

5. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA REFERENCIAL DEL PHS (LÍNEA BASE)

CONTENIDO

5	<i>CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA REFERENCIAL DEL PHS (LÍNEA BASE)</i>	2
5.1	<i>CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO 3: ÁREA DE APOORTE HIDROLÓGICO</i>	2
5.1.1	<i>Cuencas y subcuencas hidrográficas</i>	4
	<i>Subcuenca del río Zamora</i>	8
	<i>Subcuencas menores del río Santiago</i>	10
	<i>Subcuenca río Coangos</i>	10
	<i>Análisis fisiográfico de la cuenca</i>	11
	<i>Análisis del suelo de la cuenca del río Santiago</i>	14
	<i>Análisis hipsométrico de la cuenca del río Santiago</i>	14
	<i>Tipos de clima</i>	17
	<i>Precipitación</i>	21
	<i>Precipitación media anual en la cuenca del río Santiago</i>	21
	<i>Precipitación máxima en 24 horas</i>	22
	<i>Evaporación</i>	27
	<i>Evaporación neta</i>	29
	<i>Evapotranspiración neta</i>	30
	<i>Red de estaciones hidrológicas</i>	36
	<i>Determinación de escurrimiento en el sitio de proyecto PHS</i>	40
	<i>Caudales máximos medios diarios</i>	41
5.1.2	<i>Geodinámica y erosión</i>	45
5.1.2.1	<i>Cobertura vegetal y usos del suelo</i>	49
5.1.2.2	<i>Potencialidad del suelo</i>	53
5.1.2.3	<i>Calidad del agua en la cuenca del río Santiago</i>	58
5.1.2.3.1	<i>Calidad físico-química y bacteriológica. Índice ICA</i>	58
5.1.2.3.2	<i>Calidad biológica del agua. Índice BPMW (Biological Monitoring Working Party)</i> 103	
5.1.2.3.3	<i>Análisis comparativo de Índices de calidad del agua WQI y BMWP</i>	181
5.1.2.4	<i>Ecosistemas naturales en la cuenca del río Santiago (Área de Aporte hidrológico)</i>	187
5.1.2.4.1	<i>Ecosistemas terrestres</i>	189
5.1.2.4.2	<i>Ecosistemas acuáticos</i>	190

5.1.2.4.3 Bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales en la cuenca del río Santiago (Área de estudio 3)	191
5.1.3 Diagnóstico ambiental	195
5.1.3.1 Problemática socio ambiental en los ecosistemas naturales en el área de aporte hidrológico (cuenca del río Santiago)	195
5.1.3.1.1 Presiones sobre los ecosistemas naturales terrestres	196
5.1.3.1.2 Análisis sobre los ecosistemas naturales relacionados con la actividad antrópica y la generación hidroeléctrica del PHS	210
5.1.3.1.3 Contaminación de los ecosistemas acuáticos	235
5.1.3.2 Problemática en las áreas bajo régimen de manejo especial en el área de aporte hidrológico	244
5.1.3.2.1 Inventario de las áreas bajo régimen de manejo especial	244
5.1.3.2.2 Presiones antrópicas en las áreas bajo régimen de manejo especial ...	253
5.1.3.2.3 Gestión ambiental en las áreas bajo régimen de manejo especial (planes de manejo, acciones de control y protección)	264

