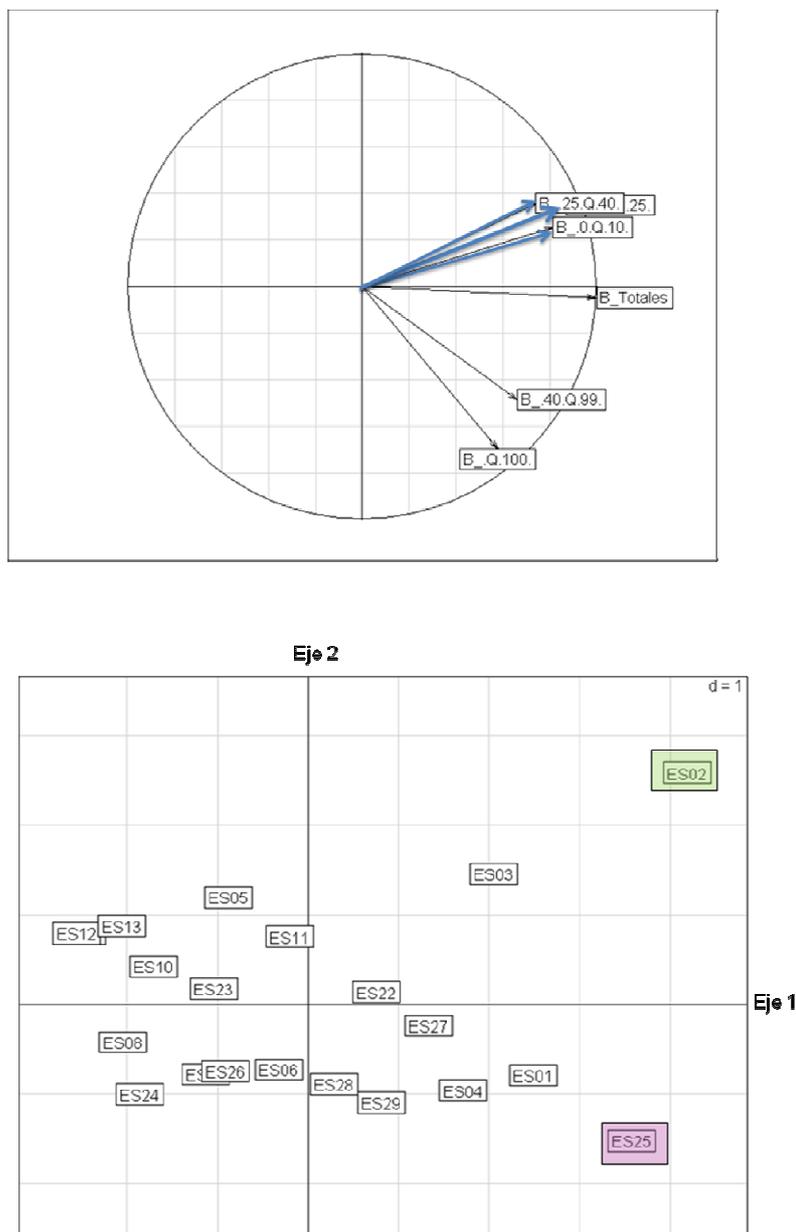
B: Número de Bocatomas

Las variables de bocatomas totales y bocatomas según la clase de caudal con respecto a los individuos (ZARIS) del cuadro, ayudaron a realizar un análisis de componentes principales para conocer la representatividad de las ZARIS con respecto a las variables.

El Gráfico 2.18 indica el círculo de correlaciones y el mapa factorial que se obtuvo del ACP.

GRÁFICO 2.18

CIRCULO DE CORRELACIÓN Y MAPA FACTORIAL – CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS (2).



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

Los Gráficos anteriores muestran que:

- Los parámetros más importantes para el primer eje factorial son B_Totales, B_0<Q≤10; B_10<Q≤25; B_25<Q≤40. Para el segundo eje, son

$B_{40} < Q \leq 99$ y $B_{100} \leq Q$ (Gráfico 2.18). El círculo de correlación muestra gráficamente que existe correlación en las variables $B_{0} < Q \leq 10$, $B_{10} < Q \leq 25$ y $B_{25} < Q \leq 40$. El eje 2 opone $B_{25} < Q \leq 40$ a $B_{100} \leq Q$.

- Las ZARIS ES02, ES25 y ES12 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno. Las ZARIS ES02 y ES25 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES02 a ES12. El eje 2 opone ES02 y ES25 a ES08. (Gráfico 2.18)

En conclusión : la ZARI ES02 es la más representativa en relación a las variables $B_{0} < Q \leq 10$, $B_{10} < Q \leq 25$ y $B_{25} < Q \leq 40$; la ZARI ES25 es la más representativa con respecto a las variables $B_{40} < Q \leq 99$ y $B_{100} \leq Q$.

Características de las Infraestructuras de Conducción.- para el análisis de estas características se tomo los variables de longitud de ramales, según el tipo de canal, usadas en el inventario de 1992. (Ver anexo N°1)

El cuadro 2.10 contiene las variables antes mencionadas con respecto a las ZARIS de la cuenca.

CUADRO 2.10

CARACTERÍSTICAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE CONDUCCIÓN

ZARI	L_Ramales	LR_Rustico 1	LR_Rustico 2	LR_Rustico 3
ES01	41.9	0.1	29.3	0
ES02	22.4	1.1	0	0
ES03	75.5	0	45.3	0
ES04	75.6	15.3	19.2	0
ES05	67.3	0	0.3	0
ES06	33.8	0	0	0
ES07	52.7	0	46.3	0
ES08	11.3	0	6.4	0
ES09	1.4	0	0	0

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 2.10
CONTINUACIÓN

ZARI	L_Ramales	LR_Rustico 1	LR_Rustico 2	LR_Rustico 3
ES10	1.7	0	0	0
ES11	22.7	0	8.3	0
ES12	1.3	0	0	0
ES13	1.8	0	0	0
ES22	68.1	0	21.4	0
ES23	19.1	0	3.5	0
ES24	60.3	0	57.8	0
ES25	183.1	0	111.8	0
ES26	84.2	0	38	0
ES27	26.5	0	12	0
ES28	76.4	0	43.3	0
ES29	94.9	74.6	0	0

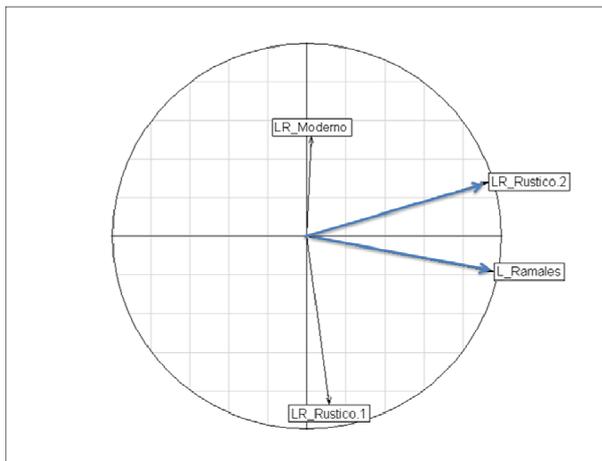
Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

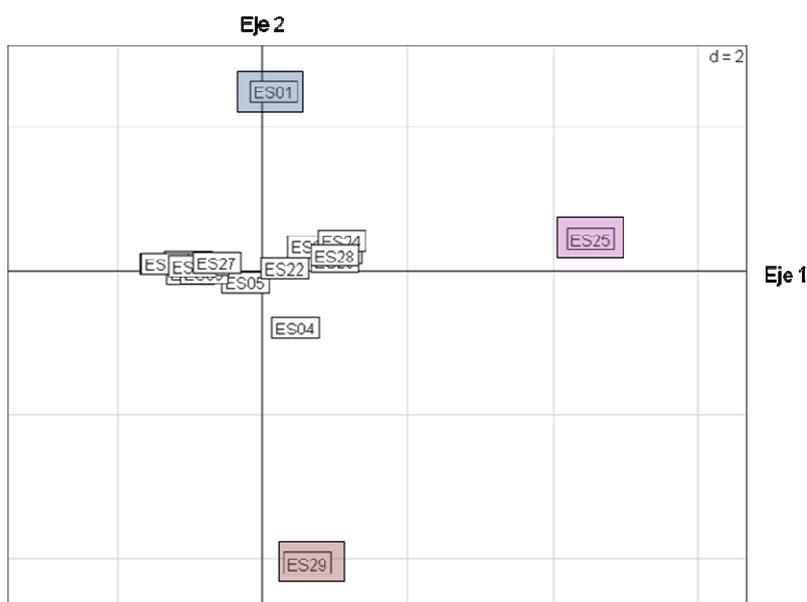
Elaboración: Geovanna Pila.

L: Longitud.

Utilizando los datos del cuadro se hizo un análisis de componentes principales y se obtuvo el Gráfico 2.19 indican el círculo de correlaciones y el mapa factorial.

GRÁFICO 2.19
CÍRCULO DE CORRELACIÓN – CARACTERÍSTICAS DE LA
INFRAESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN.





Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

Con este Gráficos se puede ver que:

- Los parámetros más importantes para el primer eje factorial son Longitud Total de ramales y Longitud de Ramales Rústico 2. Para el segundo eje son Longitud de Ramales Modernos y Longitud de Ramales Rústico 1 (Gráfico 2.19). El círculo de correlación muestra gráficamente que la más alta correlación existente es entre las variables Longitud Total de Ramales y Longitud de Ramales Rústico 2. El eje 2 opone Longitud de Ramales Modernos a Longitud de Ramales Rústico 1.
- La ZARI ES25 tiene una contribución absoluta fuerte al eje uno. Las ZARIS ES01, y ES29 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 2 opone ES25 y ES29. (Gráfico 2.19)

En conclusión : la ZARI ES01 es la más representativa en relación a la variable longitud de ramales modernos; la ZARI ES25 es la más representativa con respecto a la variable Longitud de Ramales Rústico 2; la ZARI ES29 es la más representativa con respecto a las variables Longitud de Ramales Rústico 1 y Longitud de Ramales Totales.

Además el plano factorial indica que la variable que predomina en la mayor parte de ZARIS de la cuenca en la Longitud de Ramales Rústico 2.

Utilización del Suelo.- este parámetro se analizó tomando únicamente las variables hectáreas de cada cultivo con respecto a las ZARIS de la cuenca.

El cuadro 2.11 muestra todos los cultivos que se tomo para el análisis con respecto a las ZARIS.

CUADRO 2.11

UTILIZACIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA

ZARI	S.Regada	PN	PP	PA	CE	FLORES	HO	MA	FR	FT	BO	OTROS
ES01	4583	2683	552	906	210	0	10	120	0	0	0	102
ES02	1980	930	356	469	211	0	0	15	0	0	0	0
ES03	3048	1649	454	884	38	0	0	12	12	0	0	0
ES04	2208	865	328	662	235	0	111	0	0	0	0	8
ES05	1030	276	82	338	232	0	0	60	0	0	0	42
ES06	1365	491	288	64	143	0	0	326	0	0	0	55
ES07	2544	875	160	0	131	0	30	469	115	410	0	355
ES08	963	520	0	125	0	0	80	177	0	62	0	0
ES09	128	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES10	455	227	0	3	0	0	135	0	0	90	0	0
ES11	525	242	30	0	0	0	134	54	0	30	8	28
ES12	35	21	3	0	4	0	0	7	0	0	0	0
ES13	185	16	0	74	0	0	0	11	0	21	0	64
ES22	1370	92	0	100	10	21	96	142	75	423	0	412
ES23	433	18	0	0	0	0	40	43	58	225	0	50
ES24	5861	834	517	2183	935	390	24	690	0	150	57	84
ES25	3925	938	482	1427	191	194	461	211	0	0	0	22
ES26	2230	505	336	497	351	0	221	90	0	0	0	230
ES27	4795	147	107	17	111	980	390	1063	551	1248	0	182
ES28	4270	63	219	262	134	1332	585	240	273	1051	0	111
ES29	3918	1762	80	75	25	0	122	845	202	632	0	174

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

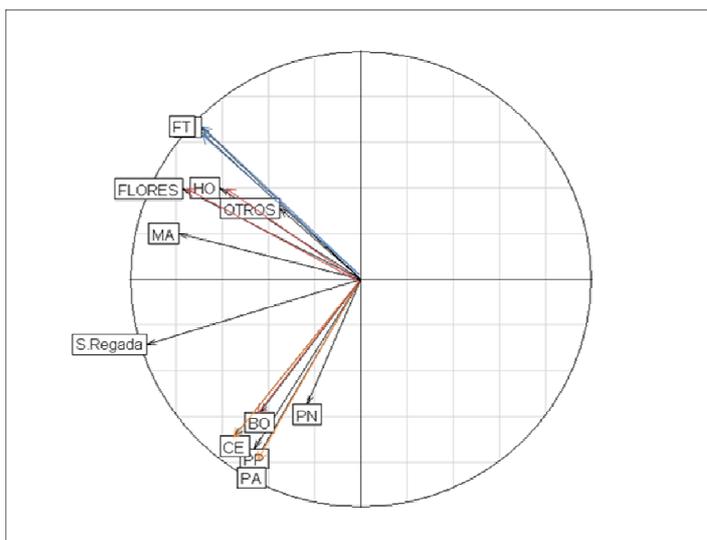
El cuadro indica la superficie existente en cada ZARI de los cultivos que mas predominan en la cuenca que son: Pasto Natural (PN); Papas (PP), Pasto Mejorado (PM); Cereales (CE); Flores; Hortalizas (HO); Maíz (MA); Frejol (FR); Frutales (FT); Bosques (BO) y Otros.

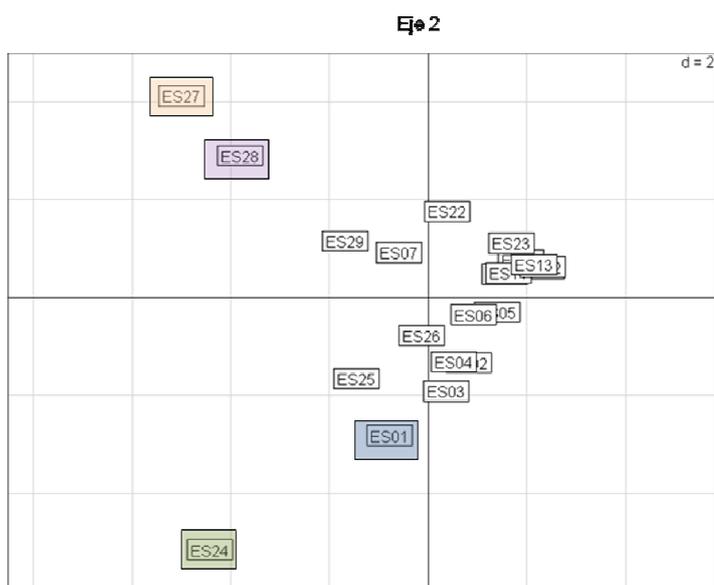
Dentro de otros se colocó a los cultivos menos predominan como: Caña de Azúcar (CA); Camote (CM); Quinoa (QU); Barbecho (BA); Habas (HA); Arveja (AV); Alfalfa (AL) y Sin cultivo (SC).

Con estos datos y el análisis de componentes principales se obtuvo el Gráfico 2.20 que son el círculo de correlaciones y el mapa factorial .

GRÁFICO 2.20

CIRCULO DE CORRELACIÓN - UTILIZACION DEL SUELO EN LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA





Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; R Development Core Team, 2010

El gráfico muestra que:

- Existe varios grupos de parámetros que se encuentran ligados: (a) FR y FT; (b) CE, PA y BO; (c) FLORES y HO (Gráfico 2.20)
- Los parámetros más importantes para el primer eje factorial son S. Regada, MA, FLORES, FT, y FR. Para el segundo eje son PA, PP, CE, FT y FR (Gráfico 2.20). El círculo de correlación muestra gráficamente la relación entre FLORES, MA, FR Y FT. El eje 2 opone FT y FR a PA, PP y CE.
- Las ZARIS ES24, ES27 y ES28 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje uno. Las ZARIS ES01, ES24, ES27, y ES28 tienen contribuciones absolutas fuertes al eje 2.
- El eje 1 opone ES27 y ES28 a ES13. El eje 2 opone ES27 y ES28 a ES01 y ES24 (Gráfico 2.20)

En conclusión: la ZARI ES01 es la más representativa en relación a las variables PN y PP y la ZARI13 la menos representativa; la ZARI ES24 es la más representativa con respecto a las variables PA, BO y CE y la ZARI ES13 la menos representativa; las ZARI ES27 es la más representativa con relación a las

variables MA, FT y FR; la ZARI28 es la más representativa con respecto a la variable HO y FLORES.

Finalmente todos los análisis de componentes principales realizados muestran que las ZARIS ES01, ES02, ES24, ES25, ES27, y ES29 tienen variables representativas que les hacen importantes dentro de la Cuenca como se observa en el Grafico 2.21 y en los cuadros 3.12, 3.13, 3.14, y 3.15 que muestran las ZARIS representativas y las características importantes.

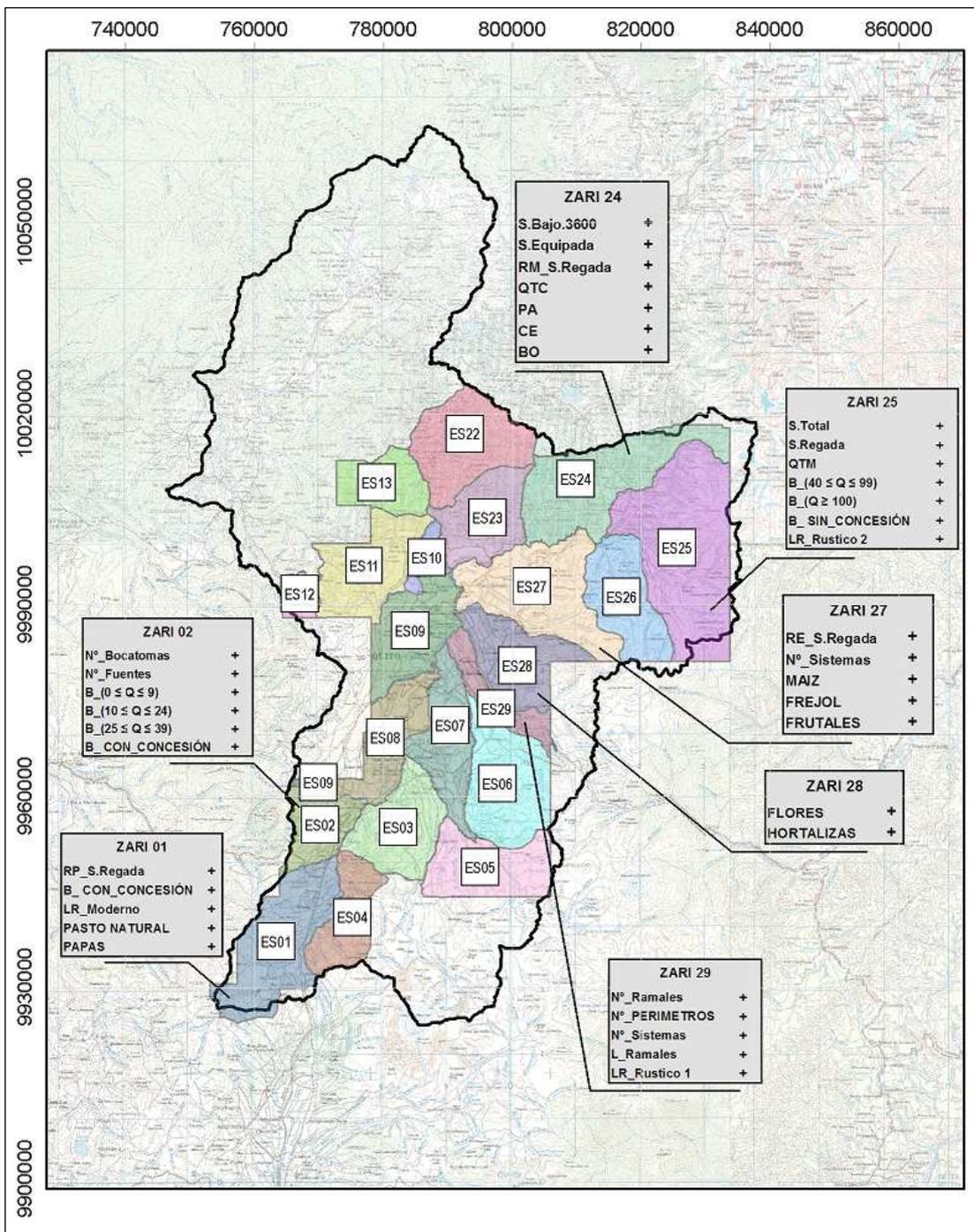
El cuadro 3.12 muestra cada uno de los parámetros de las características generales de las ZARIS de la cuenca del río Guayllabamba, y pintado muestra las ZARIS más representativa con respecto a cada parámetro.

El cuadro 3.13 presenta las características de descripción de los sistemas de cada una de las ZARIS y resalta las ZARIS más representativa con relación a cada parámetro.

El cuadro 3.14 y 3.15 contienen los indicadores de funcionamiento de la cuenca divididos en aspectos técnicos y utilización del suelo de cada ZARI respectivamente.

GRÁFICO 2.21

ZARIS REPRESENTATIVAS DE LA CUENCA DEL GUAYLLABAMBA.



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 2.12

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA

ZARI	1. CARACTERÍSTICAS GENERALES										
						RIEGO PARTICULAR		RIEGO MIXTO		RIEGO ESTATAL	
	Sup. Total (Ha)	Sup. Bajo 3600 (Ha)	Sup. Agrícola (Ha)	Sup. Equipada (Ha)	Sup. Regada (Ha)						
ES01	25878	17823	10250	8283	4583	8283	4583	0	0	0	0
ES02	10953	9769	7560	4015	1980	4015	1980	0	0	0	0
ES03	17880	16617	7580	5314	3048	5314	3048	0	0	0	0
ES04	12536	9538	11114	2974	2208	2974	2208	0	0	0	0
ES05	17726	8069	17614	1985	1030	1985	1030	0	0	0	0
ES06	21965	12012	14266	2685	1365	2685	1365	0	0	0	0
ES07	16210	16210	21875	5865	2544	2385	1345	0	0	3480	1199
ES08	14624	14624	1345	1652	963	1652	963	0	0	0	0
ES09	17667	17417	20	138	128	138	128	0	0	0	0
ES10	3992	3992	471	470	455	470	455	0	0	0	0
ES11	19088	19087	12999	740	525	740	525	0	0	0	0
ES12	3660	3659	471	50	35	50	35	0	0	0	0
ES13	11487	11487	7	250	185	250	185	0	0	0	0
ES22	21996	20228	3482	2180	1370	2180	1370	0	0	0	0
ES23	16166	15558	363	684	433	684	433	0	0	0	0
ES24	28703	25457	5528	9449	5861	3897	2421	5552	3440	0	0
ES25	43014	18314	52341	7045	3925	7045	3925	0	0	0	0
ES26	17332	10553	79468	5450	2230	5450	2230	0	0	0	0
ES27	27610	22200	38488	6255	4795	1080	440	2935	2680	2240	1675
ES28	17057	15517	9779	6469	4270	2432	1238	2446	1932	1591	1100
ES29	8523	7832	5969	4354	3918	2488	2122	1050	1018	816	778

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 2.13

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE LAS ZARIS DE LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS											
ZARI	CAPTACIÓN Y TRANSPORTE							REPARTICIÓN DEL AGUA			
	BOCATOMAS Nº	QTC l/s	QRC l/s	QTM l/s	Ramales Nº	Longitud de canales Km	PERIMETROS Nº	FUENTES Nº	SISTEMAS Nº	DOTACIÓN PREVISTA l/s/ha	DOTACIÓN REAL l/s/ha
ES01	30	1085	1085	2817	50	41.9	13	39	27	0.13	0.61
ES02	38	430	430	1202	39	22.4	8	36	37	0.11	0.55
ES03	27	346	346	1845	42	75.5	19	37	25	0.05	0.68
ES04	27	74	74	2704	40	75.6	13	28	23	0.02	1.12
ES05	11	442	442	452	12	67.3	6	10	10	0.22	0.44
ES06	15	232	232	1253	15	33.8	12	15	15	0.09	0.92
ES07	10	966	961	1621	18	52.7	12	18	10	0.37	1.11
ES08	5	63	63	1638	9	11.3	7	10	4	0.04	1.80
ES09	2	63	61	0	2	1.4	2	2	2	0.44	0.16
ES10	6	88	88	285	6	1.7	2	6	6	0.19	0.63
ES11	14	296	285	513	16	22.7	12	15	14	0.39	0.98
ES12	2	20	20	34	2	1.3	2	2	2	0.40	0.97
ES13	4	184	184	180	4	1.8	2	4	4	0.74	0.97
ES22	20	1042	906	1075	22	68.1	19	20	19	0.42	0.78
ES23	10	318	318	442	12	19.1	8	11	10	0.46	1.02
ES24	7	1561	1546	1749	17	60.3	21	35	7	0.28	0.45
ES25	36	1159	959	3431	56	183.1	23	39	34	0.13	0.80
ES26	12	1337	1332	1628	19	84.2	8	14	11	0.28	0.72
ES27	23	726	706	1444	31	26.5	22	44	22	0.64	0.86
ES28	18	650	650	1369	26	76.4	20	31	16	0.39	0.74
ES29	21	1163	1163	1797	68	94.9	32	44	12	0.40	0.65

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 2.14

INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA

3.- INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO										
ASPECTOS TÉCNICOS										
ZARI	INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE									
	Longitud Ramales Km	Longitud Ramales por tipo de cauce				Q. Transportado l/s	Q. Transportado por tipo de cauce			
		Moderno	Rustico 1	Rustico 2	Rustico 3		Moderno	Rustico 1	Rustico 2	Rustico 3
ES01	41.9	2.6	0.1	29.3	0	171	860	29	127	0
ES02	22.4	0	1.1	0	0	47	0	37	51	0
ES03	75.5	0	0	45.3	0	111	0	14	119	0
ES04	75.6	0	15.3	19.2	0	233	0	114	338	0
ES05	67.3	0	0	0.3	0	49	0	0	49	0
ES06	33.8	0	0	0	0	92	0	0	92	0
ES07	52.7	0	0	46.3	0	159	0	0	159	0
ES08	11.3	0	0	6.4	0	437	0	0	437	0
ES09	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES10	1.7	0	0	0	0	43	38	0	43	0
ES11	22.7	0	0	8.3	0	40	0	0	40	0
ES12	1.3	0	0	0	0	19	0	0	19	0
ES13	1.8	0	0	0	0	97	0	0	97	0
ES22	68.1	0	0	21.4	0	81	0	171	55	0
ES23	19.1	0	0	3.5	0	58	0	10	64	0
ES24	60.3	0	0	57.8	0	167	0	0	167	0
ES25	183.1	0	0	111.8	0	110	24	0	110	0
ES26	84.2	0	0	38	0	118	0	0	118	0
ES27	26.5	0	0	12	0	87	39	0	87	0
ES28	76.4	0	0	43.3	0	67	0	18	76	0
ES29	94.9	0	74.6	0	0	89	0	91	80	0

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 2.15
UTILIZACIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RIO GUAYLLABAMBA

3.- INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO																
UTILIZACIÓN DEL SUELO POR TIPO DE CULTIVO (Ha)																
ZARI	P. NATURAL PN Ha	PAPAS PP Ha	P. MEJORADO PA Ha	CEREALES CE Ha	FLORES Ha	HORTALIZAS HO, HT Ha	MAIZ MA Ha	FREJOL FR Ha	FRUTALES FT Ha	BOSQUE BO Ha	CAÑA DE AZÚCAR CA Ha	CAMOTE CM Ha	SIN CULTIVO SC Ha	QUINOA QU Ha	BARBECHO BA Ha	HABAS HA Ha
ES01	2683	552	906	210	0	10	120	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ES02	930	356	469	211	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES03	1649	454	884	38	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0
ES04	865	328	662	235	0	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
ES05	276	82	338	232	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES06	491	288	64	143	0	0	326	0	0	0	0	0	0	0	0	10
ES07	875	160	0	131	0	30	469	115	410	0	0	0	0	0	0	0
ES08	520	0	125	0	0	80	177	0	62	0	0	0	0	0	0	0
ES09	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES10	227	0	3	0	0	135	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0
ES11	242	30	0	0	0	134	54	0	30	8	0	0	0	0	0	12
ES12	21	3	0	4	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES13	16	0	74	0	0	0	11	0	21	0	64	0	0	0	0	0
ES22	92	0	100	10	21	96	142	75	423	0	250	12	0	0	0	20
ES23	18	0	0	0	0	40	43	58	225	0	0	0	2	0	0	0
ES24	834	517	2183	935	390	24	690	0	150	57	0	0	0	0	0	66
ES25	938	482	1427	191	194	461	211	0	0	0	0	0	0	0	0	22
ES26	505	336	497	351	0	221	90	0	0	0	0	0	0	0	0	34
ES27	147	107	17	111	980	390	1063	551	1248	0	0	0	0	0	0	0
ES28	63	219	262	134	1332	585	240	273	1051	0	0	0	0	0	0	22
ES29	1762	80	75	25	0	122	845	202	632	0	0	0	0	5	160	0

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

De las 21 ZARIS analizadas y con referencia a los cuadros y gráfico anterior se concluye que:

ZARI ES01 (MACHACHI).- Esta ZARI es representativa dentro de la cuenca ya que presenta:

- La mayor cantidad de hectáreas regadas por Riego Particular, esto debido a que en la zona las personas que tienen acceso al agua de riego son grandes hacendados los mismos que por la necesidad de mejorar los cultivos han construido sus propios sistemas de riego.
- La mayor cantidad de bocatomas con concesión, ya que los usuarios de la zona, son personas que tienen alto conocimiento del funcionamiento de la Ley de aguas.
- La mayor cantidad de cultivo de Pasto y de Papas ya que la economía del cantón Mejía se basa en la agricultura y la ganadería.

ZARI ES02 (UYUMBICHO).- Dentro de toda la cuenca las características que le hacen importante a esta ZARI son:

- El mayor numero de bocatomas y de fuentes que la conforman, esto debido a que la ZARI se encuentra en el cantón Mejía que es una zona preferentemente agrícola y ganadera al igual que la ZARI 01
- El mayor numero de bocatomas dentro de las siguientes clases de caudales en l/s: (1) $0 \leq Q \leq 9$; (2) $10 \leq Q \leq 24$; (3) $25 \leq Q \leq 40$. Esto indica que existe un gran número de bocatomas ya que estas derivan caudales pequeños.
- La mayor cantidad de bocatomas con concesión, es decir que dentro de la cuenca del Guayllabamba las bocatomas que derivan caudales pequeños son las que más se preocupan por legalizar el uso del agua.

ZARI ES24 (TABACUNDO).- Dentro de esta ZARI se encontró las siguientes características que le hacen importante.

- Es la ZARI con mayor superficie bajo los 3600 msnm y mayor superficie equipada. Se explica la existencia de mayor superficie equipada ya que en

esta ZARI existe riego mixto lo que significa que tanto el sector privado como el sector público dotan de agua para riego a la zona.

- En la ZARI existe la mayor cantidad de caudal concedido.
- Es una zona donde existe la mayor superficie de cultivos de pasto mejorado (PA), bosque (BO) y cereales (CE). El PA debido a que parte de esta ZARI se ubicada en el cantón Cayambe en el cual la ganadería ha adquirido relevancia en los últimos años y para este tipo de producción se necesita la mejora de pasturas que alimentarán el ganado lechero.

ZARI ES25 (CAYAMBE).- Es la ZARI con mayor superficie total dentro de la cuenca del Guayllabamba y además presenta las siguientes características:

- Cuenta con mayor cantidad de hectáreas bajo riego, debido a que dentro de su extensión se encuentra el mayor numero de bocatomas que derivan caudales (l/s) de clase (1) $25 \leq Q \leq 40$; (2) $100 \leq Q$.
- Tiene la mayor cantidad de caudal medido y por ende mayor cantidad de bocatomas sin concesión ya que al existir bocatomas con un alto caudal derivado la probabilidad de que existan captaciones ilegales es grande.
- Es la ZARI que tiene la mayor longitud de canales de tipo Rústico 2 (Gráfico 2.28) es decir que la mayor parte del caudal medido es llevado desde la toma hasta los perímetros de riego por canales no revestidos.

ZARI ES27 (EL QUINCHE).- el análisis realizado mostró que la ZARI es importante en la cuenca por las siguientes características.

- Tiene el mayor número de sistemas de riego por tener sistemas de riego particular y sistemas de riego estatal importantes como: Guanguilqui, Pisque y Tabacundo.
- Dentro de esta ZARI está la mayor superficie regada por riego estatal ya que los perímetros de riego de esta zona reciben agua de los sistemas antes mencionados.
- Existe también mayor cantidad de hectáreas de cultivos de Maíz (MA), Frejol (FR) y Frutales (FT). La existencia de frutales se explica ya que esta

ZARI cubre parte de la parroquia de Guayllabamba en donde un de las actividades económicas importantes es la producción de chirimoya, pepino, granadilla, limón, aguacate, tomate riñón, sandía, y mora.

ZARI ES28 (YARUQUI).- esta ZARI es la que mayor superficie en cuanto al cultivo de FLORES presenta, por encontrarse ubicada en el cantón Quito que es uno de los cantones de mayor producción florícola en el Ecuador.

ZARI ES29 (PUEMBO-PIFO).- esta ZARI es importante dentro de la cuenca por las siguientes características:

- Tiene el mayor número de Sistemas de Riego y de Perímetros de riego por ende también tiene el mayor número de ramales.
- Tiene la mayor cantidad de canales de tipo Rustico 1.

Finalmente el cuadro 2.12 que muestra al final del capítulo muestra un resumen de los parámetros manejados en el análisis del inventario de 1990 con respecto a las 21 ZARIS

2.3 SELECCIÓN DE ZONAS DE ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO.

Para el análisis de los parámetros de la demanda el proyecto AGUANDES tomó como casos de estudio las partes altas de las cuencas del Pita y del San Pedro, principalmente las ZARIS ES01, ES04 y ES05.

2.3.1 CUENCA DEL SAN PEDRO

La selección de la cuenca del río San Pedro para la actualización del inventario se dio por las siguientes características:

- La cuenca tiene en toda su extensión un fuerte crecimiento poblacional que va ligado a un incremento de la demanda hídrica en sus diferentes usos.

- La cuenca nace en los deshielos de los llinizas. De acuerdo a INAMHI *et. al* (2006) los llinizas actualmente carecen de glaciación y por lo tanto no aportan de manera permanente caudal alguno al sistema San Pedro.
- La cuenca está ubicada dentro del Cantón Mejía, un cantón 80% agrícola y ganadero por lo que el uso riego es trascendental para el desarrollo productivo.
- La cuenca está compuesta por las ZARIS ES01 y ES04 las cuales tienen el 9% y 7% del total de los sistemas de riego de la cuenca del Guayllabamba. (INERHI-ORSTOM, 1992)
- Las ZARIS ES01 y ES04 están regadas por un caudal medido del 10% del total de la cuenca del Guayllabamba cada una, es decir que la cuenca del San Pedro esta regada con un caudal equivalente al 20% del total. (INERHI-ORSTOM, 1992)
- La ZARI 01 como se explico anteriormente es importante en toda la cuenca del Guayllabamba por tener la mayor cantidad de hectáreas regadas por riego particular, el mayor número de concesiones, y sus cultivos predominantes son pasto y papas. (Gráfico 2.29)
- Dentro de la cuenca existen fuentes hídricas que abastecen de agua a la ciudad de Quito.
- La cuenca del San Pedro ha recibido apoyo de varia ONG`S, entre ellas, el Consorcio para el Desarrollo Sostenible del Cantón Mejía (CODECAME).

2.3.2 CUENCA DEL PITA

Esta cuenca también seleccionada para el estudio de la demanda tiene las siguientes características:

- Está ubicada en el cantón Mejía y cantón Quito en el sector de la parroquia Pintag, al igual que la cuenca del San Pedro es 80% agrícola y ganadera.

- La cuenca nace en los deshielos del volcán Cotopaxi. De acuerdo a INAMHI *et al* (2006), el río Pita recibe un aporte glaciar del volcán que en términos medios multianuales alcanza a los 49 l/s
- Esta cuenca está compuesta por la ZARI ES05 que tiene únicamente el 3% de los sistemas de riego de toda la cuenca y esta regada con un caudal de aproximadamente 4% del caudal total.
- La ZARI ES05 es una zona que se encuentra bastante aislada y no ha evolucionado mucho.

Debido a todas las características mencionadas se puede anotar que las ZARIS ES01 y ES04 son diferentes y por lo tanto es importante examinar su evolución.

CAPÍTULO 3

LOCALIZACIÓN, ORGANIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RIEGO EN LAS ZONAS PILOTO DEL PITA Y SAN PEDRO

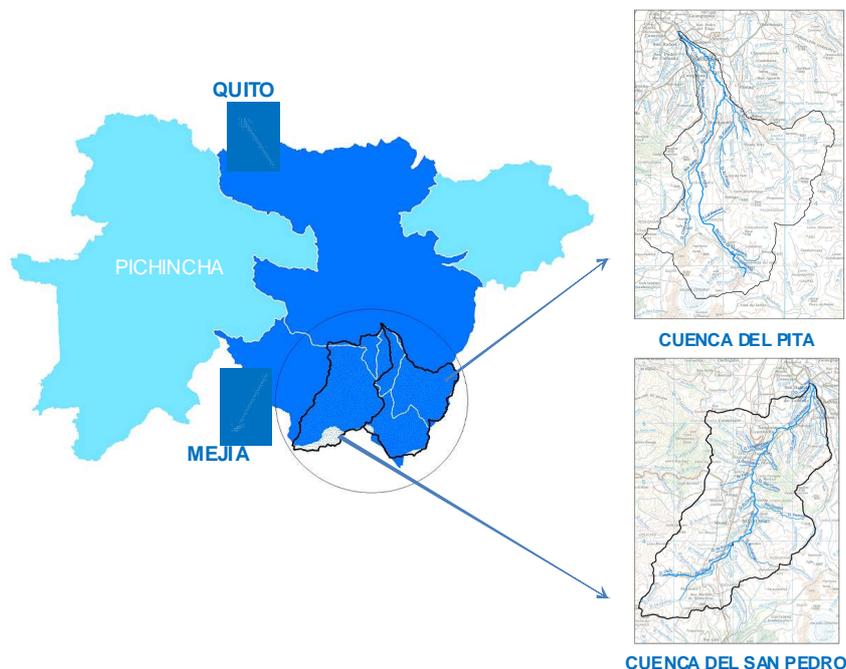
3.1 PRESENTACIÓN DE LA ZONA

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Las cuencas de los ríos San Pedro y Pita se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha, en los cantones Quito, Mejía y Rumiñahui, delimitada al norte por la latitud $-0^{\circ} 12'$, al sur $-0^{\circ} 40' 48''$, al este por la longitud $-78^{\circ} 43' 12''$ y al oeste $-78^{\circ} 13' 48''$ y entre las cotas 2360 a 5880 m.s.n.m. (Grafico 3.1).

GRÁFICO 3.1

UBICACIÓN DE LAS CUENCAS



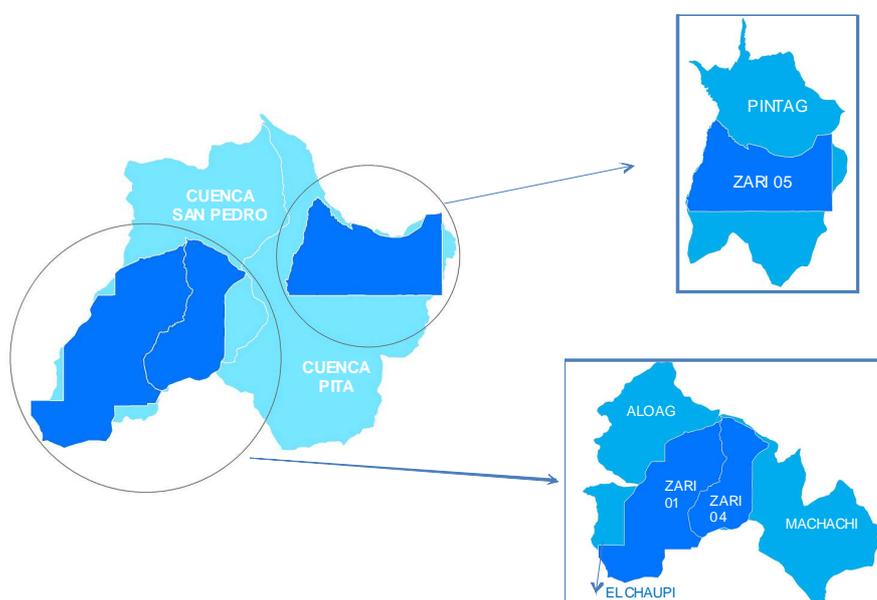
Fuente: IRD, 2010
Elaboración: Geovanna Pila.

Para el proyecto de titulación se tomó como área de estudio las zonas piloto de las cuencas San Pedro y Pita (ZARIS ES01,ES04, ES05 definidas por el proyecto INERHI – ORSTOM en 1992).

Las ZARIS ES04, ES05, con las que se trabajó en este proyecto excluyen de su superficie el área protegida del Parque Nacional Cotopaxi (Gráfico 2.10) y la ZARI 01 mantiene la superficie del inventario de 1992.

La superficie total de la zona seleccionada es 56140 ha. , la ZARI (ES01) 17726.19611, la ZARI (04) 12535.797 y la ZARI (05) 25878.011. Las parroquias ubicadas dentro del área en la ZARI 01, y 04 son El Chaupi, Alog , Aloasi y Machachi y dentro de la ZARI 05 únicamente la parroquia Pintag (Gráfico 3.2).

GRÁFICO 3.2 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

3.1.2 HIDROGRAFIA.

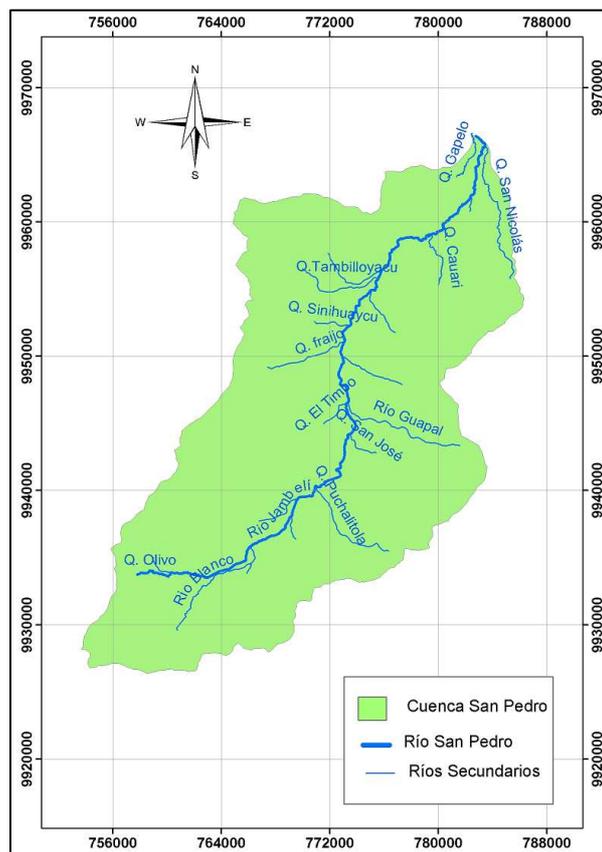
Cuenca del Río San Pedro

El drenaje de la cuenca corre en dirección sur – norte, está delimitada al sur por la cuenca del río Pastaza, al norte las microcuencas de los ríos Machángara y Chiche, al este por la microcuenca del río Pita, y al oeste por el sistema hidrográfico del río Napo.

El Gráfico 3.3 contiene la Hidrografía de la cuenca.

GRÁFICO 3.3

HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO SAN PEDRO



Fuente: IRD, 2010

Elaboración: Geovanna Pila.

Los principales drenajes que forman parte de la cuenca del río San Pedro son, el río Blanco que luego recibe el nombre de Jambelí, y el río Pedregal. Además la

red hidrográfica está compuesta por varias quebradas que nacen de los deshielos y vertientes de los volcanes Illinizas, Rumiñahui, Corazón, Atacazo, y Pasochoa. La longitud del cauce principal es aproximadamente de 53 kilómetros, desde las quebradas que originan su nacimiento en el Illiniza Sur, hasta la unión con el río Pita.

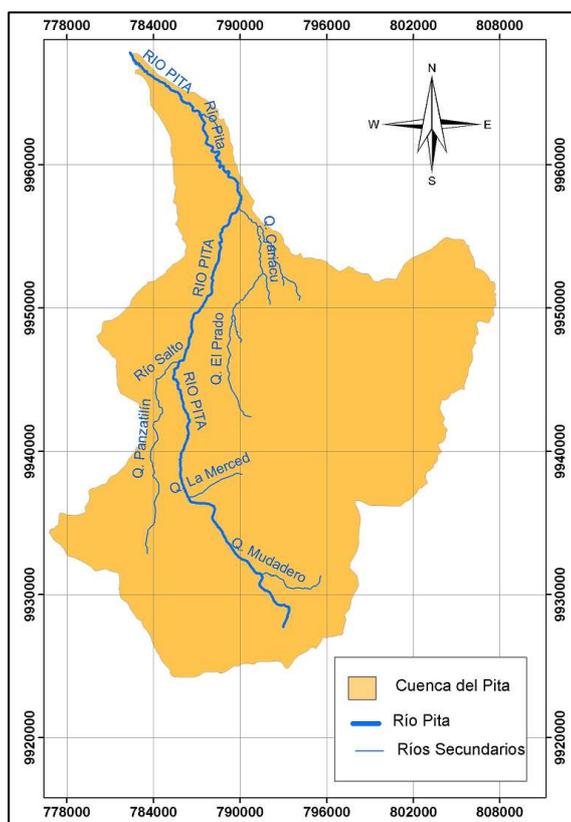
Cuenca del Rio Pita.

La cuenca tiene el drenaje en dirección sur, norte, está delimitada al sur por la cuenca del río Pastaza, al norte la microcuenca del río Chiche, al este por la microcuenca del río Tamboyacu, y al oeste por la cuenca del río San Pedro.

El Gráfico 3.4 contiene la Hidrografía de la cuenca.

GRÁFICO 3.4

HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO PITA



Fuente: IRD, 2010

Elaboración: Geovanna Pila

Los principales afluentes que forman la cuenca del río Pita en el margen izquierdo es el Río el Salto. Al margen derecho se destacan las quebradas, La Merced, Mudadero, y Cariacu. La longitud del cauce principal es de 50 kilómetros desde su nacimiento en el volcán Cotopaxi hasta su desembocadura en el río San Pedro.

3.2 JUSTIFICACIÓN

El proyecto de titulación ha sido planteado tomando en cuenta que las cuencas de los Ríos San Pedro y Pita se caracterizan por:

- Ser zonas 80% agrícola y ganadera, lo que implica que la demanda hídrica en el uso riego sea la de mayor trascendencia.

Siendo así es de suma importancia realizar la actualización del inventario de riego del área seleccionada con el fin de poder conocer: el número de bocatomas legales o ilegales con su respectivo caudal realmente derivado; el funcionamiento de las infraestructuras de transporte y distribución; y el uso actual del suelo en cada uno de los perímetros de riego.

- Las dos cuencas presentan una gran diferencia en cuanto a su evolución y apoyo de instituciones, ya que la cuenca del San Pedro se encuentra en plena evolución y tiene el apoyo de varias ONG`S e instituciones que se han encargo de realizar trabajos sobre ella como por ejemplo la actualización del catastro de la zona, por el contrario la cuenca del Pita es una zona aislada en la cual desde 1992 hasta la actualidad sus características no han variado y al mismo tiempo no existe instituciones que trabajen sobre ella.

Además se ha considerado relevante contar con información actual y confiable de los parámetros de la demanda riego, como una línea base para la ejecución de futuros proyectos que optimicen la gestión integrada de los recursos hídricos.

3.3 METODOLOGÍA.

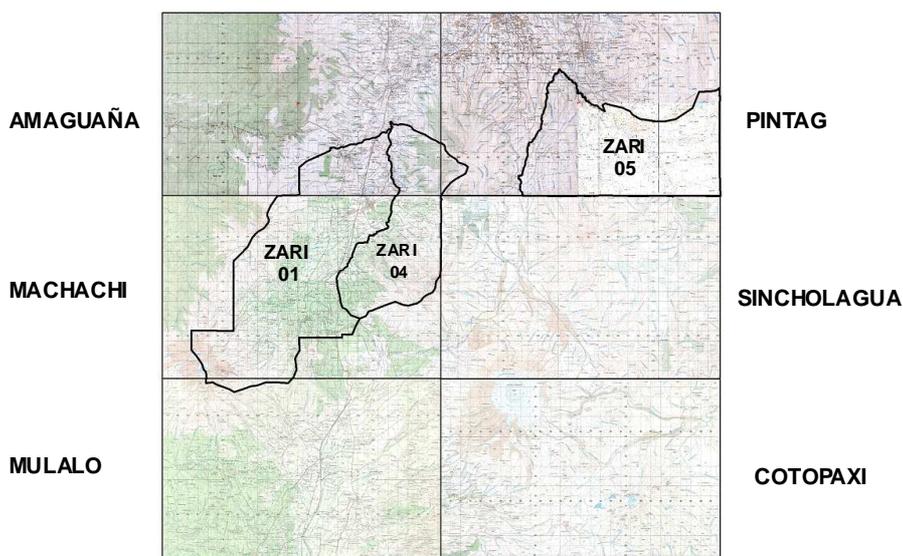
Para la localización, organización y caracterización del riego en las zonas piloto de las cuencas del Pita y San Pedro (ZARIS ES01,ES04,ES05) se desarrollo la siguiente metodología.

3.3.1 RECOPIACION DE DATOS EXISTENTES.

Cartografía.

Para el estudio se tomo como base la cartografía de la zona a escala 1:25000 en formato *.shp (Grafico 3.5), proporcionada por el IRD. Esta información fue utilizada para poder ubicar exactamente la zona piloto de estudio con todos sus componentes.

GRÁFICO 3.5
BASE CARTOGRÁFICA



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila

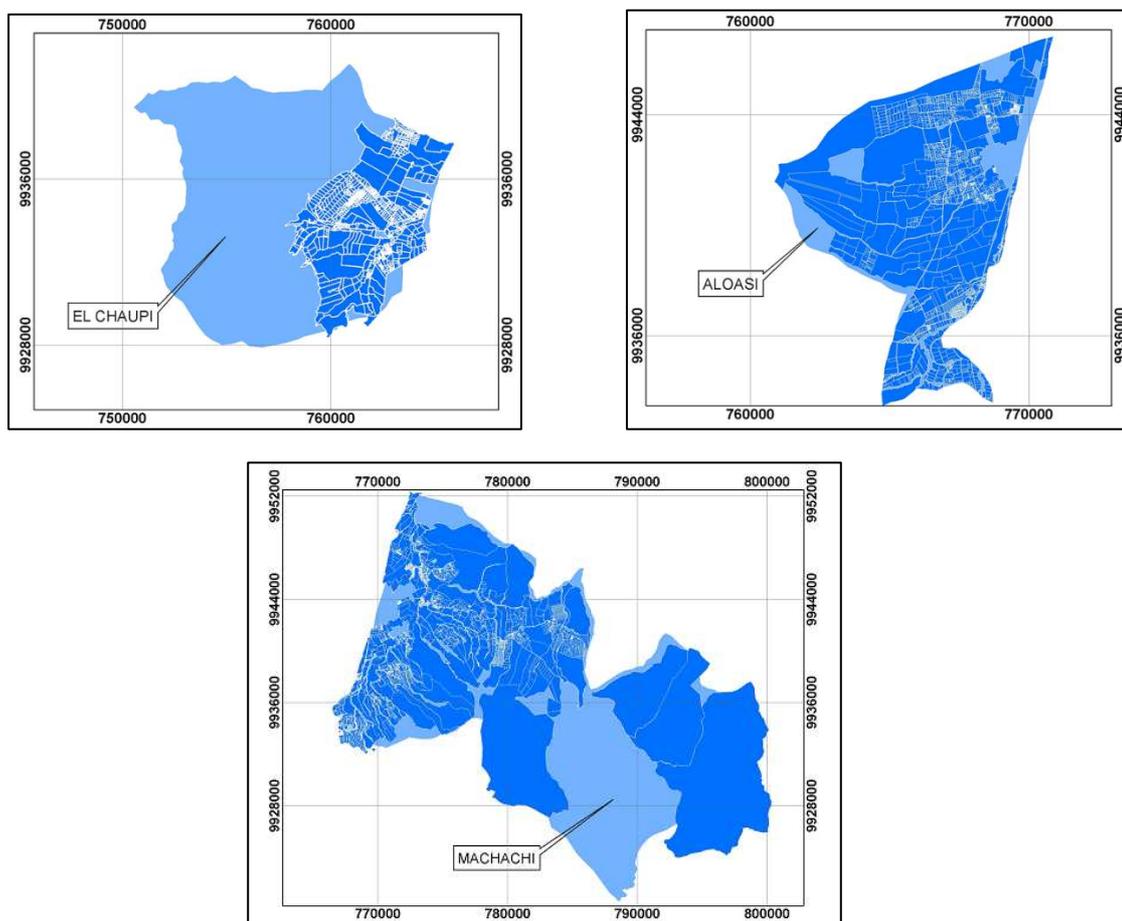
Catastros

En el estudio se usó el catastro actualizado en formato *.shp del sector rural de las parroquias que se encuentran dentro de la zona de análisis ver (Gráfico 3.6). Estos archivos fueron proporcionados por el municipio del Cantón Mejía (oficina de avalúos y catastros), y se utilizó para poder delimitar los perímetros de riego de cada uno de los sistemas de riego.

Es importante anotar que solo se obtuvo esta información para la ZARI 1 y 4 que están dentro del Cantón Mejía, ya que para la ZARI 5 esta información no existe.

GRÁFICO 3.6

MAPAS DE CATASTROS



Fuente: Municipio del Cantón Mejía, 2009

Elaboración: Geovanna Pila

Fotos Aéreas.

Se tomo como referencia todas las fotos aéreas a escala 1:5000 en formato *.tif que cubren gran parte del área de estudio. El archivo fue otorgado por el Municipio del Cantón Mejía (oficina de avalúos y catastros) y se usó para poder dibujar el recorrido de las infraestructuras de transporte de cada uno de los sistemas de riego existentes dentro de cada ZARI.

Esta información al igual que los catastros cubre únicamente la ZARI ES01 y ES04, ya que en la ZARI 5 no existe esta información.

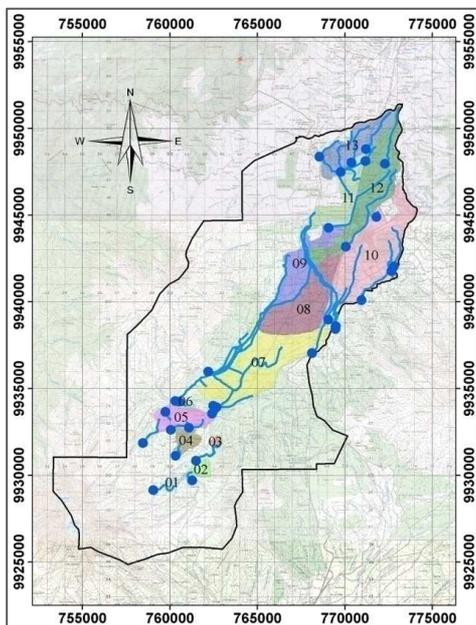
Inventario de riego de 1992

En el estudio se utilizo el inventario de riego de 1992 de las ZARI ES01,ES04, ES05, proporcionado por el IRD, en los siguientes formatos.

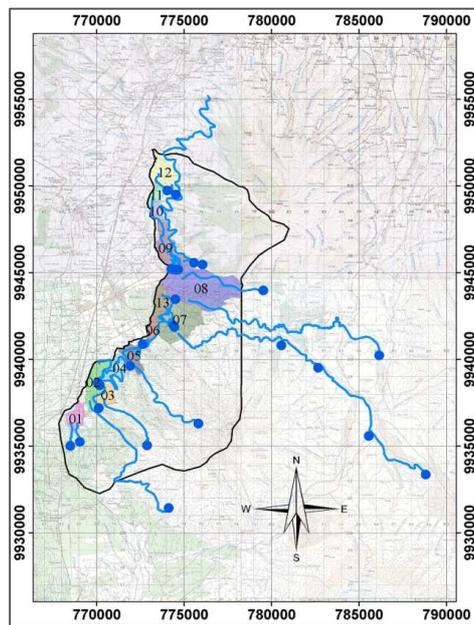
- Como base de datos LOCIE tanto en papel como en formato *.pdf, este archivo fue utilizado para realizar el análisis de todas las infraestructuras y perímetros de riego existentes en cada una de las ZARIS en el año de 1992.
- Como formato *.shp que se utilizó para ubicar con exactitud las infraestructuras y perímetros de riego sobre la cartografía base.

El Gráfico 3.7 muestra cada una de las ZARIS con sus bocatomas canales y perímetros de riego.

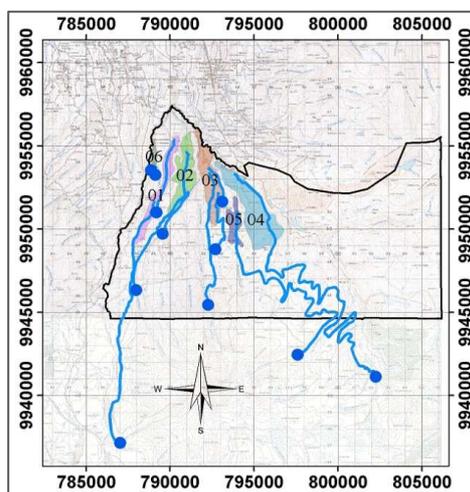
GRÁFICO 3.7
INVENTARIO DE RIEGO 1992



ZARI 01



ZARI 04



ZARI 05

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

Concesiones de Agua.

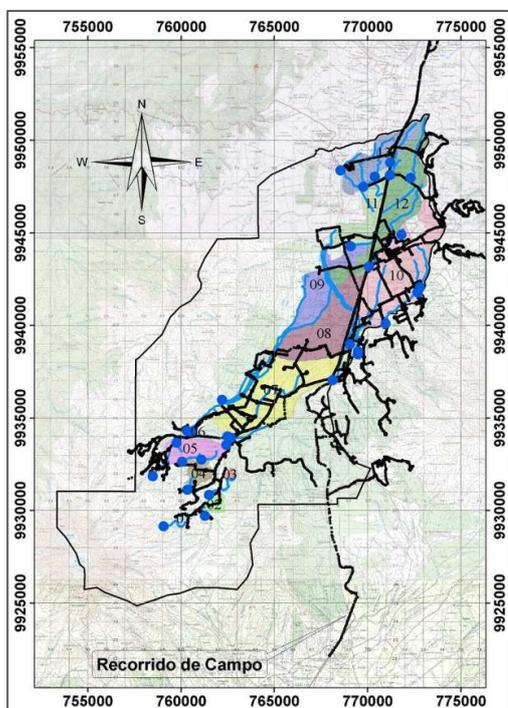
Las concesiones fueron utilizadas para verificar si la toma es legal y cuanto es su caudal actual concedido. Este material fue otorgado por los usuarios de los diferentes sistemas de riego ya que en la SENAGUA no se encontró una base de datos actualizada.

3.3.2 RECORRIDO DE CAMPO.

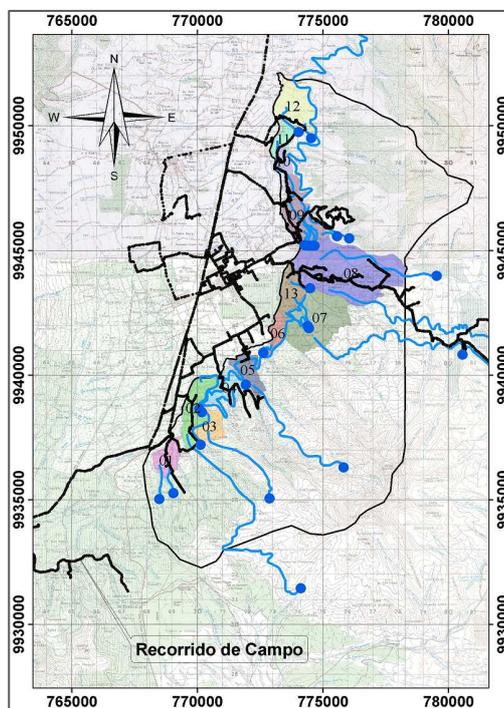
Cuando se obtuvo toda la información relacionada con el proyecto se analizó la calidad y validez de la misma y se procedió a realizar los mapas base (Ver Anexo N° 2) para poder proceder al trabajo de campo de la siguiente manera:

1. En gabinete se hizo un análisis exhaustivo del inventario de riego de 1992 y un reconocimiento de todos los datos que contenía el mapa base para el campo.
2. Se hizo un recorrido de campo cubriendo el área de estudio para realizar el reconocimiento de la zona de actualización del inventario.
3. Se procedió a recorrer cada una de las ZARIS, tratando de cubrir gran parte del área (Gráfico 3.8), con el fin de verificar las características físicas sobre el riego (límites de perímetros, canales, bocatomas, obras específicas, caudales derivado.), e inventariar los nuevos sistemas de riego existentes.