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1- 1: Principales características de la cuenca	13
Tabla 5.1- 2: Estaciones meteorológicas con información de la cuenca del río Santiago....	20
Tabla 5.1- 3: Estaciones seleccionadas para el análisis de tormentas de diseño	23
Tabla 5.1- 4: Estaciones meteorológicas con registros de viento.....	24
Tabla 5.1- 5: Registros de temperaturas de las estaciones dentro de la cuenca.....	26
Tabla 5.1- 6: Estaciones con registros de evaporación.....	28
Tabla 5.1- 7: Obtención de la evaporación neta a nivel diario en la estación Gualaquiza ...	29
Tabla 5.1- 8: Valor de la constante K_a a nivel mensual	32
Tabla 5.1- 9: Estaciones meteorológicas con información de temperatura	32
Tabla 5.1- 10: Temperatura media mensual en las estaciones meteorológicas	33
Tabla 5.1- 11: Índice de eficiencia de temperatura	33
Tabla 5.1- 12: Valor de la constante K_a	34
Tabla 5.1- 13: Evapotranspiración determinada por el método de Thorntwaite.....	34
Tabla 5.1- 14: Estaciones hidrológicas con disponibilidad de información	38
Tabla 5.1- 15: Resumen de caudales medios complementados.....	39
Tabla 5.1- 16: Caudales y volúmenes para distintos periodos de retorno, estación Zamora AJ Bomboiza.	42
Tabla 5.1- 17: Caudales y volúmenes obtenidos para diferentes periodos de retorno, estación Bomboiza AJ Zamora	42
Tabla 5.1- 18: Suma de caudales y volúmenes en la confluencia del río Zamora con el río Bomboiza	43
Tabla 5.1- 19: Caudales y volúmenes para distintos periodos de retorno y duración de un día, salida de la subcuenca del río Namangoza.....	43
Tabla 5.1- 20: Caudales de diseño a las confluencias del río Zamora y Namangoza.	44
Tabla 5.1- 21: Tasa de erosión (sin considerar el factor de disponibilidad de suelo).....	46
Tabla 5.1- 22: Tasa de erosión (sin considerar el factor de disponibilidad de suelo).....	46
Tabla 5.1- 23: Resultados de la zonificación de amenazas geodinámicas.....	48
Tabla 5.1- 24: Uso de suelo y cobertura vegetal. Área de estudio 3.....	49
Tabla 5.1- 25: Uso potencial del suelo. Área de estudio 3	55
Tabla 5.1- 26: Conflictos de uso del suelo. Área de estudio 3.....	57
Tabla 5.1- 27: Resultados río Zamora y afluentes	60
Tabla 5.1- 28: Resultados río Namangoza y afluentes.....	61
Tabla 5.1- 29: Resultados río Santiago y afluentes.....	61
Tabla 5.1- 30: Resultados Oxígeno disuelto respecto al OD de saturación.....	62

Tabla 5.1- 31: Resultados bacteriológicos río Zamora	64
Tabla 5.1- 32: Resultados bacteriológicos río Namangoza	65
Tabla 5.1- 33: Resultados bacteriológicos río Santiago	65
Tabla 5.1- 34: Resultados concentraciones e Zinc	70
Tabla 5.1- 35: Resultados Cianuros, mercurio y ácido sulfhídrico	72
Tabla 5.1- 36: Valor de ICA en el río Zamora	73
Tabla 5.1- 37: Valor de ICA en el río Namangoza.....	74
Tabla 5.1- 38: Valor de ICA en el río Santiago.....	74
Tabla 5.1- 39: Resultados río Zamora y afluentes	82
Tabla 5.1- 40: Resultados río Namangoza y afluentes.....	83
Tabla 5.1- 41: Resultados río Santiago y afluentes.....	83
Tabla 5.1- 42: Resultados Oxígeno disuelto respecto al OD de saturación.....	84
Tabla 5.1- 43: Resultados bacteriológicos río Zamora	86
Tabla 5.1- 44: Resultados bacteriológicos río Namangoza	87
Tabla 5.1- 45: Resultados bacteriológicos río Santiago	87
Tabla 5.1- 46: Resultados concentraciones de Zinc	91
Tabla 5.1- 47: Resultados Cianuros, mercurio y ácido sulfhídrico.....	94
Tabla 5.1- 48: Valor de ICA en el río Zamora	94
Tabla 5.1- 49: Valor de ICA en el río Namangoza.....	95
Tabla 5.1- 50: Valor de ICA en el río Santiago.....	95
Tabla 5.1- 51: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yac-01.....	104
Tabla 5.1- 52: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yac-01.....	105
Tabla 5.1- 53: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ngz-01.....	106
Tabla 5.1- 54: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ngz-01.....	107
Tabla 5.1- 55: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Bob-01.....	108
Tabla 5.1- 56: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Bob-01.....	108
Tabla 5.1- 57: Resultados del índice en el sitio R-Ind-01.....	110
Tabla 5.1- 58: Resultados del índice en el sitio R-Ind-01.....	110
Tabla 5.1- 59: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-01.....	112
Tabla 5.1- 60: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-01.....	112
Tabla 5.1- 61: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-02.....	113
Tabla 5.1- 62: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-02.....	114
Tabla 5.1- 63: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-03.....	115
Tabla 5.1- 64: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-03.....	115