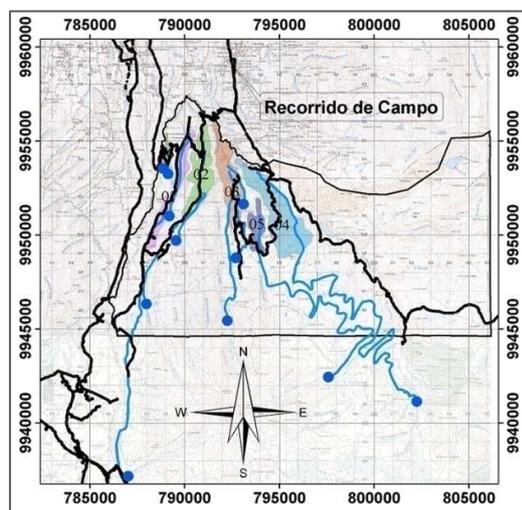
GRÁFICO 3.8 RECORRIDOS DE CAMPO



ZARI 01



ZARI 04



ZARI 05

Fuente: Geovanna Pila

Elaboración: Geovanna Pila.

4. Se realizó durante el recorrido encuestas sobre las características físicas, tanto a personas de la zona como a los miembros de las juntas de regantes.

3.3.3 ESTRUCTURACIÓN DEL INVENTARIO ACTUAL

Se presenta la actualización del inventario por: Cuenca hidrográfica, Zona de Análisis y Recomendación para la Irrigación (ZARI) y sistemas, usando la misma estructura del inventario de 1992. (Ver Anexo N° 1)

La estructura del inventario está dividida en tres partes: Infraestructura de Riego (*Descripción de un sistema de riego y de su infraestructura hidráulica*), Perímetros de Riego (*Descripción detallada de un perímetro de riego*) y Resumen por ZARI (*Características generales, Descripción de los sistemas, Indicadores de funcionamiento*). Esta estructura se presenta sobre un mapa, un esquema hidráulico y fichas descriptivas.

Infraestructura de Riego.

Mapas de infraestructura.- cuando se terminó el trabajo de campo se realizó el trabajo de oficina para poder procesar la información obtenida y obtener el mapa de infraestructura, bajo el siguiente proceso.

- Primero se colocó sobre el mapa base la nueva información, sobre infraestructura de captación (bocatomas), obtenida para poder identificar si estas existen desde 1992 o son actuales
- Cuando se identificó todas las bocatomas que serán parte del inventario actual, se procedió a colocar esta información sobre las fotos aéreas del área de estudio para poder dibujar el curso de la infraestructura de transporte desde la bocatoma hasta el perímetro de riego.

En el caso de la zona que no se obtuvo las fotos aéreas (ZARI 05) se colocó las bocatomas sobre las cartas topográficas conjuntamente con los recorridos de campo, que se hizo siguiendo gran parte del curso de los

canales y se procedió a dibujar los canales desde la toma hasta el perímetro de riego en base a estos datos y las curvas de nivel.

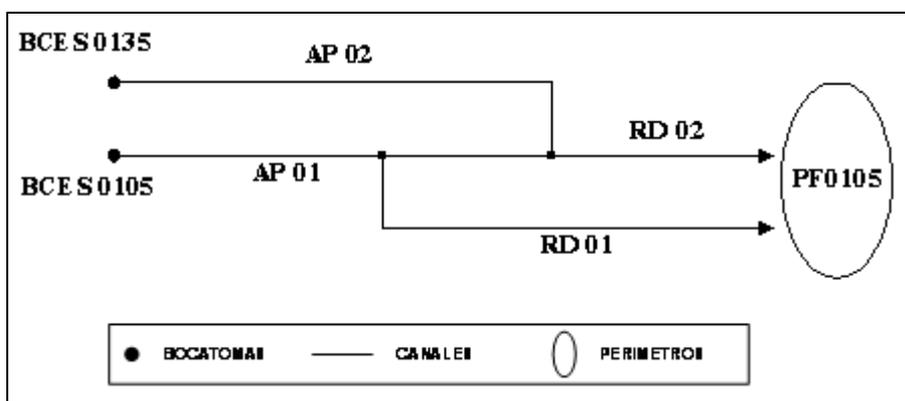
- Finalmente con los datos de infraestructura de captación y de transporte actualizados se trabajó conjuntamente con los catastros obtenidos con el fin de ubicar los perímetros de riego y definir el número de perímetros que pertenecen a cada sistema.

En la ZARI 5 que no se tiene un catastro se realizó la delimitación de los perímetros a base de encuestas y de recorridos de campo bordeando la zona regada por cada infraestructura.

Esquemas hidráulicos.- Después de realizar la actualización del Número de bocatomas, Número de canales y Número de perímetros que contiene cada sistema de riego se realizó una agrupación de los tres componentes con el fin de presentar las interconexión de estos en un esquema tipo diagrama de flujo como se indica en el Gráfico 3.9.

El Gráfico toma como ejemplo el Sistema 05 de la ZARI 01 que es un sistema complejo, ya que está formado de dos bocatomas (BCES0135, BCES 0105) que conducen el agua por cinco canales de transporte que al final alimentan a un perímetro de riego (PF0105)

GRÁFICO 3.9
ESQUEMA HIDRÁULICO



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Fichas Descriptivas.-Para hacer estas fichas se utilizó información de todo el trabajo realizado hasta aquí.

- Se tomo información de los recorridos de campo y entrevistas para poder llenar las características básicas de las fichas de infraestructuras que contienen bocatomas, infraestructura de transporte y perímetros de riego.

El Gráfico 3.10 en rojo muestra las características básicas de la ficha descriptiva de Infraestructura.

GRÁFICO 3.10 CARACTERISTICAS BÁSICAS

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO			
PROYECTO: Aguandes			
CUENCA DEL ESMERALDAS ZARI 01 MACHACHI		SISTEMA DE RIEGO 01 TUNDULUQUIN	
CODIGO: ES 01 01			
BOCATOMAS			
Código:	0101	Río/Qda/Vert:	RIO BLANCO
Concesión:	no	Altitud:	3640 msnm
Coordenadas Geograficas:	759076 / 9929169 m.	Q concedido:	0 l/s
Sup. Cuenca:	6.5 Km ²	Q riego concedido:	0 l/s
Pluvio/ETP cuenca:	mm/año	Q medido:	46 l/s
Construcción:	rústica	Sin aliviadero	
INFRAESTRUCTURA SENCILLA			
Canal AC BC 0101 (rústico) ----> PF0101 Longitud: 1.06 km llevando 46 l/s (caudal medido) el 100% del tiempo. Canal rústico con mantenimiento normal			
PERIMETROS REGADOS			
Código:	0101	Nombre:	HDA. HIERVA BUENA
Altitud maxi:	3600 msnm	Reservorios:	0
Superficie regada:	14.5 Has.	Beneficiarios:	1
CARACTERISTICAS GLOBALES			
Diferencia bocatoma - perímetro:	40 m	Pendiente de la acequia:	37.7 m/km
Longitud de acequia / Sup. Regada:	0.0733 km/ha	Nº de beneficiarios/Longitud de acequia:	0.94 hab/km
Qconcedido / longitud de acequia:	0.0 l/s/km	Qmedido / Qconcedido:	0

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

- Con el mapa actualizado de bocatomas, canales y perímetros de riego en gabinete se desarrollo el trabajo necesario para calcular los datos, que se muestran en rojo en el Gráfico 3.11, necesarios para continuar con la elaboración de la ficha.

GRÁFICO 3.11

CARACTERISTICAS CALCULADAS

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO					
PROYECTO: Aguandes					
CUENCA DEL ESMERALDAS ZARI 01 MACHACHI			SISTEMA DE RIEGO 01 TUNDULUQUIN		
CODIGO: ES 01 01					
BOCATOMAS					
Código:	0101	Rio/Qda/Vert:	RIO BLANCO	Concesión:	no
Coordenadas Geograficas:	759076 / 9929169 m.	Altitud:	3640 msnm	Q concedido:	0 l/s
Sup. Cuenca:	6.5 Km²	Construcción:	rústica	Q riego concedido:	0 l/s
Pluvio/ETP cuenca:	mm/año	Sin aliviadero		Q medido:	46 l/s
INFRAESTRUCTURA SENCILLA					
Canal AC BC 0101 (rústico) ----> PF0101 Longitud: 1.06 km llevando 46 l/s (caudal medido) el 100% del tiempo. Canal rústico con mantenimiento normal					
PERIMETROS REGADOS					
Código:	0101	Nombre:	HDA. HIERVA BUENA	Superficie regada:	14.5 Has.
Altitud maxi:	3600 msnm	Reservorios:		Beneficiarios:	1
CARACTERISTICAS GLOBALES					
Diferencia bocatoma - perimetro:	40 m	Pendiente de la acequia:	37.7 m/km		
Longitud de acequia / Sup. Regada:	0.0733 km/ha	Nº de beneficiarios/Longitud de acequia:	0.94 hab/km		
Qconcedido / longitud de acequia:	0.0 l/s/km	Qmedido / Qconcedido:	0		

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

- Finalmente para completar la ficha, en cuanto a las características de caudal, primero se analizó las sentencias de concesión, de las cuales se obtuvo los datos de caudales concedidos y caudales concedidos para riego, y luego se procedió a realizar aforos en el campo para obtener el caudal real derivado de cada bocatoma.

Perímetros

Mapas de Perímetros.- Para elaboración del mapa actual de perímetros se trabajo usando dos metodologías según la disponibilidad de los datos

- Para la ZARI 1 y 4 se delimito los perímetros actuales usando como base el catastro de la zona, mostrado anteriormente en el Gráfico 3.6, y con la ayuda de los datos de infraestructura ya procesados.
- Para la ZARI 5 por falta de datos el trabajo que se realizo tuvo como base los datos del inventario de 1992 y por medio de recorridos de campo se logro delimitar los perímetros actuales.

Fichas Descriptivas.- Para poder elaborar las fichas de perímetros se preparó un modelo de encuestas (Gráfico 3.12) con las que se trabajo directamente en el campo con los presidentes de los sistemas de riego, con entrevistas a personas de los alrededores del perímetro y en algunos casos con recorridos de campo bordeando el perímetro y observando todas las características necesarias para la ficha.

El modelo de encuesta estuvo basado en los datos de la ficha de perímetros del inventario de 1992 elaborado en el proyecto INERHI – ORSTOM. (Ver Anexo N° 1)

El Gráfico 3.12 muestra la ficha de perímetros del perímetro 25 del sistemas 09 (Nieves Toma) de la ZARI 01 la misma que se lleno por medio de una encuesta al propietario de este perímetro.

GRÁFICO 3.12

ENCUESTA PERIMETROS DE RIEGO

PERIMETROS DE RIEGO			
CUENCA:	SAN PEDRO	PERIMETRO:	125
ZARI:	1	HDA:	UMBRIA
CANTON:	MEJIA	CODIGO:	PF0125
PARROQUIA:	EL CHAUPI		
DESCRIPCION GENERAL:			
SUPERFICIE REGADA:	300 Ha.	TIPO DE FUENTE:	RIEGO PARTICULAR
SUPERFICIE EQUIPADA:	60-120 Ha.		
SUPERFICIE POTENCIAL INTERNA:	60 Ha.		
ASPECTOS SOCIALES:			
BENEFICIARIOS:	COMPAÑIA UMBRIA		
CONFLICTOS:	SI		
USO GENERAL DEL AGUA:			
CAUDAL CONCEDIDO TOTAL:	57.05 l/s		
CAUDAL MEDIDO:	34 l/s		
SISTEMAS DE PRODUCCION			
<i>UNIDAD</i>		<i>AGRICULTURA</i>	
TIPO:	HACIENDA	TIPO:	MECANIZADA
SUPERFICIE OCUPADA:	300 Ha.	USO ACTUAL:	25%PAPAS:12.5%AVENA
Nº BENEFICIARIOS:	1		12.5%CEBADA:50%PASTOS
TAMAÑO MEDIO PARCELA:	5 Ha.		
<i>DISTRIBUCION</i>		<i>APLICACIÓN</i>	
RESERVORIOS:	4	MODULO DE APLICACIÓN	
RIEGO DE NOCHE:	24 HORAS	TECNICA DE RIEGO:	80% A GRAVEDAD
		TIEMPO DE REGADIO:	
		FRECUENCIA:	

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

3.3.3.1 Resumen Por ZARI.

Para elaborar el resumen por ZARI se uso el mismo formato que en el inventario de 1992. Este formato contiene Fichas Descriptivas y Gráficos.

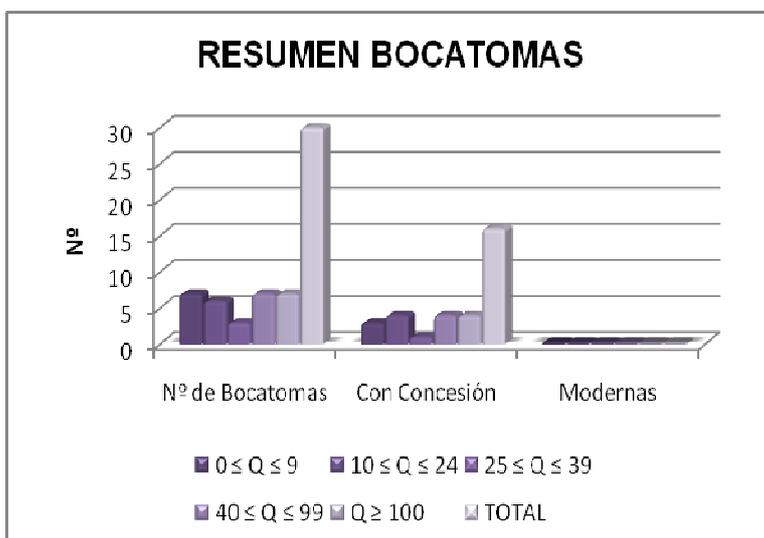
Fichas Descriptivas.- Las fichas de resumen por ZARI se llenaron agrupando toda la información detallada en las fichas de Infraestructura y Perímetros de Riego de cada uno de los sistemas.

La agrupación de los datos ayudo a obtener tablas relacionadas con: Las características generales de la ZARI, la descripción de los sistemas de riego

(Interconexiones; Infraestructura, Perímetros) y los indicadores de funcionamiento.

Gráficos.- Los gráficos existentes en el resumen por ZARI se elaboraron relacionando los datos existentes en las fichas descriptivas del resumen por ZARI. Así por ejemplo el Gráfico 3.13 muestra un resumen del número de bocatomas según su categoría (totales, con concesión, modernas) y según la clase de caudal que derivan ($0 \leq Q \leq 9$ l/s, $10 \leq Q \leq 24$ l/s, $25 \leq Q \leq 39$ l/s, $40 \leq Q \leq 99$ l/s, $Q \geq 100$ l/s).

GRÁFICO 3.13



Fuente: INERHI – ORSTOM 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

3.3.4 AFOROS DE LOS CAUDALES DERIVADOS REALMENTE EN BOCATOMAS

Para la determinación de los caudales realmente derivados se hizo aforos simultáneos y además se tomó un sistema piloto en el que se instalaron regletas en las tomas de captación para hacer la observación de niveles con el fin de hacer el análisis de las variaciones diarias y estacionales de los caudales derivados en cada bocatoma y por agrupación a nivel de la subcuenca.

El sistema piloto seleccionado es el Sistema Nieves Toma, en el capítulo 4 se hablara con detalle de este sistema.

3.3.5 INSTALACIÓN DE REGLETAS A LA ENTRADA DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO

En el sistema piloto antes mencionado se instaló también regletas a la entrada de los perímetros de riego para conocer los caudales llegando a cada uno de los usuarios, sus variaciones y las fallas de funcionamiento de las infraestructuras de transporte.

3.4 RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados obtenidos en la localización, organización y caracterización del riego se presentan por ZARIS en base a: Infraestructura de riego; Perímetros de Riego; y Resumen por ZARI, con sus respectivos componentes: Fichas Descriptivas y Mapas Base.

Estos resultados se pueden ver en el Anexo Digital N°1.

3.4.1 ZARI MACHACHI 01

La ZARI 01 denominada Machachi, tiene como parroquias de interés Aloasi, El Chaupi y Machachi pertenecientes al cantón Mejía.

Fichas Descriptivas

Para ilustrar los resultados obtenidos se muestran las Fichas Descriptivas divididas en: (a) Infraestructura de Riego; (b) Perímetros de Riego; y (c) Resumen por ZARI. (Ver Anexo N°1)

La ZARI 01 está compuesta por 37 sistemas de riego y 97 perímetros de riego, de los cuales se ha elaborado sus fichas descriptivas respectivas (Ver Anexo Digital N°1)

(a) INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.-

La Infraestructura de riego se divide en: Bocatomas, Infraestructura, Perímetros Regados, Características Globales, y Esquema como se indica en el Grafico 3.14. Este grafico se realizó tomando como ejemplo el sistema 01 (TUNDULUQUIN) y todas sus características de de infraestructura.

GRÁFICO 3.14

FICHA DE INFRAESTRUCTURA

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO			
PROYECTO: Aguandes			
CUENCA DEL ESMERALDAS ZARI 01 MACHACHI		SISTEMA DE RIEGO 01 TUNDULUQUIN	
CODIGO: ES 01 01			
BOCATOMAS			
Código:	0101	Río/Qda/Vert:	RIO BLANCO
Concesión:		Concesión:	no
Coordenadas Geograficas:	759076 / 9929169 m.	Altitud:	3640 msnm
Q concedido:		Q concedido:	0 l/s
Sup. Cuenca:	6.5 Km ²	Construcción:	rústica
Q riego concedido:		Q riego concedido:	0 l/s
Pluvio/ETP cuenca:	mm/año Sin aliviadero	Q medido:	46 l/s
INFRAESTRUCTURA SENCILLA			
Canal AC BC 0101 (rústico) ----> PF0101 Longitud 1.06 km llevando 46 l/s (caudal medido) el 100% del tiempo. Canal rústico con mantenimiento normal			
PERIMETROS REGADOS			
Código:	0101	Nombre:	HDA. HIERVA BUENA
Superficie regada:		Superficie regada:	14.5 Has.
Altitud maxi:	3600 msnm	Reservorios:	
Beneficiarios:		Beneficiarios:	1
CARACTERISTICAS GLOBALES			
Diferencia bocatoma - perímetro:	40 m	Pendiente de la acequia:	37.7 m/km
Longitud de acequia / Sup. Regada:	0.0733 km/ha	Nº de beneficiarios/Longitud de acequia:	0.94 hab/km
Qconcedido / longitud de acequia:	0.0 l/s/km	Qmedido / Qconcedido:	0
ESQUEMA			
<pre> graph LR A((BCE S 0101)) -- AC --> B((PF0101)) </pre>			

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

La ficha muestra que el sistema 01 de la ZARI 01 tiene una infraestructura sencilla ya que el perímetro de riego es alimentado por una sola bocatoma (BCES 0101).

Su Bocatoma está ubicada en el Rio Blanco, el mismo que nace en los Ilinizas y es un afluente importante del río San Pedro.

El canal o acequia que transporta el agua desde la bocatoma hasta el perímetro de riego es de construcción rústica, tiene 1,06 Km de recorrido y transporta un caudal de 46 l/s.

El perímetro de riego identificado como Hda. Hierba Buena se encuentra ubicado a 3600m de altura, en la parroquia El Chaupi. Tiene su propio sistema de riego sin concesión debido a que el río que es su fuente de agua pasa por el límite de la hacienda y es de difícil acceso.

(b) PERIMETROS DE RIEGO.-

La Ficha de Perímetros de Riego contiene: Descripción General, Uso General del Agua, y Sistemas de producción, tomando en cuenta que en la parte de los sistemas de producción se actualizo únicamente los parámetros que muestra el Gráfico 3.15.

Para el ejemplo se muestra la ficha del perímetro de riego 01 (Hda. Hierba Buena) de la ZARI 01 que pertenece al sistema de riego 01 antes mencionado y está ubicado en el cantón Mejía, Parroquia el Chaupi.

GRÁFICO 3.15

FICHA DE PERÍMETRO DE RIEGO

PERIMETROS DE RIEGO			
PROYECTO: Aguandes			
CUENCA DEL ESMERALDAS ZARI 01 MACHACHI CANTON MEJIA PARROQUIA EL CHAUPI		PERIMETRO 01 HDA. HIERVA BUENA	
		CODIGO: ES 01 01	
DESCRIPCION GENERAL			
GEOGRAFIA			
Altitud maxima:	3660 msnm	Superficie equipada:	14.47 Ha
Altitud media:	3608 msnm	Superficie potencial interna:	14.47 Ha
Altitud minima:	3555 msnm	Superficie regada:	14 Ha
Piso bioclimático:	FRIO	Extensión interna:	Espacio saturado
Tipo de fuentes: Riego particular			
ASPECTOS SOCIALES			
Beneficiarios:	1	Conflictos:	No
Junta de agua:	no	Cultivos en sacano:	No
Demanda interna:	No	Demanda externa:	SI
USO GENERAL DEL AGUA			
Caudal concedido total:	0 l/s	Caudal medido total:	46 l/s
LA (S) FUENTES (S)			
Sistema:	0101	Canal:	AC
Módulo:	0 l/s	Ritmo:	Permanente
DOTACIONES (l/s/ha)			
Qconcedido / Superficie Regada:	0.000	Qmedido / Superficie Regada:	3.286
Qconcedido / Superficie Equipada:	0.000	Qmedido / Superficie Equipada:	3.180
SISTEMAS DE PRODUCCION			
UNIDAD		AGRICULTURA	
Tipo:	Hacienda	Tipo:	Mixta
Superficie ocupada:	14.47 Ha.	Uso Actual:	PN100
Nº de beneficiarios:	1		
DISTRIBUCION		APLICACIÓN	
Nº de reservorios:	1	Módulo de aplicación:	
Horarios Fijos:	No	Técnica de Riego:	Inundación
		Tiempo de Riego:	4 h/ha
		Frecuencia:	15 Días

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

El perímetro de riego tiene una superficie de 14.47 ha. de las cuales 14 ha. se encuentran bajo riego particular, está alimentado únicamente por un sistema de riego cuya infraestructura transporta 46 l/s.

El 100% de su superficie es usado para cultivar pasto natural ya que esta hacienda se dedica únicamente a la ganadería.

Este perímetro además no ha evolucionado en sus características de riego ya que a la hacienda no le interesa invertir por ser para sus dueños una fuente secundaria de ingresos.

RESUMEN POR ZARI.-

Aquí se puede encontrar: **(a)** Características Generales; **(b)** Descripción de los Sistemas **(c)** Indicadores de Funcionamiento

(a) Características Generales

Dentro de las estas características se observa parámetros de Superficie y tipo de fuentes en superficie Equipada y Regada como indica el Cuadro 3.1.

CUADRO 3.1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZARI 01

SUPERFICIE	Ha.
Superficie total de las ZARIS	25878.36
Superficie bajo 3600	17822.90
Superficie Agrícola	10250.0
Superficie equipada	5630.92
Superficie potencial interna	5532.23
Superficie regada	5271.09
Superficie extensión potencial interna	261.14
Riego particular en:	
Superficie equipada	5630.92
Superficie potencial interna	5532.23
Superficie regada	5271.09
Superficie extensión potencial interna	261.14
Riego estatal en:	
Superficie equipada	0.00
Superficie potencial interna	0.00
Superficie regada	0.00
Superficie extensión potencial interna	0.00
Riego mixto en:	
Superficie equipada	0.00
Superficie potencial interna	0.00
Superficie regada	0.00
Superficie extensión potencial interna	0.00

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que de la superficie bajo 3600 msnm el 68% es Superficie Agrícola, de esta superficie el 55% es superficie equipada, de la superficie equipada el 98% es superficie apta para riego y de esta el 95% se encuentra bajo riego.

Esto significa que en la zona los sistemas de riego dotan de agua para riego únicamente al 55% de todas las hectáreas que necesitan de agua, debido a que todas las fuentes de agua son Riego Particular y en el caso de esta ZARI son fuentes construidas por grandes hacendados lo que priva del recurso a los pequeños productores.

También es importante anotar que de toda la Superficie Potencial Interna únicamente el 5% no tiene riego lo que demuestra que al estar el uso del agua en manos de grandes hacendados se optimiza el uso. Es decir los hacendados que tienen acceso al agua procuran regar la mayor parte de sus cultivos para mejorar la producción.

(b) Descripción de los Sistemas

Los sistemas se describieron con referencia a: Conexiones Bocatomas, Canales, y Perímetros; Captación y Transporte; y Repartición.

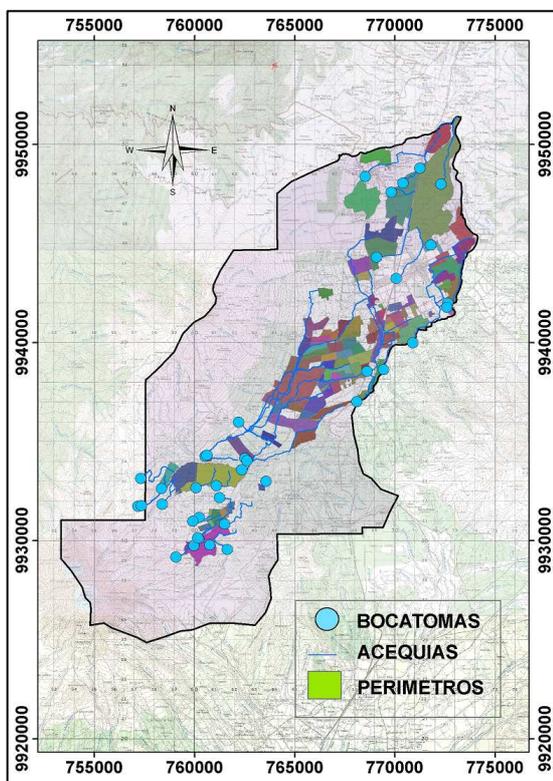
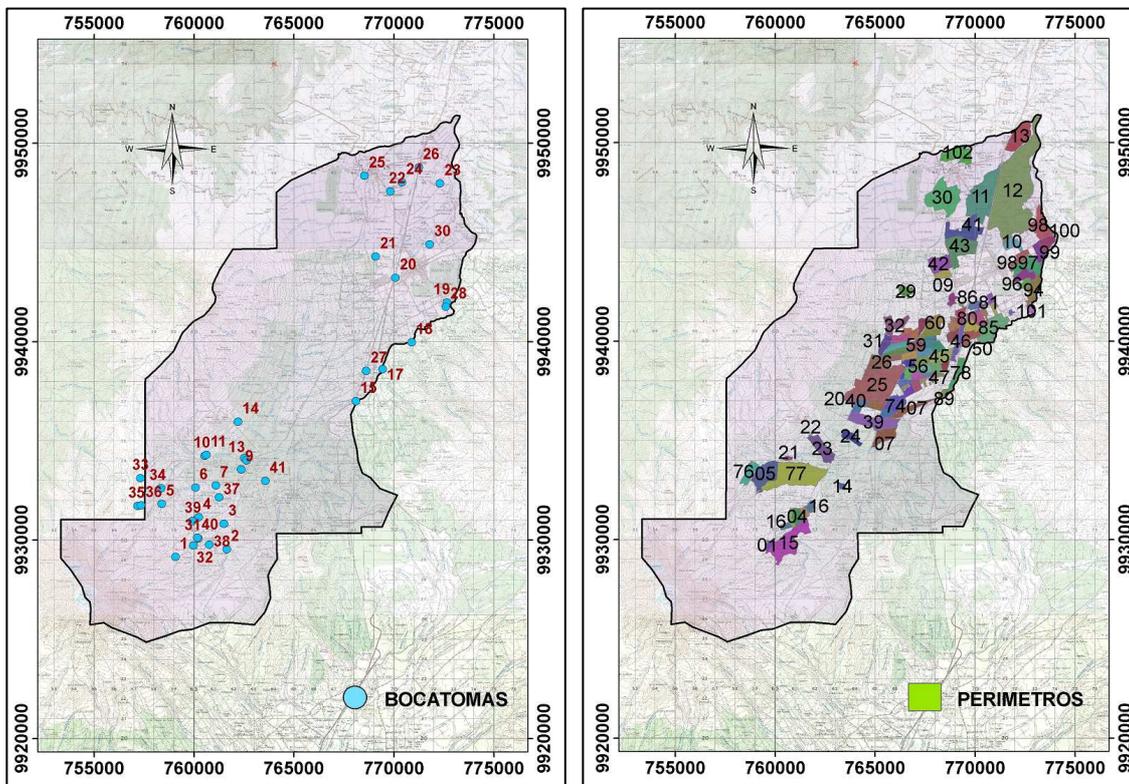
CONEXIÓN BOCATOMAS CANALES Y PERÍMETROS.

La ZARI 01 está compuesta de 39 bocatomas que dotan del recurso a 98 perímetros de riego para lo cual se forman 33 sistemas de riego.

El Gráfico 3.16 muestra las interconexiones bocatomas, canales y perímetros.

GRÁFICO 3.16

INTERCONEXIONES (BOCATOMA, CANALES, PERÍMETROS) ZARI 01



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En los mapas del Gráfico se ve claramente que el número de perímetros es mucho mayor al número de bocatomas, esto es debido a que las bocatomas forman parte de un sistema de riego, compuesto por bocatomas acequias y perímetros. Entonces un sistema de riego puede tener una sola bocatoma y alimentar a varios perímetros de riego o por el contrario un perímetro de riego puede estar alimentado por varias bocatomas.

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE

El Cuadro 3.2 muestra una descripción detallada de los 33 sistemas de riego que forman la ZARI.

CUADRO 3.2

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 01

SISTEMA		Numero de bocatomas	Caudal concedido (l/s)	Caudal medido (l/s)	Numero de ramales	Longitud de canales (Kmts)	Numero de Perímetros	SUPERFICIES SERVIDAS (Has)			
								(Dotaciones en l/s/ha)			
Nº	NOMBRE							Equipadas (Q. conc.)	Regadas (Q. med.)		
0101	TUNDULUQUIN	1	0	46	1	1.06	1	14.5	0.0	14.0	3.3
0102	SALCHI-CURIPUGLLO	1	0	20	1	2.3	1	106.4	0.0	100.0	0.2
0103	SIN NOMBRE	1	0	10	1	2.7	1	55.2	0.0	50.0	0.2
0104	HIERVA BUENA	1	0	10	1	0.72	1	37.2	0.0	37.0	0.3
0105	EL REFUGIO	2	0	40	5	17.5	1	124.2	0.0	120.0	0.3
0106	SAN LUIS	1	4	4	1	1.67	1	270.0	0.0	250.0	0.0
0107	CHAPAMBA	1	0	0	1	1.43	1	270.0	0.0	250.0	0.0
0109	NIEVES TOMA	4	858	603	121	45.91	54	2442.3	0.4	2297.8	0.3
0110	AGUA DE LOS LODOS	1	0	53	1	6.5	1	117.0	0.0	90.0	0.6
0111	DE LOS CONDUEÑOS	2	326.5	390	33	9.4551	16	438.0	0.7	426.0	0.9
0113	TAMBO	1	63	13	4	8.73	4	381.4	0.2	380.8	0.0
0114	EL CARMEN	1	97	70	11	11.59	6	392.4	0.2	388.5	0.2
0115	GUAPAC CALUPIÑI	1	240	200	1	3.19	1	40.1	6.0	39.0	5.1
0116	MOLINO O EL TIMBO	1	0	98	1	3.37	1	778.6	0.0	770.0	0.1
0117	LA BOMBA GALERIAS	1	160	132	1	3.68	1	778.6	0.2	770.0	0.2
0118	AYCHAPICHO	1	0	40	1	1.5	1	253.2	0.0	180.0	0.2
0119	SIN NOMBRE	1	0	5	1	3.83	1	778.6	0.0	770.0	0.0

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 3.2 CONTINUACIÓN

SISTEMA		Numero de bocatomas	Caudal concedido (l/s)	Caudal medido (l/s)	Numero de ramales	Longitud de canales (Kmts)	Numero de Perímetros	SUPERFICIES SERVIDAS (Has)			
								(Dotaciones en l/s/ha)			
Nº	NOMBRE							Equipadas (Q. conc.)		Regadas (Q. med.)	
0120	SIN NOMBRE	1	0	15	1	2.8	1	253.2	0.0	180.0	0.1
0121	LA BANDA Y OTROS	1	46	50	2	0	2	208.6	0.2	198.3	0.3
0122	GUAYCAYACU	1	48	0	1	3.58	1	110.3	0.4	100.0	0.0
0124	SIN NOMBRE	1	10	30	1	0.2	1	13.1	0.8	13.0	2.3
0126	BENITEZ	1	9	9	1	0.36	1	38.6	0.2	38.0	0.2
0127	SIN NOMBRE	1	0	15	1	1.84	1	14.0	0.0	10.0	1.5
0128	HIERVA BUENA 2	1	0	20	1	2.4	1	35.6	0.0	35.0	0.6
0129	RIO BLANCO	1	0	30	1	0.32	1	176.9	0.0	150.0	0.2
0130	EL OLIVO	1	10	40	1	3.13	1	47.3	0.2	47.0	0.9
0131	SIN NOMBRE	1	0	30	1	0.82	1	47.3	0.0	47.0	0.6
0132	SIN NOMBRE	1	0	30	1	2.4	1	124.2	0.0	120.0	0.3
0133	SIN NOMBRE	1	10	20	1	1.18	1	35.6	0.3	35.0	0.6
0134	SIN NOMBRE	1	0	10	1	0.32	1	176.9	0.0	150.0	0.1
0135	SIN NOMBRE	1	0	15	1	1.5	1	19.4	0.0	19.0	0.8
0136	SIN NOMBRE	1	15	15	1	0.89	1	17.2	0.9	10.0	1.5
0137	SIN NOMBRE	1	0	10	1	0.4	1	8.9	0.0	8.9	1.1

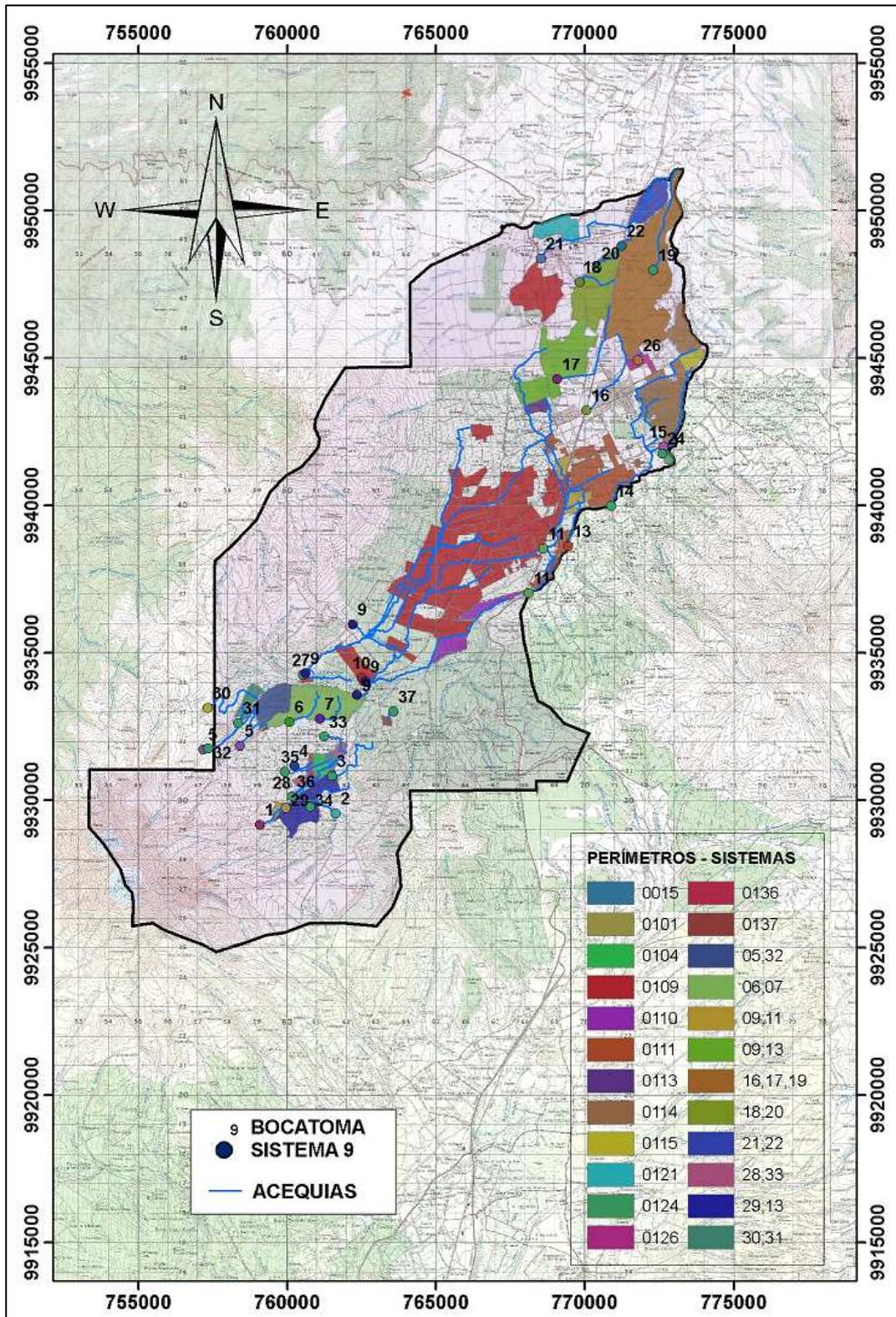
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que de los 33 sistemas de riego existentes únicamente 3 sistemas son complejos, ya que están formados por más de una bocatoma, y estos son: el sistema el Refugio (2 bocatomas), el sistema Nieves Toma (4 bocatomas), y el sistema de los Condueños (2 bocatomas).

El Sistema Nieves Toma presenta el mayor caudal concedido y el mayor número de perímetros. El caudal concedido debido a que este caudal fue derivado hace aproximadamente 120 años atrás, para alimentar a grandes haciendas, entonces cuando el INERHI le otorgo la concesión mantuvo el caudal. El número de perímetros ya que las grandes haciendas que existían en la antigüedad hoy están fraccionadas para poder heredar de Padres a hijos

El grafico 3.17 presenta los sistemas de riego.

GRÁFICO 3.17
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 01



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

REPARTICIÓN DEL AGUA

La repartición del agua hace referencia a los perímetros y su dotación.

El Gráfico 3.3 contiene los 98 perímetros de riego de la zona y sus características de repartición.

CUADRO 3.3

REPARTICIÓN DEL AGUA ZARI 01

PERIMETRO		PISO	Numero de fuentes	Numero de sistemas	DOTACIONES PREVISTAS			DOTACIONES REALES		
N	NOMBRE				Equipada (Ha)	Q. conc. (l/s)	Dotación (l/s/ha)	Regadas (Ha)	Q. med. (l/s)	Dotación (l/s/ha)
0101	HDA. HIERVA BUENA	FRIO	1	1	14.5	0	0.0	14.0	46.0	3.3
0102	HDA. TUNDULUQUIN	FRIO	1	1	106.4	0	0.0	100.0	20.0	0.2
0103	HDA. LOS PINOS	FRIO	1	1	55.2	0	0.0	50.0	10.0	0.2
0104	HDA. EL PONGO	FRIO	1	1	37.2	0	0.0	37.0	10.0	0.3
0105	AGROLAMERSA	FRIO	2	2	124.2	0	0.0	120.0	0.0	0.0
0106	ARGUERO JOSE LUIS	FRIO	1	1	14.0	0	0.0	10.0	5.0	0.5
0107	HDA. SANTA MARIA FLORICULTORA SAN JAVIER	FRIO	1	1	117.0	10	0.1	90.0	40.0	0.4
0109	MACHACHI	FRIO	1	1	29.6	64	2.2	29.0	60.0	2.1
0110	MACHACHI	FRIO	1	1	38.6	9	0.2	38.0	9.0	0.2
0111	HDA. AYCHAPICHO	TEMPLADO	2	2	253.2	160	0.6	180.0	137.0	0.8
0112	HDA. EL OBRAJE	FRIO	3	3	778.6	240	0.3	770.0	298.0	0.4
0113	ALOAG	FRIO	1	1	110.3	46	0.4	100.0	65.0	0.7
0114	PABON LUIS	FRIO	1	1	8.9	0	0.0	8.9	10.0	1.1
0115	HDA. SAN ANTONIO	FRIO	2	2	176.9	0	0.0	150.0	30.0	0.2
0116	HDA. ZUMBA	FRIO	2	2	35.6	0	0.0	35.0	35.0	1.0
0117	ILINIZAS BIG ROSES	FRIO	1	1	17.2	15	0.9	10.0	15.0	1.5
0118	HDA. LA ESPERANZA	FRIO	1	1	19.4	0	0.0	19.0	15.0	0.8
0121	HDA. EL CHAUPI	FRIO	1	1	1.6	2.8	1.8	1.6	0.0	0.0
0122	HDA. EL CHAUPI	FRIO	1	1	7.8	1.8	0.2	7.8	0.0	0.0
0123	HDA. EL CORTIJO	FRIO	1	1	84.3	25	0.3	84.3	0.0	0.0
0124	HDA. EL PRADO	FRIO	1	1	36.2	1	0.0	20.0	0.0	0.0
0125	HDA. UMBRIA	FRIO	1	1	328.3	57.05	0.2	200.0	34.0	0.2
0126	HDA. UMBRIA	FRIO	1	1	84.9	18.35	0.2	84.9	0.0	0.0
0127	HDA. ALTAMIRA	FRIO	1	1	28.4	13.35	0.5	28.4	0.0	0.0
0128	AGROCOEX	FRIO	1	1	29.7	13.36	0.4	29.7	0.0	0.0
0129	HDA. EL CORAZON	FRIO	1	1	32.0	13.36	0.4	32.0	0.0	0.0
0130	BARRIO EL CORAZON	FRIO	1	1	203.8	5	0.0	203.7	0.0	0.0
0131	HDA. LA ESPERANZA	FRIO	1	1	38.9	13.36	0.3	38.9	0.0	0.0
0132	HDA. LA LOLITA	FRIO	1	1	64.6	64.7	1.0	64.6	0.0	0.0

Fuente y Elaboración: Pila, 201

CUADRO 3.3
CONTINUACIÓN.

0133	HDA. EL ESTABLO	FRIO	1	1	36.7	14	0.4	36.7	0.0	0.000
0134	HDA. SAN LUIS	FRIO	1	1	29.5	14	0.5	29.5	0.0	0.000
0136	HDA. UCSHAPAMBA	FRIO	1	1	34.7	15	0.4	34.7	0.0	0.000
0137	HDA. SAN FELIX	FRIO	1	1	32.4	17.5	0.5	32.4	0.0	0.000
0138	HDA. SAN FRANCISCO	FRIO	1	1	35.6	8.77	0.2	35.6	0.0	0.000
0139	HDA. EL JORDAN	FRIO	1	1	130.1	50	0.4	130.1	0.0	0.000
0140	LOTE EL CHAUPI	FRIO	1	1	32.0	8.5	0.3	32.0	0.0	0.000
0141	HDA. POTREROS BAJOS	FRIO	2	2	125.9	3	0.0	125.9	0.0	0.000
0142	AGROTAMBO	FRIO	2	2	77.0	28.2	0.4	77.0	0.0	0.000
0143	HDA. POTREROS ALTOS	FRIO	2	2	148.9	11	0.1	148.9	0.0	0.000
0144	HDA. LA LOLITA	FRIO	1	1	14.2	16.8	1.2	14.2	0.0	0.000
0145	HDA. YAYURA ALTO	FRIO	1	1	61.0	2.8	0.0	61.0	0.0	0.000
0146	HDA. YANAYURA	FRIO	1	1	47.6	2.8	0.1	47.6	0.0	0.000
0147	HDA. SAN IGNACIO	FRIO	1	1	28.6	8.54	0.3	28.6	0.0	0.000
0148	GUAGUAUCO	FRIO	1	1	0.8	2.8	3.7	0.8	0.0	0.000
0149	HDA. SANTA ELENA	FRIO	1	1	29.1	14.44	0.5	29.1	0.0	0.000
0150	LOTE A	FRIO	2	2	44.1	39.44	0.9	44.1	0.0	0.000
0151	SAN JOSE	FRIO	1	1	28.8	14.44	0.5	28.8	0.0	0.000
0152	SANTA INÉS	FRIO	1	1	28.6	14.44	0.5	28.6	0.0	0.000
0153	HDA. MIRAFLORES	FRIO	1	1	28.8	24.36	0.8	28.8	0.0	0.000
0154	HDA. EL CAMPANARIO	FRIO	1	1	29.7	14.44	0.5	29.7	0.0	0.000
0155	HDA. SAN FRANCISCO	FRIO	1	1	29.2	14.44	0.5	29.2	0.0	0.000
0156	HDA. LA MARIA	FRIO	1	1	30.0	14.44	0.5	30.0	0.0	0.000
0157	HDA. EL MIRADOR	FRIO	1	1	28.4	14.44	0.5	28.4	0.0	0.000
0158	PRIMAVERA SIERRA	FRIO	1	1	0.9	1.4	1.5	0.9	0.0	0.000
0159	HDA. REFUGIO	FRIO	1	1	39.7	19	0.5	39.7	0.0	0.000
0160	HDA. RUMPUNGO	FRIO	1	1	45.9	27.9	0.6	45.9	0.0	0.000
0161	HDA. SAN ENRIQUE	FRIO	1	1	30.8	5.4	0.2	30.8	0.0	0.000
0162	HDA. LA BOLIVIA	FRIO	1	1	25.3	10.8	0.4	25.3	0.0	0.000
0163	EL PAPAGAYO	FRIO	1	1	1.5	0.54	0.4	1.5	0.0	0.000
0164	ECOROSSES S.A.	FRIO	1	1	21.0	2.8	0.1	21.0	0.0	0.000
0165	QUEEN FLOWERS	FRIO	1	1	14.1	7.01	0.5	14.1	0.0	0.000
0166	PUMAMAQUI	FRIO	1	1	25.0	9.98	0.4	25.0	0.0	0.000
0167	LOTE/CHISINCHE	FRIO	1	1	19.8	7.79	0.4	19.8	0.0	0.000
0169	LOE ALLI - LLACTA	FRIO	1	1	14.7	10.94	0.7	14.7	0.0	0.000
0170	HDA. STA. BEATRIZ	FRIO	1	1	21.9	8.1	0.4	21.9	0.0	0.000
0171	HDA. STA. LUCIA	FRIO	1	1	22.8	9	0.4	22.8	0.0	0.000
0172	SAN JOSE CH.	FRIO	1	1	23.4	18.8	0.8	23.4	0.0	0.000
0174	HDA. ALLI - LLACTA	FRIO	1	1	67.8	18.45	0.3	67.8	0.0	0.000
0175	HDA. CHISINCHE	FRIO	1	1	15.7	8.34	0.5	15.7	0.0	0.000

Fuente y Elaboración: Pila, 2010

CUADRO 3.3
CONTINUACIÓN.

0176	AGROLAMERSA	FRIO	2	2	47.3	0	0.0	47.0	70.0	1.489
0177	HDA. EL REFUGIO	FRIO	2	2	270.0	24	0.1	250.0	24.0	0.096
0178	MONCAYO JUAN	FRIO	1	1	42.8	32.4	0.8	40.0	0.0	0.000
0179	HEREDEROS PEÑAFIEL	FRIO	1	1		8.34			0.0	
0180	ALVARES MARIA PAULINA	FRIO	1	1	43.6	22.5	0.5	42.0	0.0	0.000
0181	ALVAREZ INES	FRIO	1	1	28.5	22.5	0.8	28.0	0.0	0.000
0182	NATUFLOR	FRIO	1	1	31.8	23.43	0.7	30.0	0.0	0.000
0184	CIA. ROSES	FRIO	1	1	8.2	4.07	0.5	8.0	0.0	0.000
0185	COMP. LOS VALLES	FRIO	1	1	115.7	20	0.2	114.0	0.0	0.000
0186	CONSMORAMA- PRIMAVERA	FRIO	1	1	21.8	60	2.7	20.0	0.0	0.000
0187	ELIAS UVILLUS AYALA	FRIO	1	1	5.5	3.78	0.7	5.0	0.0	0.000
0188	AGROLAMERSA	FRIO	1	1	15.1	9.84	0.7	15.7	0.0	0.000
0189	ARGUERO CESAR	FRIO	1	1	13.3	8	0.6	13.0	0.0	0.000
0190	DR. RAUL GAIBOR	FRIO	1	1	21.6	9	0.4	21.0	0.0	0.000
0191	SR. JACOME	FRIO	1	1	4.8	2.5	0.5	4.0	0.0	0.000
0192	SR. VALLEJO	FRIO	1	1	12.4	4	0.3	12.0	0.0	0.000
0194	HDA. SAN JOSE	FRIO	1	1	62.8	33	0.5	62.0	0.0	0.000
0195	HDA. LA ARGENTINA	FRIO	1	1	24.0	6	0.3	23.0	0.0	0.000
0196	HDA. SAN ESTEBAN	FRIO	1	1	44.7	16	0.4	44.0	0.0	0.000
0197	HDA. EL CARMEN	FRIO	1	1	91.1	14	0.2	91.0	0.0	0.000
0198	HDA. SANTA INES	FRIO	1	1	133.0	13	0.1	132.0	0.0	0.000
0199	HDA. TAGUACHI	FRIO	1	1	36.9	14	0.4	35.5	0.0	0.000
01100	HDA. MARIA / LA LOLA	FRIO	1	1	40.1	97	2.4	39.0	70.0	1.795
01101	TORRES MIRIAM	FRIO	1	1	13.1	10	0.8	13.0	30.0	2.308
01102	HDA. AYCHAPICHO	FRIO	1	1	98.3	0	0.0	98.3	15.0	0.153

Fuente y Elaboración: Pila, 2010

Como se observa en el cuadro la mayor parte de los perímetros presentan una altitud media superior a los 2700msnm por lo tanto se encuentran en el piso bioclimático frío.

El caudal medido la mayor parte de ocasiones es mayor al caudal concedido por el hecho de no existir control en cuanto a la existencia de bocatomas, y mucho menos en cuanto al caudal real derivado.

La dotación prevista varía entre 0 y 1 excepto para los perímetros 0109 (Florícola San Javier), 0148 (Guaguahuco) , 0186 (Florícola Cosmorama), 01100 (Hda. La María y La Lola), que su dotación es superior a 2.

Esto se explica debido a que estos perímetros tienen concesiones de caudales sumamente grandes para su superficie. Además es importante anotar que dos de los perímetros que tienen dotaciones altas son Florícolas.

(c) Indicadores de Funcionamiento.

Dentro de los Indicadores de funcionamiento están: Aspectos Técnicos y Utilización del suelo.

ASPECTOS TECNICOS

En este parámetro se encuentra: Características principales de las Bocatomas y de la Infraestructura de conducción.

Características principales de las Bocatomas.- el Cuadro 3.4 y el Gráfico 3.18 muestran estas características y además una clasificación de las bocatomas según el caudal realmente derivado.

CUADRO 3.4

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 01

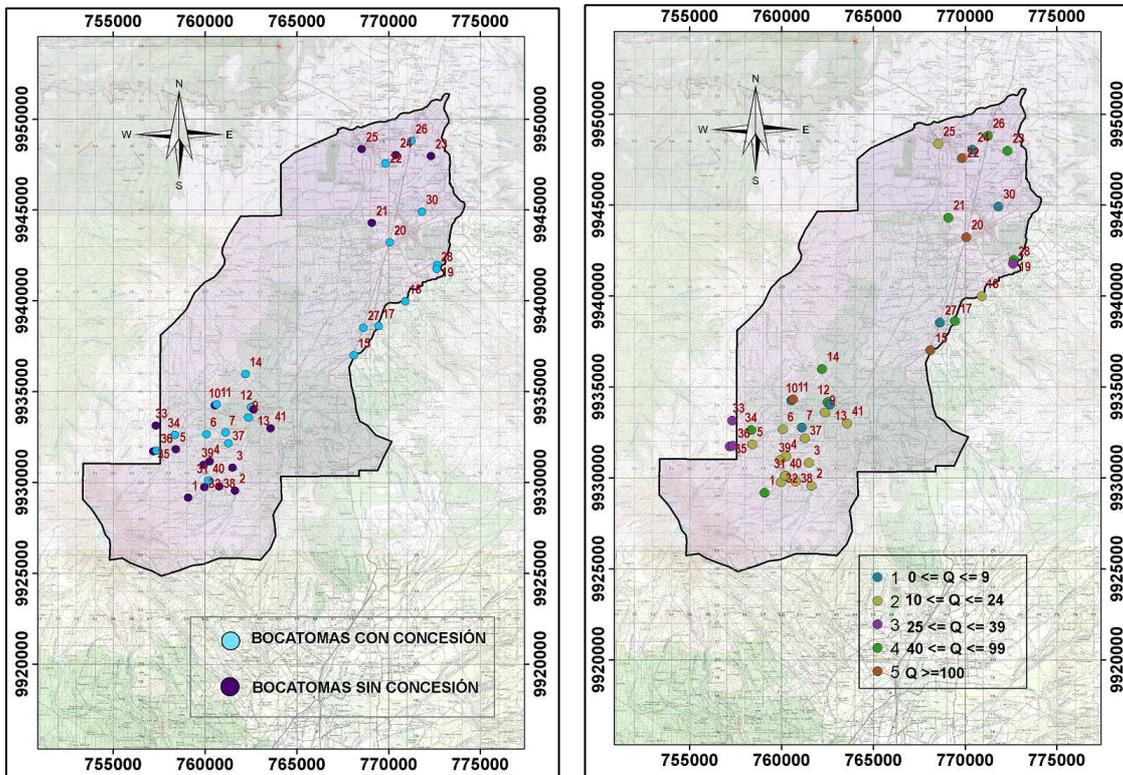
Con concesión:	20 / 38	53%	Caudal total concedido (QTC):	1942	
Modernas:	1 / 38	3%	Q riego conc. (QRC):	1942	100%
			Q total med. (QTM):	2152	111%

Clases de caudal (l/s)	$0 \leq Q \leq 9$	$10 \leq Q \leq 24$	$25 \leq Q \leq 39$	$40 \leq Q \leq 99$	$Q \geq 100$	TOTAL
Nº de Bocatomas	6	15	4	9	4	38
Con Concesión	3	5	2	6	4	20
Sin Concesión	3	10	2	3	0	18
Modernas	0	0	0	0	1	1
Rústicas	6	15	4	9	3	37

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 3.18

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 01



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Los datos que están dentro del Cuadro e ilustrados en el Gráfico, muestran que:

- De todas las bocatomas de la ZARI, las que tienen concesión son aquellas que se encuentran cerca a los centros poblados como Machachi y el Chaupi en el caso de esta zona.
- La mayor cantidad de bocatomas de la ZARI derivan un caudal que se encuentra entre 10 y 24 l/s.
- Las bocatomas 11, 15, 20 y 22 derivan un caudal mayor a 100 l/s, siendo las dos primeras, bocatomas que captan su caudal de la Q. el Pilongo (afluente del río San Pedro), y del Río Jambelí (afluente del río San Pedro).

Características de la Infraestructura de Conducción.- la infraestructura de conducción encontrada en la ZARI es en su gran mayoría canales de tipo Rustico 2.

UTILIZACIÓN DEL SUELO

En este parámetro se detalló todos los cultivos existentes en cada uno de los perímetros de riego de la ZARI.

El Cuadro 3.5 muestra la utilización del suelo.

CUADRO 3.5

UTILIZACIÓN DEL SUELO PERIMETROS ZARI 01.

PERIMETRO		UTILIZACIÓN DEL SUELO
N	NOMBRE	
0101	HDA. HIERVA BUENA	PN100
0102	HDA. TUNDULUQUIN	PN 100
0103	HDA. LOS PINOS	PN 60; PAPAS40
0104	HDA. EL PONGO	PN 100
0105	AGROLAMERSA	PN70; PAPAS20; PMEJORADO 10
0106	ARGUERO JOSE LUIS	PN 90; PAPAS10
0107	HDA. SANTA MARIA	PN 75; PAPAS 25
0109	FLORICULTORA SAN JAVIER	PN 50; FLORES 50
0110	MACHACHI	PN 100
0111	HDA. AYCHAPICHO	PN 80; PAPAS 20
0112	HDA. EL OBRAJE	PN 90; PAPAS 10
0113	ALOAG	PN 100
0114	PABON LUIS	PASTO 100
0115	HDA. SAN ANTONIO	PASTO 100
0116	HDA. ZUMBA	PASTO 100
0117	ILINIZAS BIG ROSES	PN 75; FLORES 25
0118	HDA. LA ESPERANZA	PASTO 100
0120	HDA. LA CHIQUITA	PN80; PAPAS20
0121	HDA. EL CHAUPI	PN 50; PAPAS 50
0122	HDA. EL CHAUPI	PN100
0123	HDA. EL CORTIJO	PN 90; PAPAS 10
0124	HDA. EL PRADO	PN95; PAPAS5
0125	HDA. UMBRIA	PMEJORADO 50; PAPAS 25; AVENA 12,5; CEBADA 12,5
0126	HDA. UMBRIA	PN80; PAPAS20
0127	HDA. ALTAMIRA	PN80; PAPAS20
0128	AGROCOEX	PN60; PAPAS10; BROCOLI20; FLORES10

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 3.5
CONTINUACIÓN.

PERIMETRO		UTILIZACIÓN DEL SUELO
N	NOMBRE	
0129	HDA. EL CORAZON	PN80; PAPAS 20
0130	BARRIO EL CORAZON	PN80; PAPAS 20
0131	HDA. LA ESPERANZA	PN75; PAPAS10; ZANAHORIA7; HABAS 8
0132	HDA. LA LOLITA	PN80; PAPAS 20
0133	HDA. EL ESTABLO	PN80; PAPAS20
0134	HDA. SAN LUIS	PN 80; PAPAS 20
0135	HDA. EL PARAISO	PN100
0136	HDA. UCSHAPAMBA	PN80; PAPAS 20
0137	HDA. SAN FELIX	PN 80; PAPAS 20
0138	HDA. SAN FRANCISCO	PN80; PAPAS 20
0139	HDA. EL JORDAN	PN 99,9
0140	LOTE EL CHAUPI	PN100
0141	HDA. POTREROS BAJOS	PN80; PAPAS 20
0142	AGROTAMBO	PN 80; PAPAS 20
0143	HDA. POTREROS ALTOS	PN 80; PAPAS 20
0144	HDA. LA LOLITA	PN 80; PAPAS 20
0145	HDA. YAYURA ALTO	PN100
0146	HDA. YANAYURA	PN100
0147	HDA. SAN IGNACIO	PN 80; PAPAS 20
0148	GUAGUAUCO	PN100
0149	HDA. SANTA ELENA	PN50; PAPAS 50
0150	LOTE A	PN50; PAPAS 50
0151	SAN JOSE	PN50; PAPAS 50
0152	SANTA INÉS	PN50; PAPAS 50
0153	HDA. MIRAFLORES	PN45; PAPAS 45; FLORES 10
0154	HDA. EL CAMPANARIO	PN50; PAPAS 50
0155	HDA. SAN FRANCISCO	PN45; PAPAS 45; FLORES 10
0156	HDA. LA MARIA	PN50; PAPAS 50
0157	HDA. EL MIRADOR	PN50; PAPAS 50
0158	PRIMAVERA SIERRA	PN80; PAPAS 20
0159	HDA. REFUGIO	PN80; PAPAS 20
0160	HDA. RUMPUNGO	PN 80; FLOFES 20
0161	HDA. SAN ENRIQUE	PN 80; 20PAPAS
0162	HDA. LA BOLIVIA	PN80; PASTO 20
0163	EL PAPAGAYO	PN100
0164	ECOROSSES S.A.	PN40; FLORES 60
0165	QUEEN FLOWERS	PN10; FLORES 90
0166	PUMAMAQUI	PN80; PAPAS 20
0167	LOTE/CHISINCHE	PN 80;PAPAS 200
0169	LOTE ALLI - LLACTA	PN90;PAPAS 10

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 3.5
CONTINUACIÓN.

PERIMETRO		UTILIZACIÓN DEL SUELO
N	NOMBRE	
0170	HDA. STA. BEATRIZ	PMEJORADO 50; PAPAS 25;AVENA 12.5;HORTALIZAS 12.5
0171	HDA. STA. LUCIA	PN100
0172	SAN JOSE CH.	PN100
0173	LA MARIA	PN100
0174	HDA. ALLI - LLACTA	PN 80; PAPAS 20
0175	HDA. CHISINCHE	PN80;PAPAS 20
0176	AGROLAMERSA	PN 100,
0177	HDA. EL REFUGIO	PN90;PAPAS 10
0178	MONCAYO JUAN	PN30;BROCOLI 70
0179	HEREDEROS PEÑAFIEL	PN80;PAPAS 20
0180	ALVARES MARIA PAULINA	PN 100
0181	ALVAREZ INES	PN 100
0182	NATUFLOR	PN35;FLORES65
0184	CIA. ROSES	PN40;FLORES 60
0185	COMP. LOS VALLES	PN20;BROCOLI 80
0186	CONSMORAMA-PRIMAVERA	PN80;PAPAS 20
0187	ELIAS UVILLUS AYALA	PN100
0188	AGROLAMERSA	PN80;PAPAS 20
0189	ARGUERO CESAR	PN80;PAPAS 20
0190	DR. RAUL GAIBOR	PN 100
0191	SR. JACOME	PN100
0192	SR. VALLEJO	PN80;PAPAS 20
0194	HDA. SAN JOSE	PN90;PAPAS 10
0195	HDA. LA ARGENTINA	PN90;PAPAS 10
0196	HDA. SAN ESTEBAN	PN90;PAPAS 10
0197	HDA. EL CARMEN	PN90;PAPAS 10
0198	HDA. SANTA INES	PASTO100
0199	HDA. TAGUACHI	PN80;PAPAS 10;BROCOLI 10
01100	HDA. MARIA / LA LOLA	PN90;PAPAS 10
01101	TORRES MIRIAM	PASTO 100
01102	HDA. AYCHAPICHO	PN80;PAPAS 20

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que existe en la zona cultivos de: Pasto Mejorado (PA), Pasto natural (PN), Papas (PP), Hortalizas (HO), Cereales (CE), Habas (HA), Flores, y Brócoli. De estos el cultivo que predomina es el cultivo de Pasto natural y de Papas pero en mayor cantidad el Pasto Natural ya que en la zona la gente dejo de lado la agricultura para dedicarse por completo a la ganadería.

El cuadro 3.6 indica el porcentaje de cada cultivo dentro de toda la ZARI.

CUADRO 3.6
UTILIZACIÓN DEL SUELO ZARI 01.

CULTIVO	CODIGO	2010 (Ha)	2010 %
BROCOLI		132.16	2.3%
CEREALES	CE	84.80	1.5%
FLORES		87.93	1.6%
HABAS	HA	3.11	0.1%
HORTALIZAS	HO	5.46	0.1%
PAPAS	PP	785.85	14.0%
PASTO MEJORADO	PA	23.37	0.4%
PASTO NATURAL	PN	4508.24	80.1%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En el cuadro se puede ver que el cultivo de Pasto natural ocupa el 80.1 % de la ZARI lo que comprueba que esta zona por estar ubicada en el cantón Mejía es igual que el cantón 80% ganadero.

3.4.1.1 Mapa Base.

Es un mapa actualizado (Ver Anexo N° 2) que contiene todos los componentes de infraestructura de riego (Bocatomas, Canales y Perímetros) de la ZARI 01.

3.4.2 ZARI RUMIÑAHUI 04

La ZARI 04 denominada Rumiñahui, tiene como parroquia de interés Machachi que pertenece al cantón Mejía.

3.4.2.1 Fichas Descriptivas.

La ZARI 04 está compuesta igualmente por varios sistemas de riego y perímetros de riego, cada uno de estos con su ficha descriptiva que se encontrara en el Anexo Digital N° 1.

Las fichas descriptivas de Infraestructura y Perímetros de riego son similares a las de la ZARI 01, que se muestran en la parte 3.4.1, por esto solo se presentara las fichas de Resumen por ZARI.

RESUMEN POR ZARI.-

Aquí se incluye: **(a)** Características Generales; **(b)** Descripción de los Sistemas; **(c)** Indicadores de Funcionamiento

(a) Características Generales

Dentro de las estas características se observa parámetros de Superficie y tipo de fuentes en superficie Equipada y Regada como indica el Cuadro 3.7.

CUADRO 3.7

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZARI 04

SUPERFICIE	Ha.
Superficie total	12535.80
Superficie bajo 3600	9538.26
Superficie Agrícola	11114.00
Superficie equipada	2870.22
Superficie potencial interna	2823.20
Superficie regada	2716.40
Superficie extensión potencial interna	106.80
Riego particular en:	
Superficie equipada	2870.22
Superficie potencial interna	2823.20
Superficie regada	2716.40
Superficie extensión potencial interna	106.80
Riego estatal en:	
Superficie equipada	0.00
Superficie potencial interna	0.00
Superficie regada	0.00
Superficie extensión potencial interna	0.00
Riego mixto en:	
Superficie equipada	0.00
Superficie potencial interna	0.00
Superficie regada	0.00
Superficie extensión potencial interna	0.00

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

El cuadro muestra que de la superficie Agrícola de la ZARI únicamente el 26% es superficie Equipada, de la cual el 98% es apta para riego y de esta el 96% es superficie regada.

Toda la superficie equipada y regada tiene como fuente sistemas de riego particular construidos por grandes hacendados para mejorar sus cultivos.

El porcentaje de superficie apta para riego que no tiene riego es únicamente el 4%, debido a que igual que en la ZARI 01 el uso del agua está en manos de grandes hacendados que tratan de mejorar su agricultura incrementando el riego.

(b) Descripción de los Sistemas

Los sistemas se describieron con referencia a: Conexiones Bocatomas, Canales, y Perímetros; Captación y Transporte; y Repartición.

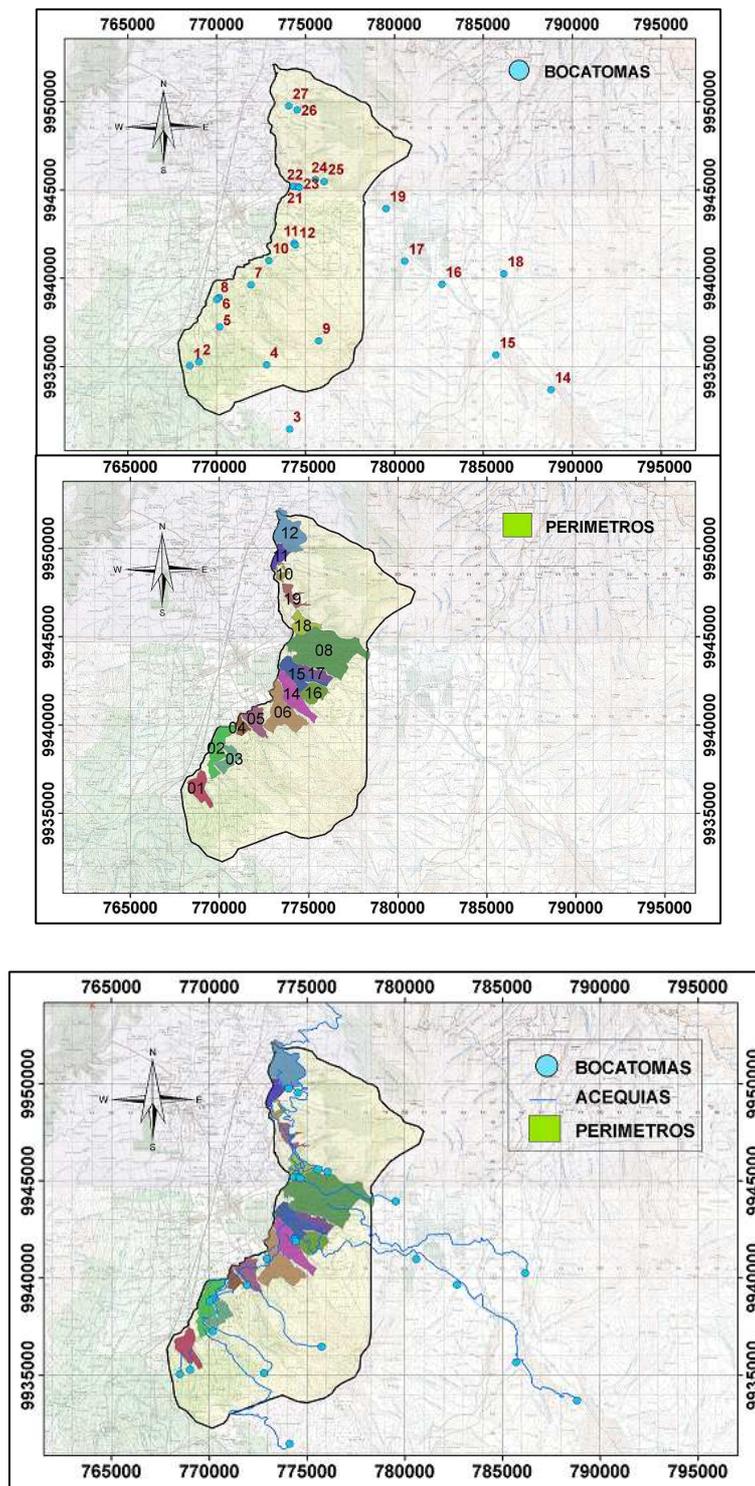
CONEXIÓN BOCATOMAS CANALES Y PERÍMETROS.

La ZARI ES04 está compuesta de 26 bocatomas que dotan del recurso a 16 perímetros de riego para lo cual se forman 22 sistemas de riego.

El Gráfico 3.19 muestra las interconexiones bocatomas, canales y perímetros.

GRÁFICO 3.19

INTERCONEXIONES (BOCATOMAS, CANALES, PERÍMETROS) ZARI 04



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

En los mapas del Gráfico se observa que a diferencia de la ZARI 01 en esta ZARI el número de bocatmas es mayor al número de perímetros, esto es debido a que existe varios perímetros que se alimentan de más de un sistema de riego complejo, lo significa que las bocatmas que los alimentan son varias..

Esto se da porque los perímetros de la zona han incrementado los cultivos y al tener necesidad de agua han buscado nuevas fuentes y han construido nuevos sistemas de riego que cubran el déficit.

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE

El Cuadro 3.8 muestra una descripción detallada de los 22 sistemas de riego que forman la ZARI.

CUADRO 3.8
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 04

SISTEMA		Numero de bocatmas	Caudal concedido (l/s)	Caudal medido (l/s)	Numero de ramales	Longitud de canales (Kmts)	Numero de Perímetros	SUPERFICIES SERVIDAS (Has)			
								(Dotaciones en l/s/ha)			
Nº	NOMBRE							Equipadas (Q. conc.)		Regadas (Q. med.)	
0401	SUNFANA ALTA	1	12	20	1	1.19	1	141.0	0.1	140.0	0.1
0402	SUNFANA BAJA	1	12	20	1	1.18	1	141.0	0.1	140.0	0.1
0403	SAN FRANCISCO	1	0	20	1	12.34	1	190.2	0.0	180.0	0.1
0404	SAN ISIDRO	1	0	12	1	4.18	1	105.8	0.0	100.0	0.1
0405	CHICAIZA	1	0	50	1	4.39	1	54.4	0.0	50.0	1.0
0406	SAN JOSE O PALAMAS	2	0	157	6	5.23	4	846.8	0.0	803.4	0.2
0407	SIN NOMBRE	1	0	20	1	2.7	1	190.2	0.0	180.0	0.1
0408	TILICHE ALTO	1	0	48	1	5.32	1	131.4	0.0	130.4	0.4
0409	CANTERA HUAPA	1	10	12	1	1.72	1	313.7	0.0	313.0	0.0
0410	SAN AUGUSTIN	1	0	6	1	1.053	1	216.3	0.0	210.0	0.0
0411	PUSUACHI	1	0	3	1	0.43	1	185.3	0.0	150.0	0.0
0413	SAN JOSE MUDADERO	4	0	1161	9	25.88	3	395.1	0.0	354.0	3.3
0414	GUITIG	1	0	206	1	15.54	1	758.8	0.0	700.0	0.3
0415	PAQUIPIRCA	1	0	953	1	5.687	1	758.8	0.0	700.0	1.4
0416	DE LA HDA PUICHIG (1)	1	0	140	1	0.96	1	112.8	0.0	100.0	1.4

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 3.8
CONTINUACIÓN

SISTEMA		Numero de bocatomas	Caudal concedido (l/s)	Caudal medido (l/s)	Numero de ramales	Longitud de canales (Kmts)	Numero de Perímetros	SUPERFICIES SERVIDAS (Has)			
								(Dotaciones en l/s/ha)			
Nº	NOMBRE							Equipadas (Q. conc.)		Regadas (Q. med.)	
0417	HDA PUICHIG	1	0	14	1	0.77	1	112.8	0.0	100.0	0.1
0418	VERTIENTE PUICHIG	1	40	368	2	2.14	2	145.0	0.3	144.0	2.6
0419	DE LA COMPANIA	1	0	309	7	11.94	7	1551.4	0.0	855.0	0.4
0420	DE LA HDA PUICHIG (2)	1	0	20	1	0.75	1	112.8	0.0	100.0	0.2
0421	DE LA HDA PUICHIG (3)	1	0	10	1	2.59	1	74.2	0.0	74.0	0.1
0422	SIN NOMBRE	1	0	20	1	0.72	1	269.8	0.0	260.0	0.1
0423	SIN NOMBRE	1	0	10	1	1.53	1	269.8	0.0	260.0	0.0

Fuente y Elaboración: Pila, 2010

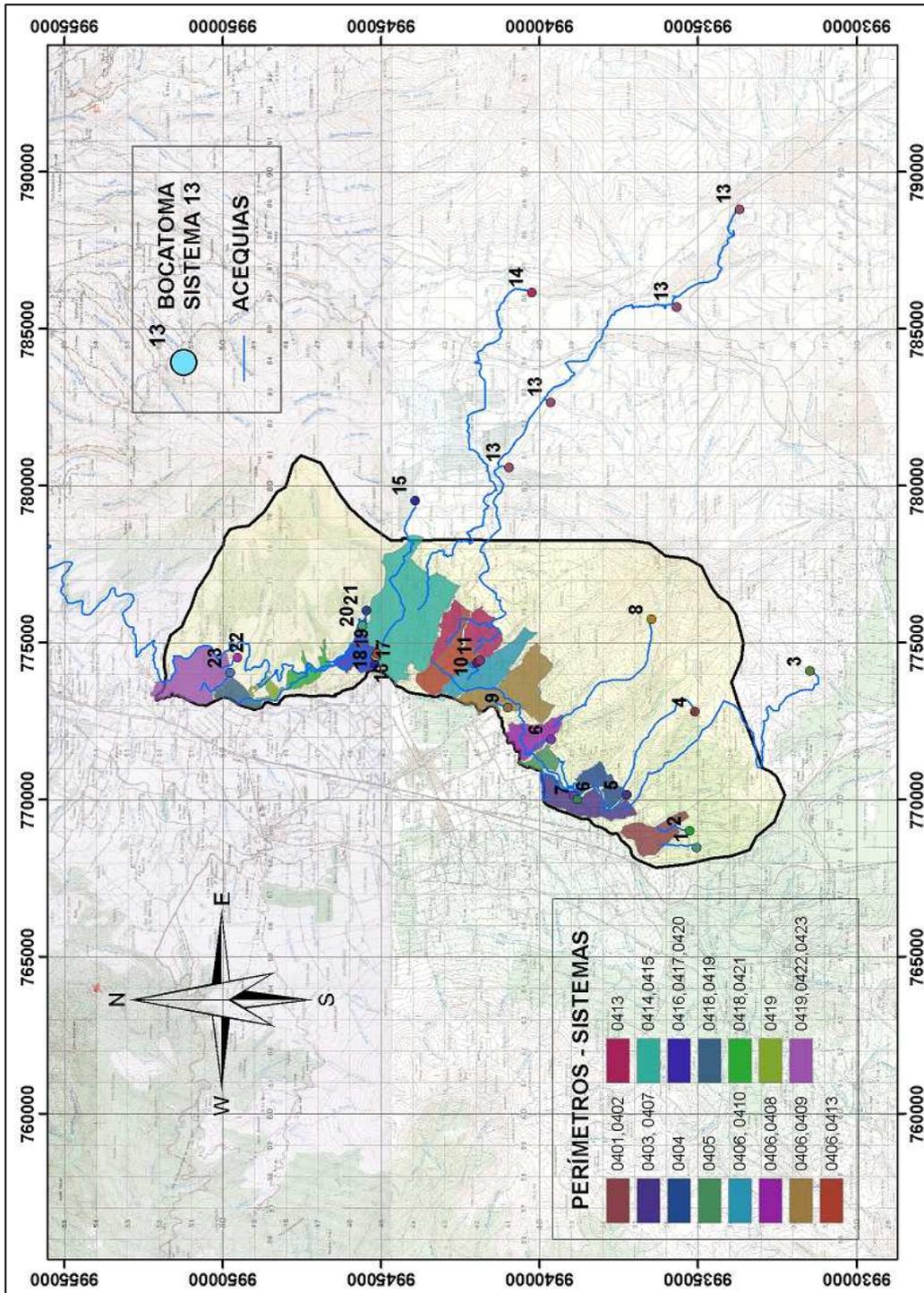
El cuadro muestra que de los 22 sistemas de riego existentes, únicamente 2 sistemas son complejos, el sistema San José o Palamas que tiene 2 bocatomas, y el sistema San José del Mudadero que tiene 4 bocatomas.

El Sistema San José del Mudadero presenta el mayor caudal medido, no tiene concesión, y alimenta a tres perímetros de Riego, la hacienda San José y dos usuarios más que en la actualidad son dueños de unos lotes que antes pertenecieron a dicha hacienda

El Gráfico 3.20 presenta los sistemas de riego.

GRÁFICO 3.20

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 04



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El gráfico muestra el número de bocatomas y perímetros que pertenecen a cada sistema y además el número de sistemas que alimentan a cada perímetro.

Se observa también que la mayor parte de perímetros se alimentan de varios sistemas como mencione anteriormente.

Y finalmente es importante anotar que dentro de la ZARI hay un sistema que alimenta a 3 perímetros de ella y luego su canal continúa hasta llegar a la ZARI 3 y alimentar más perímetros de riego, esto indica que posiblemente la ZARI 3 no satisface su demanda y tiene que llevar agua de otra ZARI lo que significa incremento de los costos.

REPARTICIÓN DEL AGUA

La repartición del agua hace referencia a los perímetros y su dotación.

El Cuadro 3.9 contiene los 16 perímetros de riego de la zona y sus características de repartición.

CUADRO 3.9

REPARTICIÓN DEL AGUA

PERIMETRO		PISO	Numero de fuentes	Numero de sistemas	DOTACIONES PREVISTAS			DOTACIONES REALES		
Nº	NOMBRE				Equipada (Ha)	Q. conc. (l/s)	Dotacion (l/s/ha)	Regadas (Ha)	Q. med. (l/s)	Dotacion (l/s/ha)
0401	ROMERILLOS	FRIO	2	2	141.01	24	0.170	140.00	40	0.29
0402	SAN FRANCISCO	FRIO	2	2	190.16	10	0.053	180.00	40	0.22
0403	SAN ISIDRO	FRIO	1	1	105.81	0	0.000	100.00	12	0.12
0404	PANZALEO	FRIO	1	1	54.45	0	0.000	50.00	50	1.00
0405	HDA. EL ROSARIO	FRIO	2	2	131.43	0	0.000	130.40	48	0.37
0406	HDA. PUCHALITOLA	FRIO	2	2	313.72	10	0.032	313.00	12	0.04
0408	LA ESPERANZA	FRIO	2	2	758.77	0	0.000	700.00	256	0.37
0410	MIRADOR	FRIO	1	1	35.73	0	0.000	35.00	0	0.00
0411	LA UNION	FRIO	2	2	70.81	40	0.565	70.00	677	9.67
0412	HDA. LA VICTORIA 2	FRIO	3	3	269.83	0	0.000	260.00	30	0.12
0414	HDA. LA VICTORIA	FRIO	2	2	216.34	0	0.000	210.00	6	0.03
0415	HDA. SAN JOSE	FRIO	2	2	185.29	0	0.000	150.00	3	0.02
0416	PARCELAS EL RETIRO	FRIO	4	1	125.02	0	0.000	120.00	0	0.00
0417	PEREZ PEDRO	FRIO	4	1	84.78	0	0.000	84.00	0	0.00
0418	FUNDACION	FRIO	3	3	112.83	0	0.000	100.00	154	1.54
0419	HDA. SILLUNCHI	FRIO	2	2	74.24	0	0.000	74.00	10.00	0.14

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Como se observa en el cuadro la mayor parte de los perímetros presentan una altitud media superior a los 2700msnm por lo tanto se encuentran en el piso bioclimático frío.

El caudal medido la mayor parte de ocasiones es mayor al caudal concedido por el hecho de no existir control en cuanto a la existencia de bocatomas, y mucho menos en cuanto al caudal real derivado.

(c) Indicadores de Funcionamiento.

Dentro de los Indicadores de funcionamiento se toma en cuenta: Aspectos Técnicos y Utilización del suelo.

ASPECTOS TECNICOS

En este parámetro se encuentra: Características principales de las Bocatomas y de la Infraestructura de conducción.

Características principales de las Bocatomas.- el Cuadro 3.10 y el Gráfico 3.21 muestran estas características y además una clasificación de las bocatomas según el caudal realmente derivado.

CUADRO 3.10

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 04

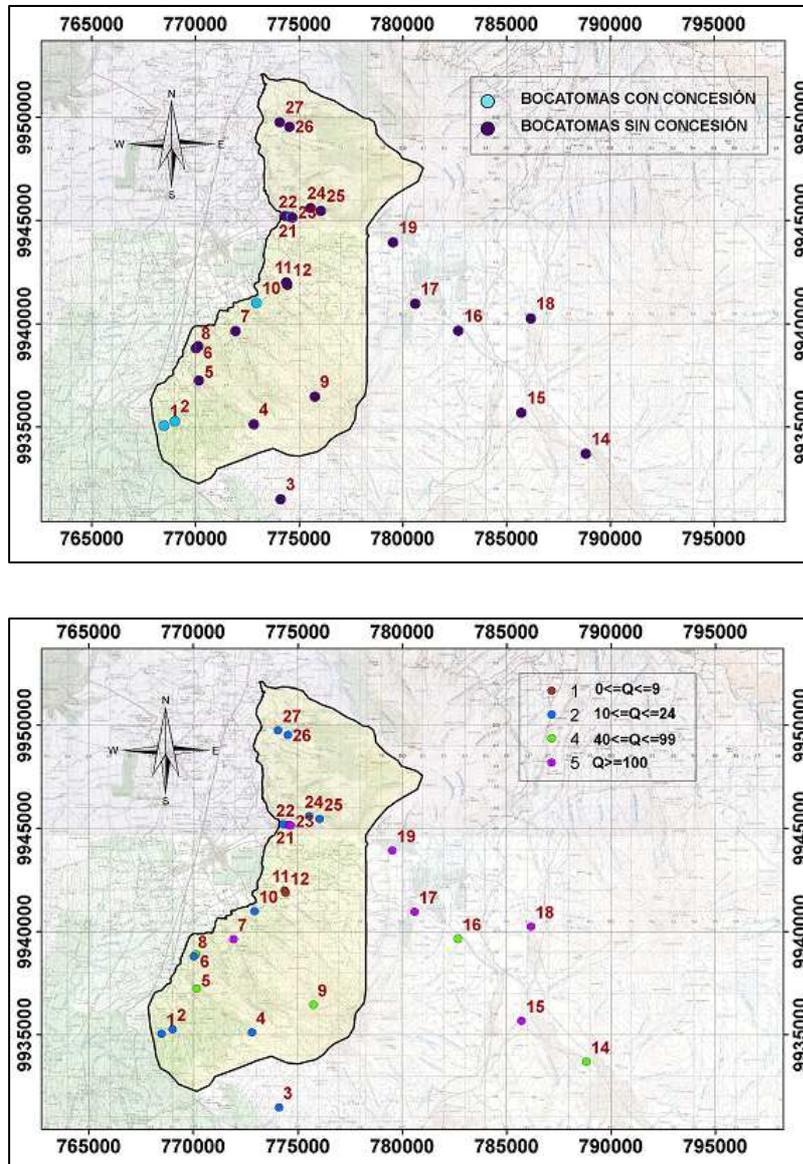
Con conceción:	4 / 26 15%	Caudal total concedido (QTC):	84	
Modernas:	0 / 26 0%	Q riego conc. (QRC):	84	100%
		Q total med. (QTM):	3591	4275%

Clases de caudal (l/s)	0 ≤ Q ≤ 9	10 ≤ Q ≤ 24	25 ≤ Q ≤ 39	40 ≤ Q ≤ 99	Q ≥ 100	TOTAL
Nº de Bocatomas	2	11	0	5	8	26
Con Concesión	0	3	0	0	1	4
Sin Concesión	2	8	0	5	7	22
Modernas	0	0	0	0	0	0
Rústicas	2	11	0	5	8	26

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 3.21

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 04



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Los datos que están dentro del Cuadro e ilustrados en el Gráfico muestran que:

- De todas las bocatomas de la ZARI, tienen concesión únicamente 3 esto debido a que en esta ZARI las bocatomas están ubicadas en zonas de difícil acceso y además es difícil obtener información ya que no existe juntas de regantes organizadas.

- La mayor cantidad de bocatomas de la ZARI derivan caudales que se encuentra entre $10 \leq Q \leq 24$ o $Q \geq 100$.

Características de la Infraestructura de Conducción.- la infraestructura de conducción encontrada en la ZARI es en su gran mayoría canales de tipo Rustico 2.

UTILIZACIÓN DEL SUELO

En este parámetro se detalló todos los cultivos existentes en cada uno de los perímetros de riego de la ZARI.

El Cuadro 3.11 muestra la utilización del suelo.

CUADRO 3.11

UTILIZACIÓN DEL SUELO PERIMETROS ZARI 04

PERIMETRO		UTILIZACIÓN DEL SUELO
Nº	NOMBRE	
0401	ROMERILLOS	PN93, FLORES 7
0402	SAN FRANCISCO	PN 90, BROCOLI 10
0403	SAN ISIDRO	PN 100
0404	PANZALEO	PN 80, PAPAS 15
0405	HDA. EL ROSARIO	PN 100
0406	HDA. PUCHALITOLA	PN 90 PAPAS10
0408	LA ESPERANZA	PN 100
0410	MIRADOR	PN 100
0411	LA UNION	PN 100
0412	HDA. LA VICTORIA 2	PN 90 PAPAS 10
0414	HDA. LA VICTORIA	PASTO 70, BROCOLI 20
0415	HDA. SAN JOSE	PN 75, PAPAS 20
0416	PARCELAS EL RETIRO	PASTO 100
0417	PEREZ PEDRO	PN 100
0418	FUNDACION	PASTO 100
0419	HDA. SILLUNCHI	PN100

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que existe en la zona cultivos de: Pasto natural (PN), Papas (PP), Flores, y Brócoli. De estos el cultivo que predomina es el cultivo de Pasto natural ya que la ZARI se caracteriza por ser totalmente ganadera, pero sin interés de mejorar sus pastos.

El cuadro 3.12 indica el porcentaje de cada cultivo dentro de toda la ZARI.

CUADRO 3.12
UTILIZACIÓN DEL SUELO ZARI 04

CULTIVO	CODIGO	2010 (Ha)	2010 %
BROCOLI		83.92	2.9%
FLORES		9.87	0.3%
PAPAS	PP	115.57	4.0%
PASTO NATURAL	PN	2660.87	92.7%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En el cuadro se observa que la ZARI es muy pobre en cultivos y además el Pasto Natural cubre la mayor parte.

3.4.2.2 Mapa Base.

Es un mapa actualizado (Ver Anexo N° 2) que contiene todos los componentes de infraestructura de riego (Bocatomas, Canales y Perímetros) de la ZARI 04.

3.4.3 ZARI SINCHOLAGUA 05

La ZARI 04 denominada Rumiñahui, tiene como parroquia de interés Pintag que pertenece al cantón Quito.

Fichas Descriptivas

La ZARI 05 presenta al igual que las dos anteriores sistemas de riego y perímetros de riego, con sus respectivas fichas que se encontrara en el Anexo Digital N°1.

Las fichas descriptivas de Infraestructura y Perímetros de riego son similares a las de la ZARI 01 por lo que solo se presentara las fichas de Resumen por ZARI.

RESUMEN POR ZARI.-

Aquí se encuentran: **(a)** Características Generales; **(b)** Descripción de los Sistemas **(c)** Indicadores de Funcionamiento

(a) Características Generales

Dentro de las estas características se observa parámetros de Superficie y tipo de fuentes en superficie Equipada y Regada como indica el Cuadro 3.13.

CUADRO 3.13

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZARI

SUPERFICIE	Ha.
Superficie total	17726.20
Superficie bajo 3600	8068.70
Superficie equipada	2230.25
Superficie potencial interna	2217.50
Superficie regada	2095.00
Superficie extensión potencial interna	122.50
Riego particular en:	
Superficie equipada	2230.25
Superficie potencial interna	2217.50
Superficie regada	2095.00
Superficie extensión potencial interna	122.50
Riego estatal en:	
Superficie equipada	0.00
Superficie potencial interna	0.00
Superficie regada	0.00
Superficie extensión potencial interna	0.00
Riego mixto en:	
Superficie equipada	0.00
Superficie potencial interna	0.00
Superficie regada	0.00
Superficie extensión potencial interna	0.00

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que de la superficie total de la ZARI el 69% se encuentra bajo los 3600 msnm, de esta superficie el 32% es superficie equipada, de la superficie equipada el 98% es superficie apta para riego y de esta el 95% se encuentra bajo riego.

También indica que las únicas fuentes que tiene la ZARI es riego Particular lo que significa que los sistemas al igual que en las dos ZARIS anteriores son construidos por grandes agricultores para mejoramiento de sus cultivos.

(b) Descripción de los Sistemas.

Los sistemas se describieron con referencia a: Conexiones Bocatomas, Canales, y Perímetros; Captación y Transporte; y Repartición.

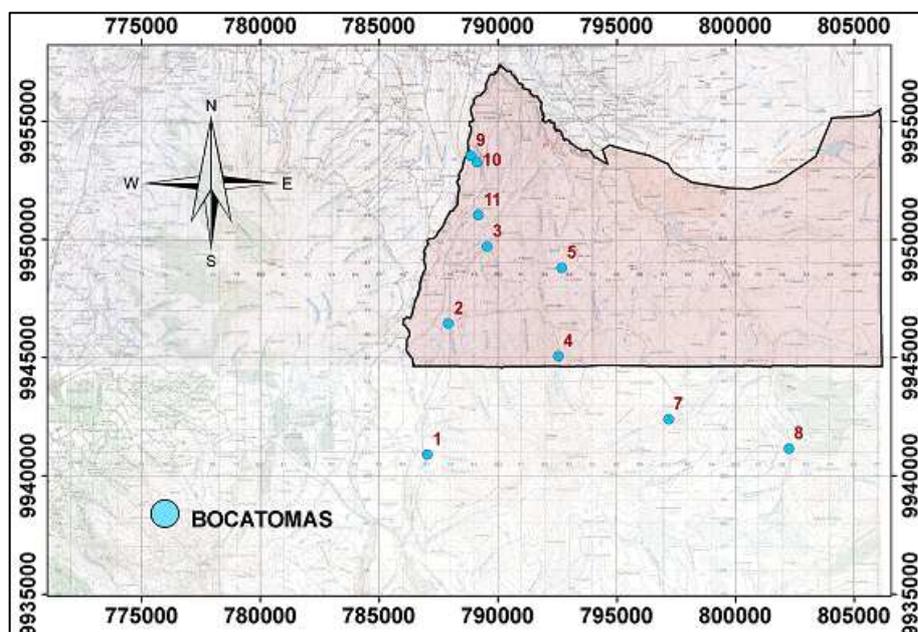
CONEXIÓN BOCATOMAS CANALES Y PERÍMETROS.

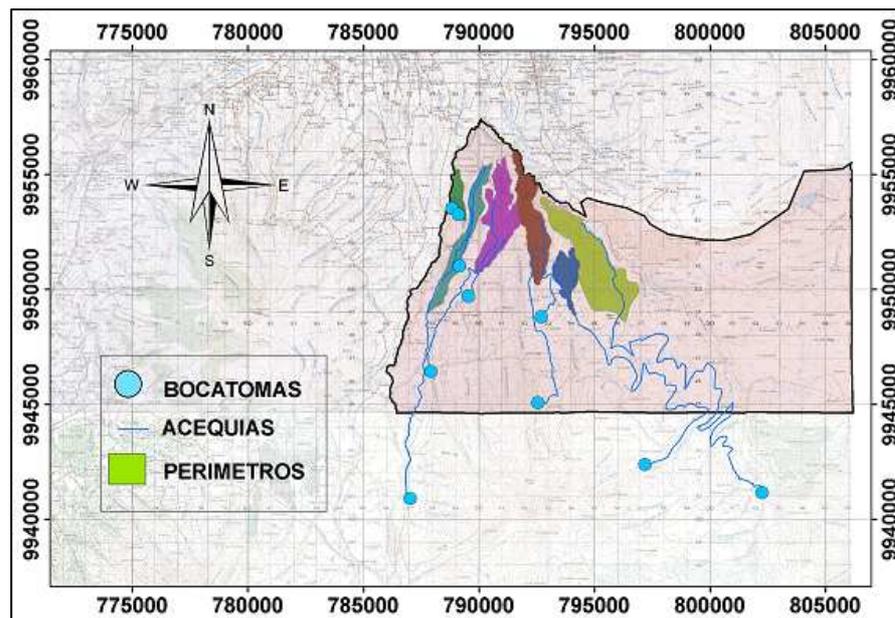
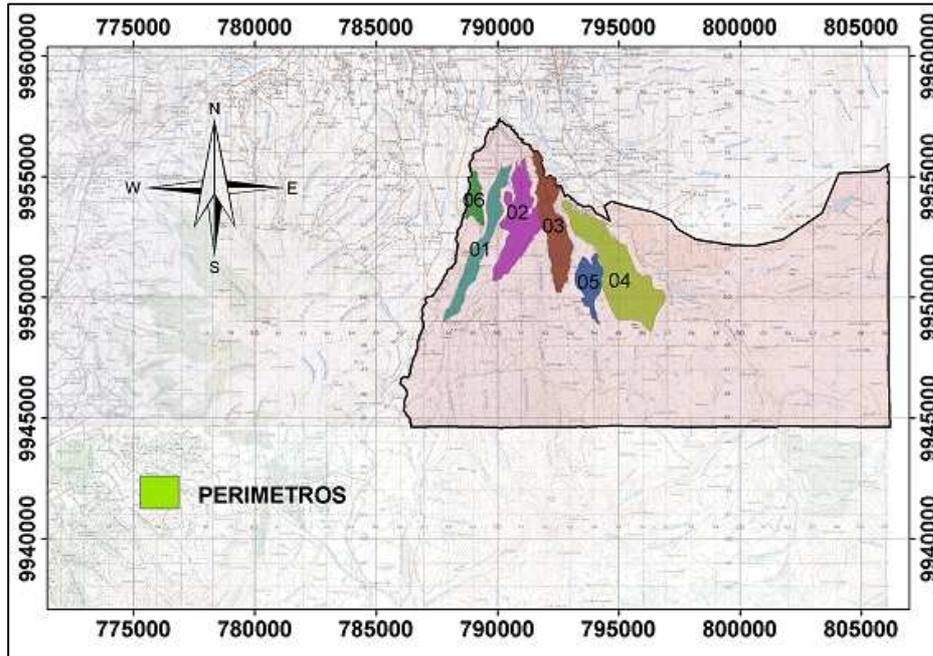
La ZARI 05 está compuesta de 10 bocatomas que dotan del recurso a 6 perímetros de riego para lo cual se forman 9 sistemas de riego.

El Gráfico 3.22 muestra las interconexiones bocatomas, canales y perímetros.

GRÁFICO 3.22

INTERCONECCIONES (BOCATOMA, CANALES, PERÍMETROS) ZARI 05





Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En los mapas del Gráfico se ve claramente que el número de perímetros es relativamente igual al número de bocatomas, esto es debido a que existe únicamente un sistema complejo que tiene 2 bocatomas.

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE

El Cuadro 3.14 muestra una descripción detallada de los 9 sistemas de riego que forman la ZARI

CUADRO 3.14
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 05

SISTEMA		Numero de bocatomas	Caudal concedido (l/s)	Caudal medido (l/s)	Numero de ramales	Longitud de canales (Kmts)	Numero de Perímetros	SUPERFICIES SERVIDAS (Has)			
								(Dotaciones en l/s/ha)			
N	NOMBRE							Equipadas (Q. conc.)	Regadas (Q. med.)		
0501	PATICHUBAMBA	1	75	150	1	16.1	1	312.5	0.2	310.0	0.5
0502	TAXOHUAYCO	1	15	5	1	9.1	1	451.8	0.0	400.0	0.0
0503	JAVASUCO	1	0	10	1	3.1	1	451.8	0.0	400.0	0.0
0504	YAGUIL	1	240	130	1	8.0	1	415.2	0.6	400.0	0.3
0505	UCHUGCHICO	1	57	30	1	5.2	1	415.2	0.1	400.0	0.1
0507	SHUTOG	1	0	20	1	18.5	1	187.5	0.0	185.0	0.1
0508	GUALLANTA	1	0	10	1	28.5	1	761.3	0.0	750.0	0.0
0509	MOLINUCO	2	25	20	1	1.1	1	101.9	0.2	50.0	0.4
0510	SURAHUAYCO	1	30	35	1	4.6	1	312.5	0.1	310.0	0.1

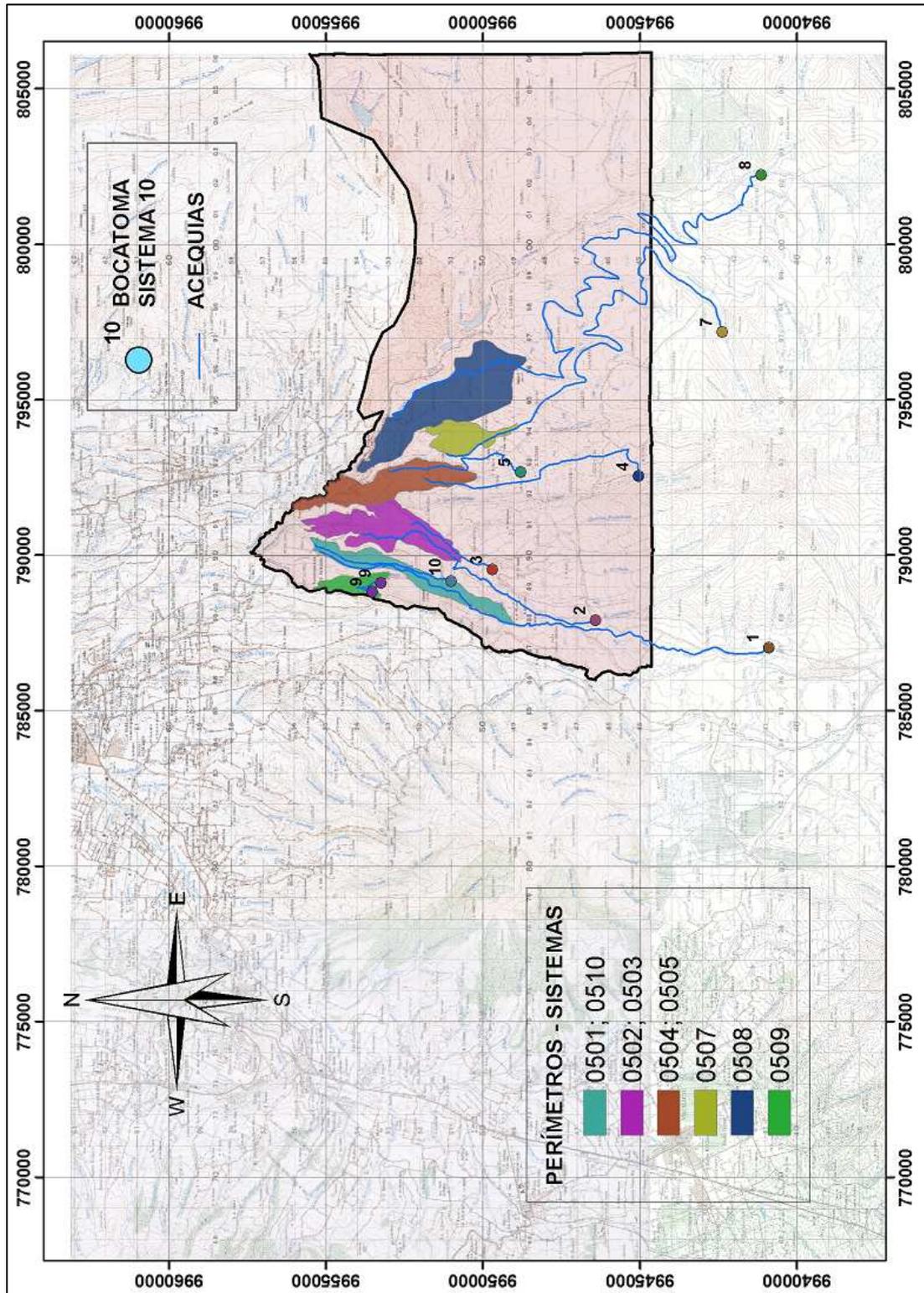
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que de los 9 sistemas de riego existentes únicamente 1 sistemas es complejo, el sistema el Molinuco que tiene 2 bocatomas y sin embargo no el sistemas que deriva mayor caudal real es el sistema Yanguil.

El Sistema Yanguil es el perímetro que mayor caudal concedido tiene en la ZARI.

El grafico 3.23 presenta los sistemas de riego.

GRÁFICO 3.23
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE ZARI 05



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El gráfico muestra el número de bocatomas y perímetros que pertenecen a cada sistema y además el número de sistemas que alimentan a cada perímetro.

Se observa también que existen varios perímetros que se alimentan de más de un sistema.

REPARTICIÓN DEL AGUA

La repartición del agua hace referencia a los perímetros y su dotación.

El Cuadro 3.15 contiene los 6 perímetros de riego de la zona y sus características de repartición.

CUADRO 3.15

REPARTICIÓN DEL AGUA ZARI 05

PERIMETRO		PISO	Numero de fuentes	Numero de sistemas	DOTACIONES PREVISTAS			DOTACIONES REALES		
Nº	NOMBRE				Equipada (Ha)	Q. conc. (l/s)	Dotación (l/s/ha)	Regadas (Ha)	Q. med. (l/s)	Dotación (l/s/ha)
0501	HDA. PATICHUBAMBA ALTA	FRIO	2	2	312.5	105.0	0.3	310.0	185.0	0.6
0502	HDA. SANTO DOMINGO	FRIO	2	2	451.8	15.0	0.0	400.0	15.0	0.0
0503	HDA. UBILLUS	FRIO	2	2	415.2	297.0	0.7	400.0	160.0	0.4
0504	HDA. PINANTURA	FRIO	1	1	761.3	0.0	0.0	750.0	10.0	0.0
0505	HDA. EL CARMEN	FRIO	1	1	187.5	0.0	0.0	185.0	20.0	0.1
0506	HDA. PATICHUBAMABA	FRIO	2	1	101.9	25.0	0.2	50.0	20.0	0.4

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Como se observa en el cuadro la mayor parte de los perímetros presentan una altitud media superior a los 2700 m.s.n.m. por lo tanto se encuentran en el piso bioclimático frío.

El caudal medido la mayor parte de ocasiones es mayor al caudal concedido, excepto en el perímetro 0503, por el hecho de no existir control en cuanto a la existencia de bocatomas, y mucho menos en cuanto al caudal derivado.

La dotación prevista varía entre 0 y 1 para todos los perímetros lo que significa que posiblemente no existe concesiones de agua mayores a los que necesita el usuario.

(c) Indicadores de Funcionamiento.

Dentro de los Indicadores de funcionamiento están: Aspectos Técnicos y Utilización del suelo.

ASPECTOS TECNICOS

En este parámetro se encuentra: Características principales de las Bocatomas y de la Infraestructura de conducción.

Características principales de las Bocatomas.- el Cuadro 3.16 y el Gráfico 3.24 muestran estas características y además una clasificación de las bocatomas según el caudal realmente derivado.

CUADRO 3.16

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 05

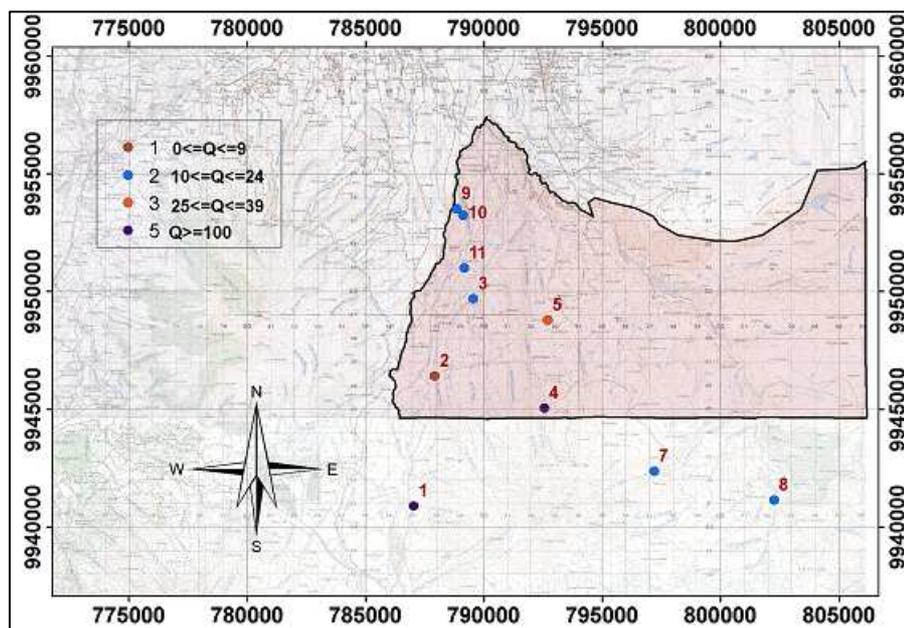
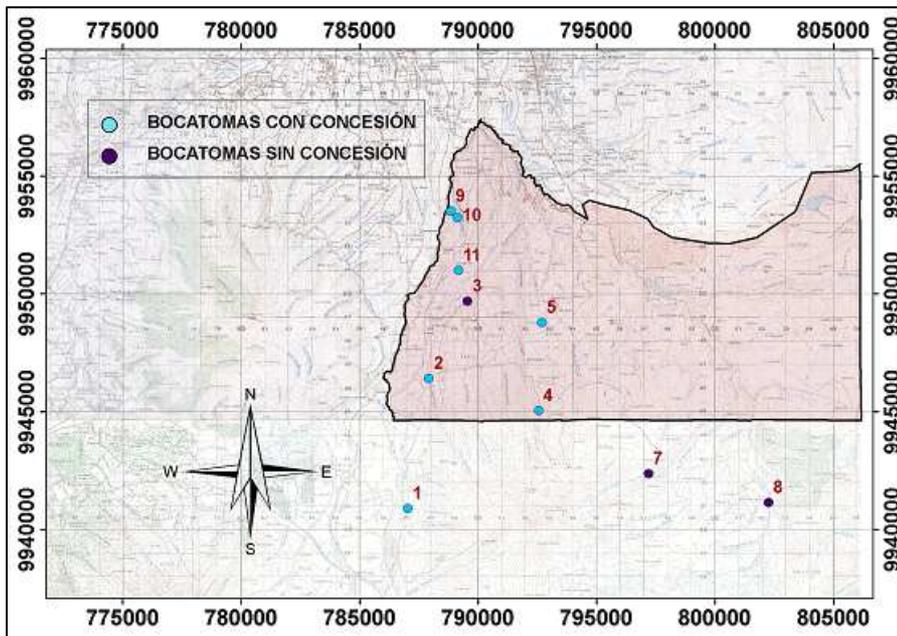
Con concepción:	7 / 10 70%	Caudal total concedido (QTC):	442	
Modernas:	0 / 10 0%	Q riego conc. (QRC):	442	100%
		Q total med. (QTM):	410	93%

Clases de caudal (l/s)	$0 \leq Q \leq 9$	$10 \leq Q \leq 24$	$25 \leq Q \leq 39$	$40 \leq Q \leq 99$	$Q \geq 100$	TOTAL
Nº de Bocatomas	1	6	1	0	2	10
Con Concesión	1	3	1	0	2	7
Sin Concesión	0	3	0	0	0	3
Modernas	0	0	0	0	0	0
Rústicas	1	6	1	0	2	10

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 3.24

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS BOCATOMAS ZARI 05



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Los datos que están dentro del Cuadro e ilustrados en el Gráfico muestran que:

- De todas las bocatomas de la ZARI el 70% tiene concesión y son aquellas bocatomas que tienen fácil acceso.
- El 70% de bocatomas de las de la ZARI derivan un caudal que se encuentra entre 10 y 24 l/s
- Las bocatoma 1 y 4 derivan un caudal mayor a 100 l/s y alimentan a los perímetros 0501 y 0503 que no son los de mayor superficie de la ZARI y debido a esto los perímetros presentan las dotaciones más altas.

Características de la Infraestructura de Conducción.- la infraestructura de conducción encontrada en la ZARI es en su gran mayoría canales de tipo Rustico 2.

UTILIZACIÓN DEL SUELO

En este parámetro se detalló todos los cultivos existentes en cada uno de los perímetros de riego de la ZARI.

El Cuadro 3.17 muestra la utilización del suelo.

CUADRO 3.17

UTILIZACIÓN DEL SUELO PERIMETROS ZARI 05.

PERIMETRO		UTILIZACIÓN DEL SUELO
Nº	NOMBRE	
0501	HDA. PATICHUBAMBA ALTA	PM50; PN30; TRIGO5; PAPAS10; MAIZ5
0502	HDA. SANTO DOMINGO	PM50; PN30; CEBADA5; PAPAS8; MAIZ5; HABAS2
0503	HDA. UBILLUS	PM50; PN30; CEBADA5; PAPAS8; MAIZ5; HABAS3
0504	HDA. PINANTURA	PN 95; PAPAS 5
0505	HDA. EL CARMEN	PN 95; PAPAS 5
0506	HDA. PATICHUBAMABA	PN 100

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que existe en la zona cultivos de: Pasto Mejorado (PA), Pasto natural (PN), Papas (PP), Cereales (CE) Maíz (MA), y Habas (HA). De estos el cultivos que predominan son el Pasto natural y el Pasto Mejorado pero en

mayor cantidad el Pasto Natural ya que en la zona la gente dejó de lado la agricultura para dedicarse por completo a la ganadería al igual que en las ZARIS anteriores.

El cuadro 3.18 indica el porcentaje de cada cultivo dentro de toda la ZARI.

CUADRO 3.18
UTILIZACIÓN DEL SUELO ZARI 05.

CULTIVO	CODIGO	2010 (Ha)	2010 %
CEREALES	CE	58.98	2.6%
HABAS	HA	21.49	1.0%
MAIZ	MA	58.98	2.6%
PAPAS	PP	143.90	6.5%
PASTO MEJORADO	PA	589.77	26.4%
PASTO NATURAL	PN	1357.14	60.9%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En el cuadro se puede ver que el cultivo de Pasto natural ocupa el 60.9 % y el Pasto Mejorado el 26.4% lo que indica que esta ZONA es ganadera y además se ocupa de mejorar sus cultivos con la finalidad de incrementar la producción.

Mapa Base.

Es un mapa actualizado (Ver Anexo N° 2) que contiene todos los componentes de infraestructura de riego (Bocatomas, Canales y Perímetros) de la ZARI 05.

Finalmente si comparando los resultados de todas la ZARIS se tiene que:

- La ZARI 01 es la que mayor Superficie tiene de las 3 ZARIS de estudio, además es una ZARI que se encuentra en plena evolución, por tener apoyo de varias ONG`S, a diferencia de la ZARI 05 que no muestra indicios de crecimiento. (Cuadro 3.19)

CUADRO 3.19
SUPERFICIES ZARI 01, 04, Y 05

	ZARI 01	ZARI 04	ZARI 05
Superficie total de las ZARIS	25878.4	12535.8	17726.2
Superficie bajo 3600	17822.9	9538.3	8068.7
Superficie equipada	5630.9	2870.2	2230.2
Superficie regada	5293.1	2716.4	2095.0

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

- Las ZARIS 1, 4, 5 riegan su superficie equipada, y regada únicamente por Riego Particular, esto significa sistemas contruidos por juntas de regantes particulares o personas que necesitan el recurso, en este caso grandes hacendados.
- Con referencia a los sistemas de riego la ZARI 01 presenta el mayor numero de sistemas de riego y sistemas internos complejos, debido ser la ZARI de mayor Superficie y además por ser una ZARI totalmente agrícola en desarrollo. (Cuadro 3.20)

CUADRO 3.20
SISTEMAS ZARI 01, 04, Y 05

	ZARI 01	ZARI 04	ZARI 05
Nº de sistemas de riego	37	22	9
Sistemas internos complejos	6	4	1
Sistemas saliendo de la ZARI	0	1	0
Sistemas entrando a la ZARI	0	0	0

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

- Con respecto a las bocatomas existentes en todas las ZARI de estudio se puede ver que :

La ZARI 01 es la que mayor número de bocatomas y bocatomas legales tiene por la existencia de mayor número de sistemas con juntas de regantes conformadas.

La ZARI 04 es la segunda en número de bocatomas sin embargo es la que mas bocatomas ilegales contiene, debido a la desorganización que se presenta y esto se refleja en la poca accesibilidad que se tiene con los regantes de la zona y demás en el campo se observa que varios de sus canales transportan agua totalmente sucia.

Los cuadros 3.21 y 3.22 muestran las características en cuanto a bocatomas y caudales de cada una de las ZARIS.

CUADRO 3.21
BOCATOMAS ZARI 01, 04, Y 05

	ZARI 01	ZARI 04	ZARI 05
Nº de Bocatomas	38	26	10
Con Concesión	20	4	7
Modernas	1	0	0

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 3.22
CAUDALES ZARI 01, 04, Y 05

	ZARI 01	ZARI 04	ZARI 05
Nº de sistemas de riego	37	22	9
Sistemas internos complejos	6	4	1
Sistemas saliendo de la ZARI	0	1	0
Sistemas entrando a la ZARI	0	0	0

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

- Las ZARIS 1, 4, 5 son superficies donde se encuentra la mayor cantidad de grandes productores (hacendados) que hacen uso del agua para riego y se dedican un 80% a la ganadería por lo tanto el cultivo que predomina es el pasto.

El cuadro 3.23 indica los cultivos con respecto a las tres ZARIS.

CUADRO 3.23
CULTIVOS ZARI 01, 04, Y 05

CULTIVO	CODIGO	ZARI 01 (Ha)	ZARI 02 (%)	ZARI 04 (Ha)	ZARI 05 (%)	ZARI 05 (Ha)	ZARI 05 (%)
BROCOLI		132.16	2.35%	83.92	3%	0.00	0%
CEREALES	CE	84.80	1.51%	0.00	0%	58.98	3%
FLORES		87.93	1.56%	9.87	0%	0.00	0%
HABAS	HA	3.11	0.06%	0.00	0%	21.49	1%
HORTALIZAS	HO	5.46	0.10%	0.00	0%	0.00	0%
MAIZ	MA	0.00	0.00%	0.00	0%	58.98	3%
PAPAS	PP	785.85	13.96%	115.57	4%	143.90	6%
PASTO MEJORADO	PA	23.37	0.42%	0.00	0%	589.77	26%
PASTO NATURAL	PN	4508.24	80.06%	2660.87	93%	1357.14	61%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CAPÍTULO 4

VALORIZACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA PILOTO NIEVES TOMA MANTILLA Y PUCARA

4.1 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA

4.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

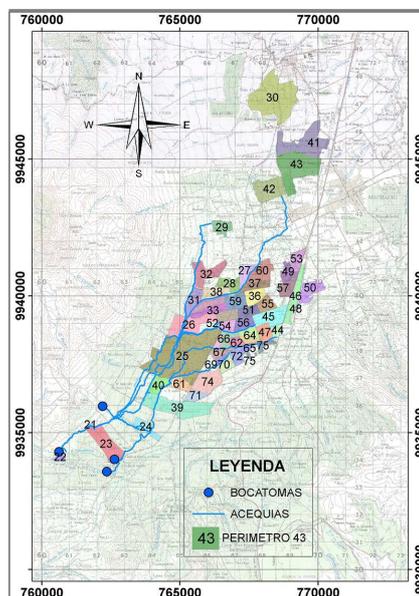
El Sistema de Riego Nieves Toma, Mantilla y Pucara se encuentra ubicado en el Cantón Mejía, al sur de la Provincia de Pichincha, entre las Parroquias Aloasí, el Chaupi, Machachi y Aloag en las coordenadas: 9934.200 mN, 760.500 mE entre las cotas 2900 a 3400 msnm. (Gráfico 3.1)

GRÁFICO 4.1

UBICACIÓN DEL SISTEMA



SISTEMA NIEVES TOMA , MANTILLA Y PUCARA



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992

Elaboración: Geovanna Pila.

Dicho Sistema de Riego es el sistema 09 de la ZARI 01, denominado sistema Nieves Toma según el inventario de riego del proyecto INERHI – ORSTOM 1992

4.1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA NIEVES TOMA.

El sistema Nieves Toma es un sistema de riego complejo, está compuesto de 4 bocatomas, 121 canales (acequias) y 54 perímetros de riego. (Ver anexo N° 4)

Bocatomas

El gran sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara está formado por cuatro bocatomas, tres principales y una secundaria, y estas son:

Bocatoma BCES 0111.- es la bocatoma principal del sistema denominada “NIEVES TOMA”, deriva su caudal de la quebrada Yacupungo o Pilongo en la cota media 3439 msnm y la coordenadas 9934305 N y 7606117 E.

La quebrada El Pilongo nace de los deshielos del Iliniza recibe las aguas de la quebrada el olivo y se une con la quebrada corazón para formar la quebrada Yacupungo de donde la bocatoma BCES0111 deriva un caudal medido de aproximadamente 540 l/s y cuando existe caudal remanente en la quebrada, este continua su curso aguas abajo.

Bocatoma BCES 0109.- es la segunda bocatoma del sistema y lleva como nombre “MANTILLA”, esta bocatoma es una vertiente que nace en una gran área pantanosa denominada los Pajonales en la cota media 3360 msnm y las coordenadas 9933577 N y 762352 E, al sur del centro poblado de la parroquia el “Chaupi”.

La vertiente se forma de cientos de afloramientos del pantano que en conjunto forman el caudal de la bocatoma BCES0109 que es de aproximadamente 20l/s .

Bocatoma BCES 0114.- es la tercera bocatoma del sistema llamada “PUCARA” deriva su caudal de la quebrada Pucará en la cota 3441 msnm y las coordenadas 9935973 N y 762200 E.

La quebrada pucará se origina en vertientes, afloramientos, escurrimientos superficiales y subterráneos que se juntan en la quebrada para aguas abajo derivar un caudal medido de aproximadamente 50l/s a la bocatoma BCES0114 y el remanente, cuando existe, seguir el cauce de la quebrada.

Bocatoma BCES 0113.- esta es una bocatoma secundaria, llamada así ya que esta bocatoma deriva su caudal de la quebrada Yacupungo aguas abajo de la bocatoma BCES0111 siempre y cuando existe un remanente en dicha quebrada después de derivar el caudal de esta bocatoma

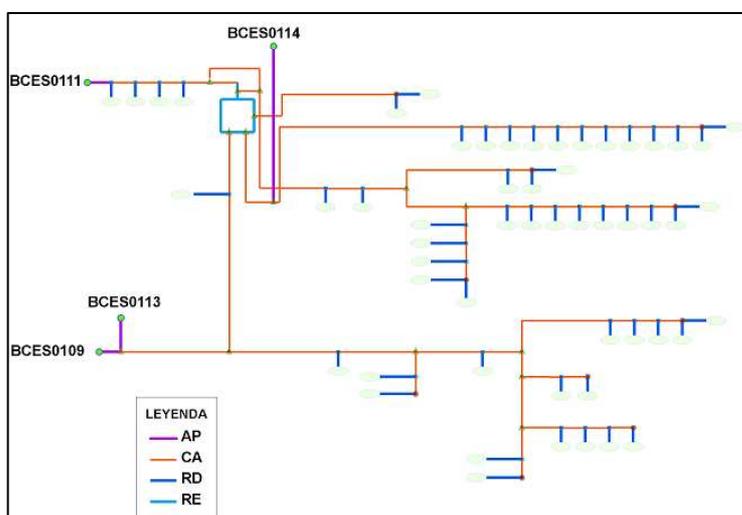
Canales

El sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucará se encuentra compuesto de 121 canales, 4 canales tipo AP, 62 tipo CA y 55 tipo RD, los mismos que forman: un ramal antes del RELOJ (R0) y 4 ramales después.

El Gráfico 4.2 muestra los canales (AP, CA, RD) y el Reloj (RE) del sistema. El Gráfico 4.3 muestra los ramales que lo componen (R0, R1, R2, R3, R4).