Tabla 5.1- 65: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-04.....	116
Tabla 5.1- 66: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-04.....	117
Tabla 5.1- 67: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-05.....	118
Tabla 5.1- 68: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-05.....	119
Tabla 5.1- 69: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-06.....	120
Tabla 5.1- 70: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-06.....	120
Tabla 5.1- 71: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-07.....	121
Tabla 5.1- 72: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-07.....	122
Tabla 5.1- 73: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-08.....	123
Tabla 5.1- 74: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-08.....	124
Tabla 5.1- 75: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-09.....	125
Tabla 5.1- 76: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-09.....	125
Tabla 5.1- 77: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-10.....	126
Tabla 5.1- 78: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-10.....	127
Tabla 5.1- 79: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-13.....	129
Tabla 5.1- 80: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-15.....	130
Tabla 5.1- 81: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-15.....	130
Tabla 5.1- 82: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-16.....	131
Tabla 5.1- 83: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-17.....	133
Tabla 5.1- 84: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-17.....	133
Tabla 5.1- 85: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-02.....	134
Tabla 5.1- 86: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-02.....	135
Tabla 5.1- 87: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-03.....	136
Tabla 5.1- 88: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-03.....	137
Tabla 5.1- 89: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-04.....	138
Tabla 5.1- 90: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-04.....	139
Tabla 5.1- 91: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Neg-01.....	140
Tabla 5.1- 92: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Neg-01.....	140
Tabla 5.1- 93: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Tut-02.....	142
Tabla 5.1- 94: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Tut-02.....	142
Tabla 5.1- 95: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-01.....	143
Tabla 5.1- 96: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-01.....	144
Tabla 5.1- 97: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-02.....	145
Tabla 5.1- 98: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-02.....	146

Tabla 5.1- 99: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-03.....	147
Tabla 5.1- 100: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-03.....	148
Tabla 5.1- 101: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-04.....	149
Tabla 5.1- 102: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-04.....	150
Tabla 5.1- 103: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-05.....	151
Tabla 5.1- 104: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-05.....	152
Tabla 5.1- 105: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yun-01.....	153
Tabla 5.1- 106: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yun-01.....	154
Tabla 5.1- 107: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-01.....	155
Tabla 5.1- 108: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-01.....	156
Tabla 5.1- 109: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-02.....	157
Tabla 5.1- 110: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-02.....	157
Tabla 5.1- 111: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-03.....	159
Tabla 5.1- 112: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-03.....	159
Tabla 5.1- 113: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Cng-01.....	161
Tabla 5.1- 114: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Cng-01.....	161
Tabla 5.1- 115: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ypi-01.....	163
Tabla 5.1- 116: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ypi-01.....	163
Tabla 5.1- 117: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01.....	165
Tabla 5.1- 118: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01.....	165
Tabla 5.1- 119: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01B.	166
Tabla 5.1- 120: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01B.	167
Tabla 5.1- 121: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.....	168
Tabla 5.1- 122: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.....	169
Tabla 5.1- 123: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.....	170
Tabla 5.1- 124: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.....	171
Tabla 5.1- 125: Clase, calidad, características y escala cromática utilizada en los gráficos de comparación entre los índices BMWP e ICA.	181
Tabla 5.1- 126: Resultado del test ANOVA y sus respectivos a posteriori de Tukey y Fisher comparando el índice BMWP e ICA.....	182
Tabla 5.1- 127: Ecosistemas naturales de la cuenca del río Santiago (Área de estudio 3), según la clasificación del Ministerio del Ambiente del Ecuador “Sistemas de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental”.	187
Tabla 5.1- 128: Bienes y servicios ambientales generales de los ecosistemas naturales .	192