GRÁFICO 4.2

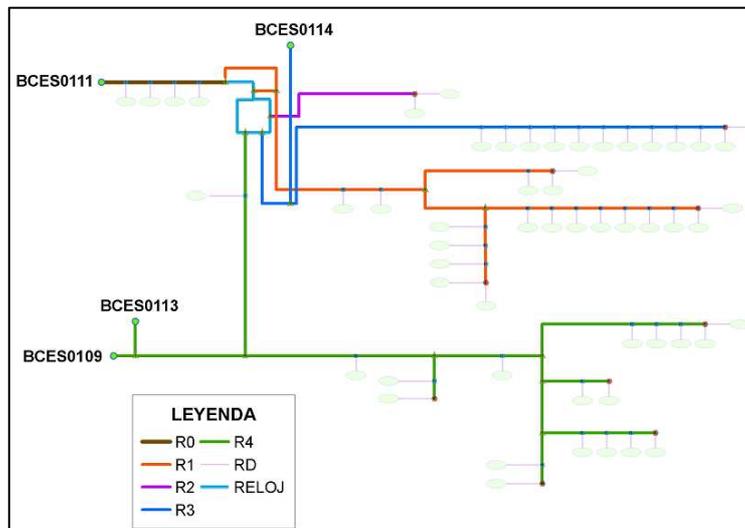
CANALES DEL SISTEMA NIEVES - TOMA



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

GRÁFICO 4.3

RAMALES DEL SISTEMA NIEVES - TOMA



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

Los ramales 2,3 y 4 nacen en un divisor de caudales tipo Reloj (Gráfico 4.4), el mismo que divide en decimas el caudal remanente del ramal 1, que se encuentra antes del Reloj. (Gráfico 4.4)

GRÁFICO 4.4

FOTO DEL RELOJ



Fuente y Elaboración: Pila 2010.

GRÁFICO 4.5

FOTO DEL RAMAL 1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

RAMAL 0.- llamado acequia “Nieves Toma” nace en la bocatoma BCES0111, fluye aguas abajo por un canal rústico, pasa por los canales AP03, CA02, CA03, CA04, CA05 y CA06 (Anexo N°4), deja en su recorrido 5 derivaciones y continua para ingresar a un divisor de caudales tipo Reloj. (Anexo N° 4)

RAMAL 1.- lleva como nombre “Nieves Toma ya que se forma de la derivación de una porción del caudal total del Ramal 0 que entra al RELOJ, y de una de las derivaciones del mismo ramal antes de entrar al RELOJ. (Anexo N° 4)

RAMAL 2.- ramal también llamado “Nieves Toma” por conducir por sus canales 4/10 del caudal del Ramal 0 que ingresa al divisor de caudales tipo RELOJ. (Anexo N° 4)

RAMAL 3.- denominado Nieves Toma y Pucara por estar formado de 1/10 del caudal del Ramal 0 que entra al Reloj y el caudal total derivado en la bocatoma BCES0114. (Anexo N° 4)

RAMAL 4.- se lo conoce como Nieves Toma y Mantilla, se compone de 5/10 del caudal que entra al Reloj y del caudal total que viene de las bocatomas

BCES0109 y BCES0113 dejando antes de la unión de los 3 caudales una derivación. (Anexo N° 4)

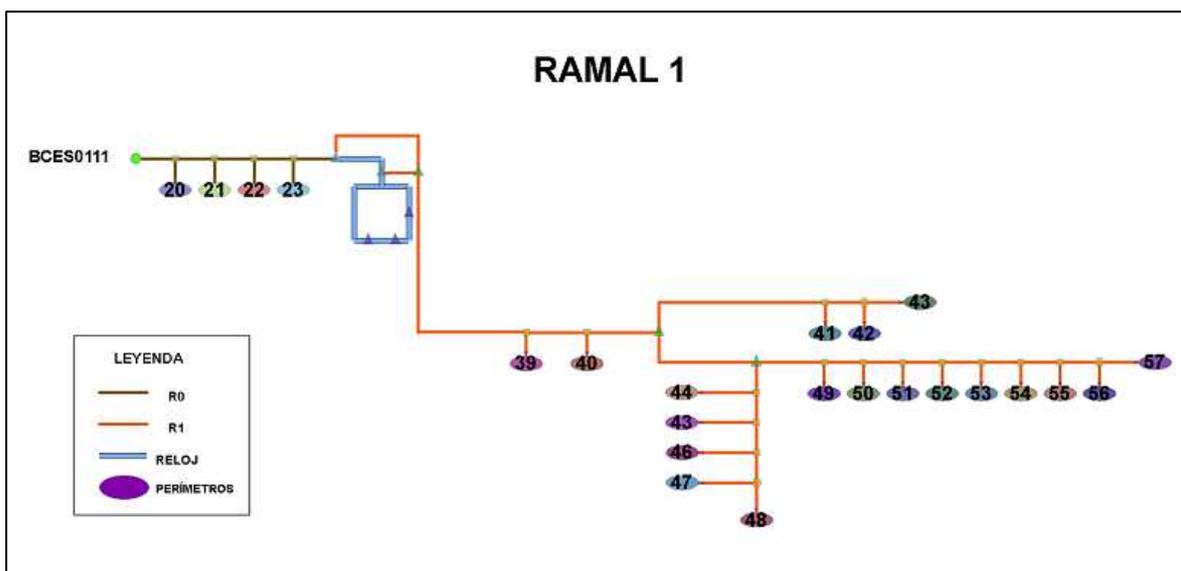
Perímetros de Riego

El sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucará tiene 54 usuarios por lo tanto está compuesto de 54 perímetros de riego distribuidos en los 4 ramales y en el Ramal 0 que se ubica antes de llegar al reloj. (Anexo N°4)

Los Gráfico siguientes y el Cuadro 4.1 muestran todos los perímetros de riego existentes en el sistema, con respecto a cada uno de los ramales.

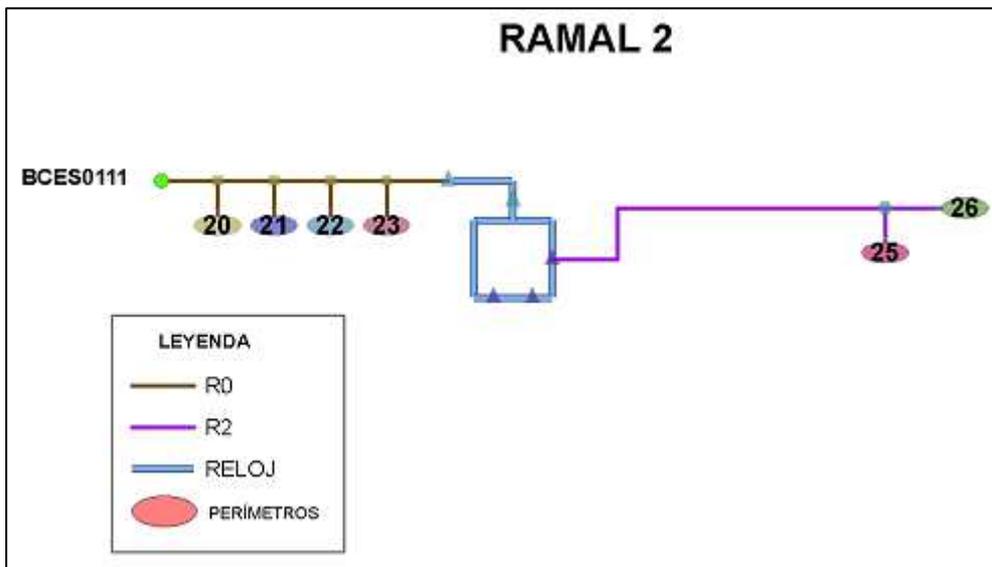
GRÁFICO 4.6

PERIMETROS DEL RAMAL 1



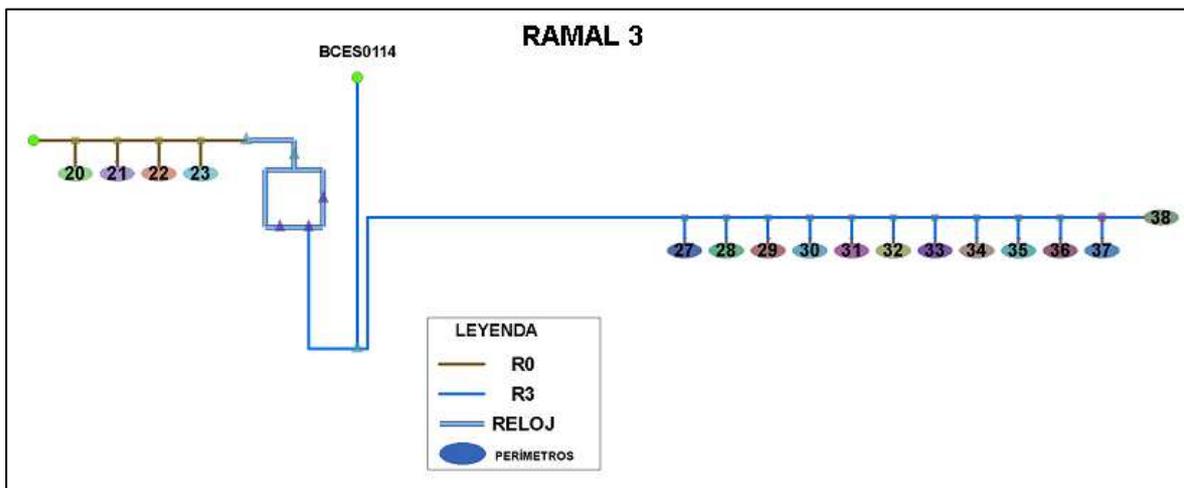
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

GRÁFICO 4.7
PERIMETROS DEL RAMAL 2



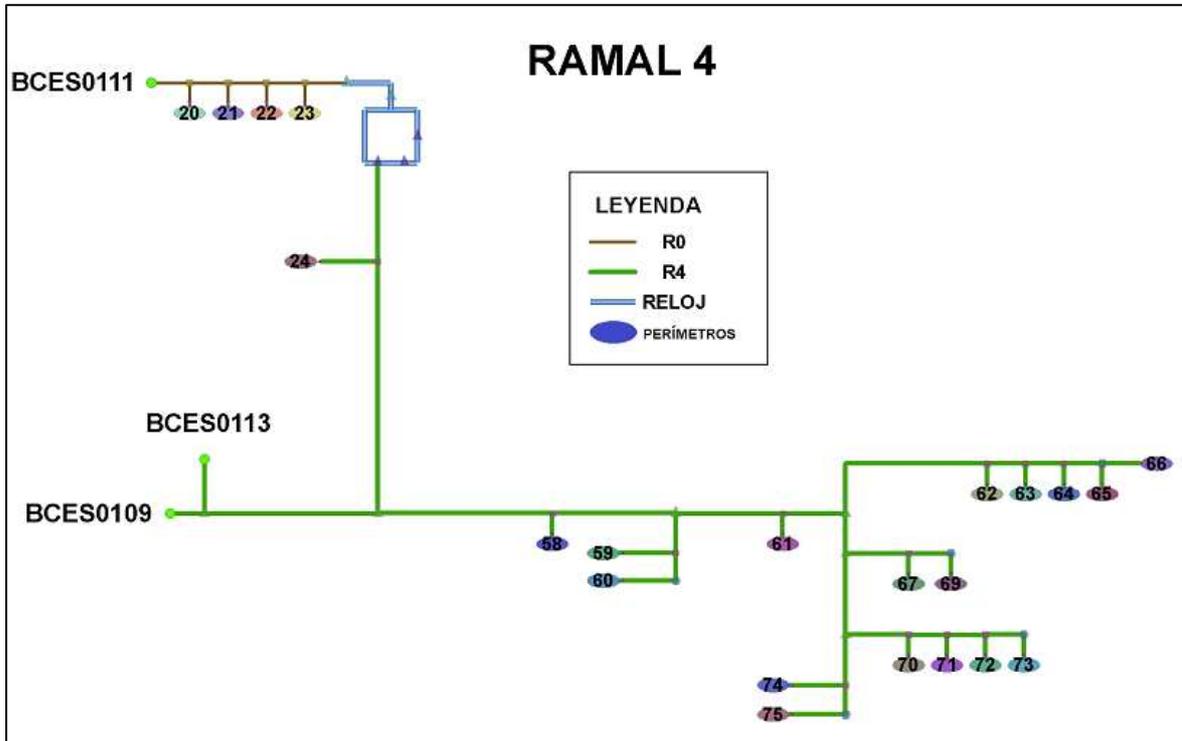
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

GRÁFICO 4.8
PERIMETROS DEL RAMAL 3



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

GRÁFICO 4.9
PERIMETROS DEL RAMAL 4



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 4.1**PERIMETROS DE RIEGO**

PERIMETRO	PROPIEDAD	NOMBRE
ANTES DEL RELOJ		
PF0120	HDA. LA CHIQUITA	YANEZ CARLOS
PF0121	HDA. EL CHAUPI	QUINTANA TEOFILO
PF0122	HDA. EL CHAUPI	HERRERA MANUEL
PF0123	HDA. EL CORTIJO	ARGUERO GUIDO
RAMAL 1		
PF0139	HDA. EL JORDAN	DE MIRANDA FANNY
PF0140	LOTE EL CHAUPI	ALFONSO GUANO/MORENO GALLO MARIA LUISA
PF0141	HDA. POTREROS BAJOS	FREILE MARIA TERESA
PF0142	AGROTAMBO	HEREDEROS. SALGADO
PF0143	HDA. POTREROS ALTOS	RICARDO CEPEDA
PF0144	HDA. LA LOLITA	ACOSTA LUIS
PF0145	HDA. YAYURA ALTO	M. DEL CARME DE GUARDERAS
PF0146	HDA. YANAYURA	GUARDERAS RAUL
PF0147	HDA. SAN IGNACIO	CHIRIBOGA ESTEBAN
PF0148	GUAGUAUCO	
PF0149	HDA. SANTA ELENA	ENRIQUEZ J GUSTAVO
PF0150	LOTE A	ENRIQUEZ J GUSTAVO
PF0151	SAN JOSE	ENRIQUEZ P. MARCELO
PF0152	SANTA INÉS	ENRIQUEZ P. PATRICIO
PF0153	HDA. MIRAFLORES	ENRIQUEZ P. FANNY
PF0154	HDA. EL CAMPANARIO	ENRIQUEZ P. GUSTAVO
PF0155	HDA. SAN FRANCISCO	ENRIQUEZ P. JORGE
PF0156	HDA. LA MARIA	ENRIQUEZ P. SUSANA
PF0157	HDA. EL MIRADOR	WITT E. JONHY
RAMAL 2		
PF0125	HDA. UMBRIA	HDA. UMBRIA
PF0126	HDA. UMBRIA	TINAJERO MA./ LOPEZ A. HDA. UMBRIA LOPEZ ANDRES ARQ.

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

CUADRO 4.1 CONTINUACIÓN

PERIMETRO	PROPIEDAD	NOMBRE
RAMAL 3		
PF0127	HDA. ALTAMIRA	ALATAMIRANO CARLOS
PF0128	AGROCOEX	CHIRIBOGA ADOL/MON
PF0129	HDA. EL CORAZON	CHIRIBOGA EDU
PF0130	BARRIO EL CORAZON	CAMACHO CARLOS
PF0131	HDA. LA ESPERANZA	JUAN PABLO CHICAIZA
PF0132	HDA. LA LOLITA	CHIRIBOGA PATRICIA
PF0133	HDA. EL ESTABLO	CISNEROS JOSÉ
PF0134	HDA. SAN LUIS	CRUZ ENRIQUE ING.
PF0135	HDA. EL PARAISO	IÑIGUEZ SAMUEL LCDO.
PF0136	HDA. UCSHAPAMBA	LANDAZURI W. MARGARITA
PF0137	HDA. SAN FELIX	LANDAZURI W. MARIANA
PF0138	HDA. SAN FRANCISCO	TAMARÍZ ESTEBAN
RAMAL 4		
PF0124	HDA. EL PRADO	ANDRANGO JUAN
PF0158	PRIMAVERA SIERRA	SANCHEZ ALBERTO
PF0159	HDA. REFUGIO	LANDAZURI W. MARCIA
PF0160	HDA. RUMIPUNGO	LANDAZURI W. LUIS
PF0161	HDA. SAN ENRIQUE	TOLKMITT KIRA
PF0162	HDA. LA BOLIVIA	AVELLAN CARLOS
PF0163	EL PAPAGAYO	AYOUNG ERAN
PF0164	ECOROSSES S.A.	CHIRIBOGA ESTEBAN
PF0165	QUEEN FLOWERS	CUEVA MARCO
PF0166	PUMAMAQUI	LEROUX TOMAS ING.
PF0167	LOTE/CHISINCHE	CHICAIZA FAUSTO
PF0169	LOE ALLI - LLACTA	SARZOSA MARCELO DR.
PF0170	HDA. STA. BEATRIZ	CHARPANTIER ANDRES
PF0171	HDA. STA. LUCIA	MIRANDA MA. EUGENIA Y OTRA
PF0172	SAN JOSE CH.	MIRANDA EDUARDO Y OTRO
PF0173	LA MARIA	MA. AUGUSTA URRUTIA
PF0174	HDA. ALLI - LLACTA	BALLESTEROS CRISTINA/HNOS. MAYORGA.
PF0175	HDA. CHISINCHE	CHARPANTIER GASTON/JUAN GUANO

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

4.1.3 HISTORIA DE LAS CONCESIONES

El sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara fue construido hace aproximadamente 120 años existiendo en esta época únicamente el Ramal 1 y como usuarios

principales la familia Enríquez. En el año de 1972 cuando el INERHI realizo la regulación del agua el Ramal 1 mantuvo su caudal y construyo el divisor de caudales tipo Reloj para repartir el caudal remanente a nuevos usuarios.

Hasta la construcción del Reloj el sistema aun no tenía una sentencia de concesión legal pero en 1979 se obtuvo la primera adjudicación legal del agua bajo su respectiva sentencia y desde ahí se ha actualizado la concesión por dos ocasiones.

PRIMERA CONCESIÓN

Las aguas que toma el sistema fueron adjudicadas mediante la sentencia de la Administración del Agua, Agencia de Quito del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) el 23 de julio de 1979, en un caudal de **857,60 l/s**, para los servicios domésticos, abrevadero y riego de los predios de los miembros del directorio de las parroquias El Chaupi, Aloasi y Machachi, cantón Mejía, provincia de Pichincha con los siguientes usuarios. (Cuadro 4.2)

CUADRO 4.2
CONCESIÓN INERHI 1979

NOMBRE	PROPIEDAD	CAUDAL CONCEDIDO (l/s)
Alfonso Guano	El Jordan	8.5
Carlos Barba	El Jordan	1.4
Julio Miranda	El Jordan	50
Ing. Antonio Portilla	El Seco	5.4
Miguel A. Benalcazar	Hda. La Bolivia	36.33
María Augusta Urrutia Vda de Escudero	Hda. Umbría	73.4
Lola Albuja	Hda. La Lolita	16.8
María Urrutia de Escudero	Hda. Santa María	49.4
Herederos de Chiriboga	Hda. La Moya	167
Arturo Charpantier	Hda. Chisinche	84.48
Herederos de Landázuri	Hda. San Felix	79
María E. Albuja	Hda. Yanayura	16.8
Raul Guarderas Guarderas	Hda. Yanayura	50.4
Maruja Enriquez Jarrin	Hda. Santa Elena	130
TOTAL		768.91

Fuente: Sentencia de Concesión INERHI 1979

Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra las adjudicaciones individuales de los usuarios existentes en el año 1979 en el sistema y se nota claramente que el INERHI otorga al sistema un caudal total de 857.6 sin tomar en cuenta que la suma de las concesiones individuales no da el caudal total.

SEGUNDA CONCESIÓN

Con fecha 15 de Julio de 1998 Gustavo Enríquez Jarrín en calidad de presidente del Directorio de Agua del Sistema presenta al Consejo Nacional de Recursos Hídricos, la sentencia de Renovación de la Concesión en los mismos caudales obtenidos en la sentencia anterior a fin de continuar destinándolos a consumo domestico, abrevadero y riego de los Miembros del directorio de agua.

Después de designar un perito para el análisis de la sentencia se tiene como conclusión que no existe inconveniente de orden técnico para la renovación, pues las condiciones que dieron origen a la sentencia no han cambiado, asignándoles el mismo caudal (857,60 l/s), garantizando de esta manera el aprovechamiento por parte de los usuarios que se muestra a continuación.

El cuadro 4.3 muestra los usuarios que formaban parte del sistema en el año 1998 con sus respectivas adjudicaciones individuales. Tomando en cuenta que el CNRH otorga un concesión total de 857.6 l/s al sistema sin hacer referencia a la suma de las concesiones individual.

CUADRO 4.3 CONCESIÓN CNRH 1998

NOMBRE	PROPIEDAD	CAUDAL CONCEDIDO (l/s)
Alfonso Guano	El Jordan	8.5
Carlos Barba	El Jordan	1.4
Julio Miranda	El Jordan	50
Ing. Antonio Portilla	El Seco	5.4
María Augusta Urrutia Vda de Escudero	Hda. Umbría	73.4
Lola Albuja	Hda. La Lolita	16.8
María Urrutia de Escudero	Hda. Santa María	19.4
Herederos de Chiriboga	Hda. La Moya	167
Arturo Charpantier	Hda. Chisinche	84.48
Herederos de Landázuri	Hda. San Felix	79
María E. Albuja	Hda. Yanayura	16.8
Raul Guarderas Guarderas	Hda. Yanayura	50.4
Maruja Enriquez Jarrin	Hda. Santa Elena	130
María Urrutia de Escudero	Hda. San Ignacio	14.19
Orfa Salgado	Hda. El Tambo	28.2
Parceleros Potreros Altos		11
Parceleros Potreros Bajos		3
Culalá Alto		5
Moradores del Corazón		5
TOTAL		768.97

Fuente: Sentencia de Concesión CNRH 1998

Elaboración: Geovanna Pila

TERCERA CONCESIÓN

Con fecha 15 de mayo del 2008, los comparecientes presentan una solicitud de **RENOVACIÓN** del derecho de aprovechamiento de aguas, luego de exponer antecedentes, demanda la **RENOVACION** del aprovechamiento de aguas en los siguientes términos textuales: *“solicitamos que a favor del Directorio de Aguas Nieves Toma Mantilla y Pucará representada por los comparecientes Patricio Enríquez y Dr. Galo Jiménez Tacle, en nuestras calidades de Presidente y Síndico, respectivamente, se renueve la concesión del derecho de aprovechamiento de las aguas que fueron concedidas originalmente mediante sentencia de 23 de julio de 1979 y renovadas mediante sentencia de 15 de julio de 1998 provenientes de las acequias Nieves Toma, mantilla y Pucará en los mismos caudales originales, para continuarlas utilizando en los servicios de riego de los predios de los Miembros del Directorio de Aguas Nieves Toma, Mantilla y*

Pucará, jurisdicción de las parroquias: Machachi, El Chaupi, y Aloasí, cantón Mejía, provincia de Pichincha.”

Se renueva la concesión con la nómina actualizada de concesionarios de las aguas de “Sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucará.

El cuadro 4.4 detalla los usuarios del sistema y las adjudicaciones individuales en el año 2008. Tomando en cuenta que al igual que en las otras concesiones el caudal total del sistema no está basado en la suma de las adjudicaciones individuales.

CUADRO 4.4

CONCESIÓN SENAGUA 2008

Nº	NOMBRE	PROPIEDAD	ADJUDICACION (l/s)
1	ACOSTA LUIS	LA LOLITA	16.8
2	ALATMIRANO CARLOS	ALTAMIRA	8.77
3	ALVAREZ JORGE/ LUIS CALDERON	EL EDEN	0.11
4	ANDRANGO JUAN/ DR. J. MAYA	EL PRADO	0.5
5	ARGUERO CÉSAR	EL CORTIJO DE S.	25
6	AVELLAN CARLOS	LA BOLIVIA	10.8
7	AYOUNG ERAN	PAPAGAYO	0.54
8	BALLESTEROS CRISTINA	ALLI - LLACTA	16.93
9	CAMACHO CARLOS	BARRIO EL CORAZON	5
10	CHARPANTIER ANDRES	STA. BETRIZ	7.38
11	CHARPANTIER GASTÓN	CHISINCHE	23.37
12	CHICAIZA FAUSTO	LOT/E/ CHISINCHE	7.79
13	CHICAIZA FAUSTO/ GERENTE	AGROLAMERSA	10
14	CHIRIBOGA ADOL/ MONICA. RICARDO	EL PORVENIR	13.3
15	CHIRIBOGA EDU./ CH. M. PAT.	EL CORAZÓN	13.3
16	CHIRIBOGA ESTEBAN	ECOROSSES S.A.	8.54
17	CHIRIBOGA JAMES	LA ESPERANZA	13.3
18	CHIRIBOGA PATRICIO/ PATRICIA CH.	LA LOLITA	13.3
19	CISNEROS JOSÉ	EL ESTABLO	14
20	CRUZ ERIQUE ING.	SAN LUIS	14
21	CUEVA MARCO/ LA BOLIVIA	QUEEN FLOWERS	7.01
22	DE GUARDERAS MA. DEL C.	YANAYURA ALTO	16.8
23	CHIRIBOGA ESTEBAN	SAN IGNACIO	14.19
24	ENRÍQUEZ J. GUSTAVO	SANTA ELENA	14.44
25	ENRÍQUEZ J. GUSTAVO	LOTE A	14.44
26	ENRÍQUEZ P. MARCELO	SAN JOSE	14.44
27	ENRÍQUEZ P. PATRICIO	SANTA INÉS	14.44
28	ENRÍQUEZ P. FANNY	MIRAFLORES	14.44
29	ENRÍQUEZ P. GUSTAVO ARQ.	EL CAMPANARIO	14.44
30	ENRÍQUEZ P. JORGE	SAN FRANCISCO	14.44

Fuente: Sentencia de Concesión SENAGUA 2008

Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 4.4
CONTINUACION

Nº	NOMBRE	PROPIEDAD	ADJUDICACION (l/s)
31	ENRÍQUEZ P. SUSANA	LA MARÍA	14.44
32	WITT E. JONHY	MIRADOR	14.44
33	FREILE MARIA TERESA	POTREROS BAJOS	3
34	GUANO ALFONSO	LOTE EL CHAUPI	7.23
35	GUARDERAS RAUL	YANAYURA	50.4
36	HEREDEROS SALGADO	AGROTAMBO	28.2
37	HERRERA MANUEL	EL CHAUPI	1
38	IÑIGUEZ SAMUEL LCDO.	EL PARAISO	15
39	LANDAZURI W. MARCIA DE MORA	EL REFUGIO	19
40	LANDAZURI W. MARGARITA DE R.	UCSHAPAMBA	15
41	LANDAZURI W. MARIANA	SAN FELIX	15
42	LANDAZURI WITT LUIS	RUMIPUNGO	27.1
43	LEROUX TOMAS ING.	PUMAMAQUI	9
44	LOPEZ ANDRES ARQ.	UMBRÍA	11.01
45	DE MIRANDA FANNY V.	EL JORDAN	50
46	MIRANDA JULIO E.	SAN JOSE CH.	18.8
47	QUINTANA TEOFILO	EL CHAUPI	1.8
48	RICARDO CEPEDA	J. POTREROS ALTOS	11
49	SÁNCHEZ ALBERTO DR.	PRIMAVERA SIERRA	1.16
50	SARZOSA MARCELO DR.	LOTE ALLI - LLACTA	9.94
51	TAMARIZ ESTEBAN	R. SAN FRANCISCO	8.77
52	TINAJERO MA./ LOPEZ ANDRES	UMBRÍA	7.34
53	TOLKMITT KIRA	SAN ENRIQUE	4.34
54	UMBRIA CIA. LSW	UMBRÍA	55.05
56	YANEZ CARLOS/ VACA GILBERTO.	LA CHIQUITA	4
TOTAL			763.83

Fuente: Sentencia de Concesión SENAGUA 2008

La particularidad de la tercera concesión es que existen 55 usuarios actuales que aprovechan los caudales del sistema Nieves Toma. Esto responde a las distintas divisiones de terreno que se han dado entre las familias de los dueños originales y a la venta de predios de algunos usuarios originales. Por lo que actualmente el sistema tiene perímetros más pequeños que hace algunos años atrás.

4.1.4 SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.

El Sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara es un sistema de riego que abastece de agua a grandes hacendados y escasos pequeños productores, de esta manera, en su mayoría existen perímetros grandes de terreno en los que se

desarrollan grandes industrias que son administradas por familias que han sido dueñas de esos terrenos desde hace mucho años atrás. Es una zona ganadera, lechera y altamente productiva en donde existe poca variedad de cultivos entre los que se cuentan: Papas, Habas, Brócoli, Flores y Pasto natural y mejorado.

Se puede decir del cantón Mejía que “[...] bajo el poderoso influjo de los señores hacendados y propietarios del Cantón, pues, mucha es la industria agrícola y excelente ganadería que posee el Cantón Mejía”. (Reyes 2005). De esta manera se concluye que el Cantón Mejía en general es una zona agrícola y ganadera y en las parroquias de El Chaupi y Aloasí casi en su totalidad los hacendados se dedican a producción de leche y cultivos de papa, brócoli, habas y pasto para alimentar al ganado; sin tomar en cuenta la presencia de empresas florícolas que representan un porcentaje mínimo en la zona.

4.2 JUSTIFICACIÓN

El riego, es la actividad más importante en los sectores urbanomarginales y rurales de nuestro territorio y representa el alimento de las comunidades, así como el impulso agrario productivo de un país, por esto es importante conocer el funcionamiento y manejo de los sistemas de riego existentes para poder aportar en el futuro con la gestión integrada de los recursos hídricos.

Para el proyecto de titulación se tomo como base de estudio el sistema de riego Nieves Toma, Mantilla y Pucara por las siguientes razones.

- Por su ubicación geográfica el sistema está dentro de una zona 80% agrícola y ganadera por lo tanto el uso del agua para riego pasa a ser de primera necesidad.
- Es un sistema de riego particular que dota de agua a 54 usuarios, lo que le hace el más grande dentro de la ZARI 01.

- El sistema tiene un caudal concedido de 857,6 l/s siendo el sistema con mayor caudal de la zona de estudio.
- Su bocatoma principal se encuentra en una de las quebradas que alimentan al río San Pedro con la peculiaridad de que esta bocatoma en la época de estiaje deriva todo el caudal de la quebrada.
- El sistema no tiene infraestructura moderna de captación y distribución y además transporta el caudal que deriva en sus bocatomas por canales rústico en su gran mayoría.
- Es un sistema representativo de la zona por su sistema de cultivos y por su tenencia de la tierra
- Se obtuvo una muy buena colaboración del Director de la junta de usuarios, el cual facilitó todas las informaciones pertinentes que existen sobre el sistema.

4.3 ANÁLISIS

Para determinar el funcionamiento de las infraestructuras hidráulicas del sistema se desarrolló los siguientes análisis:

- Análisis de las variaciones diarias y estacionales de los caudales derivados en las bocatomas.
- Análisis de eficiencia de transporte.

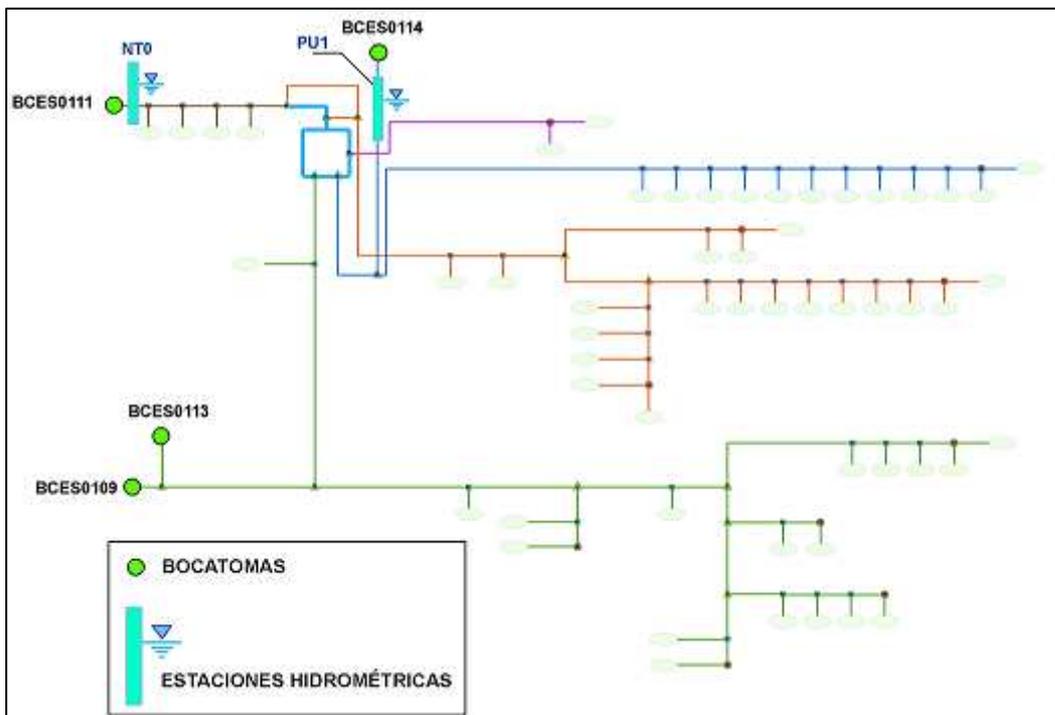
4.3.1 ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DIARIAS Y ESTACIONALES DE LOS CAUDALES DERIVADOS.

Para este análisis se desarrolló el siguiente proceso:

1. Se instalaron estaciones hidrométricas en 2 bocatomas seleccionadas BCES0111 y BCES0114. (Grafico 4.10)

GRÁFICO 4.10

ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

2.- Una vez establecidas las 2 estaciones hidrométricas se hizo aforos, con molinete, para varios niveles de agua y épocas del año.

3.- Finalmente todos los datos obtenidos de cada una de las estaciones se colocó en un software hidrológico llamado Hydraces del IRD, (Ver Anexo N° 5), con la finalidad de poder obtener las curvas de variación diaria y de calibración para cada estación.

Estación NT0

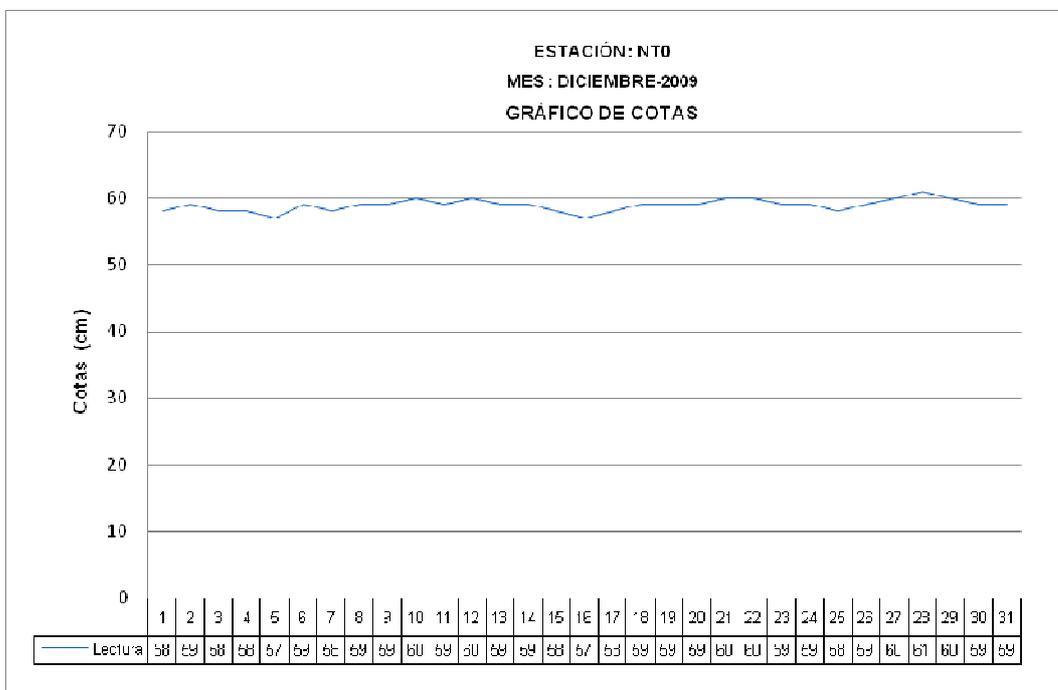
La estación hidrométrica “NT0” fue instalada en la bocatoma BCES0111, y se estableció una regleta que lleva este nombre, la instalación se hizo el 9 de Julio del 2009 para observar la variación diaria de los niveles de caudal realmente

derivado. Se realizó desde la instalación observaciones de prueba y capacitación al observador con el fin de poder obtener datos confiables. Desde el 4 de Noviembre del mismo año el observador (Sr. Gonzalo Salazar) inició las observaciones definitivas y se encargo de elaborar un registro de niveles diarios con una sola observación al día procurando poner la hora exacta de la observación.

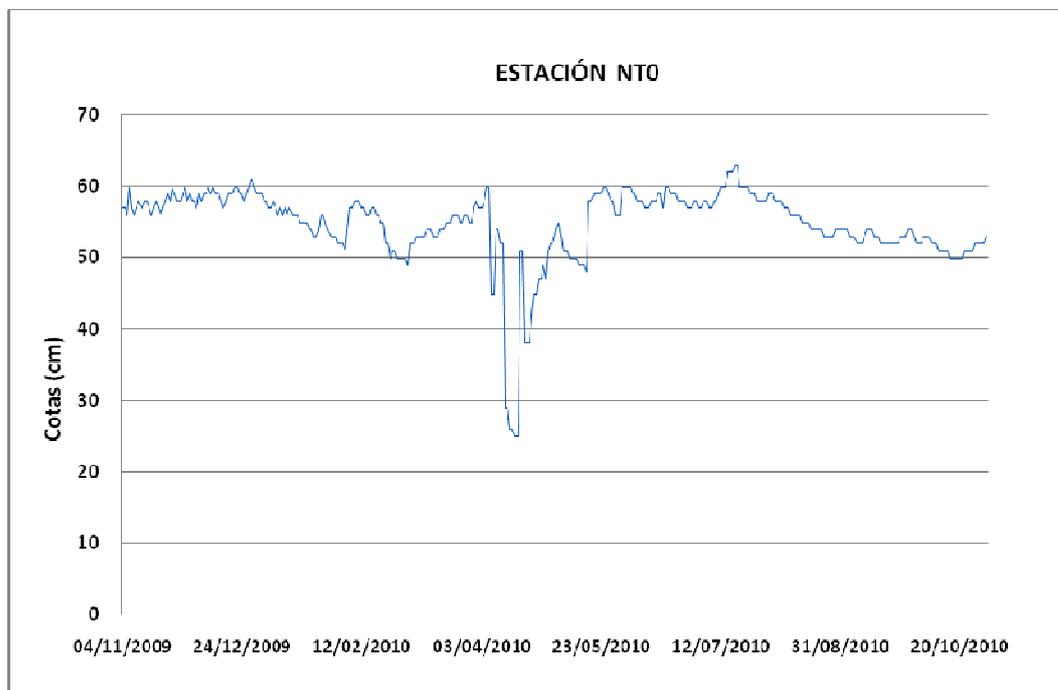
Las observaciones se realizaron durante un año y se obtuvo los siguientes resultados: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

(a) El Gráfico 4.11 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.12 indica la variación diaria de nivel, del caudal que se deriva en la bocatoma BCES0111 durante una año de observaciones.

GRÁFICO 4.11
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT0 (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.12**COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT0 (b)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.5 muestra 5 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis, tratando de encontrar diferentes niveles en la regleta pero se consiguió tener únicamente el caudal para 50 , 51.5 y 60 cm que son los valores entre los cuales varía la regleta durante todo el período.

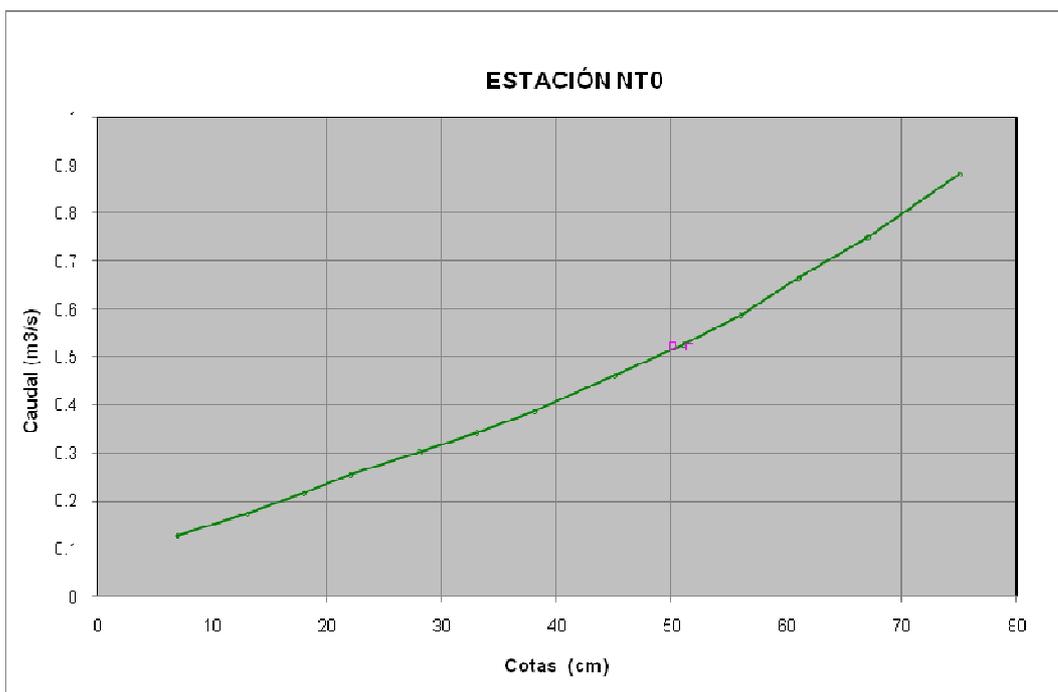
CUADRO 4.5**AFOROS ESTACIÓN NT0**

Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 07:30	60	0.56	0.82	2.65	0.87	2.45	0.51
02/09/2009 10:35	60	0.57	0.58	2.73	1.35	2.63	0.36
30/09/2009 08:29	60	0.56	0.62	2.68	1.28	2.60	0.37
16/03/2010 08:38	51.5	0.52	0.58	2.80	1.01	2.70	0.29
04/11/2010 07:10	50	0.52	0.51	2.84	1.18	2.70	0.30

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.13 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.13 CURVA DE CALIBRACIÓN NT0



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del análisis de todos los resultados obtenidos se tiene que la bocatoma BCES0111 muestran una variación del nivel diario entre 50 y 60 cm, lo que significa un caudal entre 516 y 649 l/s, durante gran parte del período de estudio, excepto para el intervalo comprendido entre el 7 y el 30 de abril del 2010 que es un período en el que el sistema cerró la bocatoma para poder reparar algunos de sus canales que presentaban problemas. Esta variación indica que el funcionamiento de la bocatoma durante el período de estudio fue constante, ya que no presento período de sequía y tampoco crecidas relevantes.

Además es importante anotar que durante todo el período de datos la bocatoma se encontraba derivando todo el caudal de la Quebrada en donde se encuentra la captación

Estación PU1

La estación hidrométrica "PU1" se instaló en la bocatoma BCES0114 y se estableció una regleta con la misma identificación el 10 de Julio del 2009, se

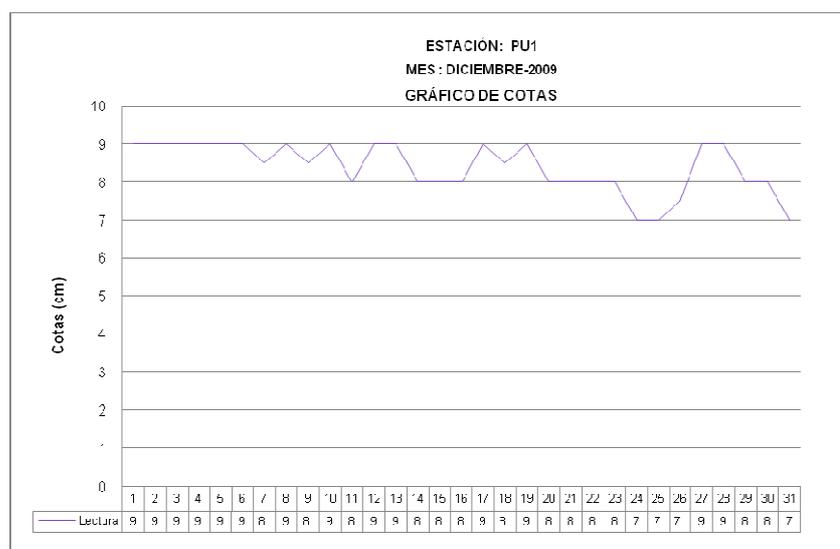
realizó el mismo proceso que con la regleta anterior y el 4 de Noviembre del mismo año el observador (Sra. Marina Llumigusin) comenzó con las observaciones y elaboración del registro, con una sola observación al día procurando poner la hora exacta de la observación.

Se planifico realizar las observaciones durante un año siendo esto imposible ya que el canal en donde se instalo la regleta presento problemas en el mes de Abril por lo que la junta de aguas del sistema tomo la decisión de cambiar la forma del cauce y esto obligó a terminar ahí con las observaciones.

Por este problema se trabajó con los datos del período comprendido entre el 4 de Noviembre del 2009 y el 20 de Abril del 2010 y se obtuvo los siguientes resultados: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

(a) El Gráfico 4.14 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.15 indica la variación diaria de nivel, del caudal que se deriva en la bocatoma BCES0114 durante el período de observaciones.

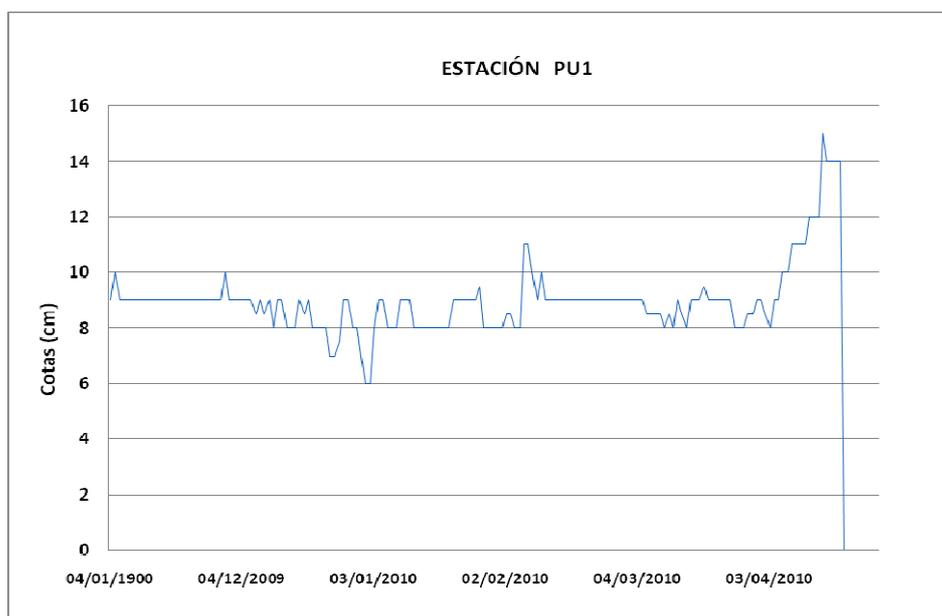
GRÁFICO 4.14 COTAS DIARIAS ESTACIÓN PU1 (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.15

COTAS DIARIAS ESTACIÓN PU1 (b)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.6 muestra 4 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

CUADRO 4.6

AFOROS ESTACIÓN PU1

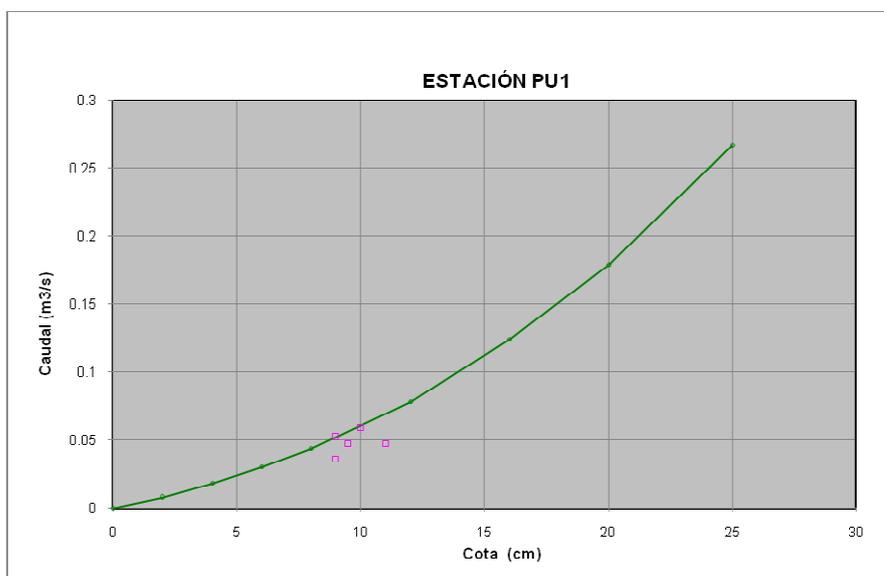
Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 09:40	11	0.05	0.18	1.49	0.32	1.35	0.20
02/09/2009 12:50	10	0.06	0.17	1.35	0.40	1.30	0.17
30/09/2009 11:00	9	0.04	0.14	1.41	0.28	1.35	0.14
16/10/2009 08:49	9	0.05	0.16	1.46	0.32	1.40	0.16
16/03/2010 10:20	9.5	0.05	0.14	1.45	0.24	1.40	0.14

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.16 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.16

CURVA DE CALIBRACIÓN PU1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del análisis de todos los resultados de los gráficos y cuadros anteriores se obtuvo que la bocatoma BCES0114 muestran una variación del nivel diario entre 6 y 11 cm, lo que significa un caudal entre 30 y 52 l/s, durante gran parte del período de estudio, excepto para el intervalo comprendido entre el 12 y el 29 de abril del 2010 que es el período en el que se produjo el cambio de la forma y tamaño del canal por lo que la regleta presentó problemas. Esta variación indica que esta bocatoma aportó al sistema un caudal relativamente constante para el período de análisis.

Además es importante anotar que durante todo el período de datos la bocatoma se encontraba derivando todo el caudal de la Quebrada en donde se encuentra la captación

Entonces al analizar las dos bocatomas en conjunto se concluye que:

- La variación diaria de los caudales derivados es constante para el período de estudio teniendo en cuenta que en el período de análisis no se

presento un verano fuerte y además que las 2 bocatomas captan toda el agua de sus fuentes.

- Si se suma el caudal máximo medido que entra a las bocatomas del sistema, BCES0111(570 l/s), BCES0114 (60 l/s), BCES0109 (20 l/s) y BCES0113 (0 l/s), se tiene un total de 650 l/s valor que está por debajo del caudal total concedido (857.6 l/s) a pesar de que las bocatomas captan toda el agua posible.

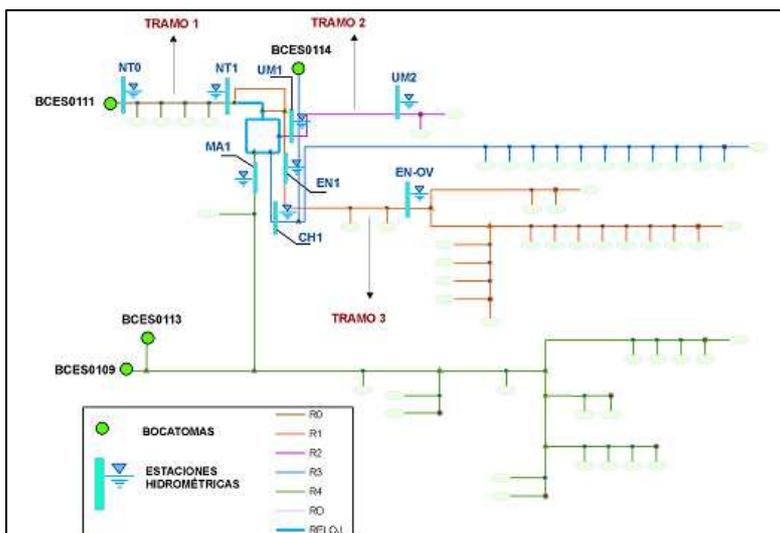
ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE TRANSPORTE Y REPARTICIÓN.

Para el análisis de la eficiencia de transporte se realizó el siguiente proceso.

1. Se instalaron 7 estaciones hidrométricas adicionales, a las anteriores, en puntos estratégicos del Sistema con la finalidad de tener tramos de canal en los que se pueda medir la eficiencia de transporte y repartición.

El Gráfico 4.17 muestra todas las estaciones instaladas y los tramos para medir eficiencia.

GRÁFICO 4.17 ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (b)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

2.- Una vez establecidas las 7 estaciones hidrométricas se hizo aforos, con molinete, para varios niveles de agua y épocas del año.

3.- Finalmente todos los datos obtenidos de cada una de las estaciones se colocó en un software hidrológico llamado Hydracces del IRD, (Ver Anexo N° 5), con la finalidad de poder obtener las curvas de variación diaria y de calibración para cada estación.

Estación NT1

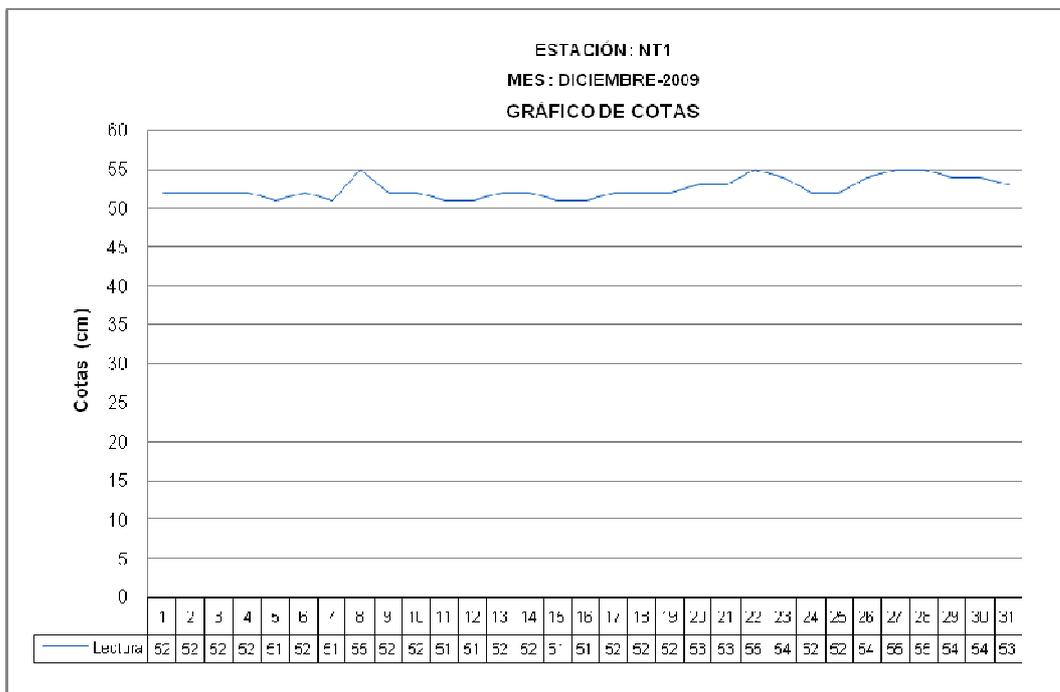
Esta estación se encuentra instalada en la entrada al divisor de caudales tipo "RELOJ". La finalidad de la instalación de esta estación es poder determinar la eficiencia de transporte del TRAMO 1 que va desde la bocatoma BCES 0111 hasta esta estación, tomando en cuenta que el canal es de construcción rústica y que en su recorrido deja 4 derivaciones.

La estación presenta datos de cotas diarias de un año de observaciones realizadas por el mismo observador que la estación PU1 e igualmente una vez al día.

De las observaciones se obtuvo: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

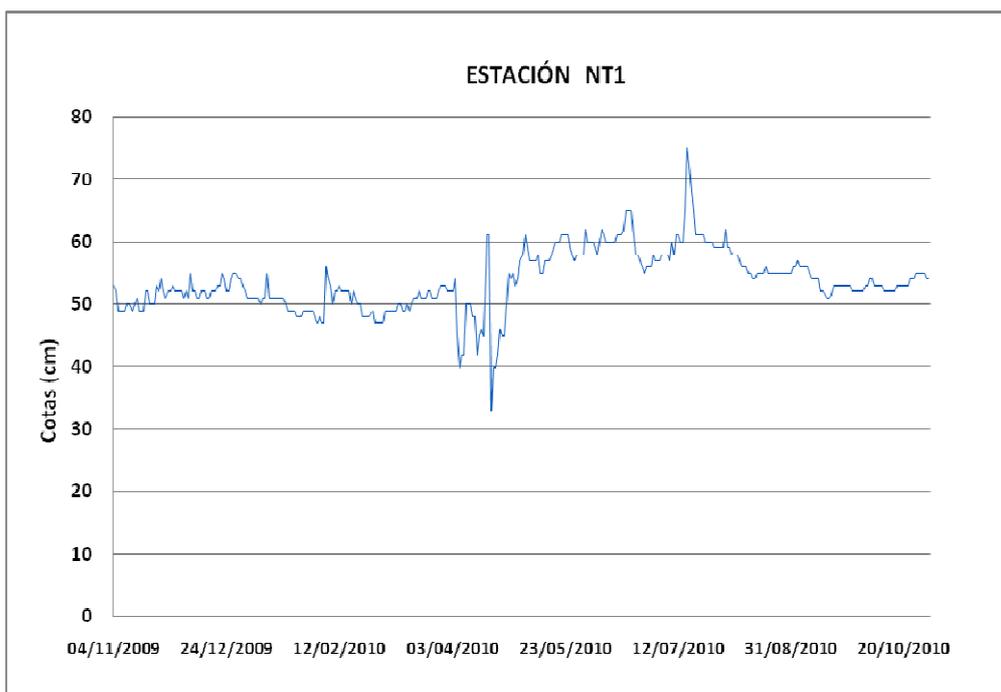
(a) El Gráfico 4.18 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.19 indica la variación diaria de nivel, del caudal que entra al RELOJ.

GRÁFICO 4.18
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT1 (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

GRÁFICO 4.19
COTAS DIARIAS ESTACIÓN NT1 (b)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila.

(b) El Cuadro 4.7 muestra 7 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

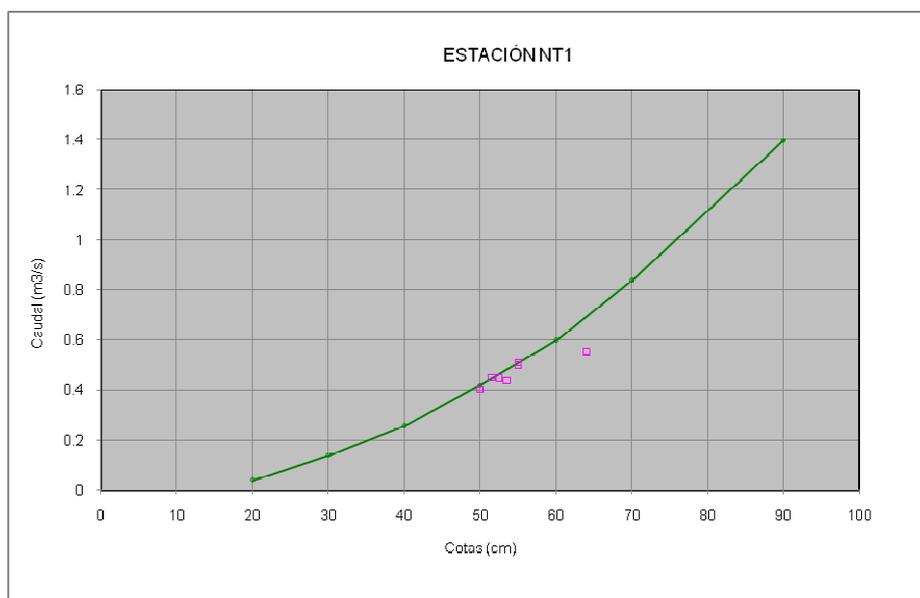
CUADRO 4.7
AFOROS ESTACIÓN NT 1

Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 11:00	55	0.51	0.78	1.52	0.63	1.45	0.55
02/09/2009 11:15	55	0.50	0.80	1.46	0.64	1.45	0.57
30/09/2009 09:20	52.5	0.45	0.79	1.51	0.57	1.50	0.55
16/10/2009 07:40	51.5	0.45	0.73	1.46	0.65	1.45	0.52
16/03/2010 09:15	50	0.40	0.72	1.46	0.77	1.45	0.52
05/05/2010 09:25	64	0.55	0.91	1.47	0.48	1.47	0.65
04/11/2010 07:50	53.5	0.44	0.79	1.52	0.53	1.50	0.55

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.20 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.20
CURVA DE CALIBRACIÓN NT1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del análisis de los gráficos y cuadros se obtuvo que el Ramal 0, en la entrada al RELOJ, tiene una variación del nivel diario entre 40 y 60cm los días de poca

lluvia y llega a 75 cm los días lluviosos, esto significa un caudal entre 260 y 600 l/s en gran parte del año de datos y 980 l/s en los días de crecida. Tomando en cuenta también la reducción excesiva del nivel de la regleta el período en el que se cerró la bocatoma.

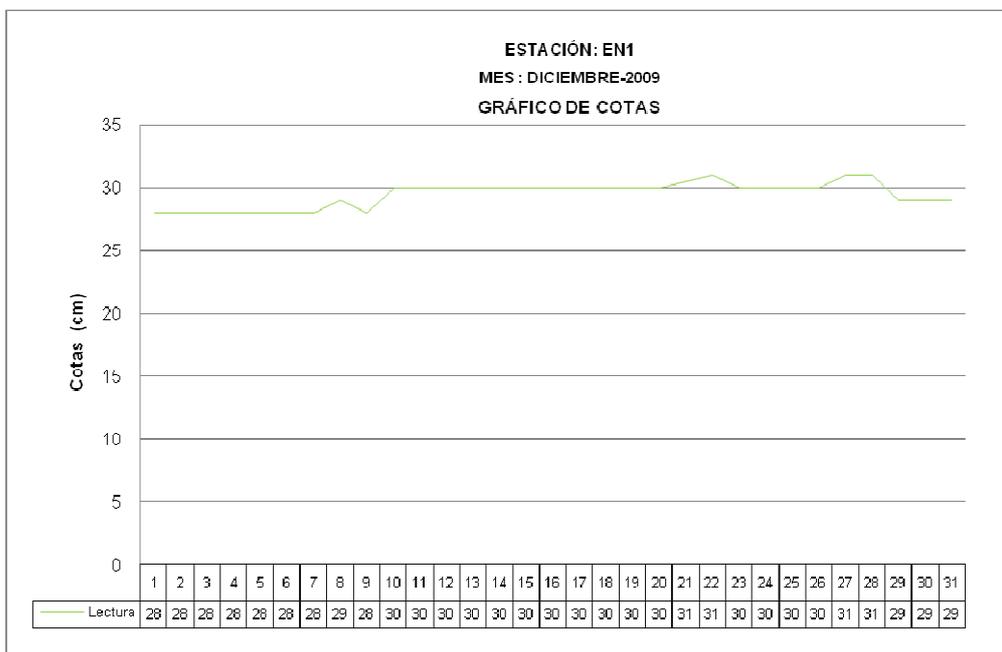
Estación EN1

Esta estación se instaló en el RAMAL 1 aguas abajo del divisor de caudales tipo RELOJ. Se realizó la instalación de la estación con la finalidad de determinar el caudal real que transporta este Ramal para poder analizar qué porcentaje de caudal del sistema va por este ramal y la eficiencia de transporte desde esta estación hasta la estación EN-OV instalada aguas abajo.

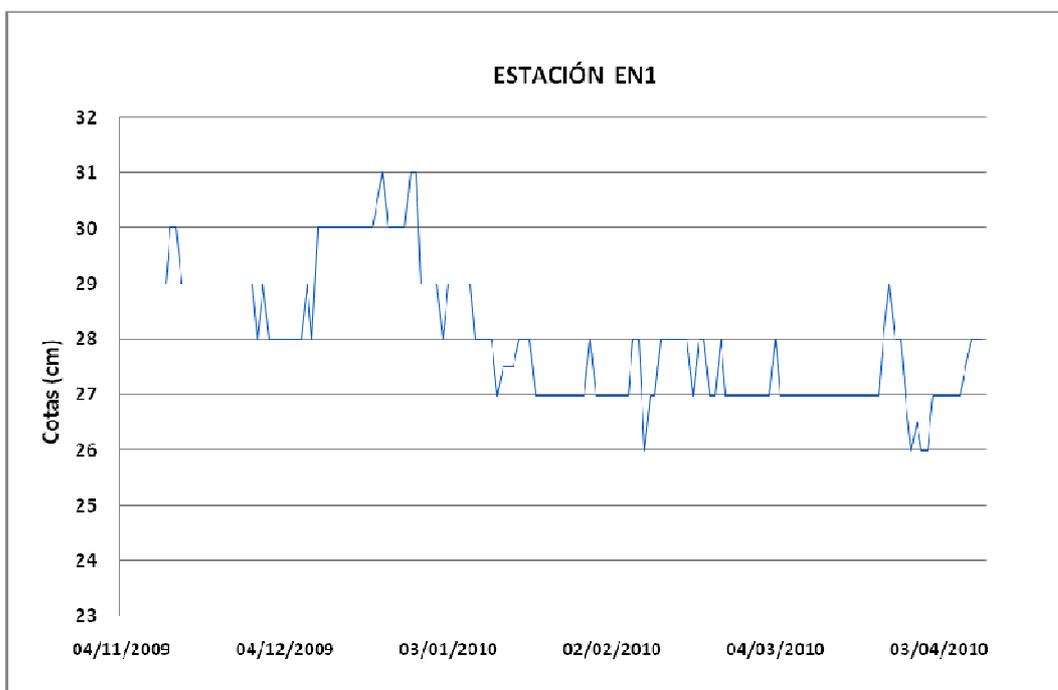
Para el análisis de esta estación se trabajó con datos del período comprendido entre el 4 de Noviembre del 2009 y el 11 de Abril del 2010 ya que el 11 de Abril el canal tubo un cambio de forma.

Del análisis de los datos se obtuvo los siguientes resultados: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

(a) El Gráfico 4.21 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.22 nos indica la variación diaria de nivel, del caudal que circula por el Ramal 1 al inicio del tramo 3.

GRÁFICO 4.21**COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN1 (a)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.22**COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN1 (b)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.8 muestra 5 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

CUADRO 4.8

AFOROS ESTACIÓN EN 1

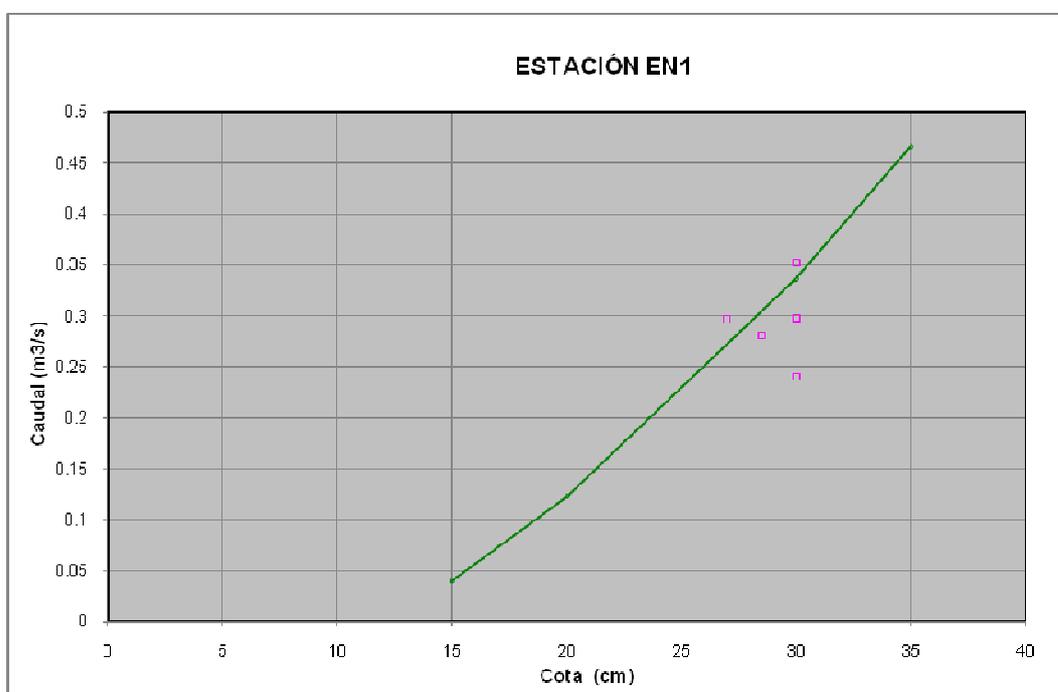
Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 09:10	30	0.2402	0.39	2.22	0.79	2.17	0.27
02/09/2009 12:25	30	0.352	0.37	2.22	0.77	2.13	0.26
30/09/2009 10:42	30	0.2976	0.34	2.22	1.07	2.17	0.25
16/10/2009 14:16	28.5	0.2811	0.30	2.22	1.07	2.20	0.20
16/03/2010 10:10	27	0.2966	0.28	2.22	1.08	2.15	0.19

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.23 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.23

CURVA DE CALIBRACIÓN EN1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

De todos los análisis se puede concluir que la estación tiene un variación de niveles de caudales diarios entre 27 y 31 cm, los que significa un caudal comprendido entre 272 y 362 l/s, durante el período de análisis.

Estación UM1

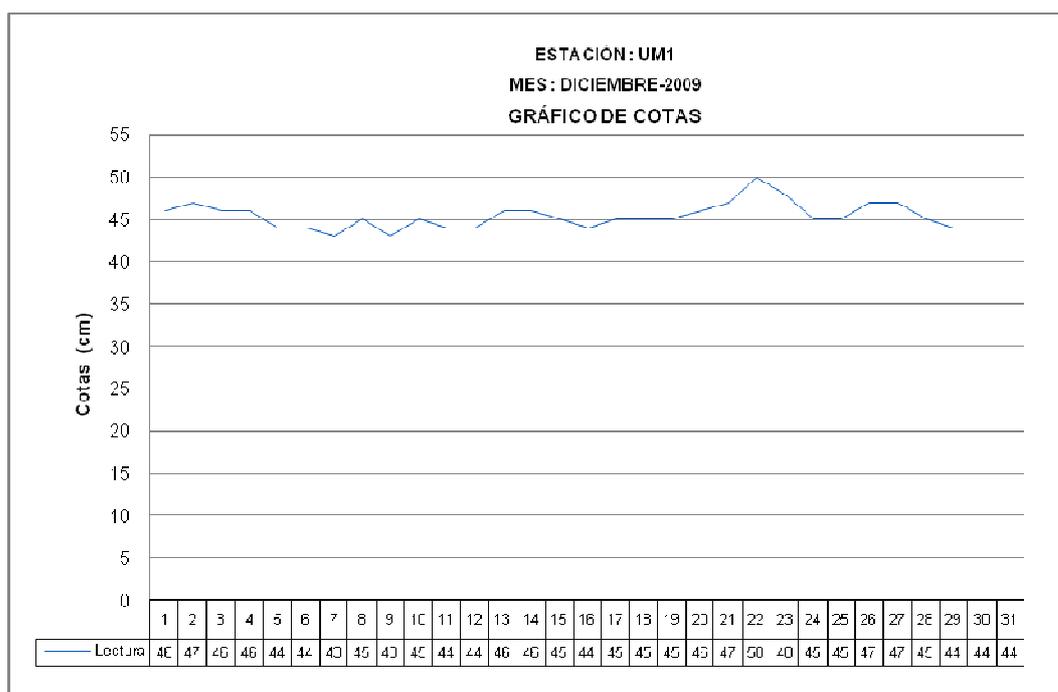
Se instaló esta estación en el RAMAL 2 para conocer su caudal real transportado y con esto verificar la eficiencia del divisor de caudales tipo “RELOJ” y además comparar este caudal con el de la estación (UM2) instalada aguas abajo para verificar la eficiencia de transporte del canal.

Esta estación se realizó un año de observaciones y se obtuvo los siguientes resultados: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

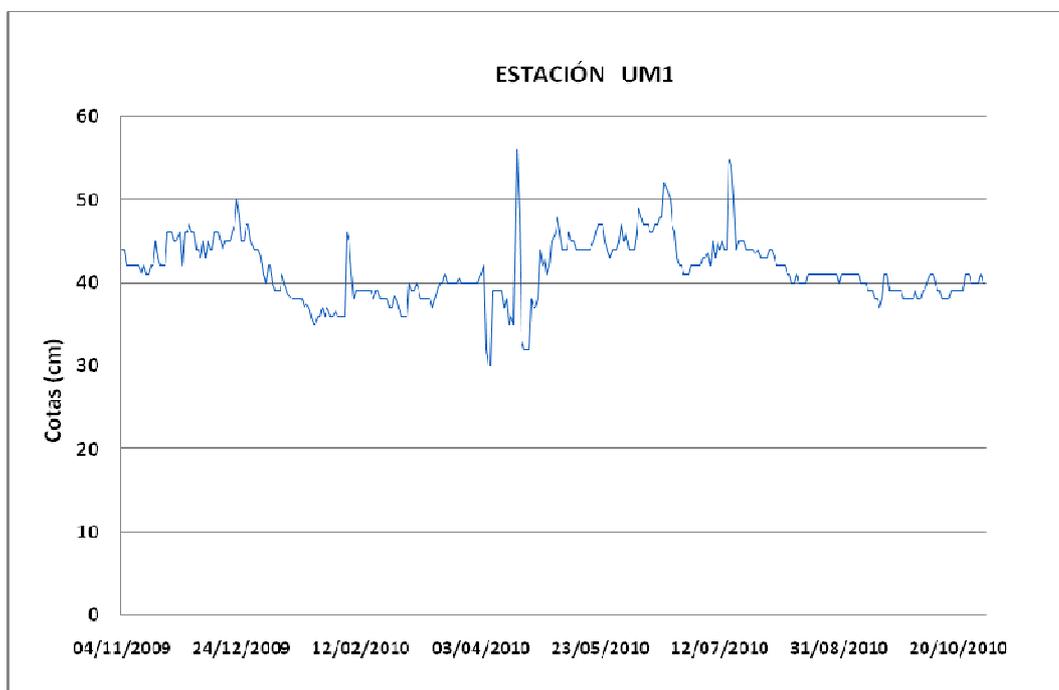
(a) El Gráfico 4.24 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.25 indica la variación diaria de nivel, del caudal que circula por el Ramal 2 al inicio del tramo 2.

GRÁFICO 4.24

COTAS DIARIAS ESTACIÓN UM1 (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.25**COTAS DIARIAS ESTACIÓN UM1 (b)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.9 muestra 5 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

CUADRO 4.9**AFOROS ESTACIÓN UM 1**

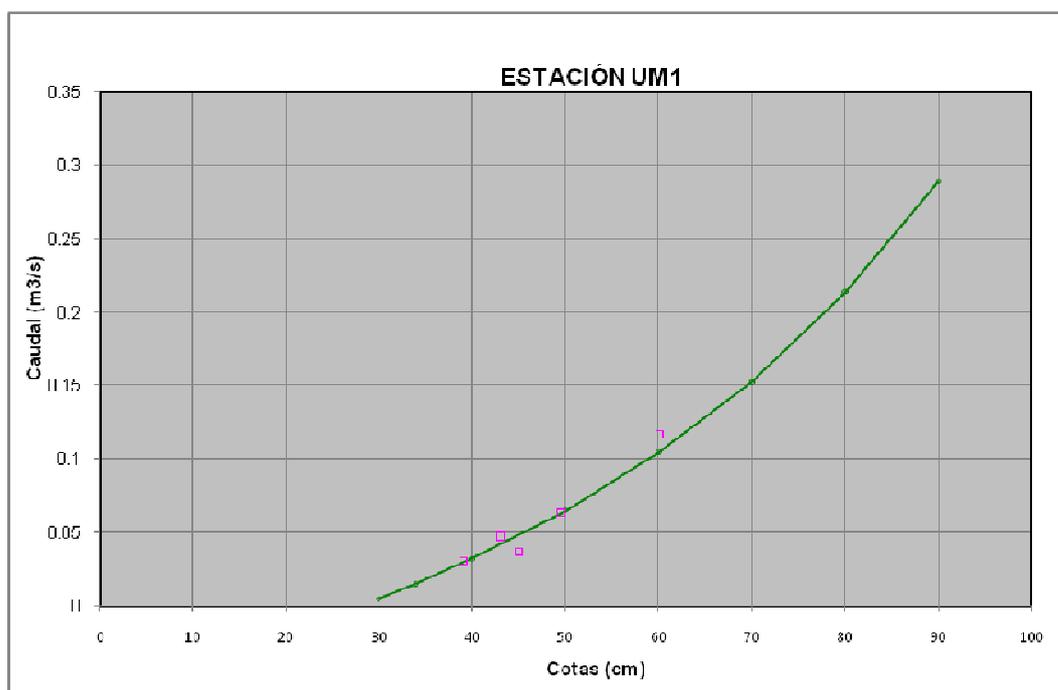
Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 10:00	60	0.1171	0.25	0.58	0.50	0.55	0.48
02/09/2009 11:35	49.5	0.0637	0.20	0.61	0.22	0.55	0.40
30/09/2009 09:50	45	0.037	0.17	0.56	0.16	0.53	0.34
16/10/2009 08:00	43	0.0473	0.20	0.61	0.23	0.60	0.35
16/03/2010 09:30	39	0.0305	0.15	0.57	0.20	0.57	0.27

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.26 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.26

CURVA DE CALIBRACIÓN UM1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

De todos los análisis se puede concluir que la estación tiene una variación de niveles de caudales diarios entre 35 y 50 cm, lo que significa un caudal comprendido entre 18 y 65 l/s, durante la mayor parte del período, excepto los días en que el canal se encuentra en mantenimiento que la cota de la regleta baja hasta 30 cm y los días de crecida que la cota puede llegar hasta los 56 cm.

Estación CH1

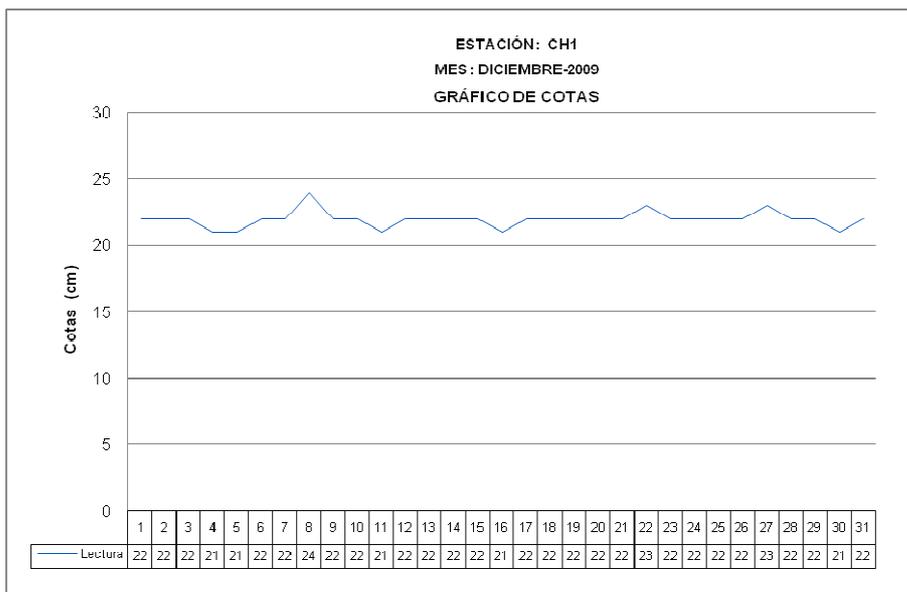
Se realizó su instalación en el RAMAL 3, antes de la unión con el caudal derivado en la bocatoma BCES0114, para determinar el caudal transportado y poder verificar la eficiencia del divisor de caudales tipo "RELOJ" .

La estación tiene datos de un año de observaciones, con estos datos se hizo varios análisis y se obtuvo: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

(a) El Gráfico 4.27 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.28 indica la variación diaria de nivel, del caudal que circula por el Ramal 3.

GRÁFICO 4.27

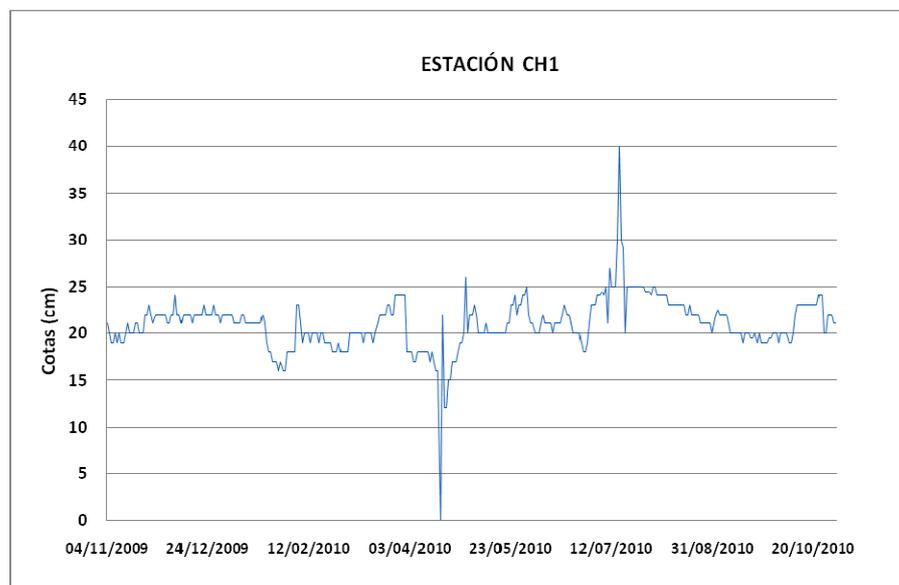
COTAS DIARIAS ESTACIÓN CH1 (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.28

COTAS DIARIAS ESTACIÓN CH1 (b)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.10 muestra 6 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

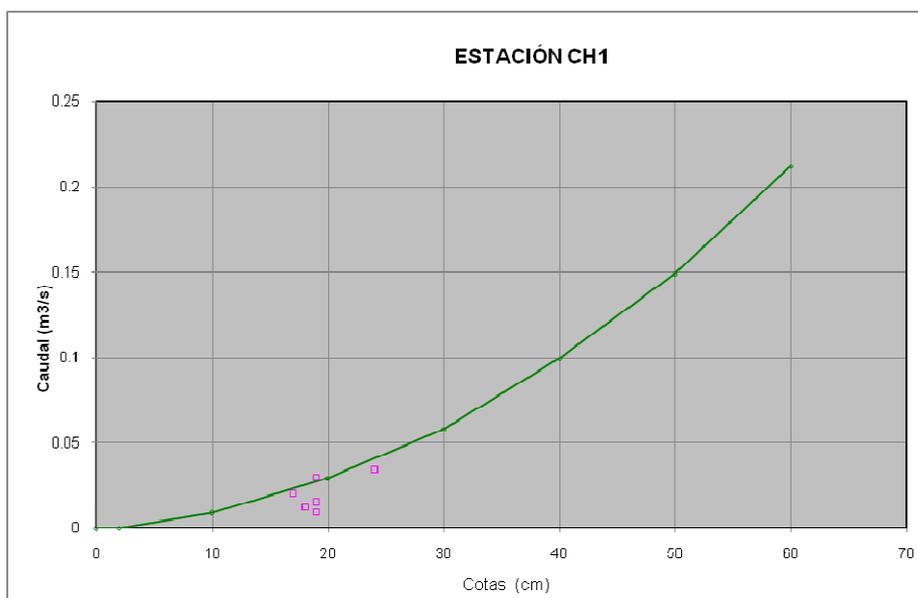
CUADRO 4.10
AFOROS ESTACIÓN CH 1

Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 10:20	19	0.0298	0.07	0.34	0.52	0.34	0.21
02/09/2009 11:50	17	0.0204	0.08	0.41	0.33	0.38	0.22
30/09/2009 10:01	18	0.0122	0.06	0.38	0.19	0.37	0.18
16/10/2009 08:10	19	0.0154	0.08	0.49	0.17	0.39	0.25
16/03/2010 09:30	19	0.0094	0.06	0.38	0.17	0.38	0.17
05/05/2010 09:05	24	0.0344	0.08	0.37	0.28	0.37	0.23

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.29 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.29
CURVA DE CALIBRACIÓN CH1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del análisis de los cuadros y gráficos se puede concluir que la estación tiene una variación de niveles de caudales diarios entre 15 y 25 cm, lo que significa un

caudal comprendido entre 19 y 44 l/s, durante la mayor parte del período, excepto los días en que el canal se encuentra en mantenimiento que la cota de la regleta baja hasta 0 cm y los días de crecida que la cota puede llegar hasta los 40 cm.

4.1.4.1 Estación MA1

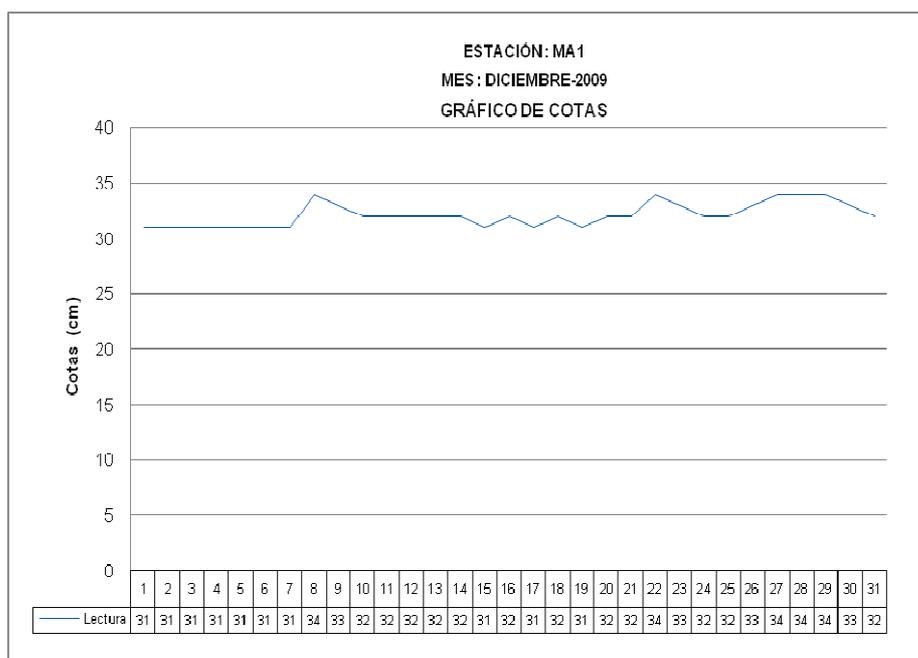
Se colocó en el RAMAL 4, antes de su primera derivación y la unión con el caudal de las bocatomas BCES0113 y BCES0109. Se hizo la instalación para verificar la eficiencia del divisor de caudales tipo “RELOJ”.

Existen para esta estación datos de un año de observaciones, con estos datos se hizo varios análisis y se obtuvo: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

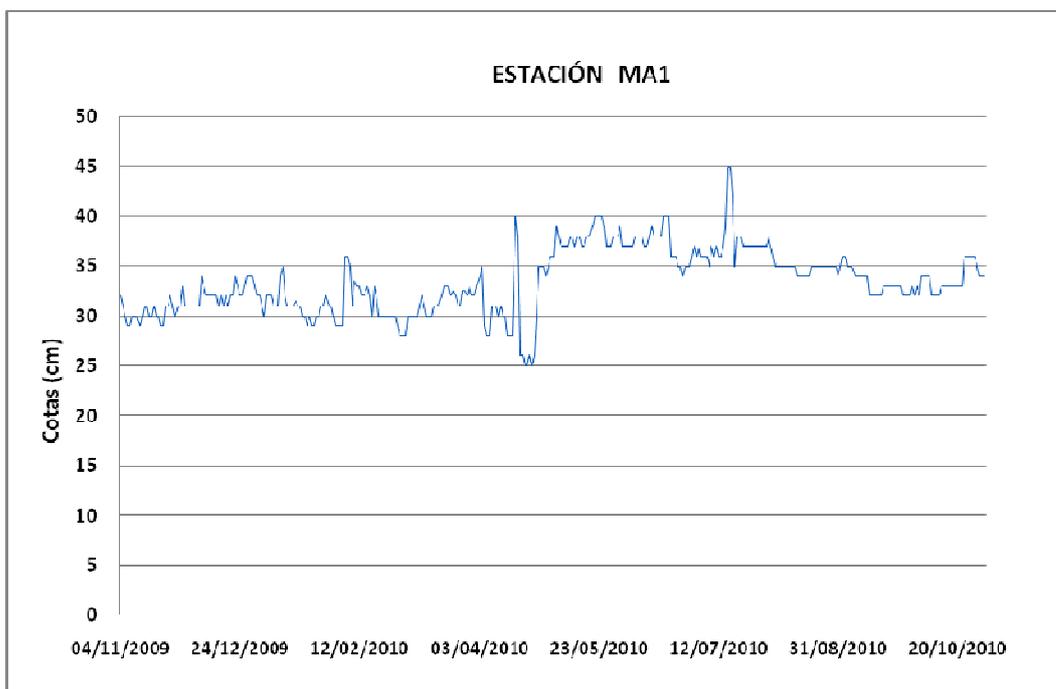
(a) El Gráfico 4.30 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.31 indica la variación diaria de nivel, del caudal que circula por el Ramal 4.

GRÁFICO 4.30

COTAS DIARIAS ESTACIÓN MA1 (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.31**COTAS DIARIAS ESTACIÓN MA1 (b)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.11 muestra 5 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

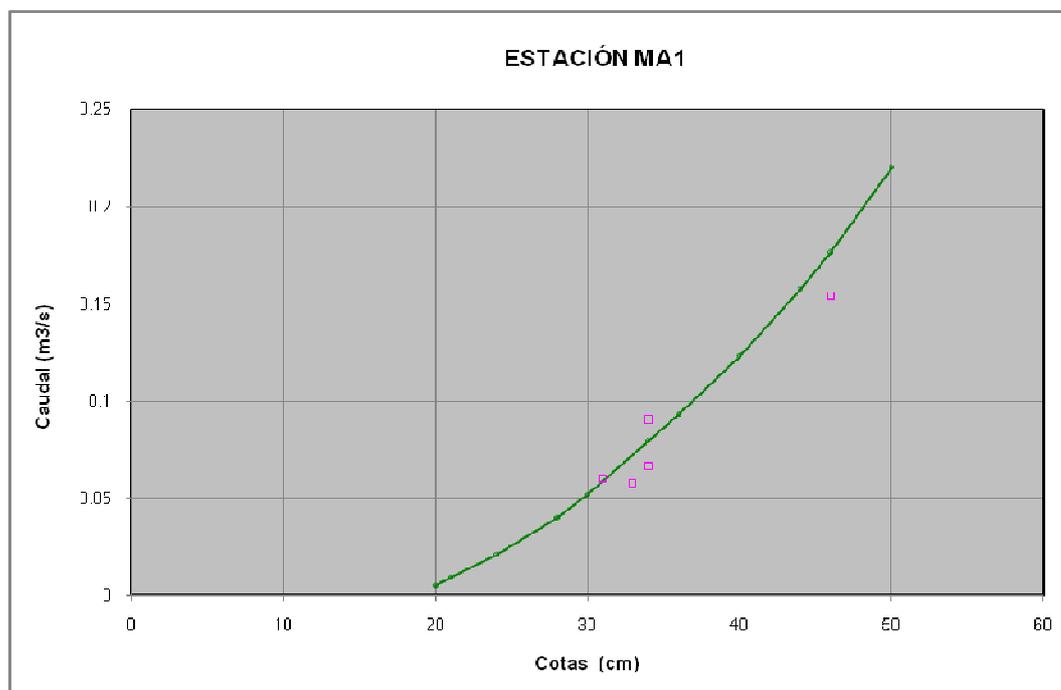
CUADRO 4.11**AFOROS ESTACIÓN MA 1**

Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
02/09/2009 12:00	34	0.0906	0.18	0.61	0.75	0.60	0.31
30/09/2009 10:20	34	0.0665	0.16	0.64	0.50	0.61	0.30
16/10/2009 08:23	31	0.0601	0.17	0.58	0.52	0.55	0.34
16/03/2010 09:50	33	0.0578	0.15	0.60	0.42	0.59	0.27
05/05/2010 09:13	46	0.1391	0.14	0.51	1.14	0.50	0.30

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.32 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.32 CURVA DE CALIBRACIÓN MA1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del análisis de los cuadros y gráficos se puede concluir que la estación tiene una variación de niveles de caudales diarios entre 28 y 40 cm, lo que significa un caudal comprendido entre 40 y 123 l/s, durante la mayor parte del período, excepto los días en que el canal se encuentra en mantenimiento que la cota de la regleta baja hasta 25 cm y los días de crecida que la cota puede llegar hasta los 45 cm.

Estación EN-OV

Se instaló esta estación en el RAMAL 1 aguas abajo de la estación EN 1 en la entrada al óvalo que divide al ramal en 2 partes. (Anexo N° 4)

La estación fue instalada para medir la eficiencia de transporte del Tramo 3 que es el canal comprendido entre la estación EN1 y EN-OV, tomando en cuenta que en este tramo existen 2 derivaciones.

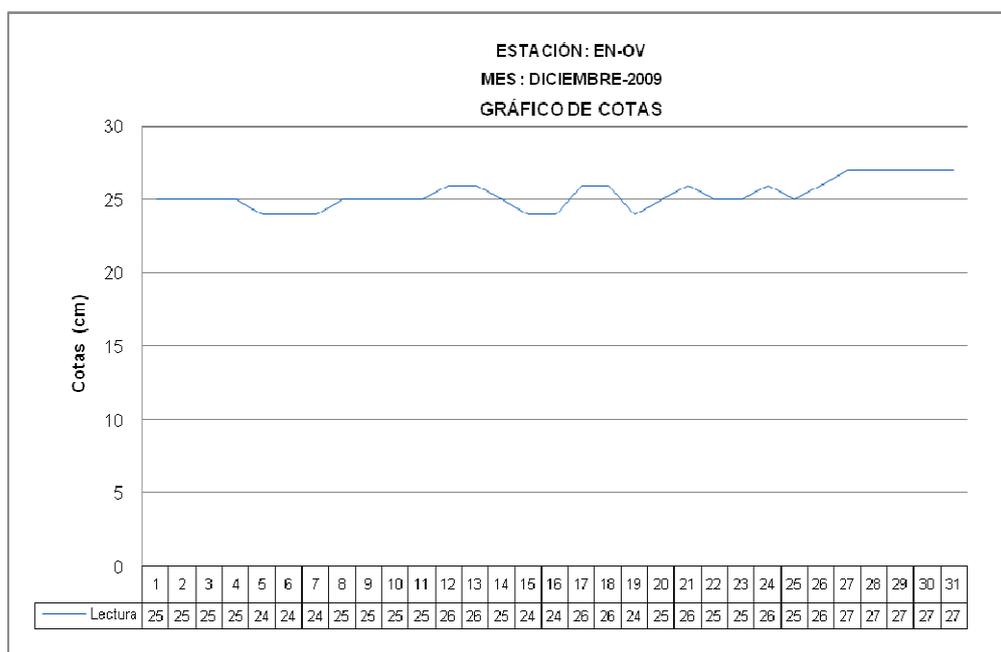
Esta estación tiene registros sumamente irregulares de observaciones ya que de ellas se encarga la persona que delega el administrador de la hacienda Umbria y existe varias épocas durante el período de estudio en que no hay quien realice las observaciones.

Por esta razón en el análisis se usó el período de tiempo que tiene mayor cantidad de datos, que es desde el 4 de noviembre del 2009 hasta el 8 de febrero del 2010, y de este análisis se obtuvo: **(a)** Lecturas diarias **(b)** Aforos; **(c)** Curva de Calibración.

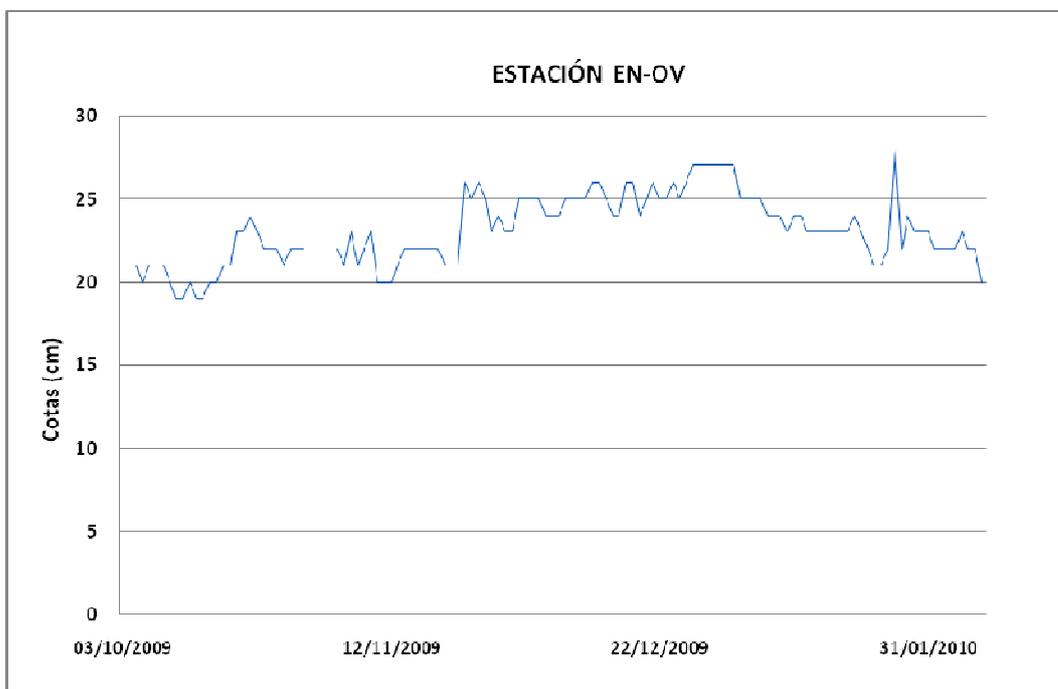
(a) El Gráfico 4.33 muestra el cuadro de lecturas diarias, y la curva de variación de cotas diarias del mes de diciembre del año 2009. El Gráfico 4.34 indica la variación diaria de nivel, del caudal que circula por el Ramal 1 al final del tramo 3.

GRÁFICO 4.33

COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN-OV (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 4.34**COTAS DIARIAS ESTACIÓN EN-OV (b)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(b) El Cuadro 4.12 muestra 3 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

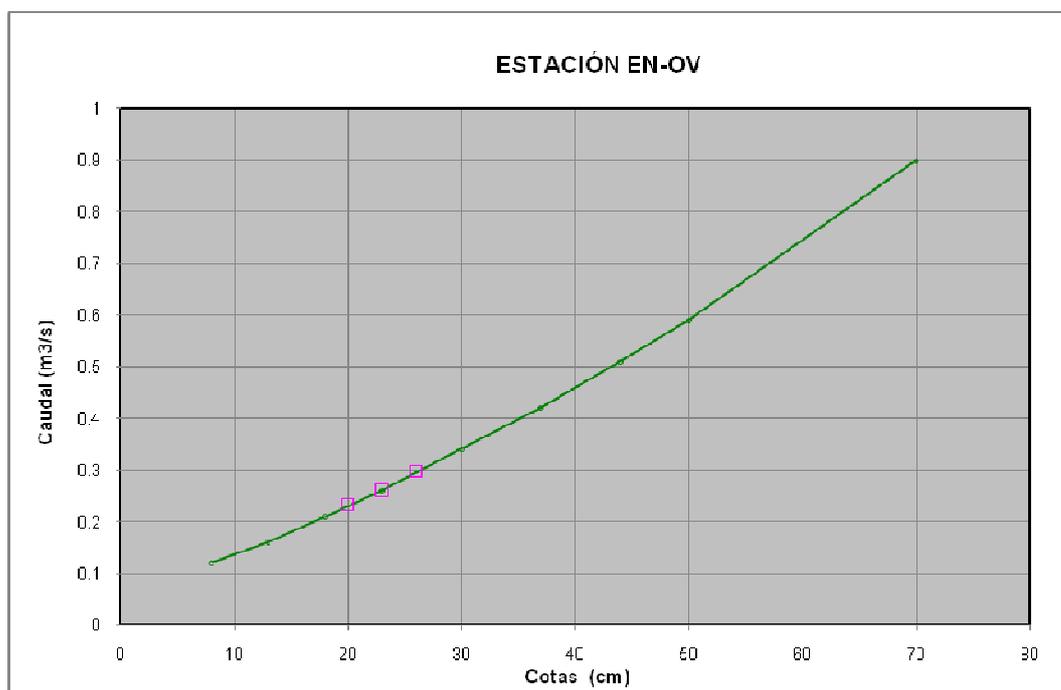
CUADRO 4.12**AFOROS ESTACIÓN OVALO EN**

Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
10/07/2009 11:40	26	0.2966	0.33	1.20	0.87	1.20	0.28
02/09/2009 13:35	23	0.2606	0.31	1.20	0.97	1.20	0.27
30/09/2009 00:00	20	0.2336	0.29	1.21	0.91	1.20	0.25

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.35 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.35 CURVA DE CALIBRACIÓN EN-OV1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del análisis de los cuadros y gráficos se puede concluir que la estación tiene una variación de niveles de caudales diarios entre 19 y 28 cm, lo que significa un caudal comprendido entre 260 y 317 l/s, durante la mayor parte del período.

Estación UM2

Se instaló en el RAMAL 2 aguas abajo de la estación UM 1, antes de empezar la distribución a los perímetros de riego de este ramal, con el fin de conocer la eficiencia de transporte del tramo 2 y además verificar cual es el caudal entrando a los usuarios.

La estación UM 2 presentó un registro de observación de cotas muy disperso por lo que no fue posible realizar un análisis de variación diaria por lo tanto solo se obtuvo: **(a)** Aforos; **(b)** Curva de Calibración.

(a) El Cuadro 4.13 muestra 3 aforos, realizados en varias épocas del período de análisis.

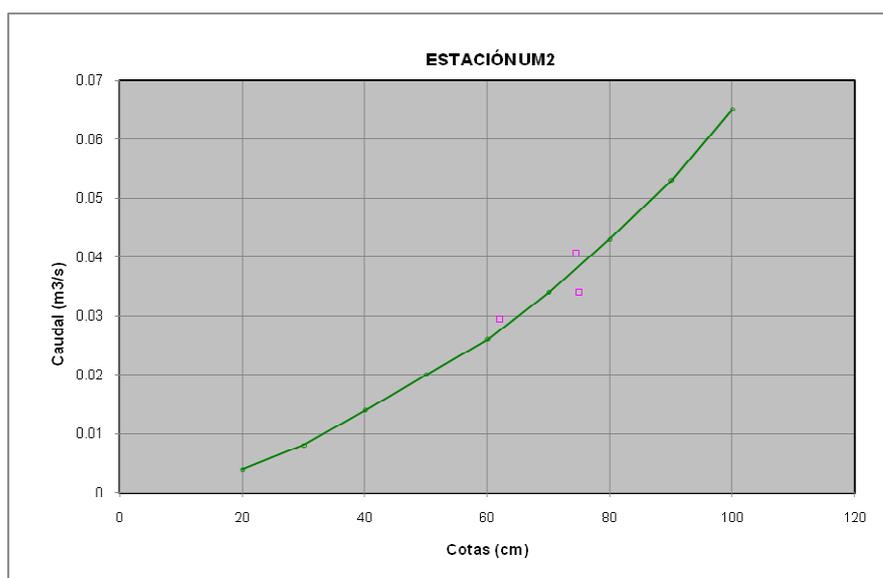
CUADRO 4.13
AFOROS ESTACIÓN UM 2

Fecha	H (cm)	Q (m ³ /s)	Sección Mojada (m)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad Media Superficie (m/s)	Ancho (m)	Prof Maxi (m)
30/09/2009 14:10	75	0.034	0.11	0.89	0.42	0.58	0.26
16/10/2009 10:32	74.5	0.0406	0.12	0.94	0.35	0.62	0.29
16/03/2010 11:35	62	0.0295	0.15	0.73	0.30	0.70	0.25

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

(c) El Gráfico 4.36 contiene la curva de calibración obtenida del procesamiento de los aforos en el software Hydracces.

GRÁFICO 4.36
CURVA DE CALIBRACIÓN UM 2



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En esta estación no se obtuvo la variación de cotas diarias por lo tanto se tomara únicamente los datos de los aforos para poder calcular un eficiencia puntual.

Finalmente analizando todas las estaciones en conjunto se tiene que:

- El ramal que más agua transporta dentro del sistema es el ramal 1, debido a ser el ramal que toma el agua de Ramal 0 antes de que este ingrese al divisor de caudales tipo RELOJ.

- El ramal que menos agua transporta es el ramal 2 esto debido a que el ramal 2 solo toma agua de la bocatoma BCES0111, mientras el ramal 3 y 4 se alimentan de agua de la bocatoma BCES0111 y además de las bocatomas BCES0114 y BCES0109 respectivamente

4.4 CALCULO DE LA DEMANDA

Se calculó la demanda real, en cada uno de los perímetros de riego del Sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucará, con la ayuda del programa CROPWAT siguiendo el siguiente proceso.

4.4.1 RECONOCIMIENTO DEL SOFTWARE UTILIZADO.

CROPWAT se forma de dos palabras crop = cultivo; wat = agua. Es un programa que utiliza la fórmula de Penman-Monteith recomendada por la FAO para determinar la evapotranspiración de los cultivos (ET) que será utilizada posteriormente para estimar los requerimientos de agua de los cultivos y el calendario de riego. (Trezza 2004)

Estructura del Programa

El programa está estructurado con 8 módulos diferentes, 5 de ellos son módulos de datos de entrada y 3 son módulos de cálculo.

MÓDULOS DE ENTRADA DE DATOS:

- **Clima/ETo:** para ingresar datos medidos de ETo o datos climáticos que permitan el cálculo de la ETo.
- **Precipitación:** para ingresar datos de precipitación y el cálculo de la precipitación efectiva
- **Cultivo:** para ingresar datos del cultivo y de la fecha de siembra.

- **Suelo:** para ingresar datos de suelo (sólo en caso de programación de riego);
- **Patrón de cultivo:** para ingresar un patrón de cultivos para calcular el esquema de entrega de agua

MÓDULOS DE CÁLCULO:

- RAC - para el cálculo de los Requerimientos de Agua de los Cultivos
- Programación (cultivos no inundados o arroz) - para el cálculo de los calendarios de riego
- Esquema para el cálculo del régimen de la oferta de agua sobre la base de un patrón de cultivo.

4.4.2 RECOPIACIÓN DE DATOS.

Para calcular la programación de riego, de cada uno de los perímetros del sistema, se recopiló los siguientes datos requeridos por el programa:

CLIMA: Para ingresar la base de datos de clima al programa, se trabajó con la información, entregada por el IRD, tomada del proyecto de titulación "*Regionalización Espacial de series Climáticas mensuales, caso de estudio: cuenca del río Guayllabamba*" elaborada por José Serrano.

Los datos proporcionados fueron: series mensuales de temperatura media, humedad, velocidad del viento e insolación de cada uno de los perímetros de riego.

PRECIPITACIÓN: Para llenar la base de datos de precipitación se trabajó con información otorgada por la misma fuente anterior como series mensuales para cada perímetro.

CULTIVO: Para ingresar los datos en este módulo del programa, se trabajó con información otorgada por el IRD de los archivos existentes de la modelación agraria realizada por el proyecto INERHI-ORSTOM en 1992.

Los datos entregados fueron los ciclos vegetativos de cada uno de los cultivos y los coeficientes de cultivo K_c para cada una de las etapas del período comprendido entre la siembra y la cosecha de cada uno de los cultivos.

SUELO: Para ingresar al programa la información de suelo requerida se trabajó de la siguiente manera:

- Con los mapas de suelo unificados en la tesis de grado, "*Aplicación del Modelo Hídrico Swat 99.2 para el análisis del impacto de la deforestación y del avance de la frontera agrícola en la producción y almacenamiento del recurso agua en las partes alta y media de la Subcuenca del Río San Pedro*", elaborada por la Ing. Valenzuela en el año 2005 se procedió a definir el tipo de suelo de cada uno de los perímetros de riego.
- Conocido el tipo de suelo se trabajó con la información otorgada por el IRD de los archivos existentes sobre las características de suelo elaborados en el proyecto INERHI-ORSTOM en 1992.

4.4.3 ENTRADA DE DATOS AL PROGRAMA.

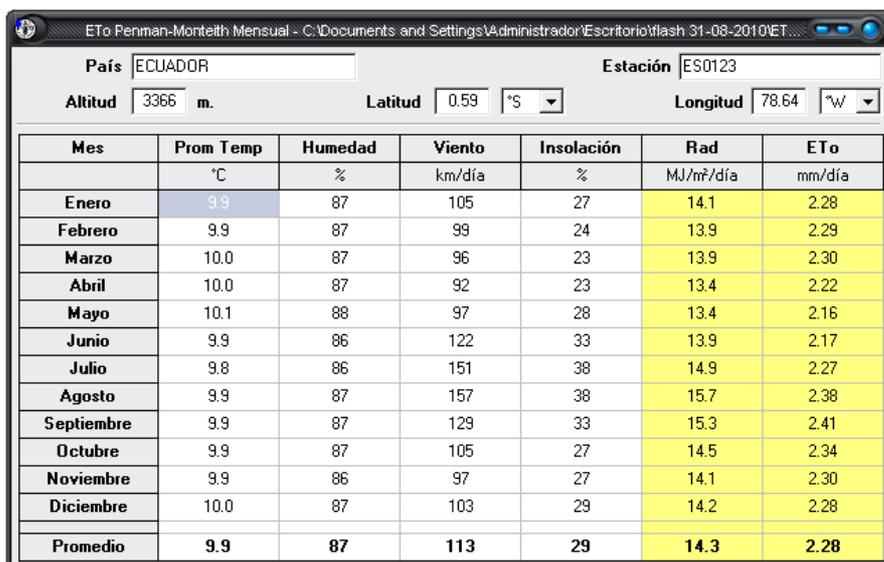
Para ilustrar la forma en que se introduce la información al programa CROPWAT se muestra un ejemplo donde se ingresaron los datos necesarios para calcular la programación de riego para un cultivo de Pasto Natural en el perímetro ES0123.

1.- CLIMA.

Los datos de clima se ingresa en el módulo 1 del programa como indica el Gráfico 4.37.

GRÁFICO 4.37

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN ES0123



Mes	Prom Temp °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación %	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	9.9	87	105	27	14.1	2.28
Febrero	9.9	87	99	24	13.9	2.29
Marzo	10.0	87	96	23	13.9	2.30
Abril	10.0	87	92	23	13.4	2.22
Mayo	10.1	88	97	28	13.4	2.16
Junio	9.9	86	122	33	13.9	2.17
Julio	9.8	86	151	38	14.9	2.27
Agosto	9.9	87	157	38	15.7	2.38
Septiembre	9.9	87	129	33	15.3	2.41
Octubre	9.9	87	105	27	14.5	2.34
Noviembre	9.9	86	97	27	14.1	2.30
Diciembre	10.0	87	103	29	14.2	2.28
Promedio	9.9	87	113	29	14.3	2.28

Fuente: IRD- Serrano 2010.

Elaboración: Geovanna Pila

En este módulo se calcula con los datos de clima la radiación y la Evapotranspiración (ETo)

2.- PRECIPITACIÓN.

El módulo de lluvia se muestra en el grafico 4.38 con el cálculo de la precipitación confiable.

En este caso se uso para calcular la precipitación confiable la ecuación FAO/AGLW

Valores mensuales de precipitación:

$$P_{ef} = 0.6 * P - 10 \text{ para } P_{mensual} \leq 70 \text{ mm}$$

$$P_{ef} = 0.8 * P - 24 \text{ para } P_{mensual} > 70 \text{ mm}$$

GRÁFICO 4.38

DATOS DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN ES0123

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	112.0	65.6
Febrero	135.1	84.1
Marzo	153.7	99.0
Abril	163.9	107.1
Mayo	118.2	70.6
Junio	59.5	25.7
Julio	33.3	10.0
Agosto	32.5	9.5
Septiembre	75.7	36.6
Octubre	108.0	62.4
Noviembre	111.3	65.0
Diciembre	114.2	67.4
Total	1217.4	702.9

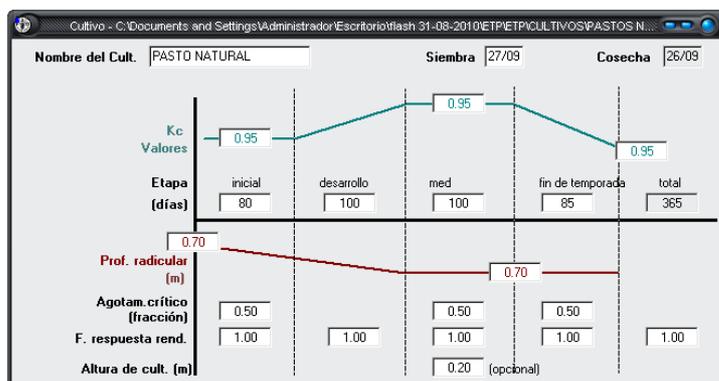
Fuente: IRD- Serrano 2010.
Elaboración: Geovanna Pila

3.- CULTIVO

El cultivo de este perímetro es 90% pasto natural y 10% papas, en este caso se asumió que el único cultivo es pasto natural como indica el gráfico 4.39.

GRÁFICO 4.39

DATOS DE CULTIVO ESTACIÓN ES0123



Fuente: INERHI – ORSTOM 1992
Elaboración: Geovanna Pila

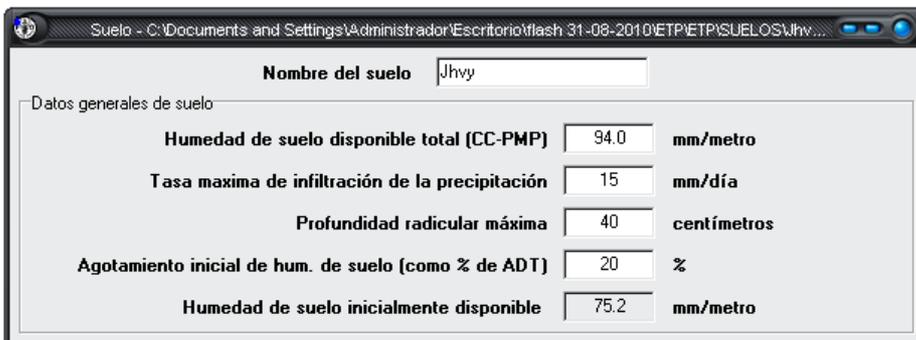
Como indica el gráfico 4.7 en el módulo de cultivo se ingresa el Kc y además parámetros adicionales del cultivo, estos parámetros fueron tomados del estudio de la FAO Riego y Drenaje 56.

4.- SUELO.

El perímetro ES0123 tiene un suelo de tipo Jhvy, en el gráfico 4.40 se muestra todas las características de este suelo que se ingresan en el programa.

GRÁFICO 4.40

DATOS DE SUELO ESTACIÓN ES0123



Nombre del suelo		
Nombre del suelo: Jhvy		
Datos generales de suelo		
Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	94.0	mm/metro
Tasa maxima de infiltración de la precipitación	15	mm/día
Profundidad radicular máxima	40	centímetros
Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)	20	%
Humedad de suelo inicialmente disponible	75.2	mm/metro

Fuente: INERHI – ORSTOM 1992

Elaboración: Geovanna Pila

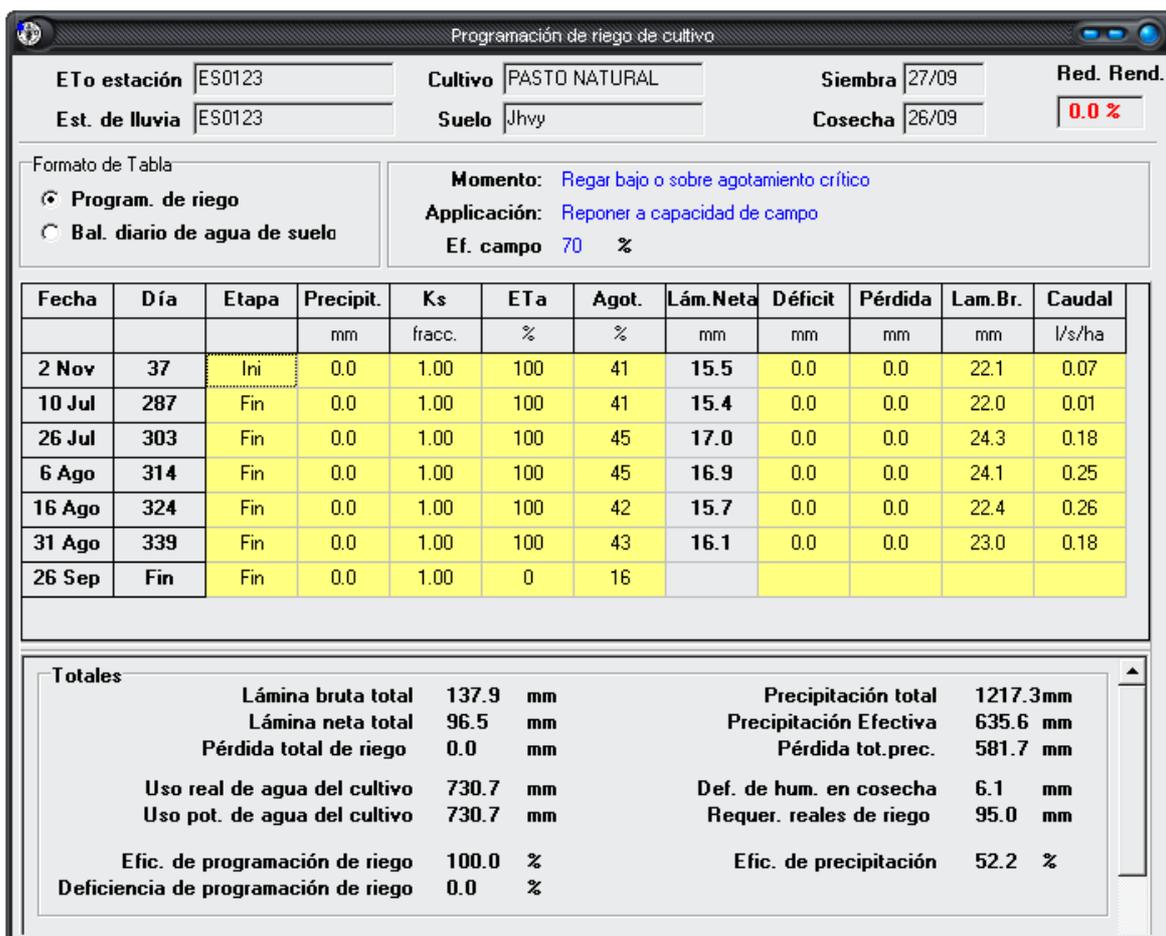
Después de ingresar todo estos datos el programa calculará automáticamente el requerimiento de agua y la programación de riego del cultivo.

Para la programación de riego es importante definir en qué momento se debe regar y cuál será la aplicación. Para el ejemplo se tomo: regar bajo o sobre agotamiento crítico y reponer la capacidad de campo.

El grafico 4.41 muestra la programación del riego.

GRÁFICO 4.41

PROGRAMACIÓN DEL RIEGO ESTACIÓN ES0123



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El gráfico 4.36 muestra que el 31 de agosto es el día que mayor caudal para riego necesita el perímetro ES0123 y el caudal en l/s/ha que necesita es de 0,26.

Sabiendo que este perímetro tiene una superficie de 84,32 ha. la demanda máxima de agua en todo el ciclo del cultivo daría un valor de 21.9 l/s

4.5 RESULTADOS

Después de todos los análisis realizados en el sistema se obtuvo los siguientes resultados.

- Variación diaria de caudales de las estaciones instaladas.
- Eficiencia de transporte y repartición

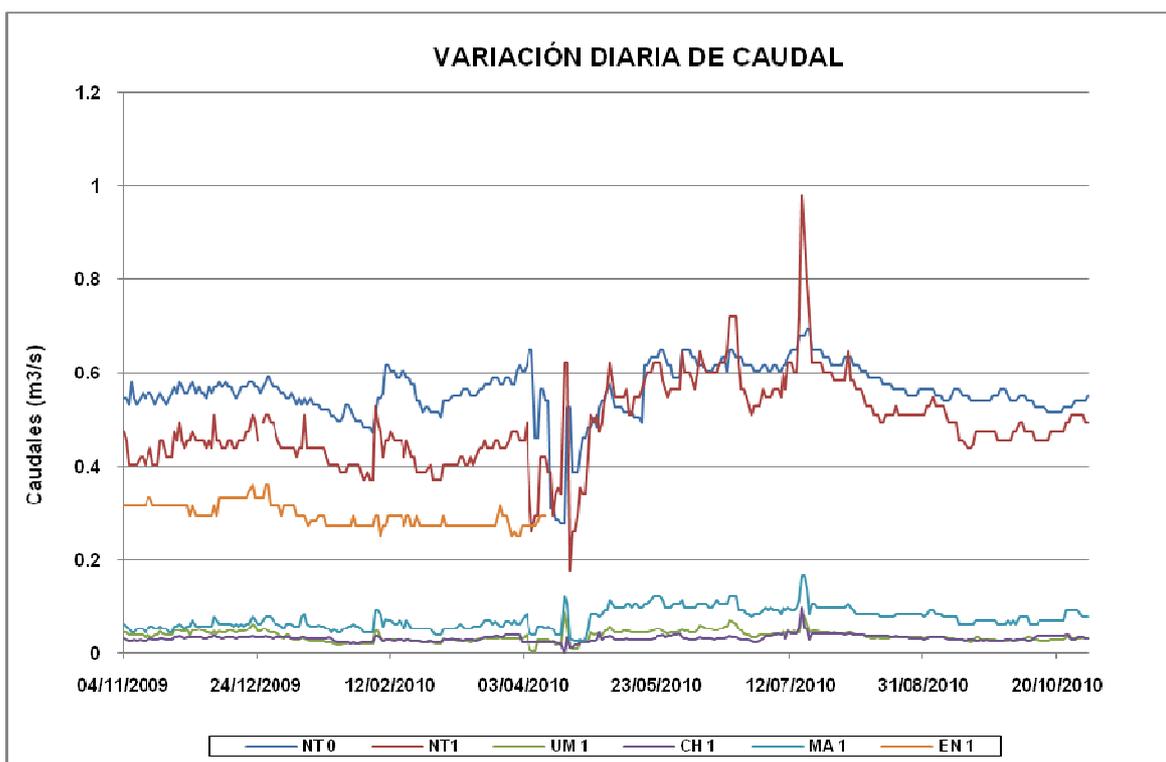
- Demanda real de cada uno de los perímetros de riego
- Equidad en el sistema

4.5.1 VARIACIÓN DIARIA DE CAUDAL DE LAS ESTACIONES INSTALADAS.

Después de realizar los registros de niveles diarios, los aforos simultáneos y las curvas de calibración se obtuvo en el Hydracces (Ver anexo N°5) las curvas de variación diaria de caudal para todas las estaciones como indica el Gráfico 4.42.