Tabla 5.1- 129: Bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales cuenca del río Santiago.....	193
Tabla 5.1- 130: Área de aporte hidrológico según cantones y superficie	197
Tabla 5.1- 131: Población del Área de aporte hidrológico, según cantón y área.....	198
Tabla 5.1- 132: Tasa de crecimiento de los cantones del área de aporte hidrológico	200
Tabla 5.1- 133: Estado de conservación y presión antrópica de los ecosistemas del área de aporte hidrológico.....	208
Tabla 5.1- 134: Caudales concesionados por subcuenca	213
Tabla 5.1- 135: Caudales concesionados por uso de agua en la subcuenca del río Zamora	214
Tabla 5.1- 136: Caudales concesionados por uso de agua en la subcuenca del río Namangoza	215
Tabla 5.1- 137: Caudales concesionados por subcuenca en el río Namangoza	216
Tabla 5.1- 138: Problemática hídrica relacionada con las presiones sociales en la cuenca del río Santiago	223
Tabla 5.1- 139: Problemática hídrica relacionada con la generación hidroeléctrica del PHS	227
Tabla 5.1- 140: Modelos y períodos escogidos para precipitación y temperatura	229
Tabla 5.1- 141: Cambios en la intensidad de la precipitación y la temperatura en la cuenca del río Santiago	234
Tabla 5.1- 142: Ríos principales y afluentes del Área 3, según principales asentamientos urbanos consolidados por los que atraviesa.....	235
Tabla 5.1- 143: Cobertura de agua, alcantarillado y eliminación de basuras, 22 cantones del área de aporte hidrológico.....	236
Tabla 5.1- 144: Identificación de sitios con parámetros que superan el límite permitido, río Zamora, provincias de Loja y Zamora Chinchipe.....	238
Tabla 5.1- 145: Índice de calidad WOI. Atlas de la cuenca del Paute, CG Paute, 2010.	239
Tabla 5.1- 146: Áreas bajo régimen de manejo especial. Área de estudio 3.....	246

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1- 1: Área referencial del Proyecto Hidroeléctrico Santiago PHS	1
Figura 5.1- 2: Área de Estudio 3: Área de aporte hidrológico.....	3
Figura 5.1- 3: Localización de la cuenca del río Santiago	5
Figura 5.1- 4: Unidades hidrográficas de la cuenca del río Santiago, SENAGUA/PHS	6
Figura 5.1- 5: Subcuencas del río Santiago	7
Figura 5.1- 6: Modelo digital de elevaciones de la cuenca del río Santiago	12
Figura 5.1- 7: Modelo fisiográfico de la cuenca del río Santiago y longitud del cauce principal	13
Figura 5.1- 8: Número de escurrimiento en la cuenca del río Santiago.....	14
Figura 5.1- 9: Tipos de clima en la cuenca del río Santiago.....	19
Figura 5.1- 10: Estaciones meteorológicas de la subcuenca del río Santiago.....	21
Figura 5.1- 11: Precipitación media anual registrada en la cuenca del río Santiago	22
Figura 5.1- 12: Estaciones meteorológicas con información de viento	25
Figura 5.1- 13: Evaporación neta en la cuenca del río Santiago	30
Figura 5.1- 14: Evaporación registrada en la cuenca del río Santiago	35
Figura 5.1- 15: Ubicación de las estaciones hidrológicas con información.....	39
Figura 5.1- 16: Zonificación de la erosión potencial del Área de estudio 3.....	45
Figura 5.1- 17: Zonificación de los riesgos geodinámicas.....	47
Figura 5.1- 18: Relación entre las zonas con amenaza alta y erosión excesiva.....	48
Figura 5.1- 19: Índice de Calidad de Agua en cada uno de los puntos muestreados	78
Figura 5.1- 20: Índice de calidad de Coliformes fecales en cada punto de muestreo	79
Figura 5.1- 21: índice de calidad de Demanda Bioquímica de Oxígeno en cada punto de muestreo	80
Figura 5.1- 22: Calidad BMWP en época seca de la cuenca del río Santiago.....	174
Figura 5.1- 23: Calidad BMWP en época húmeda de la cuenca del río Santiago.	175
Figura 5.1- 24: Subcuencas de análisis con concesiones de agua del río Zamora	213
Figura 5.1- 25: Tipo de concesiones en la subcuenca del río Zamora	214
Figura 5.1- 26: Subcuencas de análisis con concesiones de agua del río Namangoza	215
Figura 5.1- 27: Subcuencas del río Namangoza con mayor caudal concesionado	216
Figura 5.1- 28: Concesiones para generación de hidroelectricidad en la cuenca del río Santiago	217
Figura 5.1- 29: Concesiones de agua para consumo humano en la cuenca del río Santiago	220