GRÁFICO 4.42

VARIACIÓN DIARIA DE CAUDAL DE LAS ESTACIONES DEL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El Gráfico contiene las curvas de variación diaria de caudales de las estaciones instalada en el Sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara y se observa que:

- Las 6 estaciones presentan una tendencia similar para la mayor parte del período de análisis, excepto el mes de abril ya que el sistema se

encontraba en mantenimiento de sus canales. Esta tendencia similar es debido a que todas las estaciones varían en función de la estación NT0 que está en la bocatoma BCES0111.

- La estación NT0 es la de mayor caudal por ser la estación instalada en la bocatoma BCES0111 que es la que mayor caudal aporta al sistema y además reparte su caudal a los 4 ramales.
- Por la estación EN1 que se encuentra instalada en el Ramal 1 circula un caudal mayor al de las estaciones UM1, CH1 y MA1 que están instaladas en los ramales que nacen del reloj, esto se da debido a que como mencione anteriormente el reloj distribuye el remanente del caudal que entra al ramal 1.
- De las 3 estaciones instaladas en los ramales que nacen del reloj (UM1, CH1, MA1) la estación MA1 instalada en el ramal 4 es la que presenta el mayor caudal, debido a que el reloj fue diseñado para aportar a este ramal las 5/10 de su caudal total.

4.5.2 EFICIENCIA DE TRANSPORTE Y REPARTICION.

Después de realizar los registros de niveles diarios, los aforos simultáneos y las curvas de calibración para las estaciones instaladas al inicio y al final de cada tramo se obtuvo las eficiencias de transporte y eficiencias de repartición.

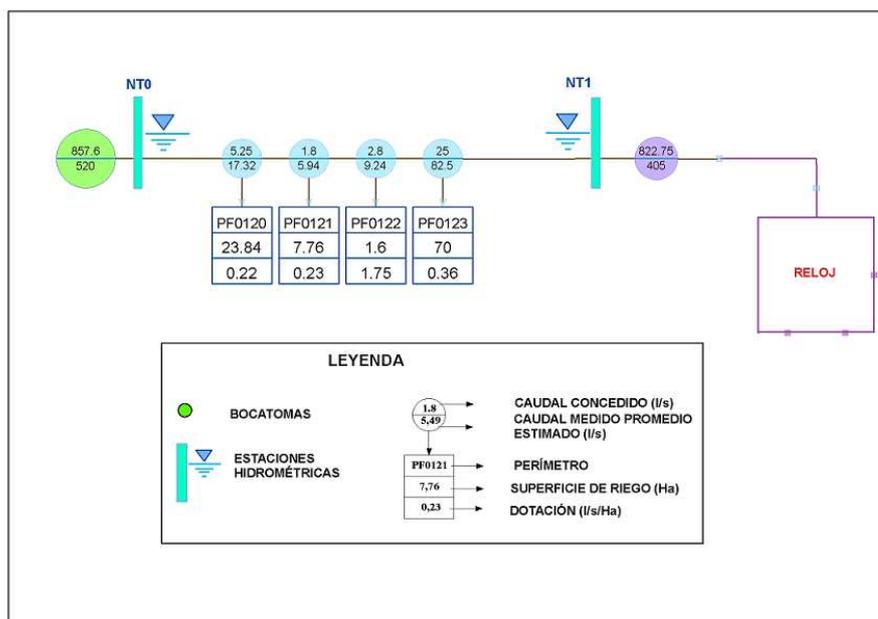
Eficiencia de transporte

Para calcular la eficiencia de transporte se tomo el Tramo 1, Tramo 2 y Tramo 3 mencionados anteriormente.

TRAMO 1.- Tiene una longitud de 2.87 Km, deja en su recorrido 3 usuarios que captan del canal un caudal concedido de 0.035 m³/s como indica el Gráfico 4.43.

GRÁFICO 4.43

TRAMO 1



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Para medir la eficiencia del Tramo 1 se tomó los aforos en las dos estaciones en varias fechas y se calculó la relación entre el caudal que pasa por la estación NT 0 y el caudal que llega a la estación NT 1, tomando en cuenta el caudal captado en el recorrido del tramo.

El cuadro 4.14 muestra el cálculo de la eficiencia.

CUADRO 4.14

EFICIENCIA TRAMO 1

Fecha	NT 0 Q (m ³ /s)	NT 1 Q (m ³ /s)	PERDIDAS (m ³ /s)	LONGITUD km	PERDIDAS (m ³ /s/km)	PERDIDAS % por km	EFICIENCIA % por km
10/07/2009 07:30	0.556	0.509	0.012	2.867	0.004	1%	99%
02/09/2009 10:35	0.567	0.501	0.032	2.867	0.011	2%	98%
30/09/2009 08:29	0.558	0.449	0.074	2.867	0.026	6%	94%
16/03/2010 08:38	0.520	0.405	0.081	2.867	0.028	7%	93%
04/11/2010 07:50	0.522	0.440	0.048	2.867	0.017	4%	96%

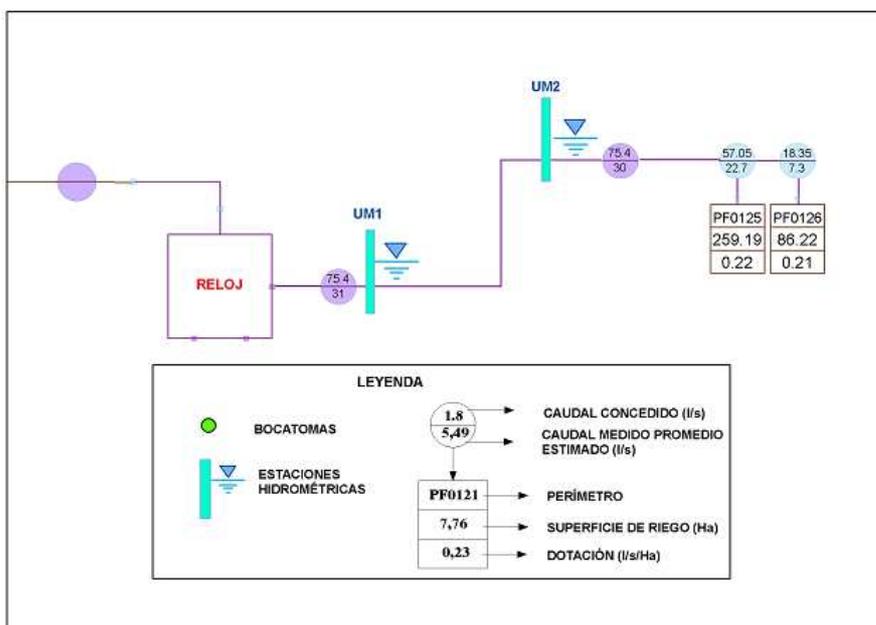
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Del cálculo se obtuvo que la pérdida mayor en el canal es de $0.081 \text{ m}^3/\text{s}$ que significa una eficiencia del canal equivalente al 93% por Km (Cuadro 4.15).

TRAMO 2.- está comprendido entre las estaciones UM 1 y UM 2, su longitud es 2.33 km., y no presenta ramales de distribución en su recorrido (Gráfico 4.44).

GRÁFICO 4.44

TRAMO 2



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Para conocer la eficiencia se hizo una relación entre el caudal que sale de la estación UM1 y el caudal que llega a la estación UM2, obteniendo como resultado que la pérdida mayor que se tiene es de $0.007 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que indica que el porcentaje de eficiencia del canal es de un 93 % (Cuadro 4.15).

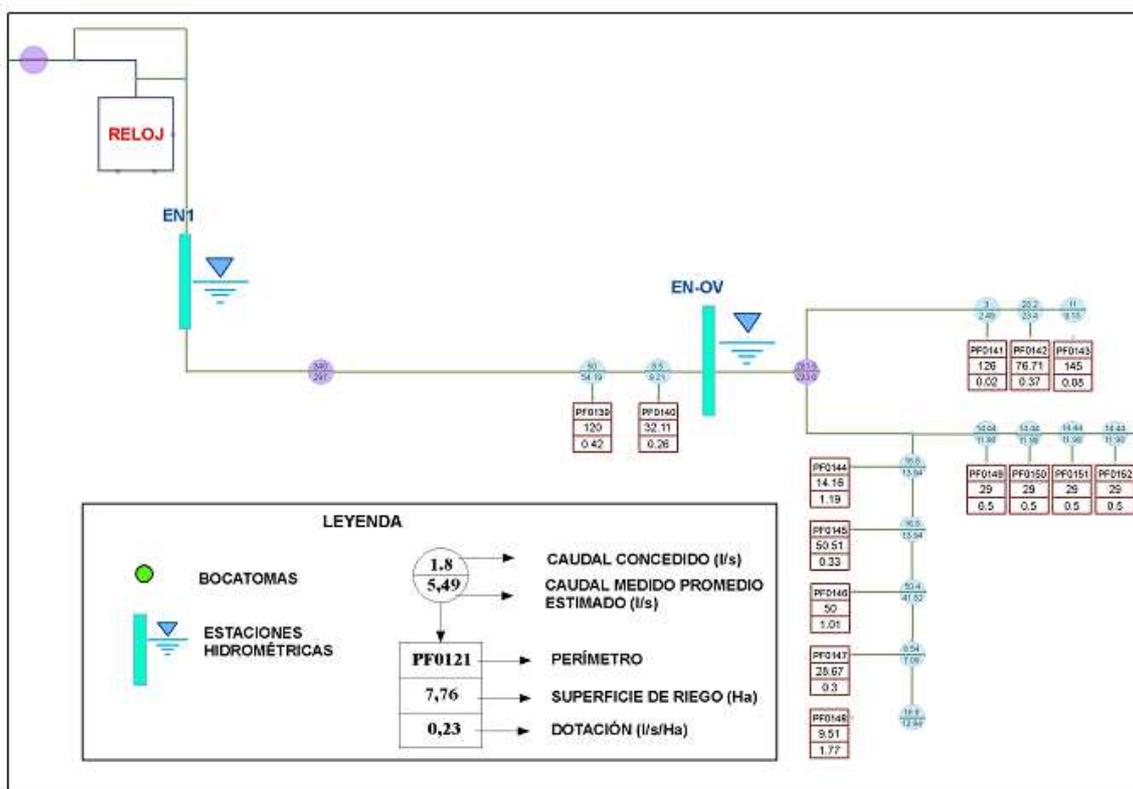
CUADRO 4.15
EFICIENCIA TRAMO 2

Fecha	UM 1 Q (m3/s)	UM 2 Q (m3/s)	PERDIDAS (m3/s)	LONGITUD km	PERDIDAS % por km	EFICIENCIA % por km
30/09/2009 09:50	0.037	0.034	0.003	2.330	4%	96%
16/10/2009 08:00	0.047	0.041	0.007	2.330	7%	93%
16/03/2010 09:30	0.031	0.030	0.001	2.330	1%	99%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

TRAMO 3.- está entre las estaciones EN 1 y EN-OV, su longitud es 4.39 Km, deja en su recorrido 2 derivaciones que suman un caudal total de 0.0585 m³/s (Grafico 4.45).

GRÁFICO 4.45
TRAMO 3



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Para conocer la eficiencia se calculó la relación entre el caudal que pasa por la estación EN 1 y el caudal que llega a la estación EN-OV, los resultados obtenidos revelan que la máxima pérdida que existe en este tramo de canal es 0.033 m³/s que significa un 97% de eficiencia por cada km. de recorrido (Cuadro 4.16).

CUADRO 4.16

EFICIENCIA TRAMO 3

Fecha	EN 1 Q (m3/s)	EN - OV Q (m3/s)	PERDIDAS (m3/s)	LONGITUD km	PERDIDAS % por km	EFICIENCIA % por km
02/09/2009 10:35	0.352	0.261	0.033	4.389	3%	97%
30/09/2009 08:29	0.298	0.234	0.005	4.389	1%	99%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

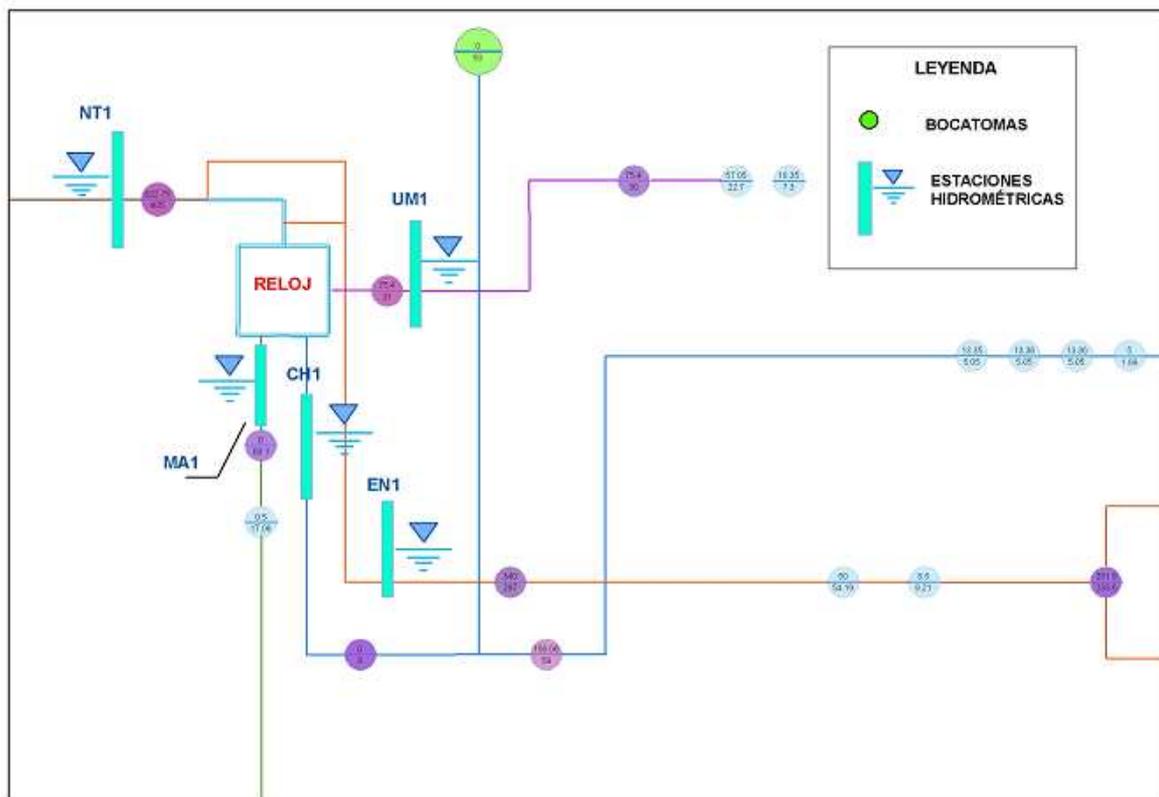
Eficiencia de repartición

Para verificar la eficiencia de repartición se tomo el divisor de caudales tipo "RELOJ" ya que aquí se distribuye toda el agua que viene de la bocatoma BCES 0111 en un porcentaje al Ramal 1, y el remanente en decimas para los 3 ramales restantes.

El Gráfico 4.46 muestra la estación instalada a la entrada al reloj y las estaciones de cada ramal

GRÁFICO 4.46

DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ” PARA MEDIR EFICIENCIA DE REPARTICIÓN.



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Se trabajó con los aforos hechos en cada ramal para tener el caudal realmente transportado y así conocer:

1.- La relación que existe entre el caudal que entra al divisor de caudales tipo reloj y el caudal que sale distribuido a cada ramal.

Con el fin de hallar la relación entre el caudal que entra y sale del reloj, para esto se comparo los caudales en la estación NT 1 con la suma de los caudales de las estaciones EN1, UM1, CH1, y MA.

El resultado obtenido es que la pérdida máxima en el proceso entrada y salida del Reloj es de $0.048 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal que indica que el reloj tiene un 89 % de eficiencia. (Cuadro 4.17)

CUADRO 4.17**EFICIENCIA DE DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ”**

Fecha	NT 1 Q (m3/s)	EN 1 Q (m3/s)	UM 1 Q (m3/s)	CH1 Q (m3/s)	MA 1 Q (m3/s)	EN1+UM1+CH1+MA1 Q (m3/s)	PERDIDAS (m3/s)	EFICIENCIA %
30/09/2009 08:29	0.449	0.298	0.037	0.012	0.067	0.413	0.036	92%
16/10/2009 07:40	0.451	0.281	0.047	0.015	0.060	0.404	0.048	89%
16/03/2010 08:38	0.405	0.297	0.031	0.009	0.058	0.394	0.010	97%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

2.- Cual es la distribución real del reloj y saber si funciona eficientemente.

Para esto es necesario hacer un recuento del funcionamiento del divisor de caudales tipo “Reloj”.

El Reloj es una obra hidráulica cuya función es distribuir el caudal remanente del Ramal 1 en decimas para cada uno de los ramales así: Ramal 2, 4/10 (40%); Ramal 3, 1/10 (10%) y Ramal 4, 5/10 (50%).

Entonces con todas las estaciones instaladas se encontró primeramente que el Ramal 1 capta un caudal que varía entre el 66 y 73%, dejando un remanente máximo de 0.151 m³/s (Cuadro 4.18).

CUADRO 4.18**CAUDAL ENTRANDO AL DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ”**

Fecha	NT 1 Q (m3/s)	EN 1 Q (m3/s)	RAMAL 1 Q (%)	REMANENTE Q (m3/s)
30/09/2009 08:29	0.449	0.298	66%	0.151
16/10/2009 07:40	0.451	0.281	62%	0.170
16/03/2010 08:38	0.405	0.297	73%	0.108

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Con el caudal remanente del Ramal 1 conocido, se calculó el porcentaje de caudal que el reloj distribuye a cada uno de los ramales y se obtuvo que el porcentaje máximo de caudal que circula por cada uno de ellos es: Ramal 2, (28%); Ramal 3, (9%); y Ramal 4, (53%).

Esto indica que la eficiencia del reloj es parcial, ya que mientras por el ramal 4 circula una cantidad mayor a la esperada en el ramal 2 hay un déficit. Entonces evaluando al reloj en conjunto se puede decir que es el 90% eficiente (Cuadro 4.19).

CUADRO 4.19

CAUDALES SALIENDO DEL DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ

Fecha	REMANENTE Q (m3/s)	UM 1 Q (m3/s)	UM 1 Q %	CH1 Q (m3/s)	CH 1 Q %	MA 1 Q (m3/s)	MA 1 Q %
30/09/2009 08:29	0.15	0.04	24%	0.01	8%	0.07	44%
16/10/2009 07:40	0.17	0.05	28%	0.02	9%	0.06	35%
16/03/2010 08:38	0.11	0.03	28%	0.01	9%	0.06	53%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

4.5.3 DEMANDA REAL PARA CADA UNO DE LOS PERÍMETROS.

El cuadro 4.20 muestra el caudal real y concedido para cada uno de los perímetros de riego del sistema.

CUADRO 4.20
DEMANDA REAL DEL SISTEMA

PERIMETRO	SUP. EQUIPA (Ha)	DOTACIÓN REAL l/s/ha	DEMANDA REAL l/s	DOTACIÓN CONCEDIDA l/s/ha	Q. CONCEDIDO l/s
ES0123	84.32	0.25	21.42	0.30	25.00
ES0124	36.17	0.27	9.66	0.01	0.50
ES0125	328.27	0.18	59.91	0.17	57.05
ES0126	84.94	0.19	16.31	0.22	18.35
ES0127	28.39	0.16	4.54	0.47	13.35
ES0128	29.70	0.23	6.68	0.45	13.36
ES0129	32.01	0.20	6.40	0.42	13.36
ES0131	38.93	0.16	6.33	0.34	13.36
ES0132	64.62	0.25	16.16	0.21	13.36
ES0133	36.68	0.19	7.12	0.38	14.00
ES0134	29.49	0.25	7.37	0.47	14.00
ES0136	34.71	0.17	5.90	0.43	15.00
ES0137	32.44	0.17	5.52	0.54	17.50
ES0138	35.60	0.23	8.33	0.25	8.77
ES0139	130.08	0.26	33.82	0.38	50.00
ES0140	31.97	0.19	6.07	0.27	8.50
ES0141	125.92	0.26	32.99	0.02	3.00
ES0142	77.01	0.17	13.09	0.37	28.20
ES0143	148.91	0.26	39.01	0.07	11.00
ES0144	14.20	0.26	3.63	1.18	16.80
ES0145	61.04	0.23	14.04	0.28	16.80
ES0146	47.60	0.19	9.04	1.06	50.40
ES0147	28.57	0.23	6.63	0.30	8.54
ES0148	0.77	0.26	0.20	21.92	16.80
ES0149	29.11	0.14	4.08	0.50	14.44
ES0150	44.15	0.15	6.40	0.33	14.44
ES0151	28.82	0.22	6.34	0.50	14.44
ES0152	28.56	0.23	6.43	0.51	14.44
ES0153	28.78	0.13	3.63	0.50	14.44
ES0154	29.67	0.23	6.82	0.49	14.44
ES0155	29.15	0.14	3.94	0.50	14.44
ES0156	30.00	0.22	6.60	0.48	14.44

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 4.20 CONTINUACIÓN

PERIMETRO	SUP. EQUIPA (Ha)	DOTACIÓN REAL l/s/ha	DEMANDA REAL l/s	DOTACIÓN CONCEDIDA l/s/ha	Q. CONCEDIDO l/s
ES0157	28.38	0.14	3.97	0.51	14.44
ES0158	0.93	0.22	0.21	1.51	1.40
ES0159	39.69	0.23	9.29	0.48	19.00
ES0160	45.93	0.15	6.98	0.61	27.90
ES0161	30.80	0.25	7.64	0.18	5.40
ES0162	25.35	0.26	6.54	0.43	10.80
ES0163	1.45	0.27	0.39	0.37	0.54
ES0164	21.01	0.10	2.02	0.68	14.19
ES0165	14.11	0.02	0.34	0.50	7.01
ES0166	25.02	0.23	5.81	0.40	9.98
ES0167	19.78	0.25	4.95	0.39	7.79
ES0169	14.74	0.24	3.49	0.74	10.94
ES0170	21.90	0.12	2.63	0.37	8.10
ES0171	22.77	0.26	5.92	0.40	9.00
ES0172	23.36	0.18	4.20	0.80	18.80
ES0174	67.79	0.23	15.86	0.20	13.30
ES0175	15.68	0.19	3.01	0.53	8.34

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra que la mayor parte de perímetros tienen un caudal concedido mayor que la demanda real sin tomar en cuenta la eficiencia de aplicación.

4.5.4 EQUIDAD EN LA REPATICIÓN.

Para conocer la equidad del sistema se trabajó en conjunto con el economista Daniel Arboleda, el mismo que desarrollo su disertación de grado con el tema: Inequidad en la Distribución de los Recursos Hídricos para Riego en el Ecuador: Estudio de caso del Sistema de Riego Nieves toma en la Subcuenca del Río Guayllabamba en el año 2009, obteniendo de este estudio los siguientes resultados.

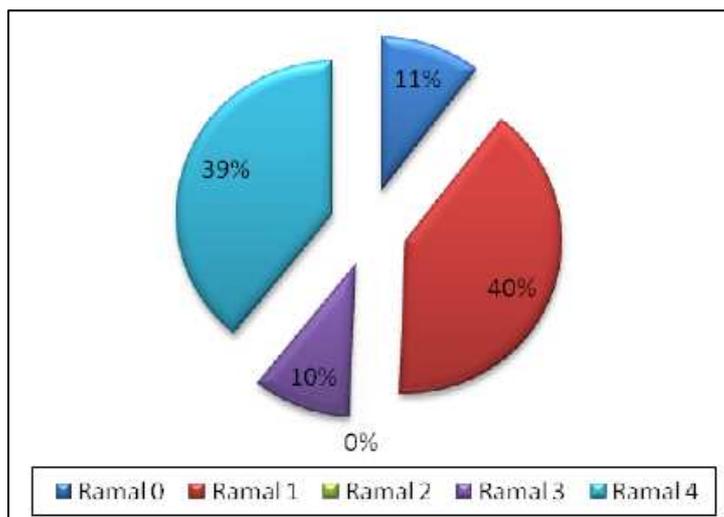
El sistema Nieves Toma Mantilla y Pucara presenta inequidad en la distribución del agua como consecuencia de la disparidad entre el caudal total concesionado y

el caudal real existente y de la concentración del agua en los ramales principales del sistema; esto es a su vez consecuencia de la falta de control de las concesiones individuales por parte de la junta de usuarios y de la falta de conocimiento de la entidad rectora de los Recursos Hídricos, misma que no posee la información necesaria para ejercer el control y seguimiento correspondientes. (Arboleda 2009)

En la los Gráficos 4.47, 4.48, 4.49 y 4.50 se observa la contribución de los ramales al desorden del sistema tal como lo plantea el índice de entropía de theil.

GRÁFICO 4.47

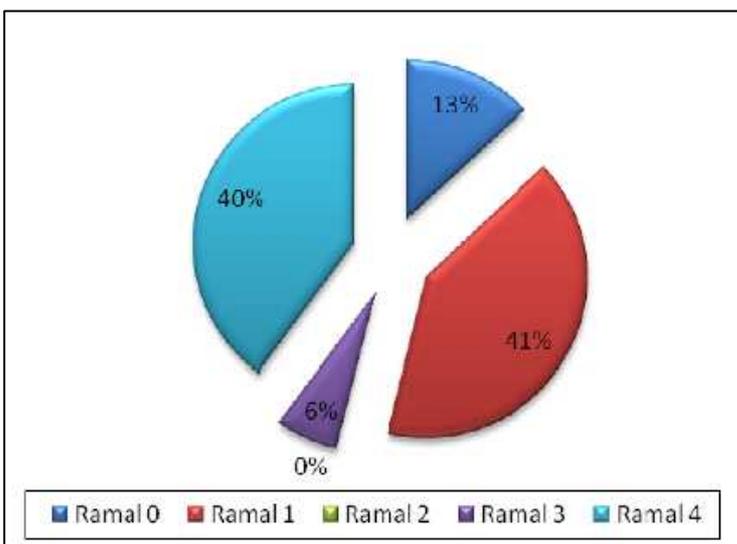
CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (0) – CAUDAL ASIGNADO



Fuente y Elaboración: Arboleda 2009

GRÁFICO 4.48

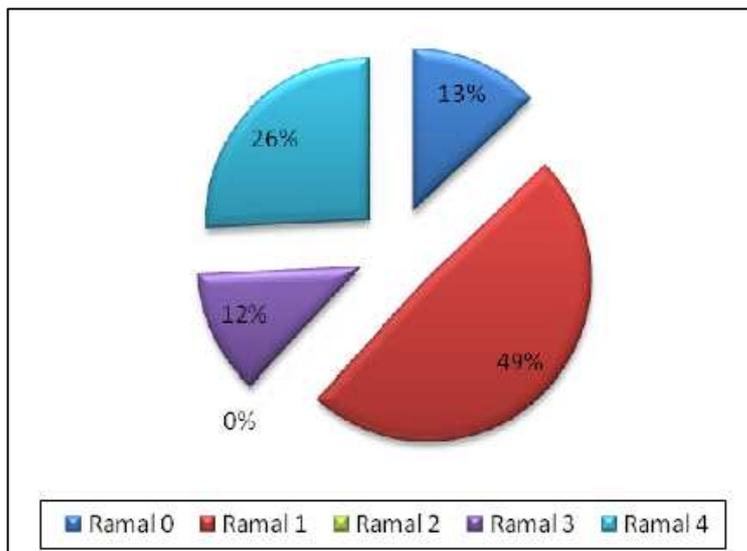
CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (1) – CAUDAL ASIGNADO



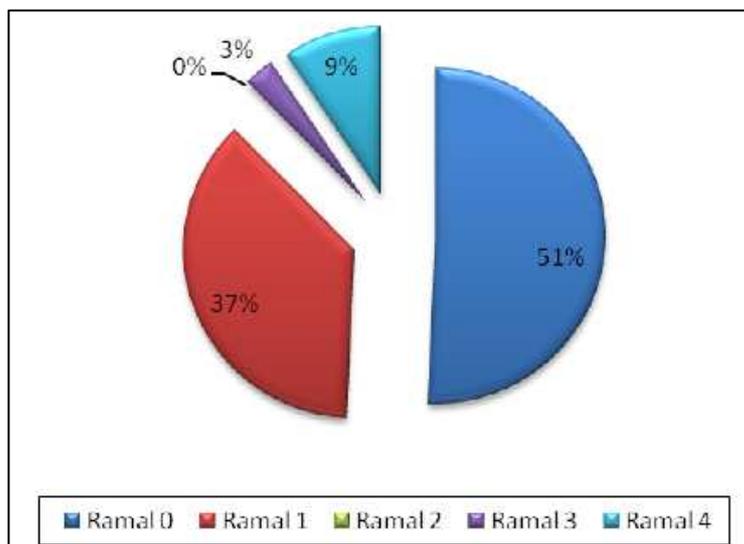
Fuente y Elaboración: Arboleda 2009

GRÁFICO 4.49

CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (0) – CAUDAL MEDIDO



Fuente y Elaboración: Arboleda 2009

GRÁFICO 4.50**CONTRIBUCIÓN DE LOS RAMALES AL DESORDEN DEL SISTEMA DE RIEGO NIEVES TOMA ÍNDICE DE THEIL (1) – CAUDAL MEDIDO**

Fuente y Elaboración: Arboleda 2009

En estos gráficos se puede ver que existen dos escenarios:

El primero de ellos caracterizado por el riego con caudal asignado en el cual se observa que el ramal que aporta mayor desorden al sistema es el ramal 1 seguido por el ramal 4; de la misma manera se observa que el desorden que aporta el ramal 2 al sistema es casi nulo con menos del 1% de la inequidad del sistema. (Arboleda 2009)

En el segundo escenario en el que se toma en cuenta el riego con caudal medido, se observa que algunas tendencias vistas en el primer escenario con la variación del parámetro theta se reafirman, tomando cierta fuerza. Este es el caso del aporte a la inequidad del ramal 1 y el ramal antes del reloj. (Arboleda 2009)

4.6 CONCLUSIONES

En cuanto a todos los análisis realizados en el sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara se puede concluir que:

- El sistema es uno de los mas organizados en la ZARI ES01 ya que tiene una junta de usuarios interesada en mantener sus bocatomas y sus canales de transporte con la finalidad de no perder la concesión.
- De todos los ramales del sistema los ramales 0 y 1 son los que más aportan a la inequidad esto es debido a que estos ramales son los primeros en derivar el caudal que viene de la bocatoma principal, sin tener que exponerse a una obra de repartición como es el caso de los otros ramales que dependen siempre del remanente del ramal 1 que ingresa al reloj
- El sistema es el que mayor caudal deriva de toda la zona de estudio, sin embargo no existe una valoración del agua ya que no se ha evolucionado en las prácticas de riego, aun existe riego por inundación y esto implica desperdicio del agua.
- En los puntos donde se instalo las regletas se observa una variación diaria constante del sistema sin embargo en las épocas de estiaje los usuarios que tienen sus óvalos de distribución al final de cada ramal son totalmente perjudicados .

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE RIEGO ENTRE 1990 Y 2010

Para el análisis de la evolución diacrónica se tomo en cuenta tanto las características de infraestructura de riego, como las características de los perímetros de riego en la zona de estudio.

5.1.1 EVOLUCIÓN DIACRÓNICA EN LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.

La infraestructura de riego abarca, como se explico anteriormente, bocatomas e infraestructura de conducción para cada una de las ZARIS

Bocatomas

En el análisis de la evolución diacrónica de las bocatomas de cada una de las ZARIS se obtuvo los siguientes resultados:

ZARI 01

- En el año de 1990 en la ZARI 01 existían 30 bocatomas para el año 2010 se tiene 38 bocatomas, lo que significa un incremento del 26.7% en un período de 20 años.

Las 38 bocatomas existentes en la actualidad son la suma de 27 bocatomas existentes en el año 1990 y 11 bocatomas actuales. Tomando en cuenta que de las 30 bocatomas existentes en el año 1990 tres en la actualidad ya no forman parte del inventario por las siguientes razones.

La bocatoma BCES 0108 era una vertiente que se encontraba dentro de la propiedad agrícola AGROLAMERSA y hoy en día está fuera de uso ya que dicha propiedad tiene otras fuentes de agua.

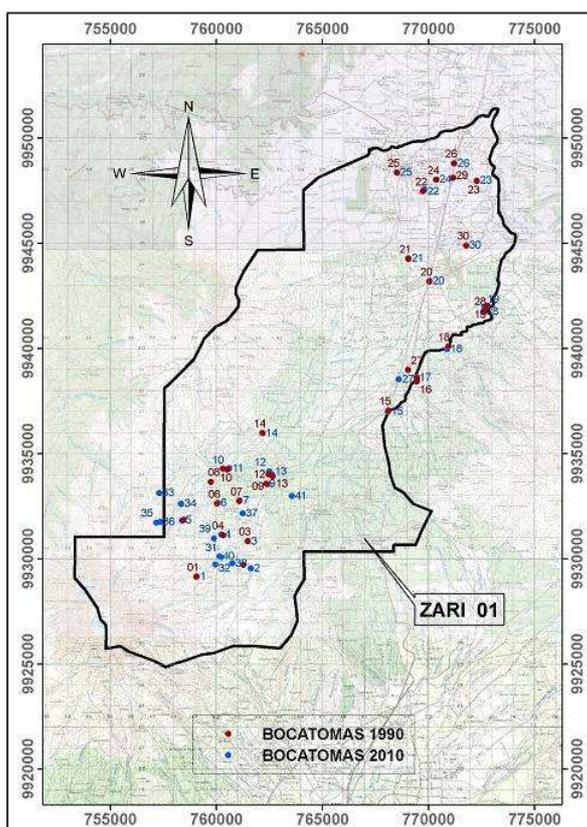
La bocatoma BCES 0116 en 1990 tenía una concesión de 82 l/s de agua para riego, en el año 2010 esta bocatoma cambio el uso, ahora es una bocatoma de aprovechamiento para agua potable.

La bocatoma BCES 0129 nace en el canal de distribución de otro sistema de riego de la ZARI 01 entonces no funciona como bocatoma al contrario vendría a ser un ovalo de distribución.

El gráfico 5.1 muestra la evolución diacrónica del número de bocatomas totales de la ZARI 01

GRÁFICO 5.1

EVOLUCION DEL NUMERO DE BOCATOMAS ZARI 01



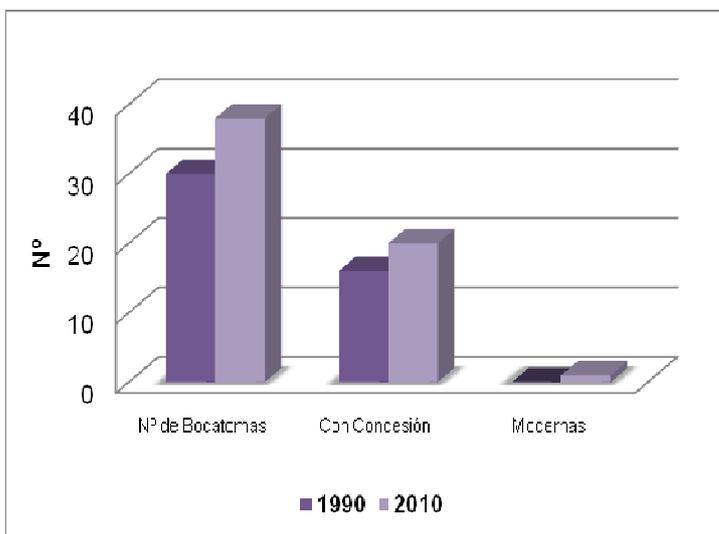
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

- Conjuntamente con la variación del número total de bocatomas en el período de tiempo 1990-2010 se presentó una evolución diacrónica del

número de bocatomas con concesión y número de bocatomas modernas como se observa en el gráfico 5.2

GRÁFICO 5.2

EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS ZARI 01

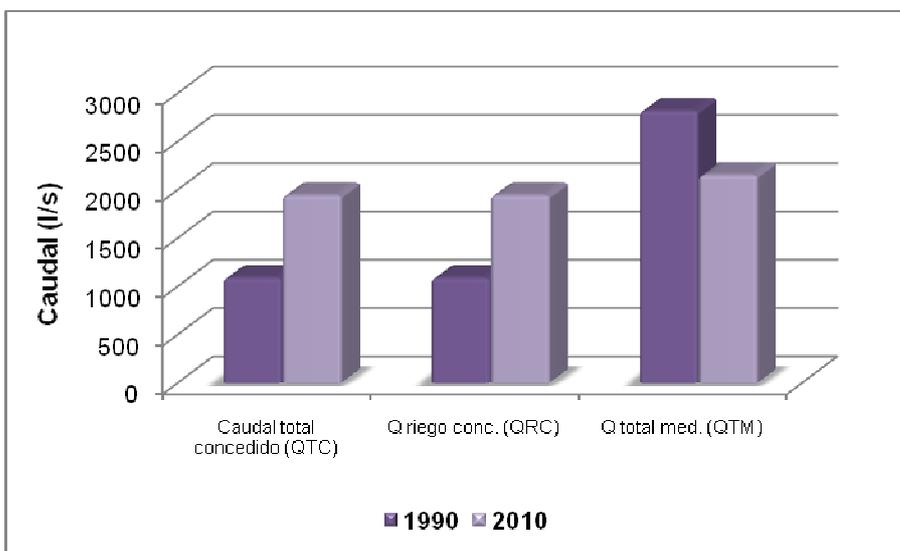


Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila
Elaboración: Geovanna Pila

El análisis del gráfico muestra un incremento del número total de bocatomas y número de bocatomas con concesión, pero si se observa por el lado del tipo de construcción de las bocatomas es claro que desde el año 1990 hasta el 2010 los sistemas de riego continúan operando con bocatomas totalmente rústicas. Esto se constató en el sistema Nieves Toma , Mantilla y Pucará, el mismo que a pesar de ser un sistema importante y complejo manejado por gente de altos recursos económicos, se mantiene con una infraestructura hidráulica rústica.

- Finalmente si existe mayor número de bocatomas dentro de la ZARI existe un caudal derivado concesionado y no concesionado mayor. Como muestra el gráfico 5.3.

GRÁFICO 5.3
EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS ZARI 01



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

Analizando el gráfico se tiene que el caudal total concedido y el caudal concedido para riego presentaron un incremento del 79 % durante 20 años, a diferencia del caudal medido que bajó en un 31% tomando en cuenta que las mediciones de caudal son puntuales.

ZARI 04

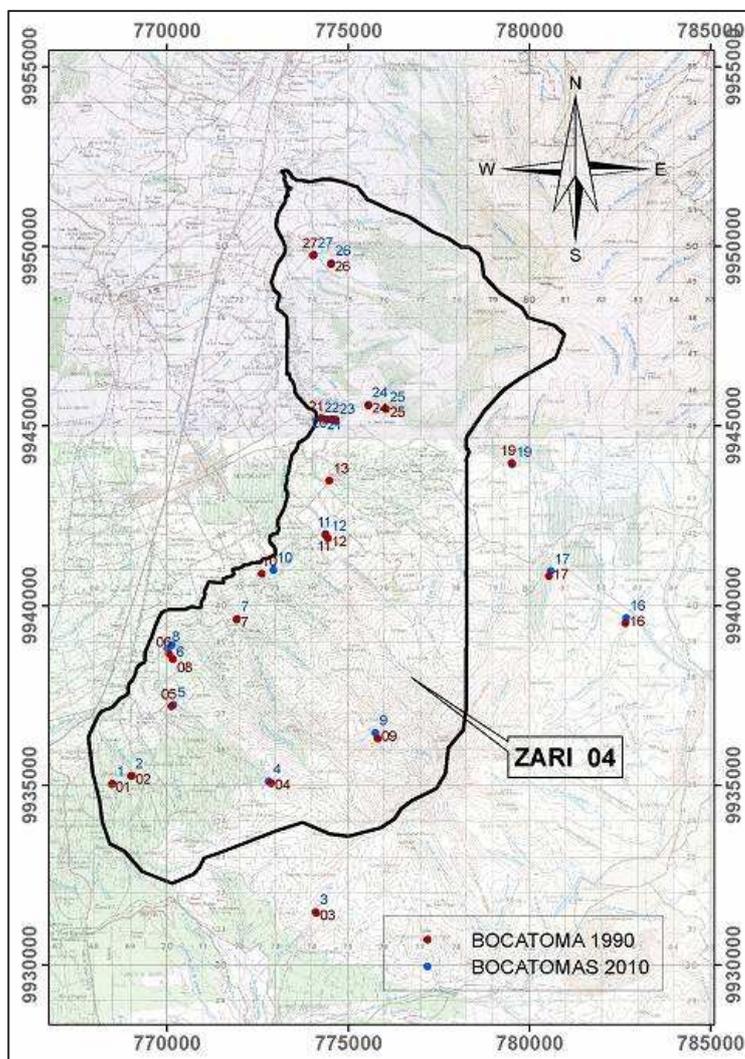
- En el año de 1990, la ZARI 04 estaba compuesta por 27 bocatomas, actualmente en el año 2010 se tiene en el inventario 26 bocatomas.

La bocatoma que en el 2010 ya no consta en el inventario es la bocatoma BCES 0413 ya que esta bocatoma se encontraba en una zona que en la actualidad es zona poblada.

El gráfico 5.4 muestra la variación que existe en cuanto al número de bocatomas

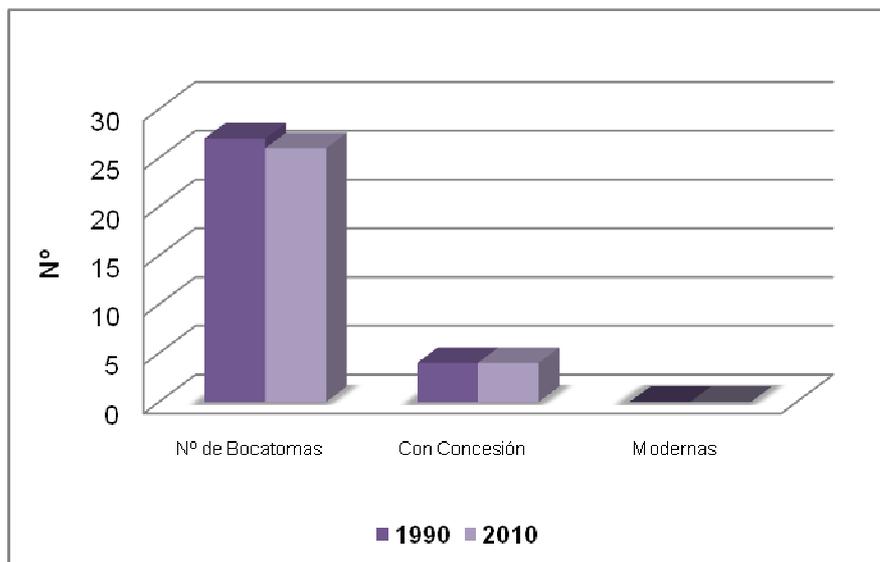
GRÁFICO 5.4

EVOLUCION DEL NUMERO DE BOCATOMAS ZARI 04



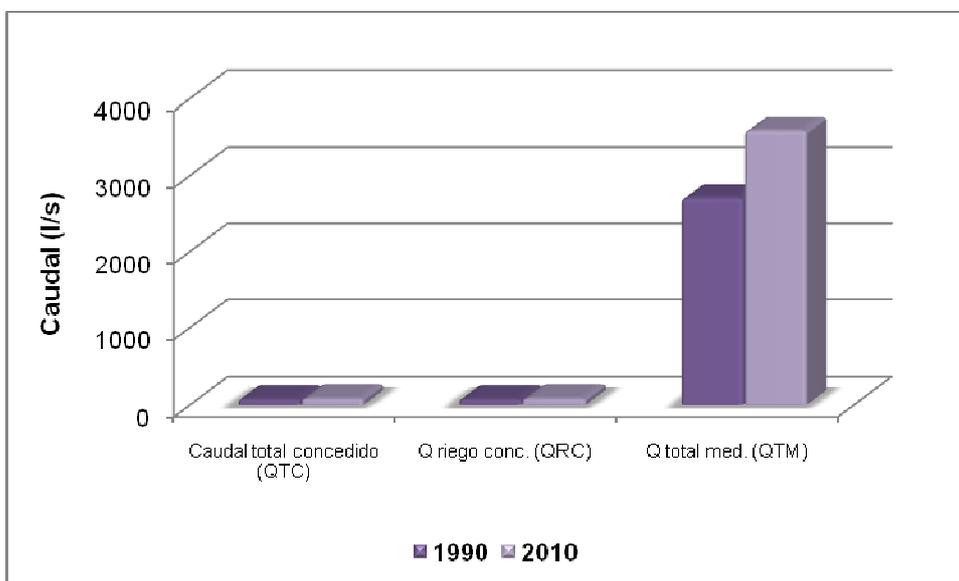
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

- A pesar de existir un decremento en el número de bocatomas, el número de bocatomas con concesión y el número de bocatomas modernas se mantiene como muestra el gráfico 5.5

GRÁFICO 5.5**EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS ZARI 04**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

- Si se observa el gráfico se puede ver que esta ZARI no presenta variaciones trascendentales se mantiene con las características de las bocatomas del inventario de 1990
- Después de revisar los resultados anteriores se esperó encontrar dentro de la ZARI un caudal derivado igual o menor al existente en 1990 pero los resultados encontrados indican lo contrario, en el gráfico 5.6 se ilustra con claridad como varía el caudal concedido, el caudal concedido para riego y el caudal medido para el año 1990 y el año 2010

GRÁFICO 5.6**EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS ZARI 04**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

Observando el gráfico se puede ver que la variación existente en cuanto al caudal concedido y caudal concedido para riego es de un 14% en 20 años. En cambio el caudal medido tiene una variación del 75% durante 20 años.

Además este gráfico muestra que la diferencia que existe entre caudal derivado con concesión y caudal medido es del 3554% para 1990 y 4175% para el 2010, lo que significa que dentro de esta ZARI no existe una regulación del uso del agua para riego.

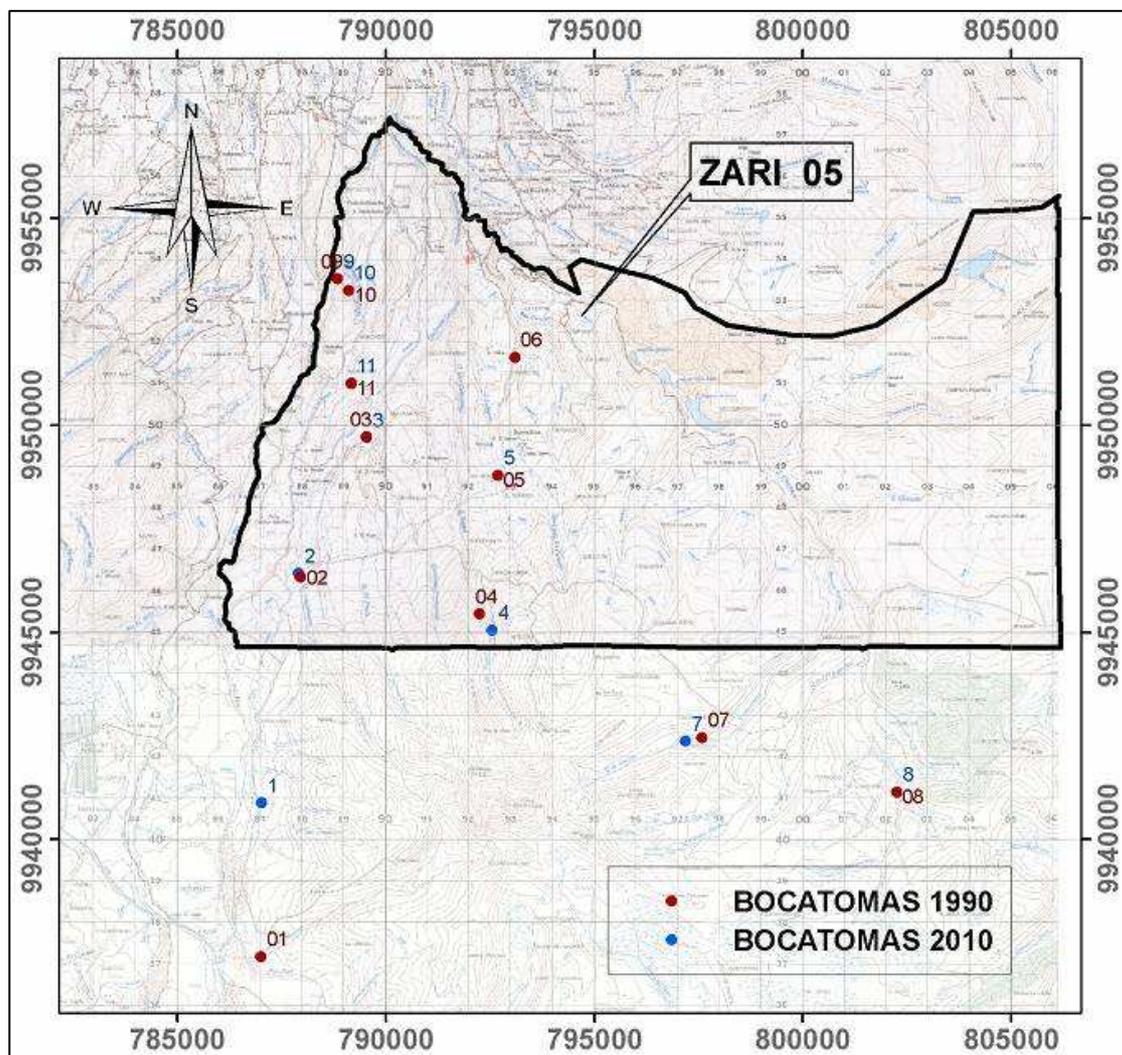
ZARI 05

- La ZARI 05 para el año 1990 se encontraba compuesta de 11 bocatomas, en el año 2010 está conformada únicamente por 10 bocatomas ya que la bocatoma BCES 0506 está fuera de uso.

El gráfico 5.7 indica como varía el número total de bocatomas

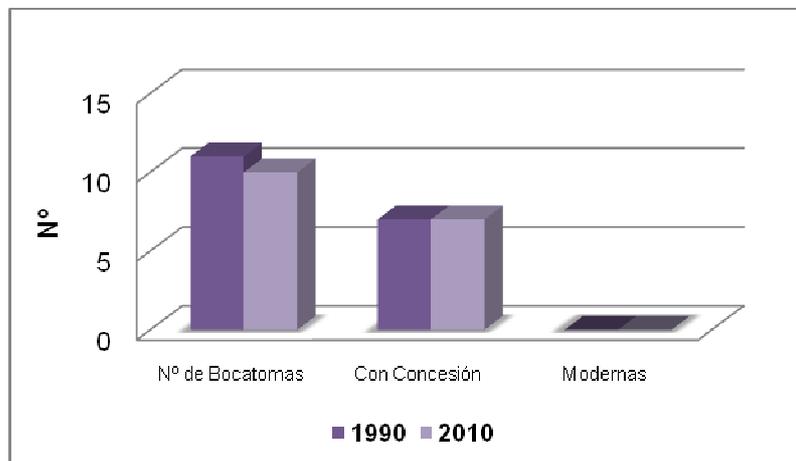
GRÁFICO 5.7

EVOLUCION DEL NUMERO DE BOCATOMAS ZARI 05



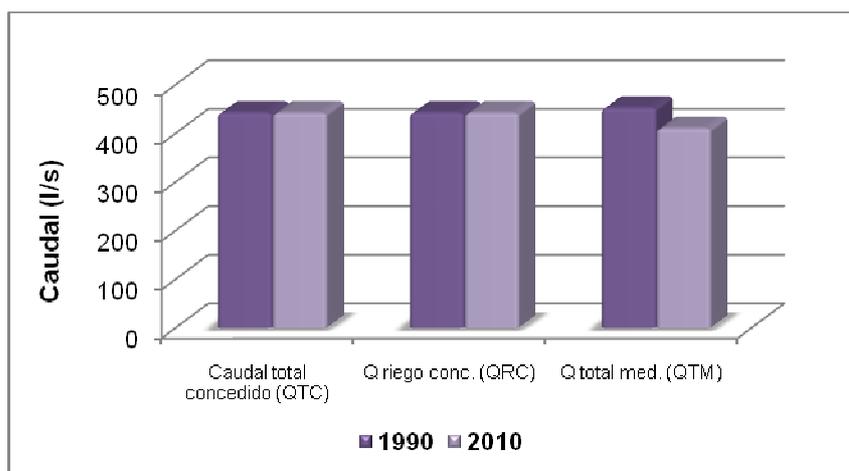
Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

- Dentro de la ZARI se tiene una bocatoma menos que en el año 1990, sin embargo no existe variación en cuanto al número de bocatomas con concesión y al número de bocatomas modernas, ver gráfico 5.8.

GRÁFICO 5.8**EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS ZARI 05**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

- Finalmente la disminución de la bocatoma BCES0506 no produjo una disminución en el caudal total concedido por el hecho de que la bocatoma no tenía concesión, pero sí ocasionó que el caudal total medido dentro de la cuenca sea menor como indica el gráfico 5.9.

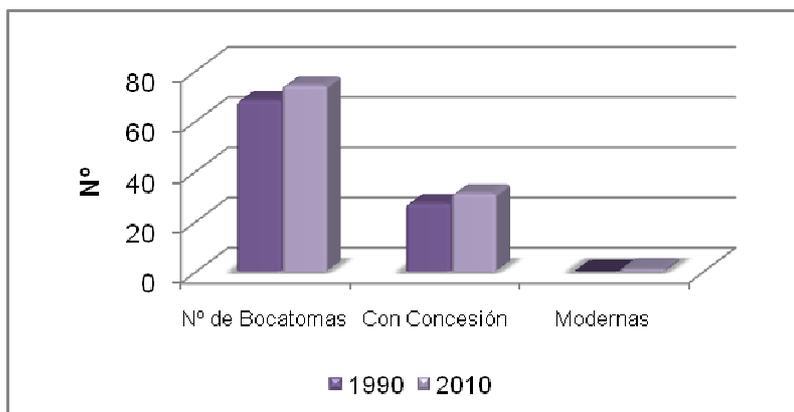
GRÁFICO 5.9**EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS ZARI 05**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

En conclusión dentro de toda la zona de estudio (ZARIS 1, 4, 5), la evolución de las bocatomas se produjo como se indica en los gráficos 5.10 y 5.11

GRÁFICO 5.10

EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOCATOMAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

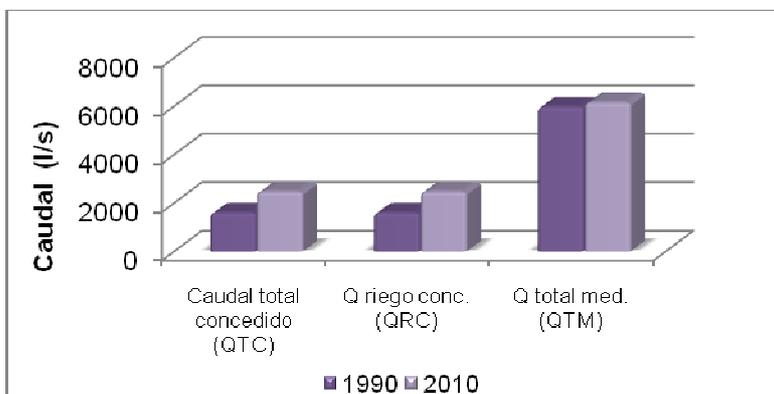


Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

Como indica el gráfico 5.10 desde el año 1990 al año 2010, el número de bocatomas totales se incremento en un 9%, el numero de bocatomas con concesión subió en un 15% y el numero de bocatomas modernas subió de 0 a 1.

GRÁFICO 5.11

EVOLUCIÓN DE LOS CUDALES DERIVADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

- En el gráfico 5.11 se observa que el caudal total concedido y el caudal concedido para riego varían de 1601 a 2468 l/s de 1990 al 2010 esto significa un incremento del 54% en un período de 20 años. En cambio en el caso del caudal medido el incremento en 20 años es del 3%.

También se puede ver que el caudal concedido para el año 2010 es mayor, debido a la necesidad de un derecho de agua que permita al usuario mejorar la producción agrícola y le garantice la tenencia del agua a futuro

Además en el grafico se ilustra claramente que el caudal medido es el 273 % mayor que el caudal total concedido para 1990 y el 149 % mayor para el 2010.

Infraestructura de conducción

Infraestructura de conducción como se explico anteriormente son todos los canales que conducen el agua desde las bocatomas hasta los perímetros de riego. Por lo tanto el incremento de los canales se relaciona directamente con el incremento de las bocatomas o el incremento de los perímetros de riego.

En el análisis diacrónico se obtuvo los siguientes resultados para cada una de las ZARIS.

ZARI 01

En el año 1990 en la ZARI 01 existían 27 sistemas de riego de los cuales 5 eran sistemas complejos, en el año 2010 existen 37 sistemas de riego de los cuales 6 son sistemas complejos. Esto significa que existe un incremento del 37% en el número total de sistemas y un 20% en el numero de sistemas complejos

ZARI 04

En la ZARI 04 en el año de 1990 existían 23 sistemas de riego, 4 sistemas complejos y 1 sistema saliendo de la ZARI, en el año 2010 existen 22 sistemas de riego, 4 sistemas complejos y 1 sistema saliendo de la ZARI. En consecuencia

para el año 2010 el número de sistemas bajó en un 4% debido a la disminución antes explicada de la bocatoma BCES 0413.

ZARI 05

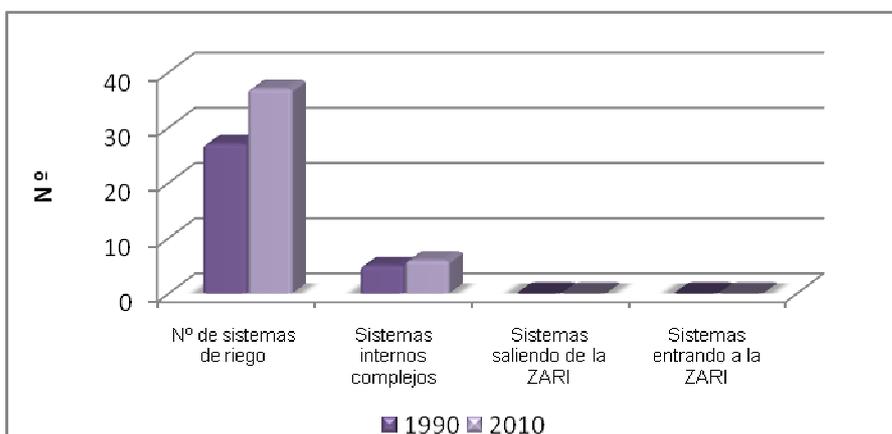
De las tres ZARIS de análisis esta es la que menos sistemas de riego contiene, en el año 1990 estaba compuesta de 10 sistemas de riego de los cuales 1 era sistema complejo, para el año 2010 existen únicamente 9 sistemas de riego de ellos 1 es complejo.

Entonces la variación que existe es únicamente la disminución del 10% en los sistemas de riego, debido a la disminución de la bocatoma BCES0506.

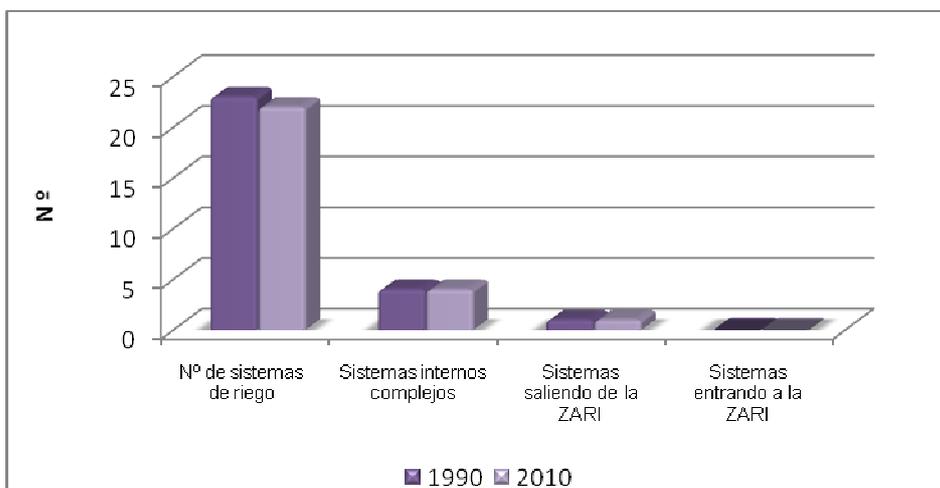
Los Gráficos 5.12, 5.13 y 5.14 muestran la evolución de los sistemas en la zona de estudio del proyecto.

GRÁFICO 5.12

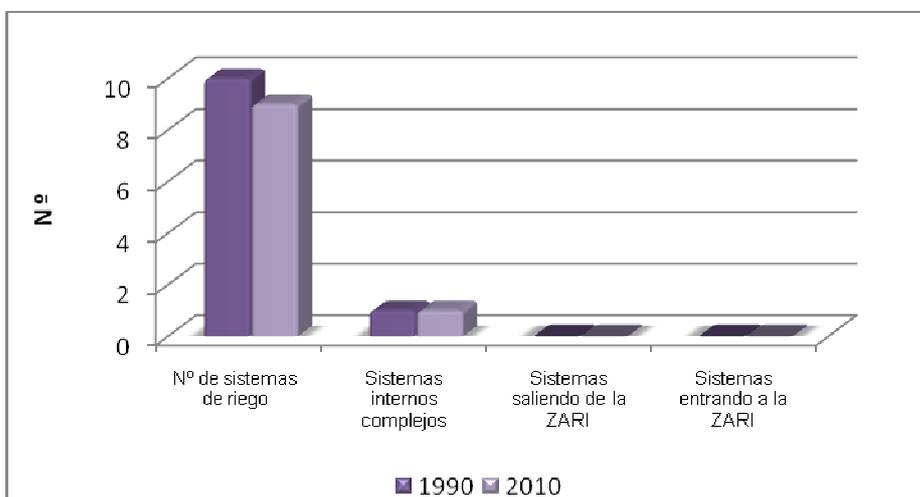
EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ZARI 01



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

GRÁFICO 5.13**EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ZARI 04**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

GRÁFICO 5.14**EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ZARI 05**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

Como se observa en los gráficos, en la actualidad únicamente la ZARI ES01 presenta un incremento en los sistemas de riego, debido a que es una zona en crecimiento a diferencia de las ZARIS ES04 y ES05 que al contrario disminuyeron sus sistemas ya que existen dentro de ellas bocatomas que salieron de uso ya que se encuentra en zonas pobladas.

5.1.2 EVOLUCIÓN DIACRÓNICA EN LOS PERÍMETROS DE RIEGO

En la evolución diacrónica de los perímetros de riego se analizó tomando en cuenta los siguientes parámetros: evolución en el número de perímetros, evolución de la superficie de riego y evolución en el uso de suelo.

Evolución del número de perímetros.

Se analizó la evolución de los perímetros de riego para cada una de las ZARIS y se obtuvo los siguientes resultados.

ZARI 01

En la ZARI 01 en el año 1990 existían 13 perímetros de riego para el año 2010 existen 98 perímetros de riego.

Estos 98 perímetros que existen en la actualidad se han ido estructurando de la división de los 13 perímetros de riego antes mencionados ya que los perímetros del año 1990 eran grandes haciendas que con el pasar de los años se han ido heredado de padres a hijos.

ZARI 04

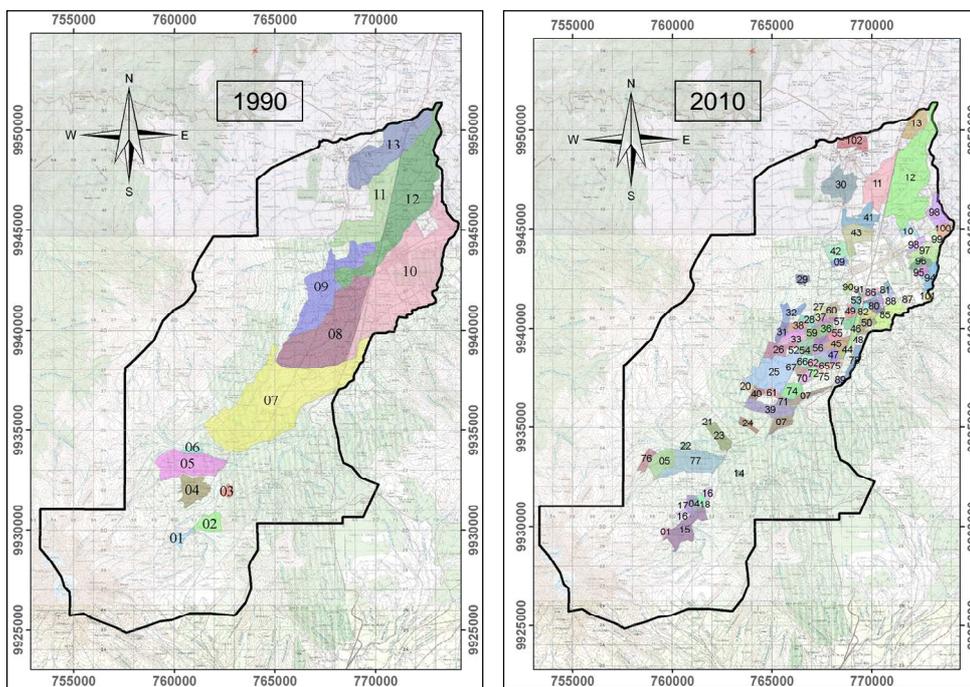
En la ZARI 04 al igual que en la ZARI 01 existe un incremento en el número de perímetros de riego ya que en el año 1990 existían 13 perímetros de riego y en el año 2010 existen 19 perímetros de riego.

ZARI 05

En la ZARI 05 no existe división de perímetros por lo tanto en 1990 se tenía 6 perímetros de riego y para el 2010 se tiene el mismo número.

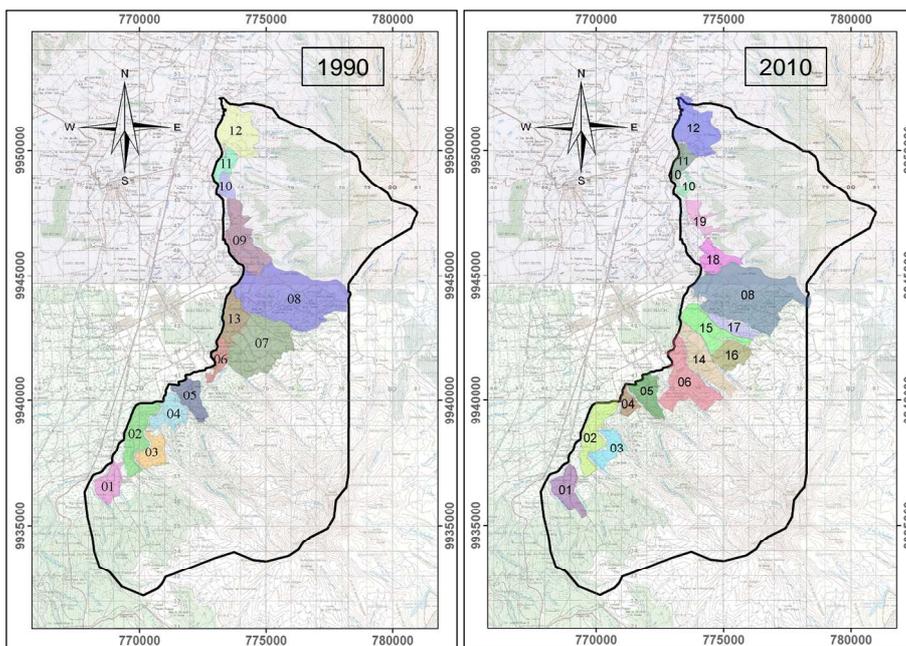
Los Gráficos 5.15, 5.16 y 5.17 muestran la evolución de los perímetros de las ZARIS ES01, ES04, ES05 respectivamente.

GRÁFICO 5.15
EVOLUCIÓN DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO ZARI 01



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila

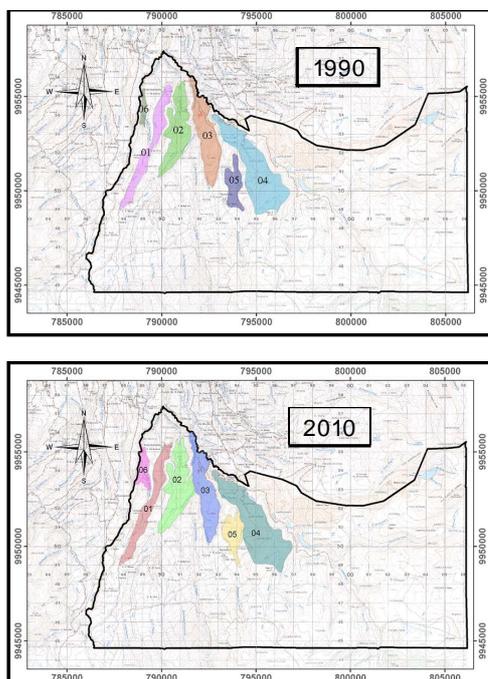
GRÁFICO 5.16
EVOLUCIÓN DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO ZARI 04



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila

GRÁFICO 5.17

EVOLUCIÓN DE LOS PERÍMETROS DE RIEGO ZARI 05



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila

Los gráficos muestran claramente que la ZARI ES01 es la que mayor incremento de perímetros tiene por ser una zona en la que las haciendas a pesar de estar hoy en día fraccionadas siguen siendo agrícolas y ganaderas en desarrollo

Las ZARIS ES04 y ES05 en cambio no muestran variaciones fuertes desde 1990 ya que hoy en día los hacendados de estas zonas invierten su capital en otra actividad económica y han dejado de lado la agricultura y la ganadería

Evolución de la superficie de riego

Para la evolución de la superficie de riego se tomó en cuenta la superficie total de las ZARIS, la superficie bajo los 3600 msnm, la superficie equipada, la superficie potencial interna y la superficie regada.

ZARI 01

En la ZARI 01 en el transcurso de los años 1990 – 2010 existió un crecimiento de las aéreas pobladas que hizo que disminuya la extensión de los perímetros de riego y por lo tanto la superficie equipada.

Entonces en el año 2010 se encontró que la superficie equipada es 5652,8 Ha. que significa un 32% menos que en el año 1990, sin afectar esto a la superficie regada ya que esta tuvo un incremento del 15%.

ZARI 04

Al igual que la ZARI 01 esta ZARI presenta una disminución del 3% en la superficie equipada y un incremento del 23% en la superficie regada.

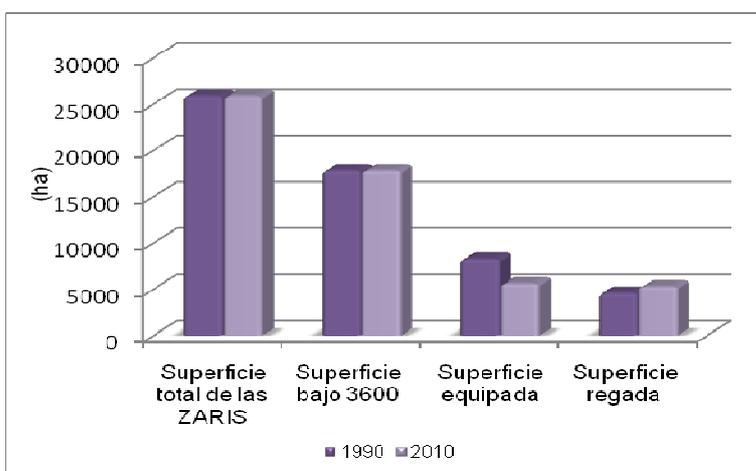
ZARI 05

La ZARI 05 es una zona donde no ha existido crecimiento de la zona poblada, lo que ha hecho que la superficie equipada sea mayor para el año 2010 con un incremento del 12 % con respecto a 1990 y además conjuntamente con el incremento de la superficie equipada se incremento la superficie regada en un 103 %.

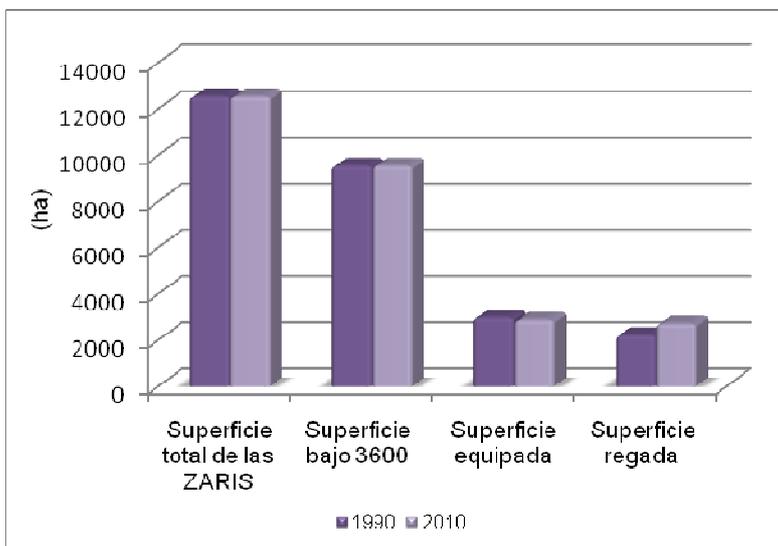
Los Gráficos 5.18, 5.19 y 5.20 muestran la evolución diacrónica de las superficies.

GRÁFICO 5.18

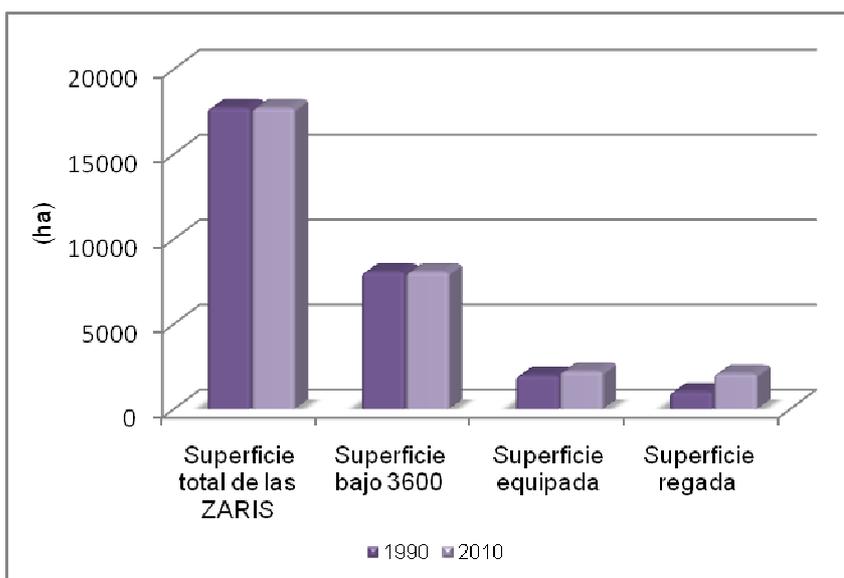
EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO ZARI 01



Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

GRÁFICO 5.19**EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO ZARI 04**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

GRÁFICO 5.20**EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO ZARI 05**

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

En los gráficos se puede observar que la ZARI que mayor incremento en la superficie regada tiene es la ZARI ES05 debido a que esta zona es la que menos sistemas de riego tiene por lo tanto es la que menos caudal tiene para sus cultivos y esto ha hecho que los regantes optimicen las prácticas de riego.

Evolución del uso de suelo.

Para el análisis de la evolución del uso de suelo se tomo el número de hectáreas existentes para cada uno de los cultivos tanto en el año 1990 como en el año 2010 para cada una de las ZARIS.

ZARI 01

Los resultados obtenidos revelan la variación del porcentaje de cada uno de los cultivos en el período 1990-2010.

En el cuadro 5.1 se observa claramente que dentro de la ZARI existen cambios importantes como:

- La variación del porcentaje de pasto natural (PN), que ha ocasionado que disminuya el porcentaje de los otros cultivos e incluso que algunos como es el caso del maíz (MA) y la alfalfa (AL) desaparezcan.
- La inclusión de nuevos cultivos como el brócoli y las flores que no son cultivos tradicionales de la zona.

CUADRO 5.1
EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO ZARI 01

CULTIVO	CODIGO	1990	1990	2010	2010	
		(ha)	%	(ha)	%	
ALFALFA	AL	103.70	1%	0.00	0.0%	-
BROCOLI		0.00	0%	132.16	2.3%	+
CEREALES	CE	166.90	2%	84.80	1.5%	=
FLORES		0.00	0%	87.93	1.6%	+
HABAS	HA	64.40	1%	3.11	0.1%	-
HORTALIZAS	HO	786.80	9%	5.46	0.1%	--
MAIZ	MA	179.60	2%	0.00	0.0%	-
PAPAS	PP	1894.50	23%	785.85	14.0%	--
PASTO MEJORADO	PA	340.40	4%	23.37	0.4%	--
PASTO NATURAL	PN	4746.70	57%	4508.24	80.1%	++

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila

ZARI 04

En esta ZARI al igual que en la ZARI 01 se encontró variaciones en cuanto a la superficie de cada cultivo existente en la zona.

En el cuadro 5.2 se muestra en detalle variaciones importantes como:

- El incremento del pasto natural (PN) es muy importante porque pasa de 41% de ocupación en 1990 a 93% en el 2010, lo que ocasiona la disminución del porcentaje de los otros cultivos y la desaparición de los cultivos de cereales (CE), habas (HA), hortalizas (HO), lenteja (LE) y pasto mejorado (PA).
- La introducción de nuevos cultivos no tradicionales en la zona como el brócoli y las flores.

CUADRO 5.2
EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO ZARI 04

CULTIVO	CODIGO	1990 (ha)	1990 %	2010 (ha)	2010 %	
BROCOLI		0.00	0.0%	83.92	2.9%	+
CEREALES	CE	244.70	8.2%	0.00	0.0%	--
FLORES		0.00	0.0%	9.87	0.3%	=
HABAS	HA	12.00	0.4%	0.00	0.0%	=
HORTALIZAS	HO	113.70	3.8%	0.00	0.0%	--
LENTEJA	LE	12.00	0.4%	0.00	0.0%	=
PAPAS	PP	488.90	16.4%	115.57	4.0%	--
PASTO MEJORADO	PA	887.30	29.8%	0.00	0.0%	--
PASTO NATURAL	PN	1215.40	40.9%	2660.87	92.7%	++

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

ZARI 05

En la ZARI 05 los cambios en la superficie cubierta por cada uno de los cultivos en el período 1990-2010 no se presenta muy fuerte como en las dos ZARIS anteriores.

El cuadro 5.3 muestra las siguientes variaciones:

- Incremento en el porcentaje de pasto natural (PN) cultivado en la zona, y debido a esto, disminución en el porcentaje de los otros cultivos y desaparición de los cultivos de arveja (AV) y alfalfa (AL).

CUADRO 5.3
EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO ZARI 05

CULTIVO	CODIGO	1990 (ha)	1990 %	2010 (ha)	2010 %	
ALFALFA	AL	32.00	2%	0.00	0.0%	-
ARVEJA	AV	64.00	3%	0.00	0.0%	-
CEREALES	CE	396.50	20%	58.98	2.6%	--
HABAS	HA	0.00	0%	21.49	1.0%	+
MAIZ	MA	142.00	7%	58.98	2.6%	-
PAPAS	PP	178.50	9%	143.90	6.5%	=
PASTO MEJORADO	PA	497.00	25%	589.77	26.4%	=
PASTO NATURAL	PN	675.00	34%	1357.14	60.9%	++

Fuente: INERHI-ORSTOM, 1992; Geovanna Pila.

Finalmente en cuanto a la evolución de las características de riego se obtuvo las siguientes conclusiones:

- En cuanto al número total de bocatomas, existen algunos cambios pero en la mayoría de los casos son cambios debido a la destrucción de bocatomas antiguas o por cambio de uso . Pero esa variación den número de bocatomas no influye en alto a los caudales derivados.
- Existe un ligero incremento de caudales con concesión, debido a que los grandes productores legalizan sus caudales para evitar compartir el caudal con los pequeños productores, sin embargo aun existe un gran porcentaje de bocatomas sin concesiones debido a que en la cuenca no existe ningún tipo de control de los caudales derivados, es decir la agencia rectora del agua no se preocupa por esto.
- No hay variación notable tampoco en el número de sistemas de riego debido a que a pesar de que en la SENGUA se sigan otorgando concesiones, en la cuenca ya no existe posibilidad de de construir bocatomas por falta del recurso hídrico.

- Se nota también que no hay mejoramiento en las infraestructuras hidráulicas tanto de bocatomas como de canales, son tan rústicos como antes, debido a que los canales rústicos no presentan pérdidas relevantes. Esto se pudo evidenciar en el sistema nieves toma donde se midió la eficiencia de transporte
- El único cambio notable es en los sistemas de cultivo. La mayor parte de perímetros tienen como cultivo principal el pasto natural con un porcentaje bajo de flores en lo posible. El incremento en el cultivo de pasto es principalmente debido a que la mayor parte de personas que antes eran agricultores hoy se dedican a la ganadería que les asegura mayor cantidad de ingresos. El cambio tiene mayor fuerza en la zona de San Pedro que en la del Pita porque esta zona ya tenía un gran porcentaje de pasto en 1990, lo que explica su estabilidad aparente y real.

5.2 EVALUACIÓN SOBRE LA EFICIENCIA DE TRANSPORTE Y REPARTICIÓN

Como se explicó anteriormente, para medir la eficiencia se ha tomado el sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara (ES0109)

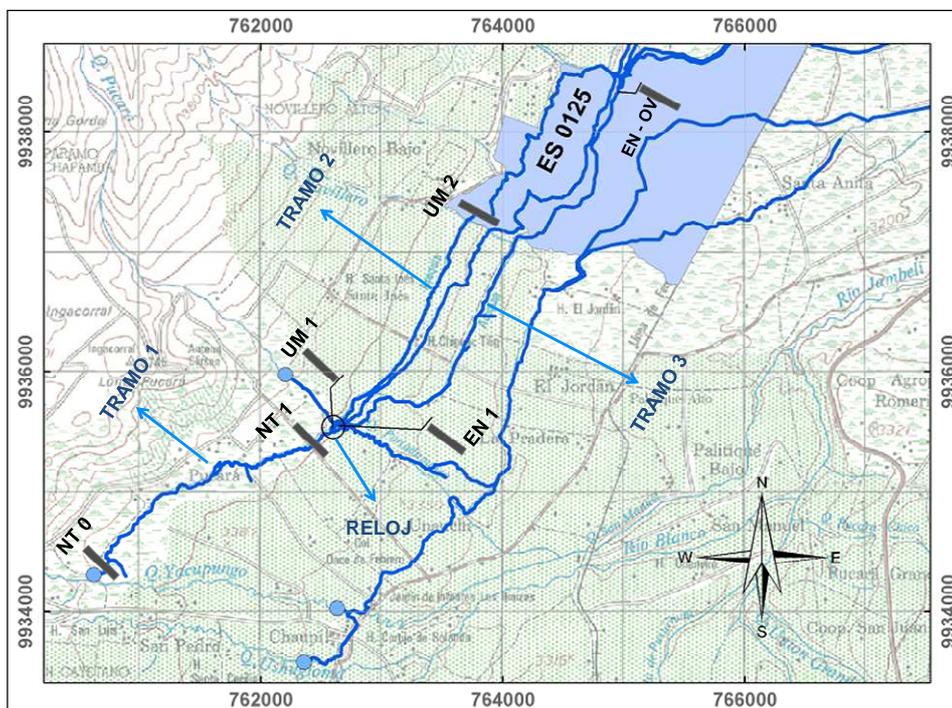
En este sistema se ha elegido 3 tramos específicos para medir eficiencia de conducción, y además el divisor de caudales tipo reloj para verificar la eficiencia de repartición.

5.2.1 EFICIENCIA DE TRANSPORTE

Para medir la eficiencia de transporte se tomo los tramos de canal que se muestra en el Gráfico 5.21, y se obtuvo los resultados que se incluyen en el cuadro 5.4 tomando en cuenta que los canales son el 90% de construcción rústica.

GRÁFICO 5.21

TRAMOS PARA MEDIR EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 5.4

EFICIENCIA DE TRANSPORTE EN EL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA.

TRAMO	PERDIDAS (m ³ /s)	LONGITUD (km)	PERDIDAS (m ³ /s/km)	PERDIDAS (% por km)	EFICIENCIA (% por km)
1	0.08	2.87	0.03	7%	93%
2	0.01	2.33	0.00	7%	93%
3	0.03	4.39	0.01	3%	97%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

El cuadro muestra la eficiencia más desfavorable encontrada en cada uno de los tramos sin embargo se puede observar que es un porcentaje de eficiencia bueno.

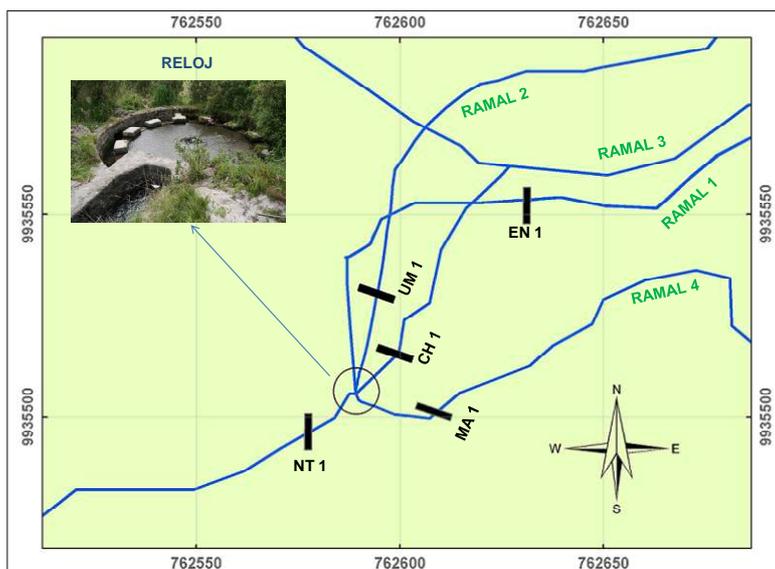
Esto ayuda a explicar porque dentro de toda la zona de estudio las juntas de usuarios no muestran interés en el mejoramiento de la infraestructura hidráulica de sus sistemas de riego.

5.2.2 EFICIENCIA DE REPARTICIÓN

Para verificar la eficiencia de repartición se tomo el divisor de caudales tipo “RELOJ” que se muestra en el Gráfico 5.22 y se obtuvo los resultados que indica el Cuadro 5.5

GRÁFICO 5.22

DIVISOR DE CAUDALES TIPO “RELOJ” PARA MEDIR EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN.



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

CUADRO 5.5

EFICIENCIA DE REPARTICIÓN EN EL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA.

Fecha	REMANENTE	UM 1	UM 1	UM1	CH1	CH1	CH1	MA 1	MA 1	MA 1
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
	(m3/s)	PREVISTO (m3/s)	MEDIDO (m3/s)	DEFICIT %	PREVISTO (m3/s)	MEDIDO (m3/s)	DEFICIT %	PREVISTO (m3/s)	MEDIDO (m3/s)	DEFICIT %
30/09/2009 08:29	0.151	0.061	0.037	39%	0.015	0.012	19%	0.076	0.067	12%
16/10/2009 07:40	0.170	0.068	0.047	31%	0.017	0.015	10%	0.085	0.060	29%
16/03/2010 08:38	0.108	0.043	0.031	29%	0.011	0.009	13%	0.054	0.058	-7%

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

Q : Caudal

El cuadro muestra el caudal remanente del ramal 1 que entra al reloj, el caudal previsto para que vaya por cada ramal según la estructura del reloj, y el caudal medido en cada ramal. Con estos tres parámetros se calculó el déficit de caudal que existe en cada ramal notando de esta manera que el reloj no tiene una buena repartición debido a que en la mayor parte de mediciones se encuentra que todos los ramales tienen déficit.

En conclusión se tiene que la eficiencia de transporte del sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara es buena a pesar de la estructura de sus canales, por lo tanto no existe problemas de pérdidas que afecten a los usuarios.

Al contrario en cuanto al reloj repartidor se nota claramente que el ramal 2 donde se encuentra instalada la estación UM1 presenta un déficit de caudal muy alto debido la estructura del reloj.

5.3 COMPARACIÓN DEMANDA/CAUDAL CONCEDIDO EN EL SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA, Y PUACARA.

Teniendo en cuenta que la **demanda** se define como la cantidad de agua necesaria para que los cultivos desarrollen su máximo potencial productivo, y el **caudal concedido** es la cantidad de agua otorgada para riego por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). Se tomo 49 perímetros del sistema Nieves Toma,

Mantilla y Pucara para comparar los dos parámetros tomando en cuenta la eficiencia de aplicación que muestra el gráfico 5.23 según el tipo de riego.

GRÁFICO 5.23

EFICIENCIA DE APLICACIÓN ESPERADA CON LOS DISTINTOS MÉTODOS DE RIEGO

MÉTODO DE RIEGO	EFICIENCIA DE APLICACIÓN (%)
Riego por superficie	55-90
Riego por aspersión	65-90
Riego localizado	75-90

Fuente: www.elriego.com

Los resultados obtenidos se muestran en dos escenarios: (1) eficiencia con riego por aspersión; (2) eficiencia con riego por inundación.

1.- Para el primer escenario se tomo una eficiencia de aplicación (E_a) del 70% y se obtuvo los perímetro que presentan déficit y excedente de caudal.

El cuadro 5.6 muestra los perímetros con caudales deficitarios y el Gráfico 5.24 muestra el porcentaje de perímetros según un rango de caudal excedente.

CUADRO 5.6

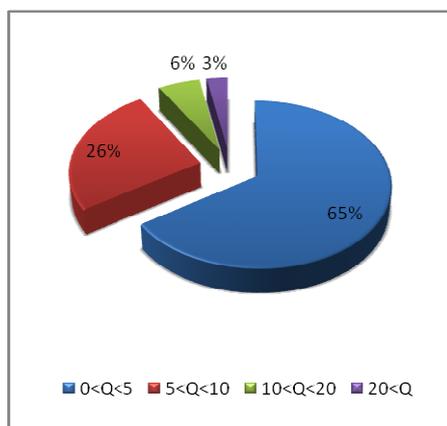
PERÍMETROS QUE PRESENTAN DEFICIT DE CAUDAL (a)

PERIMETRO	SUP. EQUIPA (Ha)	DOTACIÓN REAL l/s/ha	DEMANDA REAL l/s	DOTACIÓN CONCEDIDA l/s/ha	Q. CONCEDIDO l/s	Q (Ea =70%) l/s	DEFICIT l/s
ES0123	84.32	0.25	21.42	0.30	25.00	17.50	3.92
ES0124	36.17	0.27	9.66	0.01	0.50	0.35	9.31
ES0125	328.27	0.18	59.91	0.17	57.05	39.94	19.97
ES0126	84.94	0.19	16.31	0.22	18.35	12.85	3.46
ES0132	64.62	0.25	16.16	0.21	13.36	9.35	6.80
ES0138	35.60	0.23	8.33	0.25	8.77	6.14	2.19
ES0140	31.97	0.19	6.07	0.27	8.50	5.95	0.12
ES0141	125.92	0.26	32.99	0.02	3.00	2.10	30.89
ES0143	148.91	0.26	39.01	0.07	11.00	7.70	31.31
ES0145	61.04	0.23	14.04	0.28	16.80	11.76	2.28
ES0147	28.57	0.23	6.63	0.30	8.54	5.98	0.65
ES0161	30.80	0.25	7.64	0.18	5.40	3.78	3.86
ES0163	1.45	0.27	0.39	0.37	0.54	0.38	0.01
ES0174	67.79	0.23	15.86	0.20	13.30	9.31	6.55

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 5.24

RANGOS DE CAUDAL EXCEDENTE EN (l/s) (a)



Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

2.- Para el segundo escenario se tomo una eficiencia de aplicación (Ea) del 60% y se obtuvo los perímetro que presentan déficit y excedente de caudal.

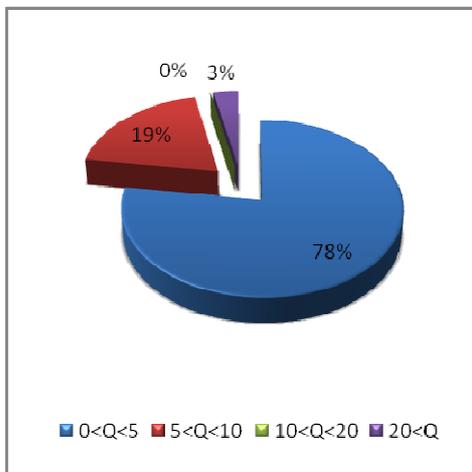
El cuadro 5.7 muestra los perímetros con caudales deficitarios y el Gráfico 5.25 muestra el porcentaje de perímetros según un rango de caudal excedente..

CUADRO 5.7

PERÍMETROS QUE PRESENTAN DEFICIT DE CAUDAL (b)

PERIMETRO	SUP. EQUIPA (Ha)	DOTACIÓN REAL l/s/ha	DEMANDA REAL l/s	DOTACIÓN CONCEDIDA l/s/ha	Q. CONCEDIDO l/s	Q (Ea =70%) l/s	DEFICIT l/s
ES0123	84.32	0.25	21.42	0.30	25.00	15.00	6.42
ES0124	36.17	0.27	9.66	0.01	0.50	0.30	9.36
ES0125	328.27	0.18	59.91	0.17	57.05	34.23	25.68
ES0126	84.94	0.19	16.31	0.22	18.35	11.01	5.30
ES0132	64.62	0.25	16.16	0.21	13.36	8.02	8.14
ES0138	35.60	0.23	8.33	0.25	8.77	5.26	3.07
ES0139	130.08	0.26	33.82	0.38	50.00	30.00	3.82
ES0140	31.97	0.19	6.07	0.27	8.50	5.10	0.97
ES0141	125.92	0.26	32.99	0.02	3.00	1.80	31.19
ES0143	148.91	0.26	39.01	0.07	11.00	6.60	32.41
ES0145	61.04	0.23	14.04	0.28	16.80	10.08	3.96
ES0147	28.57	0.23	6.63	0.30	8.54	5.12	1.51
ES0161	30.80	0.25	7.64	0.18	5.40	3.24	4.40
ES0162	25.35	0.26	6.54	0.43	10.80	6.48	0.06
ES0163	1.45	0.27	0.39	0.37	0.54	0.32	0.07
ES0167	19.78	0.25	4.95	0.39	7.79	4.67	0.27
ES0171	22.77	0.26	5.92	0.40	9.00	5.40	0.52
ES0174	67.79	0.23	15.86	0.20	13.30	7.98	7.88

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

GRÁFICO 5.25**RANGOS DE CAUDAL EXCEDENTE EN (l/s) (b)**

Fuente y Elaboración: Geovanna Pila

En los dos escenarios se observa que existe mayor cantidad de perímetros con caudales excedentes que con caudales deficitarios sin embargo mientras más se optimice el riego como se tendrá más caudal excedente.

Además los caudales deficitarios se producen únicamente en los períodos más críticos del año, y por esta razón los usuarios del sistema construyen reservorios con la finalidad de suplir el déficit.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Después de localizar todas las bocatomas existentes en la zona de estudio se observó claramente que la oferta hídrica es cada vez más limitada, ya que las bocatomas existentes captan toda el agua de los ríos que las alimentan y sin embargo como es el caso de la bocatoma BCES0111 no logran captar el caudal concedido por la SENAGUA, esto indica que es importante trabajar en la Gestión de la Demanda con herramientas que planteen la reducción de la misma.
- De la totalidad de bocatomas existentes en las ZARIS piloto, el 99% no tiene infraestructura hidráulica de captación lo que impide al ente rector del agua regular el caudal real derivado y por esta razón existe un elevado uso ilegal del agua.
- En cuanto a bocatomas legales o ilegales se tiene datos que no son totalmente confiables debido a que en la institución rectora del agua SENAGUA no existe una base actualizada de concesiones y además la base que existe no especifica si la concesión otorgada es en un río, quebrada o es en una acequia de un sistema de riego existente.
- Existe un ligero incremento de caudales con concesión, debido a que los grandes productores legalizan sus caudales para evitar compartir el caudal con los pequeños productores, sin embargo aun existe un gran porcentaje de bocatomas sin concesiones debido a que en la cuenca no existe ningún tipo de control de los caudales derivados, es decir la agencia rectora del agua no se preocupa por esto.

- En la ZARIS estudiadas se encuentra que todos los sistemas de riego existentes alimentan a grandes haciendas, mientras los pequeños productores no tienen acceso al agua de riego.
- En cuanto a los canales que forman parte de los sistemas de riego se observa que no existe variación en cuanto a su infraestructura hidráulica, ya que desde hace 20 años el 90% de los canales son no revestidos, esto debido a que los usuarios no están dispuestos a invertir, y es posible que esto se deba a que no se evidencian pérdidas de caudal de gran magnitud.
- En gran parte de los sistemas existe inequidad en la repartición, debido a que siempre los ramales de derivación que primero captan el agua son los más beneficiados. Esto se evidencia en el sistema Nieves Toma, Mantilla, y Pucara ya que de todos los ramales del sistema los ramales 0 y 1 son los que más aportan a la inequidad esto es debido a que estos ramales son los primeros en derivar el caudal que viene de la bocatoma principal.
- Se muestra en la zona de estudio que no existe aun valoración del agua por parte de los usuarios de los sistemas de riego, debido a que las prácticas de riego no han evolucionado, aun existe riego por inundación que implica desperdicio del agua. Lo dicho se ve claramente en el sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara que a pesar de ser el que mayor caudal deriva de toda la zona de estudio, la práctica de riego que predomina es el riego por inundación..
- Al instalar las estaciones hidrométricas en el sistema Nieves Toma, Mantilla y Pucara se observa una variación diaria constante del caudal que circula por el sistema sin embargo en las épocas de estiaje los usuarios que tienen sus óvalos de distribución al final de cada ramal son totalmente perjudicados. Esto se evidencia en gran parte de la zona de estudio.
- La variación más importante que se tiene en los parámetros de la demanda es la variación en el tipo de cultivo ya que hoy en día la mayor parte de

usuarios se dedica a la ganadería, por lo tanto el cultivo más importante en la actualidad es el pasto

6.2 RECOMENDACIONES

- La Ley de Aguas que se encuentra en discusión en la Asamblea Nacional, sin duda es un cuerpo legal indispensable para continuar el cambio en el sector hídrico nacional, por lo tanto es indispensable que entre en vigencia para poder fortalecer la gestión de los recursos hídricos en el país.
- Es importante que el ente rector del agua para el uso riego en el Ecuador actualice el inventario de riego a nivel nacional con el propósito de localizar, organizar y caracterizar los parámetros de riego, y con esto poder trabajar en la gestión de la demanda.
- La Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), debe buscar una estrategia que regule el uso indiscriminado del recurso hídrico, ya que gran parte de las bocatomas no tienen obras de captación y por lo tanto los usuarios captan en su gran mayoría todo el recurso disponible en las Quebradas y Ríos.
- Es necesario educar a los usuarios de los sistemas de riego en los temas referentes a la importancia del uso y a los problemas que acarrea el uso indiscriminado, para poder conseguir que se optimice el uso dentro de las parcelas y además trabajar conjuntamente para preservar las fuentes de agua.
- Se debe dar a conocer en todas las zonas agrícolas y ganaderas, el funcionamiento de las nuevas técnicas de riego y su eficiencia, con el fin de conseguir que estas sean implementadas en las parcelas y lograr un mejor uso del recurso.
- El Instituto Nacional de Riego (INAR), es el llamado a trabajar conjuntamente con las juntas de usuarios para, realizar un mantenimiento

constante de la línea de conducción desde la bocatoma hasta la entrada al perímetro de riego con el fin de evitar pérdidas de transporte.

CAPÍTULO 7

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreu, Capilla J. y Sanchis E. (1996) "AQUATOOL , a generalized decisión-support system for water resources planning and operational management", *Journal of Hydrology* 177, pp. 269-291.
- Arrueta M. (2009), Balance hídrico y análisis de las relaciones precipitación-escorrentía en la microcuenca de la Quebrada El Gallo, San Antonio de Oriente, Honduras, 2009
- Arboleda D. (2009), Inequidad en la Distribución de los Recursos Hídricos para Riego en el Ecuador: Estudio de caso del Sistema de Riego Nieves toma en la Subcuenca del Río Guayllabamba, Quito, 2009
- Ayala E. (1999), Resumen de Historia del Ecuador, Segunda Edición, Quito, Universidad Andina
- Barajas J., Arellano J., Sánchez S.,y Constantino Domínguez. (2002) Validación y Calibración de un Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD), como Herramienta para la Administración de los Recursos Hídricos de Cuencas Mexicanas, Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/vii-007.pdf>
- CNRH (2002), Gestión de los Recursos Hídricos del Ecuador: Políticas y Estrategias. República del Ecuador, Quito, Consejo Nacional de Recursos Hídricos
- CNRH (2006), Taller de Gestión Integrada de Recursos Hídricos, La Gobernabilidad como Instrumento para la Administración del Agua, Ing. MSc. Victor Mendoza Andrade SECRETARIO GENERAL DE RECURSOSHIDRICOS DEL ECUADOR, <http://www.oas.org/dsd/MinisterialMeeting/GOBERNABILIDAD-Junio2006Defenitivo.pdf>
- De Bievre, B; Coello, X. 2008. Diagnóstico del balance entre oferta y demanda hídrica. Quito, EC, UICN-SUR.

- Durand-Dastes F. (2004), Balance Hídrico, HYPERGEO,
- Ecologistas en Acción (2007). Recuerdan consecuencias del cambio climático sobre el agua, Ben Magec, <http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article7573>
- EDUFUTURO (2006), Hidrografía, Pentaedro, <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=1427>
- Galarraga R. (2000), Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en el Ecuador. Comité Asesor Técnico de América del Sur (SAMTAC), Global Water Partnership (GWP), 1 de febrero de 2000.
- Galarraga R. (2001), Estado y Gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador, HidroRed, <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>
- Global Water Partnership (2008), GIRH (Gestión Integrada de Recursos Hídricos), Toolbox. <http://www.gwpsudamerica.org/girh.asp>
- Global Water Partnership (2008), Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Base para el desarrollo de los planes Nacionales, http://www.asocam.org/biblioteca/CC_3003.pdf
- Global Water Partnership, SAMTAC (2003), La Gobernabilidad de la Gestión del Agua en el Ecuador, Toolbox. http://www.gwpsudamerica.org/paises_ecuador.asp
<http://www.hypergeo.eu>
- INERHI - ORSTOM (1992), Funcionamiento del riego particular en los andes ecuatorianos: recomendaciones para el plan nacional de riego, LOCIE 1.0, Serie C4, Quito, CONADE - INERHI- ORSTOM.
- INERHI - ORSTOM (1992), Funcionamiento del riego particular en los andes ecuatorianos: recomendaciones para el plan nacional de riego, LOCIE 1.0, Serie C4, Quito, CONADE - INERHI- ORSTOM.
- IRD (Institut de Recherche pour le Développement) (2010), AGUANDES, IRD, www.ec.ird.fr/spip.php?article3043

- IRD (Institut de Recherche pour le Développement) (2010), AGUANDES, IRD, www.ec.ird.fr/spip.php?article3043
- IRD (Institut de Recherche pour le Développement) (2007), AguaAndes, Quito, IRD, www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/
- Kuffner U. (2005). "Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas. Recursos naturales e infraestructura." Serie CEPAL, pp. 33-48. <http://www.eclac.cl/publicaciones/RecursosNaturales/9/LCL2299PE/lcl2299s.pdf>
- Le Goulven P., Pouget J (2008) GIRH, De los conceptos a la práctica (Gestión del Agua, de los Actores y de los Usos), IRD, Quito.
- Lee, R. 1980, Forest Hydrology. Columbia University Press, New York, Estados Unidos de América. 349 p.
- Maderey, L. (2005), Principios de Hidrogeografía. Estudio del Ciclo Hidrológico, Instituto de Geografía, www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/libros/hidrogeografia
- MAE, Ministerio del Ambiente (2002), Inventario de Areas Protegidas y Bosques Protectores , snap 2002.
- Mazoyer M., Roudart L. (1998). Histoire des agricultures du monde du néolithique à la crise contemporaine, Paris, France, Editions du Seuil.
- Mena D. (2009), Análisis de impactos del cambio climático en la cuenca andina del río Teno, usando el modelo WEAP, Santiago de Chile, 2009
- MIC Manejo Integrado de Cuencas en la Región Andina (2009), Aportes del Programa MIC a la gestión y generación de conocimientos.Sistematización de la experiencia (2005-2008), Inwent, <http://www.inwent.org.pe/mic/sistematizacion-MIC-2005-2008.pdf>
- Monsalve, E. (2000), Hidrología en la Ingeniería, Ed 2, México,Editorial Alfaomega

- PACC, Ecuador. (2007) El modelo WEAP (Water Evaluation And Planning) es una amigable herramienta computacional que provee un enfoque integral a la planificación de los recursos hídricos, www.pacc-ecuador.org
- R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL, <http://www.R-project.org/>.
- Real B. (2007), Evaluación del Marco Institucional y Legal y Diseño de un Ente para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito, <http://www.derecho-ambiental.org>
- Récalt C. (2007), Las estrategias de conquista del agua en el Ecuador o la historia de un sempiterno comienzo. Ecuador Debate, Diciembre 2007, no 72, _____ p. 171-185, Quito, <http://www.documentation.ird.fr/fdi/notice.php?ninv=fdi:010043281>.
- Registro Oficial del Ecuador (2008), decreto n° 1088, Artículo 1, Quito, 2008
- Reyes P. (2005), Monografía del Cantón Mejía, Machachi, CODECAME
- Rodríguez Rojas M.I. (2008). Planificación Territorial del Agua en la Región del Guadalfeo. Tesis Doctoral. Universidad de Granada
- Rosenberg N. (1974), Microclimate: The biological environment, alibris, <http://www.alibris.com/search/books/qwork/4346811/used/Microclimate%3A%20The%20Biological%20Environment>
- Ruf T., Le Goulven P. (1987) La utilización de los inventarios realizados en el Ecuador para la investigación sobre el Funcionamiento de Riego, Bulletin de liaison N° 12, Paris, Dpt. HORSTOM.
- Ruf T., Nuñez P. (1991). Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes ecuatorianos, Quito, Memoria Marka.
- Sánchez F. (2005), Evaporación, Departamento de Geología Universidad de Salamanca, <http://web.usal.es/~javisan/hidro>.
- Sánchez S. (1999), Gestión de sistemas de recursos hídricos con toma de decisiones basada en riesgo, Tesis Doctoral, Valencia, 1999.

- SENAGUA, Secretaría Nacional del Agua (2009), Informe de labores 2008 - 2009, primera edición, Quito
- SENAGUA, Secretaría Nacional del Agua (2009), *Instituciones estatales del manejo del agua, desarrollo histórico, técnico y jurídico*, Quito.
- SENAGUA, Secretaría Nacional del Agua (2010), Información Institucional, Copyright, <http://www.senagua.gov.ec>
- SIRH-CG , Sistema de Información de Recursos Hídricos para la cuenca alta del río Guayllabamba, (2010), Cuenca del Guayllabamba, SIRH-CG, http://infoagua-guayllabamba.ec/PaginasInicio/Principal_Sitio.htm
- Soares D., Vargas S., y María Nuño (2008) La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas. Tomo 1. Jiutepec, Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Thorntwaite-Mather, R. (1957), Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance, Editorial Climatol.
- Todo el riego en internet (2009), Eficiencia, Uniformidad y Déficit, El Rieco.com, www.elriego.com/informa_te/riego_agricola/fundamentos_riego/indice_fundamentos.htm
- Trezza R. (2004), Cropwat para Windows, Guía en Español, Universidad de la Molina, Perú.
- TULAS, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (2002), Decreto N° 3.516, Libro III: Del Régimen Forestal, Quito.

ANEXOS

ANEXO No. 1
GLOSARIO C3 (LOCIE)

1.- GLOSARIO INFRAESTRUCTURAS

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

Descripción de un sistema de riego y de su infraestructura hidráulica

CUENCA DEL ESMERALDAS.- Nombre de la cuenca estudiada.

ZARI 01 MACHACHI.- Nombre número de la ZARI en estudio.

SISTEMA DE RIEGO 09 MIEVES TOMA.- Número y nombre del sistema de riego descrito.

Un sistema de riego corresponde a un conjunto de bocatomas y de perímetros conectados entre sí por una infraestructura de conducción y repartición. Entonces, un sistema de riego puede contener varias acequias.

CODIGO: ES 01 09.- Código de localización del sistema de riego descrito (sistema 09 de la ZARI 01 de la cuenca del ESMERALDAS en este caso)

BOCATOMAS

Descripción de las bocatomas pertenecientes al sistema de riego estudiado.

Código: 0111.- Código de localización de la bocatoma con el número de la ZARI donde se encuentra y el número de la bocatoma al interior de esta ZARI (bocatoma N°. 11 de la ZARI 01 en este caso).

Cód. hidro.- Código hidrológico (lineal con memoria) de la bocatoma que permite localizarla precisamente sobre la red hidrográfica.

Sup. Cuenca.- Superficie de la cuenca vertiente correspondiente a la bocatoma.

Pluvio/ETP cuenca.- Valores medios anuales de pluviometría y Evapotranspiración Potencial (ETP) correspondientes a la cuenca vertiente de la bocatoma considerada.

Río/Qda/Vert.- Nombre del río, quebrada o vertiente a partir de los cuales se deriva el agua.

Altitud.- Altitud de la bocatoma.

Construcción.- Tipo de construcción de la bocatoma (moderna o rústica).

Con/Sin aliviadero.- Existencia o no de una obra de regulación (vertedero lateral), aguas debajo de la bocatoma.

Con concesión/ Sin concesión.- Existe o no concesión legal otorgada por el INERHI.

Q concedido.- Caudal concedido por el INERHI

Q riego concedido.- Caudal de riego concedido por el INERHI en caso de varios usos (abrevaderos, uso doméstico).

Q medido.- Caudal realmente derivado de la bocatoma.

INFRAESTRUCTURA

Descripción de los ramales de una infraestructura considerada.

Conexión de ramales (canales unitarios).-

NU.- Nudos de unión (confluencia de ramales).

ND.- Nudos de división (partidores proporcionales, óvalos).

NM.- Nudos Mixtos (confluencia y repartición en la misma caja)

Función de ramales.-

AP.- Ramales que entregan agua al sistema a partir de una bocatoma.

RD.- Ramales que entregan su caudal completo a un perímetro

CA.- Ramales intermedios que asumen la conducción y conectan las bocatomas a los perímetros.

AC.- En caso de un sistema sencillo (1 bocatoma, 1 canal, 1perímetro), el ramal se codifica como AC (acequia).

INFRAESTRUCTURA SENCILLA

La descripción de los ramales se presenta bajo la forma siguiente:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Canal AC BC0102 (Rústico) -> PF0103 Longitud: 2.6 Km. llevando 25 l/s (caudal medido) el 100% del tiempo. Canal rústico con mantenimiento deficiente con un acueducto								
			10		11		12	13

El ramal descrito es de tipo AC (1) y corresponde a un sistema sencillo. Su origen es la bocatoma de código BC0102 (2) de construcción rústica (3) y su destino es el perímetro de código PF0103 (4).

Su longitud (5) es de 2,6 kilómetros (6), y transporta un caudal medido (8) de 25 litros por segundo (7), en forma permanente (9), es decir 100 % del tiempo.

El canal es de construcción rústica (10) y su mantenimiento (11) es deficiente (12). El canal tiene una obra hidráulica especial (13).

INFRAESTRUCTURA COMPLEJA

En el caso de sistemas complejos, la descripción de la infraestructura ocupa un cuadro entero, similar al precedente para los canales, pero en el cual viene además una parte de resumen que se presenta de la siguiente manera:

4 Nudos	{ Modernos= 4 Rústicos= 0 Desconocidos= 0	5 Canales	{ Rústico 1: L. tot= 5.2 km, llevando un Q medio de 26 l/s Rústico 2: L. tot= 1.7 km, llevando un Q medio de 21 l/s Rústico 3: ausente Moderno: ausente Desconoc.: ausente

El primer párrafo indica el número y el tipo de construcción de los partidores del sistema. En el ejemplo, el sistema tiene 4 partidores (o nudos), todos de construcción moderna.

El segundo párrafo reagrupa los ramales en 5 categorías:

- canales en tierra mal contruidos o mal mantenidos (Rústico 1),
- canales en tierra correctamente contruidos o mantenidos (Rústico 2),
- canales en tierra bien contruidos y bien mantenidos (Rústico 3),
- canales revestidos (Moderno),
- canales cuya construcción y cuyo mantenimiento se desconocen (Desconoc.).

En cada categoría, el caudal medio transportado está calculado al prorratear las longitudes de conducción.

En el ejemplo precedente, el sistema de riego tiene 5,2 km de canales rústicos mal mantenidos transportando un caudal medio de 26 l/s, y 1,7 km de canales rústicos correctamente mantenidos transportando un caudal medio de 21 l/s.

El cuadro resumen indica también la longitud total de conducción (6,9 kms en este caso) y el caudal total derivado por todas las bocatomas del sistema (26 l/s en este caso).

PERÍMETROS REGADOS

Características principales de los perímetros servidos por el sistema considerado.

Código: 0107.- Código de un perímetro servido por el sistema (perímetro 07 de la ZARI 01 en el ejemplo)

Altitud maxi.- Altitud en el punto más alto del perímetro.

Nombre.- Nombre del perímetro servido.

Reservorios.- Número de reservorios construidos en el perímetro.

Beneficiarios.- Número de beneficiarios al interior del perímetro.

CARACTERÍSTICAS GLOBALES

Datos globales del sistema descrito. Presentación diferente según la complejidad del sistema.

SISTEMA SIMPLE

Diferencia bocatoma-perímetro.- Diferencia de altitud entre la bocatoma y la parte más alta del perímetro.

Longitud de acequia/Superficie regada.- Relación entre la longitud de la acequia y la superficie realmente regada del perímetro servido

Q concedido/longitud de acequia.- Relación entre el caudal concedido y la longitud del canal de conducción.

Pendiente de la acequia.- Pendiente del canal de conducción.

N° de Beneficiarios/longitud de acequia.- Relación entre el número de beneficiarios y la longitud del canal de conducción (indicador de la fuerza de trabajo disponible para el mantenimiento de la infraestructura).

Q medido/Q concedido.- Relación entre caudal realmente derivado y caudal concedido.

SISTEMA COMPLEJO

En este caso, el cuadro principal se divide en 2 partes; la primera indica la diferencia de altitud entre cada bocatoma y el perímetro más elevado del sistema.

BOCATOMA 0227.- Diferencia de altitud con el perímetro el más alto: 180 m

En la segunda, aparecen todos los valores anteriores.

Long./Superficie.- Relación entre la longitud total de conducción y la superficie total realmente regada por el sistema.

Q concedido/longitud.- Relación entre el caudal total concedido y la longitud total de conducción.

Beneficiar/Longitud.- Relación entre el número total de beneficiarios y la longitud total de conducción (indicador de la fuerza de trabajo disponible para el mantenimiento de la infraestructura).

Q medido/Q concedido.- Relación entre caudal total derivado y caudal total concedido.

Pendiente.- Pendiente promedio de los canales (referirse al informe serie C1, volumen metodológico para más detalles sobre el cálculo).

Índice de complejidad.- Serie de 4 cifras que sintetiza toda la complejidad del sistema considerado (número de bocatomas, número de ramales, número de nudos, número de perímetros servidos).

COMENTARIOS

Las observaciones realizadas durante las visitas y encuestas de campo así como los comentarios encontrados en la documentación analizada, son anotados cuando presentan un interés particular para la comprensión de las características de funcionamiento del sistema.

GRÁFICO

Representación gráfica del sistema, con sus principales características codificadas.

2.- GLOSARIO PERIMETROS

PERÍMETROS DE RIEGO

Descripción detallada de un perímetro de riego.

CUENCA DEL ESMERALDAS.- Nombre de la cuenca estudiada.

ZARI 01 MACHACHI.- Nombre de la ZARI en estudio

CANTÓN LEJÍA, PARROQUIA EL CHAUPI.- Nombres del cantón y la parroquia de los cuales depende administrativamente el perímetro.

PERÍMETRO 21 EL CHAUPI.- Número y nombre del perímetro de riego descrito. (Nº. 21, NOMBRE: El Chaupi)

CÓDIGO: ES 01 21.- Código de localización del perímetro de riego descrito (perímetro 21 de la ZARI 01 de la cuenca del ESMERALDAS en este caso)

DESCRIPCIÓN GENERAL

Características geográficas, climáticas y sociales.

GEOGRAFÍA

Altitud maxi.- Altitud del punto más alto del perímetro.

Altitud media.- Altitud media del perímetro

Altitud mini.- Altitud del punto más bajo del perímetro.

Piso bioclimático.- Frío para una altitud media superior a 2700 msnm., templado para una altitud media entre 2300 msnm. y 2700 msnm y subtropical (caliente) para una altitud media inferior a 2300 msnm.

Superficie equipada.- Superficie total del perímetro susceptible de ser regada por la infraestructura existente.

Superficie potencial interna.- Superficie potencialmente regable (comparación entre la superficie equipada y la aptitud del suelo al riego)

Superficie regada.- Superficie realmente regada al interior del perímetro equipado (dato de encuestas)

Extensión interna.- Posibilidad de aumentar la superficie regada al interior del perímetro equipado. Tres posibilidades: Extensibles, Espacio Ajustado, Espacio Saturado.

Tipos de fuentes.- Tipo de aporte hídrico por parte de los sistemas. Tres modalidades: Riego estatal, Riego particular, Riego mixto.

CLIMATOLOGÍA

Los datos presentados en esta parte del cuadro, provienen de los estudios de regionalización climática realizados por cuencas hidrográficas

Pluviometría anual.- Pluviometría media anual del perímetro.

Vector de pluviometría.- Vector pluviométrico que permite generar una serie cronológica de valores mensuales de lluvia a nivel del perímetro de estudio.

ETP.- Evapotranspiración Potencial media anual a nivel del perímetro considerado.

Vector ETP.- Vector de Evapotranspiración Potencial que permite generar una serie cronológica de valores mensuales de la ETP. para el perímetro considerado.

ASPECTOS SOCIALES

Estos datos provienen de encuestas.

Beneficiarios.- Número de usuarios que se benefician del agua de riego.

Junta de agua.- Existencia o no de una organización legal que maneja el sistema de riego.

Conflictos.- Existe o no conflictos en el manejo del agua. Cuando existen se indica su naturaleza.

Cultivos en seco.- Presencia o no de cultivos sin riego al interior del perímetro.

Demanda interna.- Existencia o no de requerimientos hídricos adicionales al interior del perímetro.

Demanda externa.- Existencia o no de requerimientos hídricos en las proximidades del perímetro.

USO GENERAL DEL AGUA

Descripción rápida de los sistemas de riego que alimentan el perímetro. Calculo de los caudales ficticios continuos.

Caudal concedido.- Caudal total concedido por el INERHI.

Caudal medido total.- Caudal real entregado por todos los sistemas que alimentan al perímetro.

LAS FUENTES

Sistema 0109.- Código del sistema que alimenta al perímetro considerado (en este caso, el sistema 09 de la ZARI 01)

Canal RD 01.- Código del ramal de aporte (en este caso el ramal de distribución RD N° 01 del sistema precedente).

Nº. de concesión.- Número de la concesión otorgada por el INERHI para el sistema considerado.

Año.- Año en el cual la concesión ha sido otorgada o renovada

DOTACIÓN

Q concedido/Superficie regada.- Relación entre el caudal total concedido y la superficie realmente regada.

Q concedido/Superficie equipada.- Relación entre el caudal total concedido y la superficie equipada.

Q medido/Superficie regada.- Relación entre el caudal total entregado y la superficie realmente regada.

Q medido/Superficie equipada.- Relación entre el caudal total entregado y la superficie equipada.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Descripción de las diferentes unidades de producción presentes en el perímetro: haciendas, fincas y minifundios

UNIDAD

Características de la unidad de producción considerada.

Tipo.- Tipo de unidad de producción (Hacienda, Finca o Minifundio).

Tenencia.- Tenencia de la tierra (directa, indirecta o por mayordomo).

Superficie ocupada.- Superficie ocupada por la unidad de producción dentro del perímetro.

Nº de beneficiarios.- Número de beneficiarios que pertenecen a la unidad de producción.

Tamaño medio parcela.- Tamaño medio de las parcelas de la unidad de producción.