Figura 5.1- 30: Delta (Futuro - Presente) de intensidad de precipitación (%) para el TL959 (A1B)	230
Figura 5.1- 31: Delta (Futuro - Presente) de temperatura (°C) para el TL959 (A1B)	230
Figura 5.1- 32: Delta (Futuro - Presente) de intensidad de precipitación (%) para el ETA (A2 y B2)	231
Figura 5.1- 33: Delta (Futuro - Presente) de temperatura (°C) para el ETA (A2 y B2)	232
Figura 5.1- 34: Delta (Futuro - Presente) de intensidad de precipitación (%) para el PRECIS (A2 y B2)	233
Figura 5.1- 35: Delta (Futuro - Presente) de temperatura (°C) para el PRECIS (A2 y B2).	233

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5.1- 1: Sitio de muestreo del río Yacuambi R-Yac-01 época seca y húmeda. .	104
Fotografía 5.1- 2: Sitio de muestreo del río Nangaritza R-Ngz-01 época seca y húmeda. 106	106
Fotografía 5.1- 3: Sitio de muestreo del río Bomboiza R-Bob-01 época seca y húmeda... 107	107
Fotografía 5.1- 4: Sitio de muestreo del río Indanza R-Ind-01 época seca y húmeda. 109	109
Fotografía 5.1- 5: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-01 época seca y húmeda. 111	111
Fotografía 5.1- 6: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-02 época seca y húmeda. 113	113
Fotografía 5.1- 7: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-03 época seca y húmeda. 114	114
Fotografía 5.1- 8: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-04 época seca y húmeda. 116	116
Fotografía 5.1- 9: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-05 época seca y húmeda. 118	118
Fotografía 5.1- 10: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-06 época seca y húmeda. .. 119	119
Fotografía 5.1- 11: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-07 época seca y húmeda. .. 121	121
Fotografía 5.1- 12: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-08 época seca y húmeda. .. 123	123
Fotografía 5.1- 13: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-09 época seca y húmeda. .. 124	124
Fotografía 5.1- 14: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-10 época seca y húmeda. .. 126	126
Fotografía 5.1- 15: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-12 época seca y húmeda. .. 128	128
Fotografía 5.1- 16: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-13 época seca y húmeda. .. 128	128
Fotografía 5.1- 17: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-15 época seca y húmeda. .. 129	129
Fotografía 5.1- 18: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-16 época seca y húmeda. .. 131	131
Fotografía 5.1- 19: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-17 época seca y húmeda. .. 132	132
Fotografía 5.1- 20: Sitio de muestreo del río Paute R-Pau-02 época seca y húmeda. 134	134
Fotografía 5.1- 21: Sitio de muestreo del río Paute R-Pau-03 época seca y húmeda. 136	136
Fotografía 5.1- 22: Sitio de muestreo del río Paute R-Pau-04 época seca y húmeda. 138	138
Fotografía 5.1- 23: Sitio de muestreo del río Negro R-Neg-01 época seca y húmeda..... 139	139
Fotografía 5.1- 24: Sitio de muestreo del río Tutanangoza R-Tut-02 época seca y húmeda.	141
Fotografía 5.1- 25: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-01 época seca y húmeda..... 143	143
Fotografía 5.1- 26: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-02 época seca y húmeda..... 145	145
Fotografía 5.1- 27: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-03 época seca y húmeda..... 147	147
Fotografía 5.1- 28: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-04 época seca y húmeda..... 149	149
Fotografía 5.1- 29: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-05 época seca y húmeda..... 151	151
Fotografía 5.1- 30: Sitio de muestreo del río Yungantza R-Yun-01 época seca y húmeda.153	153
Fotografía 5.1- 31: Sitio de muestreo del río Namangoza R-Nmg-01 época seca y húmeda.	155

Fotografía 5.1- 32: Sitio de muestreo del río Namangoza R-Nmg-02 época seca y húmeda.	156
Fotografía 5.1- 33: Sitio de muestreo del río Namangoza R-Nmg-03 época seca y húmeda.	158
Fotografía 5.1- 34: Sitio de muestreo del río Coangos R-Cng-01 época seca y húmeda. .	160
Fotografía 5.1- 35: Sitio de muestreo del río Yaupi R-Ypi-01 época seca y húmeda.....	162
Fotografía 5.1- 36: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-01 época seca y húmeda. ..	164
Fotografía 5.1- 37: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-01B época seca y húmeda.	166
Fotografía 5.1- 38: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-02 época seca y húmeda. ..	168
Fotografía 5.1- 39: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-03 época seca y húmeda. ..	170
Fotografía 5.1- 40: Cantones Cuenca, Azogues y Loja.....	199
Fotografía 5.1- 41: Asentamientos habitacionales en Tarqui.	204
Fotografía 5.1- 42: Asentamientos dispersos en el área de influencia del cantón Azogues.	204
Fotografía 5.1- 43: Río Paute, 2014.....	236
Fotografía 5.1- 44. Aguas residuales del Parque Industrial y el Camal de Cuenca	240
Fotografía 5.1- 45: Desechos sólidos en recursos hídricos.....	241
Fotografía 5.1- 46: Actividades ganaderas cerca del embalse de la Central Mazar.	241
Fotografía 5.1- 47: Contaminación del río Burgay por aguas servidas.....	242
Fotografía 5.1- 48: Descarga de aguas servidas hacia el río Tutanangoza (Izq.) y Upano (Der.).	242
Fotografía 5.1- 49: Descarga de aguas servidas sin tratamiento al río Paute en su zona baja.	243
Fotografía 5.1- 50: Descarga de aguas servidas sin tratamiento al río Santiago.....	244
Fotografía 5.1- 51: Parque Nacional El Cajas.....	254
Fotografía 5.1- 52: Parque Nacional Podocarpus, 2014	256
Fotografía 5.1- 53: Cuenca alta del río Tarqui.....	258
Fotografía 5.1- 54: Área de la cuenca del río Paute (Reserva Cubilan).	259
Fotografía 5.1- 55: Parque Nacional Sangay, 2014.	261

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1- 1: Fase de una cuenca representada por la curva hipsométrica (Domínguez, 2009)	15
Gráfico 5.1- 2: Curva hipsométrica de la cuenca del río Santiago.....	15
Gráfico 5.1- 3: Curva hipsométrica de la cuenca del río Namangoza.....	16
Gráfico 5.1- 4: Curva hipsométrica de la cuenca del río Zamora	17
Gráfico 5.1- 5: Variación de la temperatura media anual con respecto a la altura.....	27
Gráfico 5.1- 6: Evaporación media anual en las estaciones de la cuenca del río Santiago .	28
Gráfico 5.1- 7: Hietograma mensual al sitio de proyecto PHS.....	40
Gráfico 5.1- 8: Curva de permanencia de caudales diarios al sitio del proyecto PHS	41
Gráfico 5.1- 9: Forma del hidrograma sitio del PHS, tramo del río Santiago	44
Gráfico 5.1- 10: Uso del suelo y cobertura vegetal. Área de estudio 3	49
Gráfico 5.1- 11: Uso del suelo y cobertura vegetal, Área de estudio 3.	53
Gráfico 5.1- 12: Uso potencial del suelo. Área de estudio 3.....	55
Gráfico 5.1- 13: Conflictos de uso del suelo. Área de estudio 3	57
Gráfico 5.1- 14: Comparación entre Coliformes Totales y Coliformes Fecales.....	66
Gráfico 5.1- 15: Resultados Amoniaco	67
Gráfico 5.1- 16: Resultados DBO.....	67
Gráfico 5.1- 17: Resultados Hierro.....	68
Gráfico 5.1- 18: Resultados Manganeso.....	68
Gráfico 5.1- 19: Resultados N-Nitratos	69
Gráfico 5.1- 20: Resultados N-Nitritos	69
Gráfico 5.1- 21: Resultados Coliformes Totales.....	70
Gráfico 5.1- 22: Resultados Coliformes Fecales	71
Gráfico 5.1- 23: Resultados Turbiedad	71
Gráfico 5.1- 24: Resultados WQI	75
Gráfico 5.1- 25: Resultados Coliformes fecales	75
Gráfico 5.1- 26: Resultados DBO.....	76
Gráfico 5.1- 27: Resultados Turbiedad	77
Gráfico 5.1- 28: Comparación entre Coliformes Totales y Coliformes Fecales.....	88
Gráfico 5.1- 29: Resultados Amoniaco	89
Gráfico 5.1- 30: Resultados DBO.....	89
Gráfico 5.1- 31: Resultados Hierro.....	90
Gráfico 5.1- 32: Resultados N-Nitratos	90