AGRICULTURA

Datos de agricultura en la unidad de producción considerada.

Tipo.- Trabajo de la tierra (manual, por yunta, mecanizado o mixto)

Uso encuestas.- Código del uso del suelo según encuestas.

Uso actual.- Uso actual del suelo establecido según la evolución observada.

Tipo de patrón.- Sistema de producción codificado a partir del uso actual del suelo determinado.

SUELO

Descripción de los suelos correspondiente a la unidad de producción descrita.

Tipo.- Tipo de suelo según los inventarios de PRONAREG (Ministerio de Agricultura y Ganadería y ORSTOM).

Clase de pendiente.- Pendiente del suelo codificada en 6 clases según los inventarios de PRONAREG (Ministerio de Agricultura y Ganadería y ORSTOM).

Profundidad.- Profundidad media del suelo.

RU.- Reserva útil (RU) media del suelo.

Clase de aptitud.- Porcentaje de la superficie equipada, apta al riego.

Para más información, referirse al informe serie F2, volumen metodológico, o a las publicaciones de PRONAREG.

DISTRIBUCIÓN

Tipo de distribución del agua en la unidad de producción.

Nº de reservorios.- Número de reservorios construidos.

Riego de noche.- Existencia o no de riego durante la noche.

Turno de agua.- Existe o no turno de agua.

Modo de distribución.- Distribución del agua (ascendente, descendente, sin orden) cuando existe un turno.

Horarios fijos.- Existencia o no de horarios fijos cuando existe un turno.

APLICACIÓN

Tipo de riego en la parcela en la unidad de producción.

Modulo de aplicación.- Caudal disponible a la entrada de la parcela. Este dato ha sido obtenido solamente en raros casos y generalmente se aleja de la realidad.

Técnica de riego.- Método de riego utilizado (surcos, aspersión, canteros, inundación).

Longitud de los surcos.- En caso de tener riego por surcos

Tiempo de regadío.- Tiempo medio de riego por hectárea.

Frecuencia.- Frecuencia promedio de riego.

SÍNTESIS DE RIEGO

Datos calculados para la unidad de producción considerada.

Est. dosis en el peri.- Estimación de la dosis promedio entregada al perímetro durante cada turno completo (producto del caudal ficticio continuo y de la duración del turno expresada en segundos).

Est. dosis en la parcela.- Estimación de la dosis promedio entregada por cada riego a las parcelas (producto del caudal de entrada en la parcela y del tiempo de riego por hectárea expresado en segundos).

La comparación entre este dato y el anterior da una idea de la eficiencia de distribución.

Desafortunadamente, el dato falta casi siempre y los pocos valores calculados son aproximados por falta de precisión sobre el módulo de aplicación.

Aporte diario.- Aporte medio diario a una parcela (relación entre la dosis a la parcela y la frecuencia de riego).

Mismos comentarios anteriores.

Rel. con la RU.- Comparación entre la dosis entregada por cada riego y la reserva útil del suelo (RU).

Mismos comentarios que anteriormente.

Est. califi. Riego.- Estimación de la calidad del riego a la parcela por comparación entre la dosis entregada por cada riego y la reserva útil: excesiva (E), normal (N), deficiente (D).

COMENTARIOS

Las observaciones realizadas durante las visitas y encuestas de campo así como los comentarios realizados en el estudio de aptitud de suelos son anotados

cuando presentan un interés particular para la comprensión de las características del perímetro y de sus limitantes principales.

3.- GLOSARIO RESUMEN POR ZARI

RESUMEN POR ZARI DE LOS INVENTARIOS DE RIEGO

Características generales, descripción de los sistemas, indicadores de funcionamiento

CUENCA DEL ESMERALDAS.- Nombre de la cuenca estudiada.

ZARI 01 MACHACHI.- Nombre de la ZARI en estudio (ZARI N° 1 correspondiente al pueblo de Machachi)

PARROQUIAS INTERESADAS.- Nombres de las parroquias presentes parcialmente o en su totalidad en la ZARI y del cantón del cual depende administrativamente.

GRÁFICOS

RESUMEN DE LAS SUPERFICIES.- Primer gráfico de las diferentes superficies de la ZARI: Total, Bajo 3600m, Agrícola, Equipada, parte potencialmente regable dentro de los perímetros equipados, regada, adicional que podría ponerse bajo riego dentro de los perímetros equipados. Segundo gráfico de las 4 últimas superficies según son regadas solamente por los sistemas particulares (Riego particular), por sistemas particulares y estatales (Riego mixto), o solamente por sistemas estatales (Riego estatal). Todas las superficies son expresadas en hectáreas.

1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

Datos generales de la ZARI en valores absolutos y en porcentajes (entre paréntesis).

1. **Superficie total.-** Superficie total de la ZARI.
2. **Superficie bajo 3600m.-** Superficie por debajo de 3600 msnm.
3. **Superficie agrícola.-** Superficie agrícola según los inventarios del uso de suelo actual.
4. **Superficie equipada.-** Superficie equipada total de la ZARI.

5. **Superficie potencial interna.-** Parte de los perímetros equipados apta para riego.
6. **Superficie regada.-** Superficie total efectiva regada (datos de encuestas)
7. **Extensión potencial interna.-** Número de hectáreas adicionales que podría ponerse bajo riego al interior de los perímetros equipados.
8. **Riego particular en...-** Superficies 4-5-6-7 regadas solamente por los sistemas particulares.
9. **Riego mixto en...-** Superficies 4-5-6-7 regadas por los sistemas particulares y estatales.
10. **Riego estatal en...-** Superficies 4-5-6-7 regadas solamente por los sistemas estatales.
11. **Población 1982.-** Población total de la ZARI según el censo de 1982.
12. **Pobl. Vinculada al riego.-** Estimación de la población relacionada directamente o indirectamente con el riego (cálculo a partir de las encuestas, según el número de familias que viven en una unidad de producción, el número de personas por familias,...)
13. **Población urbana.-** Población que no tiene relación con las actividades agrícolas y vive en un núcleo clasificado como urbano por el censo de 1982.
14. **Densidad de población (sup. Agrícola).-** Relación $(n^{\circ}11 - n^{\circ}13)/n^{\circ}3$.
15. **Densidad de población (sup. regada).-** Relación $n^{\circ}12/n^{\circ}4$.

2.-DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Esta segunda parte presenta 3 cuadros de descripción de los sistemas de riego: las interconexiones, la infraestructura y los perímetros.

CONEXIÓN ENTRE BOCATOMAS CANALES Y PERÍMETROS

BOCATOMAS.- Código de las bocatomas que alimentan los sistemas de riego de la ZARI (Nº de ZARI y Nº de bocatoma).

Nº NOMBRE.- Código (Nº de ZARI y Nº del sistema) y nombre del sistema de riego considerado.

PERÍMETROS.- Código del perímetro (o de los perímetros) servidos por el sistema considerado.

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DEL AGUA.

Descripción detallada de los sistemas de riego de la ZARI

SISTEMA, N° NOMBRE.- Código completo (N° de ZARI y N° de sistema) y nombre del sistema considerado.

Número de bocatomas.- Número de bocatomas que alimentan al sistema.

Caudal concedido.- Caudal total concedido al sistema por el INERHI en (l/s).

Caudal medido.- Caudal efectivamente captado por el sistema en (l/s)

Número de ramales.- Número de canales unitarios que conforman el sistema

Longitud de canales.- Longitud total de de los canales de conducción que conforman este sistema en (Km.)

Número de perímetros.- Número de perímetros servidos por este sistema.

SUPERFICIES SERVIDAS, (Dotaciones en l/s/ha).- Superficies (en has) servidas por el sistema. (Dotaciones correspondientes entre paréntesis, si los perímetros servidos no reciben agua de otro sistema)

Equipadas (Q. conc.)-Perímetros equipados servidos (dotaciones calculadas por: caudal concedido/ superficie equipada)

Regadas (Q. med.)- Superficies regadas servidas (dotaciones calculadas por: caudal medido/superficie regada.)

REPARTICIÓN DEL AGUA

Los perímetros y sus dotaciones

PERÍMETRO, N° NOMBRE.- Código completo (N° de ZARI y N° de perímetro) y nombre del perímetro considerado.

PISO.- Piso bioclimático

Número de fuentes.- Número de ramales que aportan agua a este perímetro.

Número de sistemas.- Número de sistemas que alimentan al perímetro (a veces diferentes del valor precedente, un sistema puede servir un perímetro por varios ramales.)

DOTACIONES PREVISTAS.- Dotaciones teóricas.

Equipada (has)- Superficie equipada del perímetro.

Q. conc. (l/s)- Caudal concedido al perímetro.

Dotación (l/s/ha).- Dotación concedida (relación entre los 2 valores precedentes).

DOTACIONES REALES.- Dotaciones efectivamente observadas por encuestas y mediciones.

Regadas (has).- Superficies regadas en el perímetro (dato de encuesta)

Q. med. (l/s).- Caudal medido en la entrada del perímetro.

Dotación (l/s/ha).- Dotación real (relación entre los dos valores precedentes)

GRÁFICOS

Resumen de las bocatomas.- Número de bocatomas según su categoría (Total, Con concesión, Modernas, Con aliviadero) y según los caudales que derivan ($0 \leq Q < 10$ l/s, $10 \leq Q < 25$ l/s, $25 \leq Q < 40$ l/s, $40 \leq Q < 100$ l/s, $Q \geq 100$ l/s).

Resumen de los canales.- Longitud de canales (gráfico de izquierda) y caudales transportados (gráfico de derecha) en función del tipo de construcción y del grado de mantenimiento.

3.- INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

Aspectos técnicos, utilización del agua y del suelo, tipos de agricultura por piso bioclimático.

ASPECTOS TÉCNICOS

BOCATOMAS

Con concesión: 11/12 (92%).- Número de bocatomas con concesión/Número de bocatomas totales. El porcentaje entre paréntesis.

Modernas: 0/12 (0%).- Número de bocatomas con construcción moderna/Número de bocatomas totales. El porcentaje entre paréntesis.

Con aliviadero: 1/12 (8%).- Número de bocatomas con aliviadero/Número de bocatomas totales. El porcentaje entre paréntesis.

Caudal total concedido (QTC).- Caudal total concedido por el INERHI a los sistemas de la ZARI (riego, abrevadero, uso doméstico).

Q. riego concedido. (QRC).- Caudal de riego concedido por el INERHI a los sistemas de la ZARI (valor absoluto y porcentaje del caudal total concedido.)

Q total medido (QTM).- Caudal total derivado por los sistemas de la ZARI (valor absoluto y porcentaje del caudal total concedido.)

Cuadro de clasificación de las bocatomas según el caudal que derivan realmente

Clase de caudal.- $0 \leq Q < 10$ l/s, $10 \leq Q < 25$ l/s, $25 \leq Q < 40$ l/s, $40 \leq Q < 100$ l/s, $Q \geq 100$ l/s.

Nº de bocatomas.- Número de bocatomas de todo tipo.

Con concesión.- Número de bocatomas con concesión

Sin concesión.- Número de bocatomas sin concesión

Modernas.- Número de bocatomas de construcción moderna.

Rústicas.- Número de bocatomas de construcción rústica.

Con aliviadero.- Número de bocatomas con aliviadero aguas abajo.

Sin aliviadero.- Número de bocatomas sin aliviadero.

INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Sistemas internos complejos 2/12 (17%).- Número de sistemas complejos totalmente localizados dentro de la ZARI/ Número total de sistemas localizados en la ZARI. El porcentaje correspondiente está entre paréntesis.

Sistemas internos saliendo de la ZARI 0/12 (0%).- Número de sistemas complejos que entregan también agua a otras ZARI / Número total de sistemas localizados en la ZARI. El porcentaje correspondiente está entre paréntesis.

Sistemas externos entrando en la ZARI.- Número y tipo (particular o estatal) de los sistemas exteriores a la ZARI y que riegan uno o varios perímetros de la ZARI.

Q. captado/Long. Trans.- Relación entre el caudal total derivado por los sistemas de la ZARI y la longitud total de los caudales correspondientes.

Long. De trans./ area regada.- Relación entre la longitud total de conducción y la superficie regada de la ZARI.

Benef./Long. De trans.- Relación entre el número de beneficiarios de la ZARI y la longitud total de conducción.

Pendiente media.- Pendiente media de los canales de conducción.

Cuadro de clasificación de los ramales por tipo de construcción y grado de mantenimiento

Tipo de cauce.- Moderno (revestido), Rústico1 (de tierra y mal mantenido), Rústico2 (de tierra y correctamente mantenido), Rústico3 (de tierra y muy bien mantenido)

- Long. Ramales (km).**- Longitud de canales por tipo de cauce
- Q. transportado (l/s).**- Caudal medio transportado por tipo de cauce
- Número de partidores (sistemas complejos).**- Número de partidores (sistemas complejos)
- Partidores proporcionales.**- Número de partidores proporcionales
- Óvalos.**- Número de partidores no proporcionales.
- De tipo desconocido.**- Número de partidores de tipo desconocido
- De calidad moderna.**- Numero de partidores de construcción moderna.
- De calidad rústica.**- Numero de partidores de construcción rústica.
- De calidad desconocida.**- Numero de partidores de construcción desconocida.
- Obras especiales.**- Obras hidráulicas de alguna importancia encontradas.
- Túneles.**- Número de túneles
- Reservorios.**- Número de reservorios
- Sifones.**- Número de sifones
- Vertederos.**- Número de vertederos
- Acueductos.**- Número de acueductos
- Desarenadores.**- Número de desarenadores
- Número de obras/longitud de transporte.**- Relación entre el número de obras hidráulicas especiales y la longitud total de conducción en la ZARI.

UTILIZACIÓN DEL AGUA POR PISO BIOCLIMÁTICO

Clasificación de los datos de perímetros según los 3 pisos climáticos: FRÍO, TEMPLADO, CALIENTE. Los totales y promedios correspondiente a los 3 pisos figuran en la columna TOTAL.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- 1. Límites teóricos.**- Límites altitudinales teóricos de los pisos bioclimáticos.
- 2. Límites reales.**- Límites altitudinales reales de los pisos bioclimáticos (función de los tipos de cultivos encontrados).
- 3. Área equipada.**- Superficie equipada.
- 4. Área Potencial inter.**- Parte de los perímetros equipados apta para riego
- 5. Area regada.**- Superficie efectivamente regada.
- 6. Extensión interna.**- Número de hectáreas adicionales que podrían ponerse bajo riego al interior de los perímetros equipados.
- 7. Regad. Particular.**- Superficie regada solamente por los sistemas particulares (en porcentaje de la superficie regada del piso).

- 8. Regad. Mixtos.-** Superficie regada por sistemas particulares y estatales (en porcentaje de la superficie regada del piso).
- 9. Regad. Estatal.-** Superficie regada solamente por los sistemas estatales (en porcentaje de la superficie regada del piso).
- 10. Cultivos en secano.-** Número de perímetros en los cuales se encuentran cultivos en secano (demanda hídrica no satisfecha al interior de un perímetro).
- 11. Pluvio. Media.-** Pluviometría media anual del piso bioclimático
- 12. ETP media.-** Evapotranspiración Potencial media anual del piso bioclimático.
- 13. Long. Infra. Distrib.-** Longitud media de infraestructura de distribución por hectárea de superficie equipada.
- 14. Pendiente media dist.-** Pendiente media de infraestructura de distribución.
- 15. Número de usuarios.-** Número de beneficiarios directos.
- 16. Conflictos.-** Conflictos en la utilización del agua (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios).
- 17. Demanda interna.-** Demanda de agua al interior de los perímetros equipados (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios).
- 18. Demanda externa.-** Demanda de agua en la proximidad de los perímetros equipados (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios).
- 19. Juntas de agua.-** Presencia de organizaciones campesinas legales (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios).

UTILIZACIÓN DEL AGUA

- 20. Turno.-** Existencia de un turno de agua (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios)
- 21. Riego de noche.-** Existencia de un riego de noche (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios)
- 22. Tiempo medio de riego.-** Tiempo medio para regar una hectárea
- 23. Tiempo > 12h.-** Tiempo superior a 12 horas para regar una hectárea (en porcentaje de la superficie regada)
- 24. Frecuencia media de riego.-** Frecuencia media de riego (regreso del agua sobre una misma parcela)

25. Frec. > XX días.- Porcentaje de la superficie regada en la cual la frecuencia de riego es superior al número de días indicado en cada piso

TÉCNICAS DE RIEGO

Resumen de los métodos de riego por piso bioclimático.

26. Por aspersion.- Riego por aspersion (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios)

27. Por surcos.- Riego por surcos (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios)

28. Long. De surcos.- Longitud media de los surcos.

29. Por inundación.- Riego por inundación (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios)

30. Por canteros.- Riego por canteros (en porcentaje de la superficie regada y en porcentaje del número de usuarios)

31. Tamaño med. De parcelo.- Tamaño medio de las parcelas.

32. Nº de reservorios.- Número de reservorios al interior de la parcela.

33. Prof. Media del suelo.- Profundidad media del suelo.

34. Reserva útil media.- Reserva útil del suelo (RU)

35. Aptitud suelo.- Aptitud del suelo para el riego (en porcentaje de la superficie equipada).

UTILIZACIÓN DEL SUELO POR PISO BIOCLIMÁTICO

Sistemas de producción según los 3 pisos climático: FRÍO, TEMPLADO, CALIENTE. Los totales y promedios correspondientes a los 3 pisos figuran en la columna TOTAL.

Haciendas.- Resumen de los sistemas de producción practicados en las haciendas y superficie ocupada por cada uno de ellos.

Fincas.- Resumen de los sistemas de producción practicados en las fincas y superficie ocupada por cada uno de ellos.

Minifundios.- Resumen de los sistemas de producción practicados en los minifundios y superficie ocupada por cada uno de ellos.

TIPOS DE AGRICULTURA POR PISO BIOCLIMÁTICO

Tipos de agricultura según los 3 pisos climáticos: FRÍO, TEMPLADO, CALIENTE. Los totales y promedios correspondientes a los 3 pisos figuran en la columna TOTAL.

Mecanizado.- Mecanizada (en has y en porcentaje de la superficie regada)

Con tracción animal.- Con yunta (en has en porcentaje de la superficie regada)

Manual.- Manual (en has y en porcentaje de la superficie regada)

Desconocido.- De tipo desconocido (en has y en porcentaje de la superficie regada)

GRÁFICOS

Superficies/piso bioclimática.- Presentación de las diferentes superficies por piso bioclimático.

Tipos de agricultura.- Ilustra el cuadro "Tipos de agricultura por piso bioclimático" descrito anteriormente.

4.- GLOSARIO RESUMEN POR CUENCA

RESUMEN POR CUENCA DE LOS INVENTARIOS DE RIEGO

1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

Esta primera parte es idéntica al cuadro correspondiente del glosario anterior "RESUMEN POR ZARI". Los promedios y las sumas se calculan ahora en base a toda la cuenca.

2.- RESUMEN DE LA ZARI

Cuadro de presentación de cada ZARI de la cuenca.

ZARI, N° NOMBRE: Número y nombre de las ZARI de la cuenca estudiada.

SUPERFICIE.- Superficies de cada ZARI.

< 3600 m (Ha).- Superficie por debajo de 3600 msnm, para cada ZARI.

Agric. (Ha).- Superficie agrícola de cada ZARI según los inventarios de uso del suelo publicados por PRONAREG (Ministerio de Agricultura y Ganadería y ORSTOM).

Para más información, referirse al informe serie C1, volumen metodológico, o consultar las publicaciones de PRONAREG.

Equip. (Ha).- Superficie equipada de cada ZARI.

Poten. (Ha).- Parte de los perímetros equipados apta para el riego. Para más información, referirse al informe serie F2, volumen metodológico.

Reg. (Ha).- Superficie efectivamente regada en cada ZARI (datos de encuestas).

POBLACIÓN.- Datos de población

Total.- Población total de cada ZARI según el censo de 1982.

Urbana.- Población que no tiene relación con las actividades agrícolas y vive en un núcleo clasificado como urbano por el censo de 1982.

Agric.- Estimación, en cada ZARI, de la población relacionada directa o indirectamente con el riego (cálculo a partir de las encuestas, según el número de familias que viven en una unidad de producción, el número de personas por familias,...).

USO DEL AGUA.- Datos sobre el uso del agua en cada ZARI.

N° Peri.- Número de perímetros ubicados en cada ZARI.

N° Sis.- Número de sistemas en cada ZARI.

Q_conc. (l/s).- Caudal total concedido a los sistemas de cada ZARI.

Q_med. (l/s).- Caudal total derivado por los sistemas de cada ZARI.

3.-INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

Aspectos técnicos, utilización del agua y del suelo, tipos de agricultura por piso bioclimático.

Esta parte es casi similar a la tercera parte del glosario anterior "RESUMEN POR ZARI".

Los promedios y las sumas se calculan ahora en base a toda la cuenca.

Solamente, las diferencias se presentan a continuación.

ASPECTOS TÉCNICOS

Características de las bocatomas y de la infraestructura de conducción presentadas en 2 cuadros:

Sistemas particulares (RIEGO PRIVADO), todos los sistemas (RIEGO PRIVADO Y ESTATAL).

INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

N° de sistemas sencillos: 215/274 (78%).- Las 2 primeras cifras corresponden al número de sistemas sencillos (1 bocatoma, 1 canal, 1perímetro) sobre el número total de sistemas de la cuenca. El porcentaje correspondiente se indica entre paréntesis.

N° de sis. con 1 bocatoma sirviendo a varios perí.. 39/274 (14%).- Las 2 primeras cifras corresponden al número de sistemas complejos que alimentan varios perímetros a partir de una sola toma sobre el número total de sistemas de la cuenca.

El porcentaje correspondiente se indica entre paréntesis.

N° de sis. con varias bocatomas sirviendo a 1 perí.. 12/274 (4%).- Las 2 primeras cifras corresponden al número de sistemas complejos que alimentan un solo perímetro a partir de varias tomas sobre el número total de sistemas de la cuenca.

El porcentaje correspondiente se indica entre paréntesis.

N° de sis. con varias bocatomas sirviendo a varios perí.. 12/274 (4%).- Las 2 primeras cifras corresponden al número de sistemas complejos que alimentan varios perímetros a partir de varias tomas sobre el número total de sistemas de la cuenca.

El porcentaje correspondiente se indica entre paréntesis.

GRÁFICOS

Resumen de las superficies (en hectáreas).- Presentación de los diferentes tipos de superficie (primer gráfico) y según el tipo de aportes que reciben (gráficos siguientes).

Resumen de las superficies de las ZARI.- Los diferentes tipos de superficie por ZARI (<3600 msnm, agrícola, equipada, regada).

Resumen de las poblaciones de las ZARI.- Las diferentes categorías de población en cada ZARI (total según el censo de 1982, relacionada con el riego, urbana).

Resumen de los usos de agua.- Presentación, por ZARI, del número de perímetros y de sistemas, de los caudales concedidos y derivados.

Resumen de bocatomas.- Número de bocatomas según 5 clases de caudales y según su construcción, para los sistemas particulares y todos los sistemas.

Resumen de canales.- Caudales transportados y longitudes de conducción según el tipo de construcción y la categoría del sistema (particular o estatal).

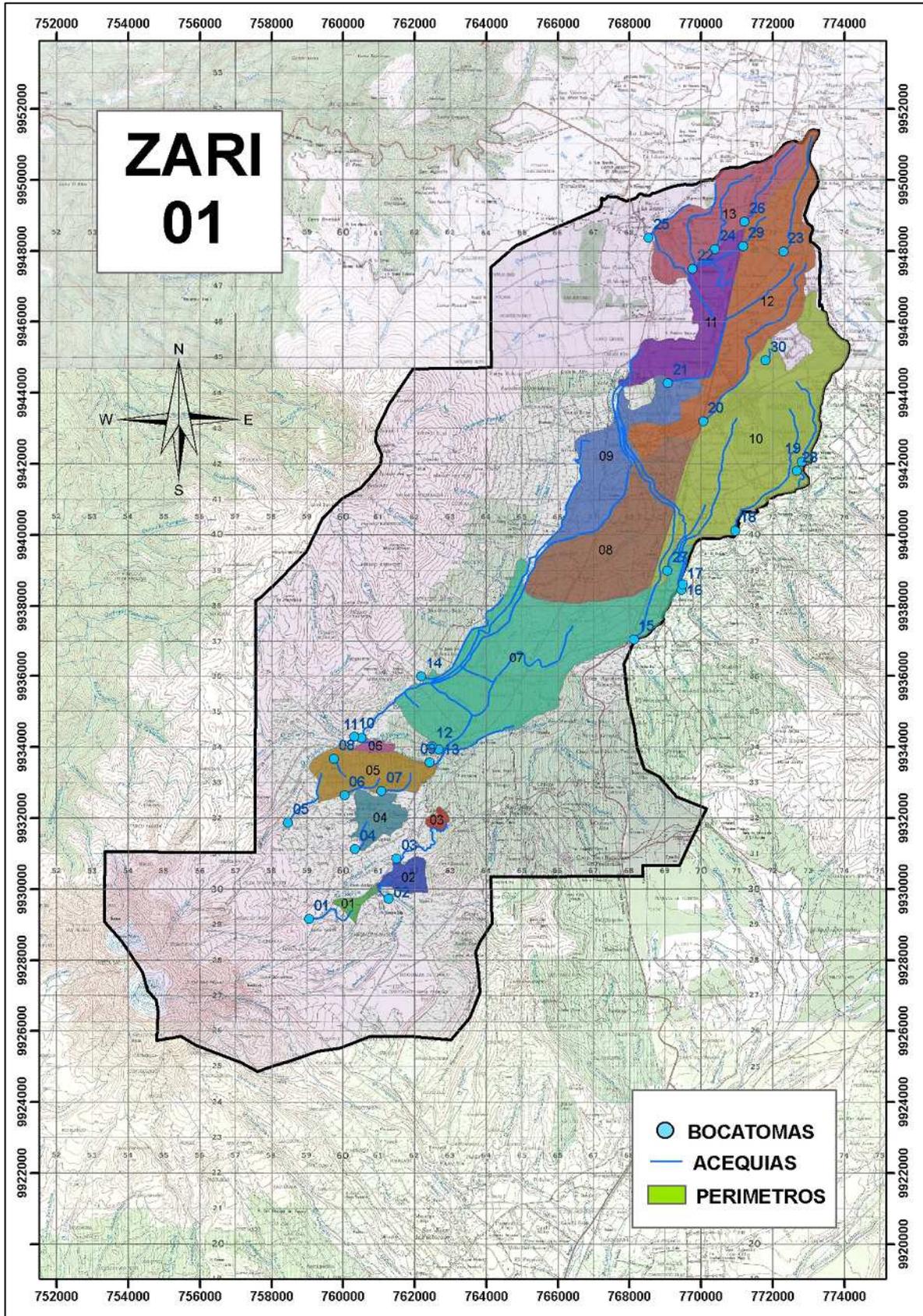
Superficies por piso bioclimático.- Los diferentes tipos de superficie clasificados por piso bioclimático y según la categoría de los sistemas que las alimentan.

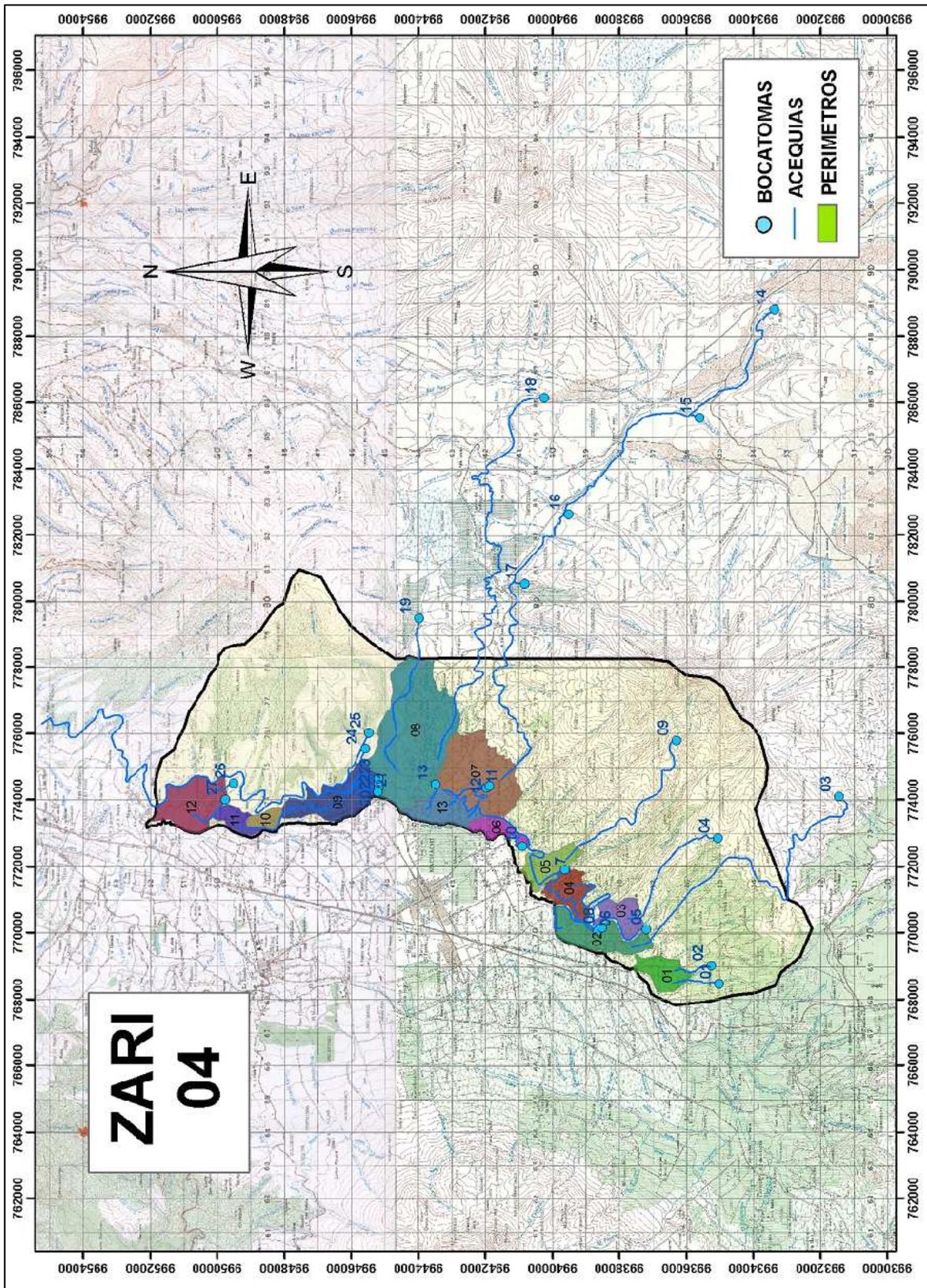
Repartición de los riegos privados, estatales y mixtos.- Importancia de los sistemas particulares, estatales y mixtos por piso bioclimático.

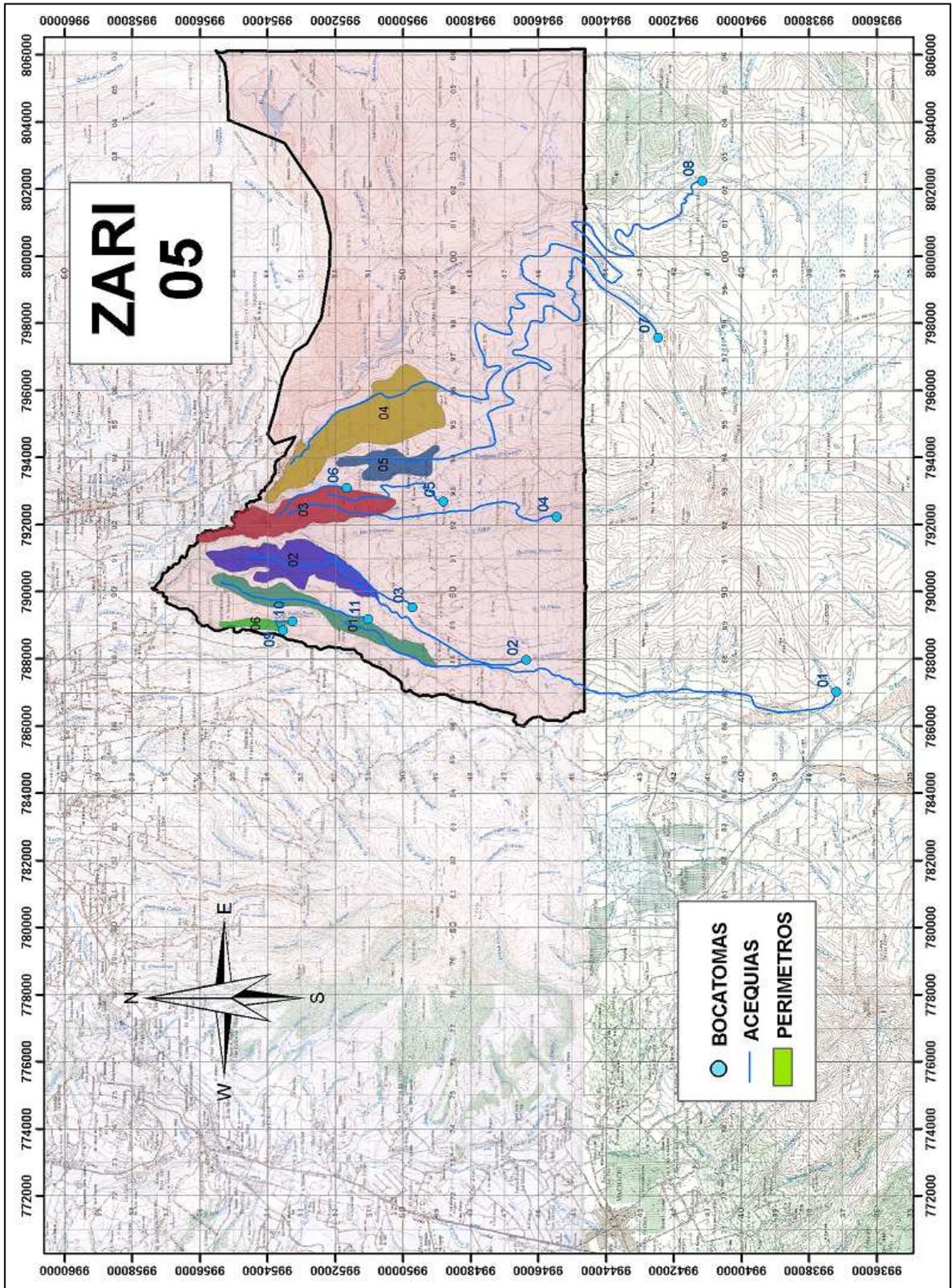
Tipos de agricultura por piso bioclimático.- Los diferentes tipos de agricultura (mecanizada, con yunta, manual, desconocida) por piso bioclimático.

Utilización del suelo.- Tres gráficos que ilustran las superficies ocupadas (en has) por los diferentes sistemas de producción en los 3 pisos bioclimáticos.

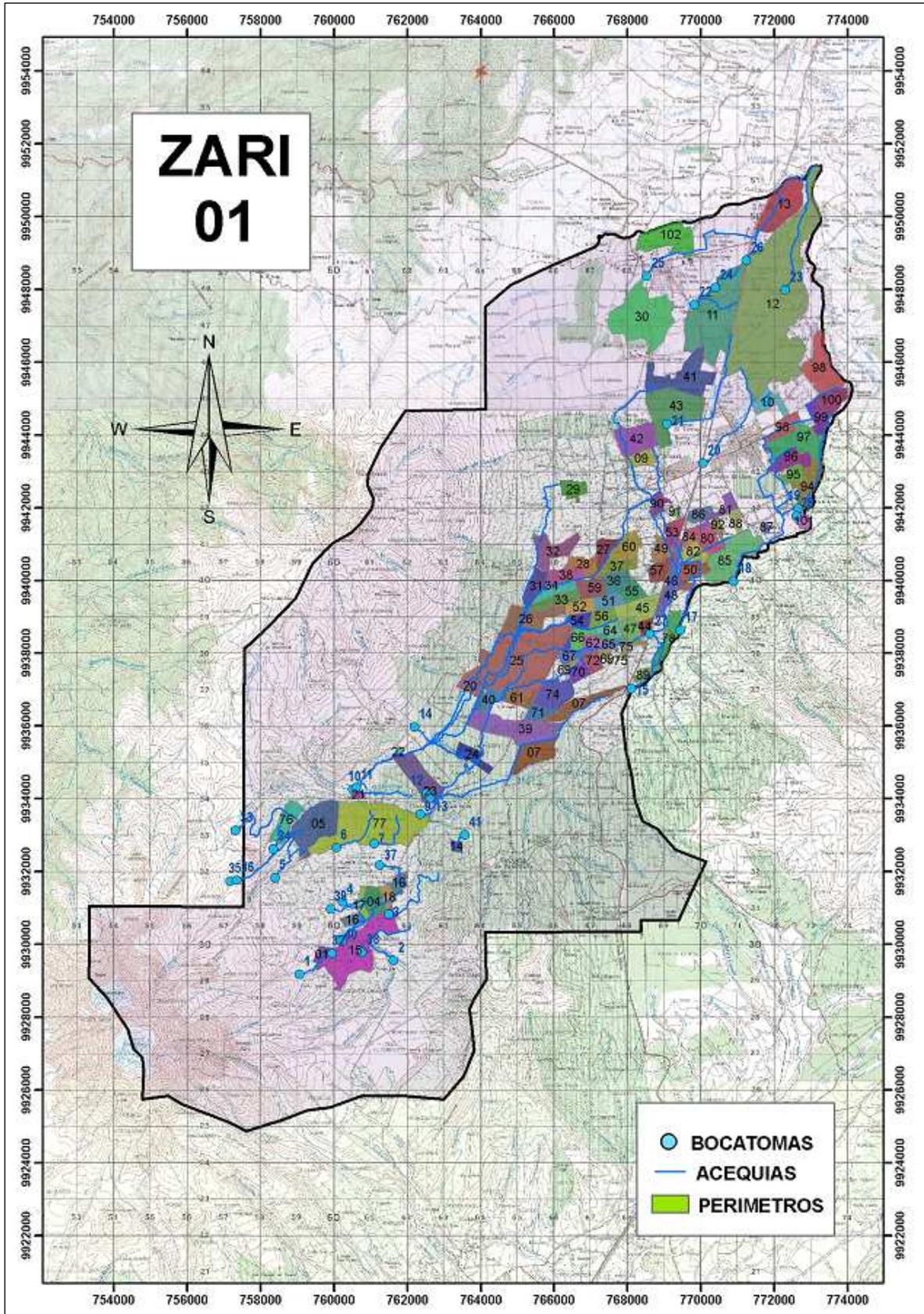
ANEXO No. 2
MAPAS BASE DEL INVENTARIO 1990

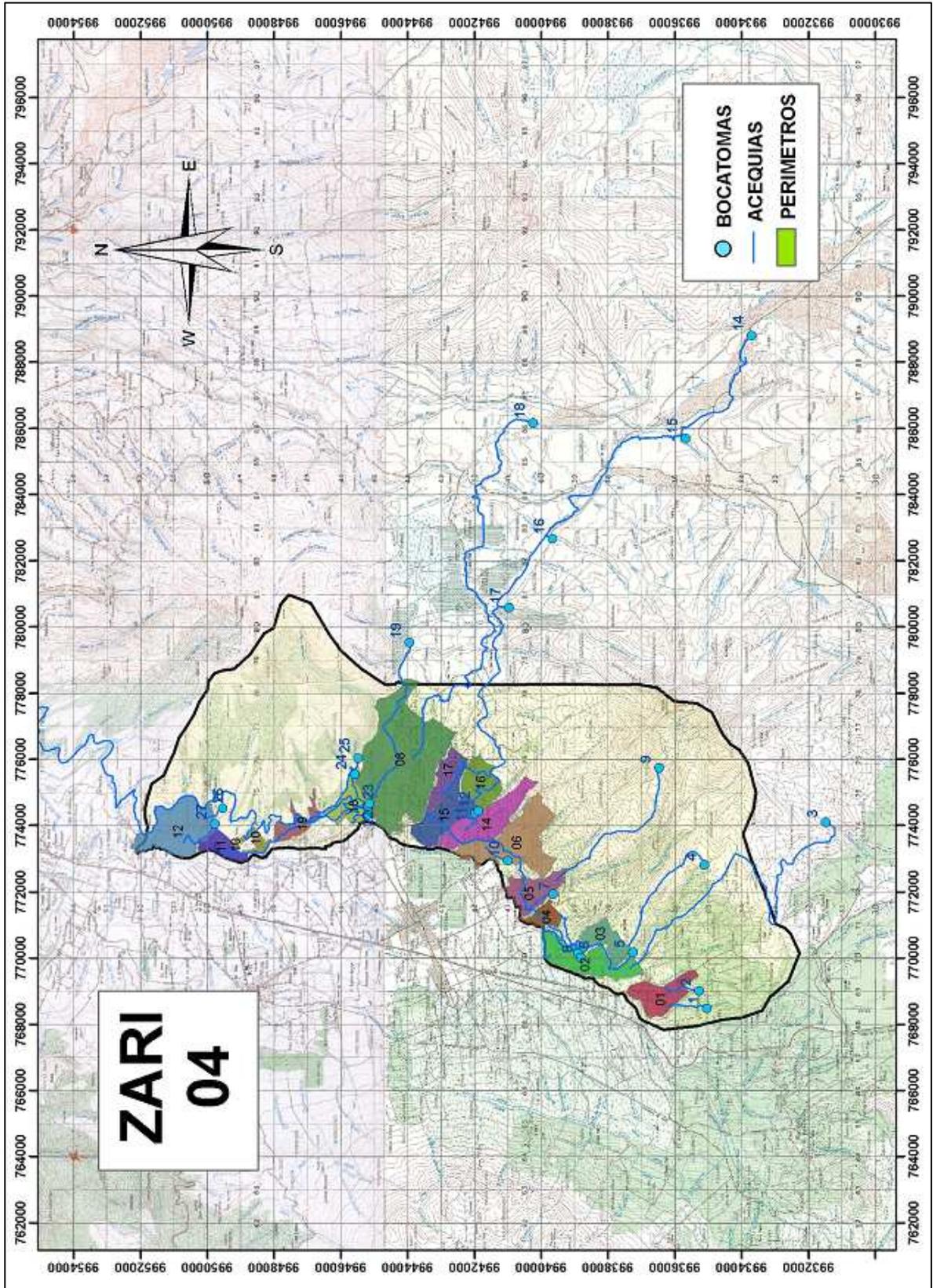


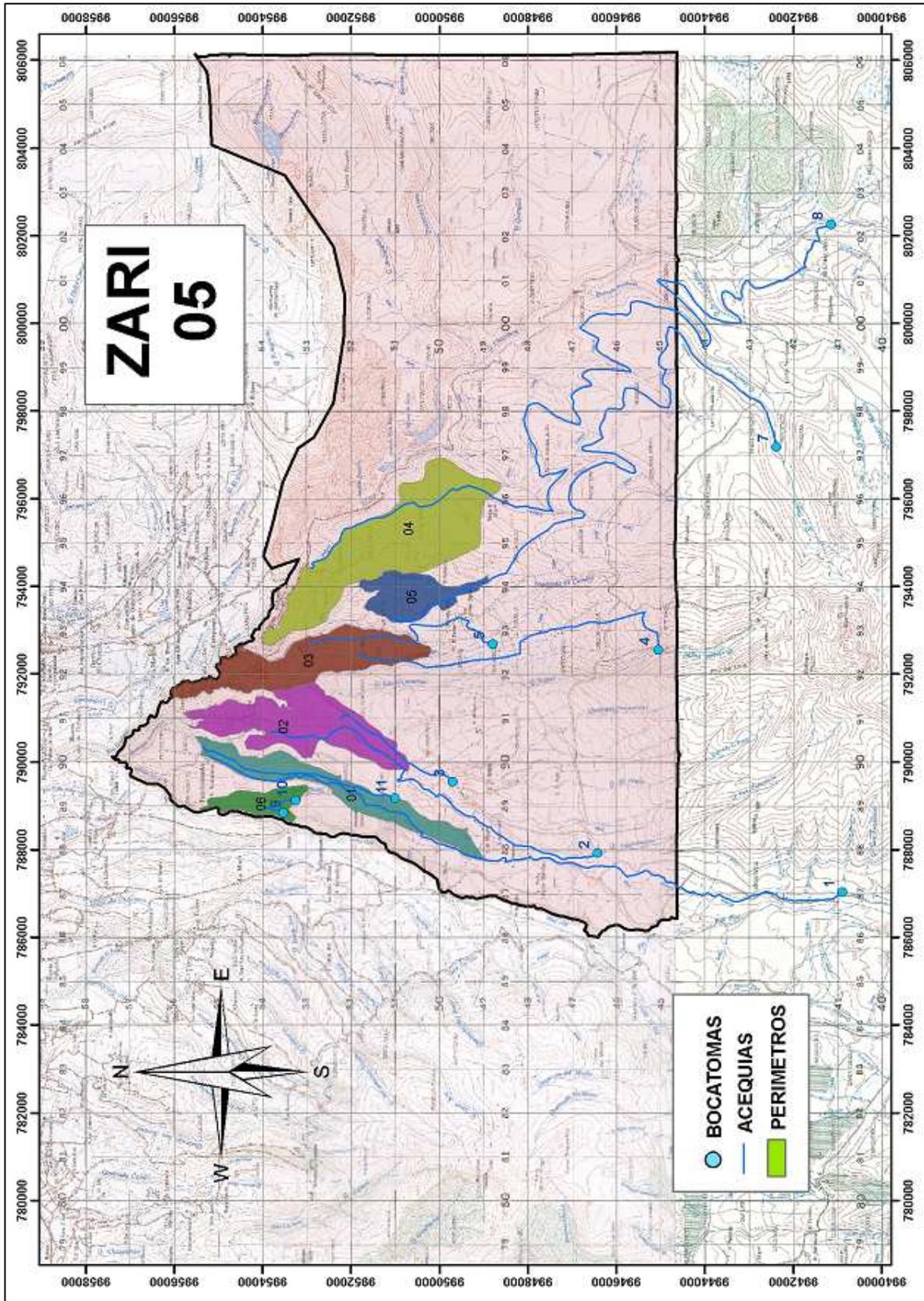




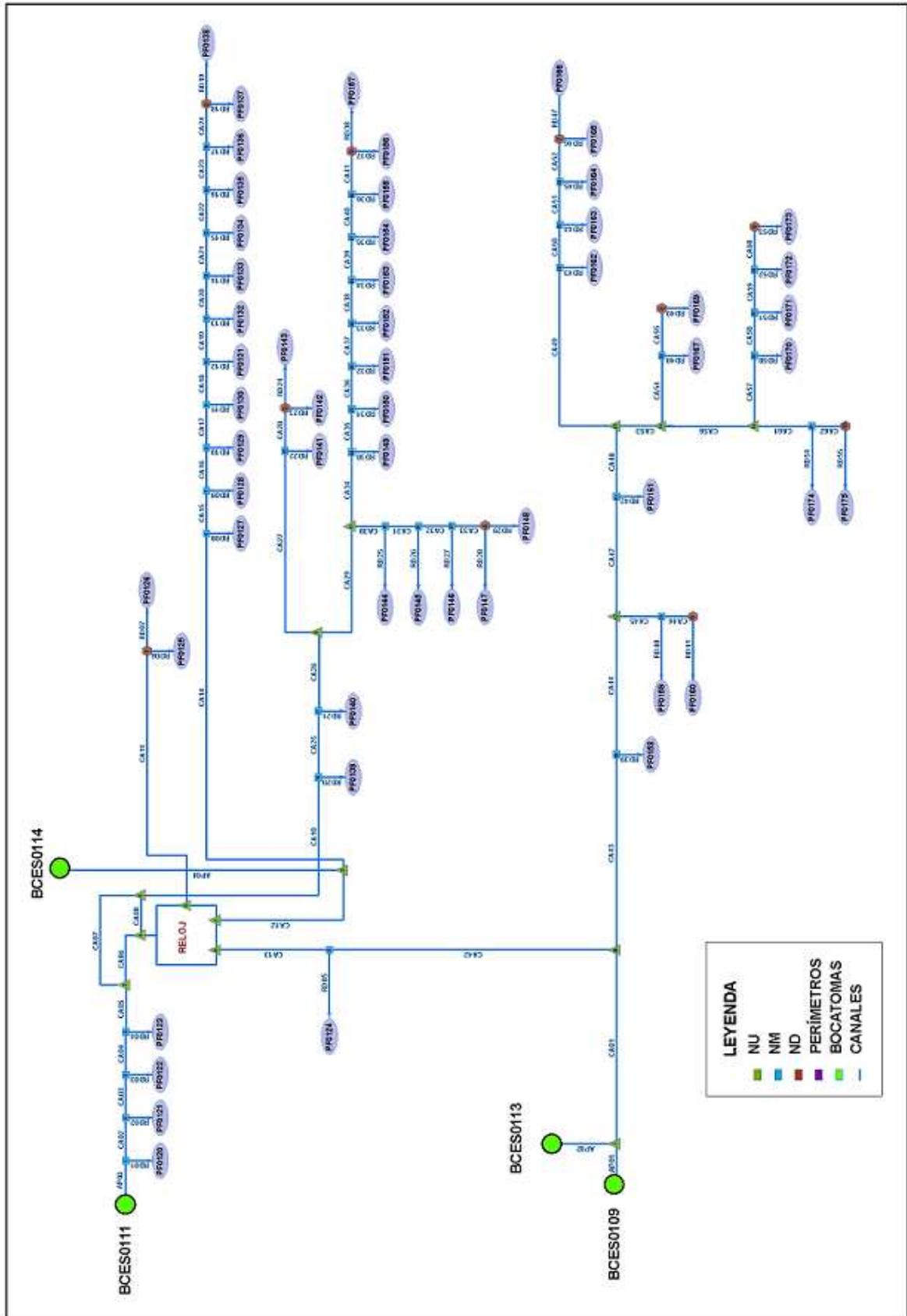
ANEXO No. 3
MAPAS BASE DEL INVENTARIO 2010

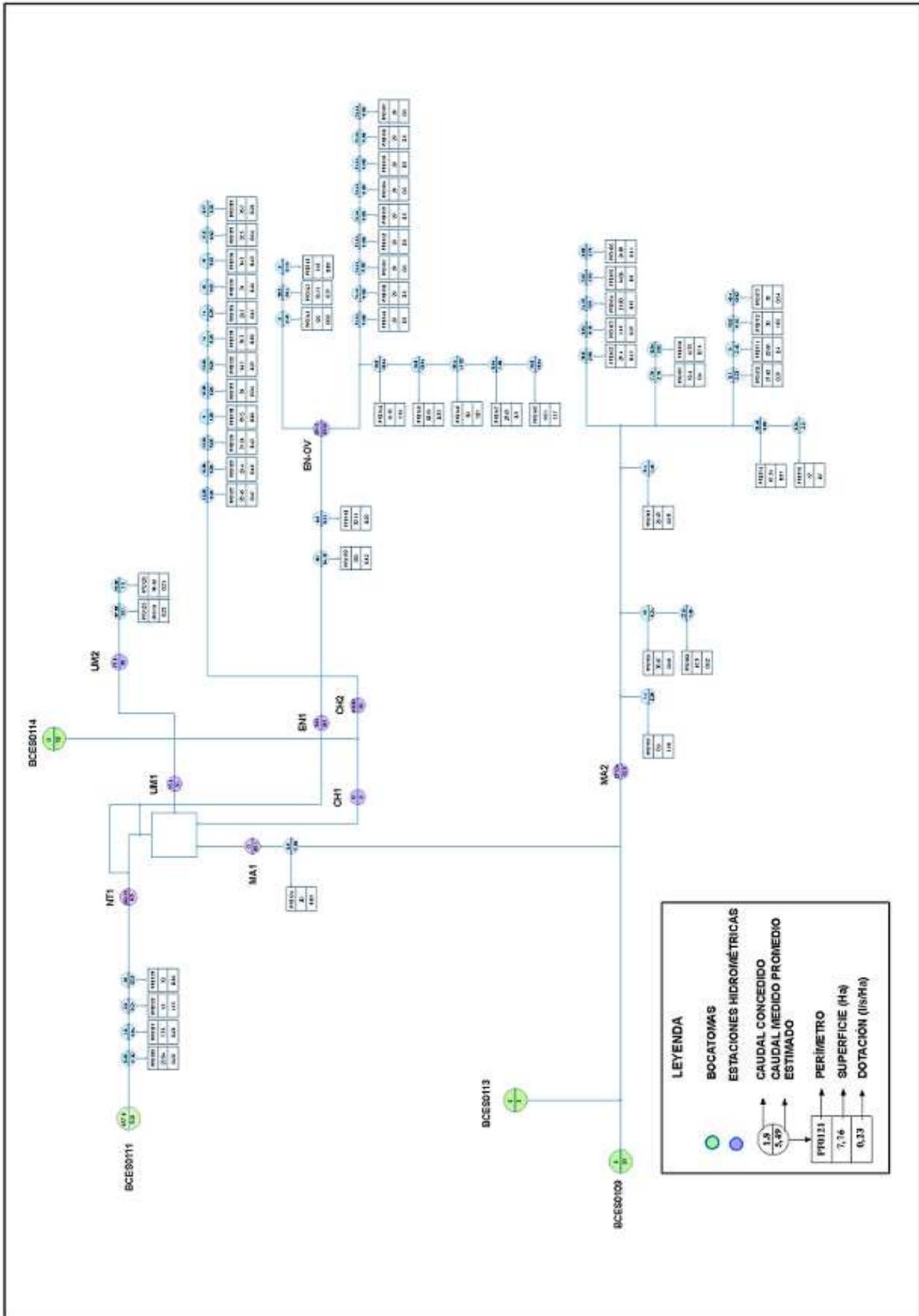






ANEXO No. 4
SISTEMA NIEVES TOMA, MANTILLA Y PUCARA
(ESQUEMAS.)





ANEXO No. 5
“SOFTWARE HYDRACCES DEL IRD”

CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE HYDRACCESS

Introducción

Hydraccess es un software completo, homogéneo y amigable al usuario, que permite importar y guardar varios tipos de datos hidrológicos en una base de datos en formato **Microsoft Access 2000**, y realizar los procesamientos básicos que un hidrólogo pueda necesitar. Fue desarrollado por un hidrólogo para hidrólogos. Su desarrollo empezó en el año 2000, y se ha continuado con regularidad desde esta fecha. Su autor es Philippe Vauchel, Hidrólogo del IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo), y el software pertenece al IRD.

Hydraccess existe en Francés, Español e Inglés. Es disponible en forma gratuita, desligando el autor del software y el IRD de toda responsabilidad en caso de mal funcionamiento.

Hydraccess se destina a los estudiantes, ingenieros o investigadores que deseen administrar, visualizar y procesar datos hidrológicos. Hydraccess hace uso de la base de datos Access de la hoja de cálculo Excel.

Hydraccess hace un uso extenso de las posibilidades de automatización de Microsoft Office. Como resultado de la mayoría de sus procesamientos, crea archivos Excel (y a veces Word para las tablas de anuario). Así permite al usuario obtener tablas de datos y gráficos elaborados que se pueden personalizar e incluir directamente en informes.

Hydraccess proporciona numerosas posibilidades de visualizar los datos, en gráficos simples o comparativos, que es posible desfilarse libremente bajo Microsoft Excel gracias a una pequeña macro incluida con el software. Así se puede visualizar los datos al intervalo de tiempo que conviene a la variabilidad de los datos.

Hydraccess conviene al procesamiento de datos desde las micro cuencas hasta grandes ríos. Para las pequeñas cuencas, contiene funciones que permiten un

análisis de los eventos *Lluvia – Caudal*, así como el estudio de las intensidades de las tormentas.

Antecedentes

Antes de cambiar su nombre a IRD, el ORSTOM fue un pionero de la introducción de la informática en el campo de la hidrología desde los años setenta, y desarrolló numerosos software y funciones para guardar y procesar datos hidrológicos. Los más difundidos fueron sin lugar a duda los paquetes **HYDROM** y **PLUVIOM** (G. Cochonneau, P. Raous) que muchos servicios hidrológicos cooperando con el ORSTOM han conocido y usado en África y América del Sur. Se puede mencionar también el método del **vector regional de índices pluviométricos** (Y. Brunet Moret, G. Hiez), los diferentes módulos de ajustamiento de leyes de probabilidades como **10Lois** (Y. Brunet Moret), y la **digitalización** de limnigramas y pluviogramas.

Hydraccess se inscribe en esta tradición. Desarrollado por un hidrólogo del IRD, es el sucesor natural de los paquetes HYDROM y PLUVIOM que lo han extensamente inspirado. Su ambición es valorizar e integrar lo más que se pueda la experiencia pasada del ORSTOM, en lo que se refiere a software adaptado a la Hidrología.

Datos manejados por Hydraccess

Hydraccess puede manejar los datos siguientes:

- **Series cronológicas:** cotas, caudales, datos de calidad de aguas, lluvias, datos meteorológicos.
- **Aforos:** caudal en función de las cotas, y MES (materia en suspensión) de una sección en función de la MES superficial.
- **Calibraciones:** caudales en función de las cotas, MES de una sección en función de la MES superficial, Caudales sólidos y MES en función de los caudales líquidos.
- Información de **historial** de las estaciones.

- Cotas de los **ceros de escalas en nivelación general** (en metros sobre el nivel del mar).

Hydraccess puede importar datos contenidos en archivos de tipo **Texto** o **Excel**, si son presentados en un formato adecuado. En el caso de datos contenidos en un archivo de tipo *Diagrama* (que provienen de un limnógrafo, pluviógrafo u otro), Hydraccess posee un módulo que permite visualizar este diagrama, realizar correcciones eventuales de nivel o de fecha, e importarlo a la base de datos.

Los datos cronológicos tales como cotas, caudales, calidad de aguas, lluvias o datos meteorológicos son organizados por tablas. Son vinculados a una **estación** (un sitio de medición) y a un **captor** (el nombre de una serie de mediciones). El captor posee propiedades que definen su descripción, su unidad, su número de dígitos significativos y de decimales. Existe tres tipos de captores:

- Captores **instantáneos**: los datos se entran con fecha y hora libres, sin imponer un intervalo de tiempo fijo. Los incrementos de lluvia pueden entrarse al segundo, y los otros tipos de datos al minuto.
- Captores **diarios**: se puede entrar un solo valor por día.
- Captores **mensuales**: se puede entrar un solo valor por mes.

En todo caso, se puede asociar a cada valor:

- Un código de **origen**, que indica si el valor proviene de un observador, de un aparato, o es reconstituido.
- Un código de **calidad**: valor OK o dudoso.
- Para las precipitaciones, un código de **naturaleza**: lluvia, nieve, granizo, rocío o trazas.

Procesamientos ofrecidos por Hydraccess

Procesamientos básicos:

- Numerosas **funciones gráficas**, que producen datos y gráficos simples o comparativos bajo Excel.

- Posibilidad de **calibraciones** *Cotas – Caudales* para las estaciones bi-unívocas o no unívocas (por los métodos del gradiente limnigráfico o del desnivel normal), y producción de los gráficos visualizando los aforos sobre las curvas de calibración.
- **Cálculo** automático de los **caudales** y **caudales sólidos**, a partir de la calibraciones.
- **Digitalización e importación de diagramas**, con varias posibilidades de edición.
- **Agregación** de datos con varios intervalos de tiempo fijo, desde el minuto hasta el año, pasando por el día, 5 días, 10 días, 15 días y el mes.
- Producción de **tablas de anuario**, a nivel diario o mensual.
- **Inventarios** de datos presentes en la base.

Funciones avanzadas:

- Análisis de las **intensidades de las tormentas**: lluvias útiles y excedentarias para ciertos umbrales de intensidad, lluvias máximas por intervalo de tiempo, índices de erosividad de Wishmeier, índices de Köhler.
- **Estudios frecuenciales**: ajuste de leyes de probabilidad a muestras de valores anuales, o de valores pasando un cierto umbral.
- Reconstitución de las **crecidas entrando en una pequeña presa**, conociendo la variación de las cotas de la presa, los caudales vertidos, y la lluvia sobre la presa.
- Separación interactiva de los **eventos de lluvia y de caudal**, análisis de las tormentas, crecidas y recesiones, y producción de gráficos Excel para eventos *Lluvia- Caudal*.
- Funciones avanzadas para el cálculo de **caudales sólidos** según varios métodos.

- Cálculo de **valores clasificados** y **característicos**.
- Método del **vector regional** de índices pluviométricos, adaptado a la crítica de lluvias mensuales o anuales.
- Cálculo de la **lluvia promedio sobre una cuenca** (método de Thiessen, o inverso del cuadrado de la distancia, produciendo mapas de contornos a colores).
- Cambio de **sistema de identificación de las estaciones**, para pasar de un sistema a otro.

Funciones adicionales en proyecto:

- Integración de un módulo de **correlaciones múltiples** y de **propagación de crecida** por un método correlativo.
- Exportación de **archivos de formas de tipo *Shape ArcView*** a partir de la tabla de las estaciones.
- Cálculo de la **ETP**.
- Conexión a un modelo de **balance hídrico mensual**.