Gráfico 5.1- 33: Resultados N-Nitritos	91
Gráfico 5.1- 34: Resultados Coliformes Totales.....	92
Gráfico 5.1- 35: Resultados Coliformes Fecales	92
Gráfico 5.1- 36: Resultados Oxígeno Disuelto	93
Gráfico 5.1- 37: Resultados Turbiedad	93
Gráfico 5.1- 38: Resultados WQI	96
Gráfico 5.1- 39: Resultados Coliformes fecales	96
Gráfico 5.1- 40: Resultados DBO.....	97
Gráfico 5.1- 41: Índice de calidad global en los puntos de muestreo	98
Gráfico 5.1- 42: Índice de calidad del parámetro Coliformes Totales	99
Gráfico 5.1- 43: Índice de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	100
Gráfico 5.1- 44: Gráfica de caja comparando el BMWP obtenido en época seca y húmeda de la cuenca del río Santiago.	176
Gráfico 5.1- 45: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Zamora.....	177
Gráfico 5.1- 46: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Namangoza.....	178
Gráfico 5.1- 47: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Namangoza.....	178
Gráfico 5.1- 48: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Santiago.....	179
Gráfico 5.1- 49: Resultado del test ANOVA y sus respectivos a posteriori de Tukey y Fisher Comparando el índice BMWP en las subcuencas de los ríos Zamora, Namangoza y Santiago.....	180
Gráfico 5.1- 50: Gráfica de caja comparando el BMWP obtenido en las subcuencas de los ríos Zamora, Namangoza y Santiago.	180
Gráfico 5.1- 51: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Zamora en época húmeda.....	183
Gráfico 5.1- 52: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Zamora en época seca.....	184
Gráfico 5.1- 53: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Namangoza en época húmeda.....	185
Gráfico 5.1- 54: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Namangoza en época seca.	186
Gráfico 5.1- 55: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Namangoza en época húmeda y seca.	186

Gráfico 5.1- 56: Área (ha) y porcentaje de los ecosistemas que se encuentran en el Área de estudio 3.....	188
Gráfico 5.1- 57: Área (ha.) y porcentaje de los ecosistemas terrestres que se encuentran en el Área de estudio 3.....	190
Gráfico 5.1- 58: Densidad poblacional del área de aporte hidrológico, según cantón.	200
Gráfico 5.1- 59: Pirámide poblacional del área de aporte hidrológica, año Censal 2010 y proyección al año 2034.....	202
Gráfico 5.1- 60: Índices de pobreza y extrema pobreza de los cantones del área de aporte hidrológico.....	203
Gráfico 5.1- 61: Número de incendios forestales registrados por provincias en el Ecuador, año 2012. Secretaría de Gestión de Riesgos.	207

CAPÍTULO 5 LÍNEA BASE AMBIENTAL

El análisis descriptivo y la caracterización de los diferentes componentes ambientales, biofísicos y socioculturales para el PHS, se enmarca geográficamente en tres segmentos territoriales (Áreas de Estudio) definidos en base a los criterios detallados en el Capítulo 4. Definición del Área Referencial (Área de Estudio).

Estos segmentos son:

- Área de estudio 3: Área de aporte hidrológico.
- Área de estudio 2: Área de entorno inmediato a las obras del proyecto.
- Área de estudio 1: Área de emplazamiento de obras.

Las Áreas de Estudio se visualizan en la Figura 5.1- 1 y Mapa BAS-005: Ubicación general de las Áreas de Estudio del PHS.

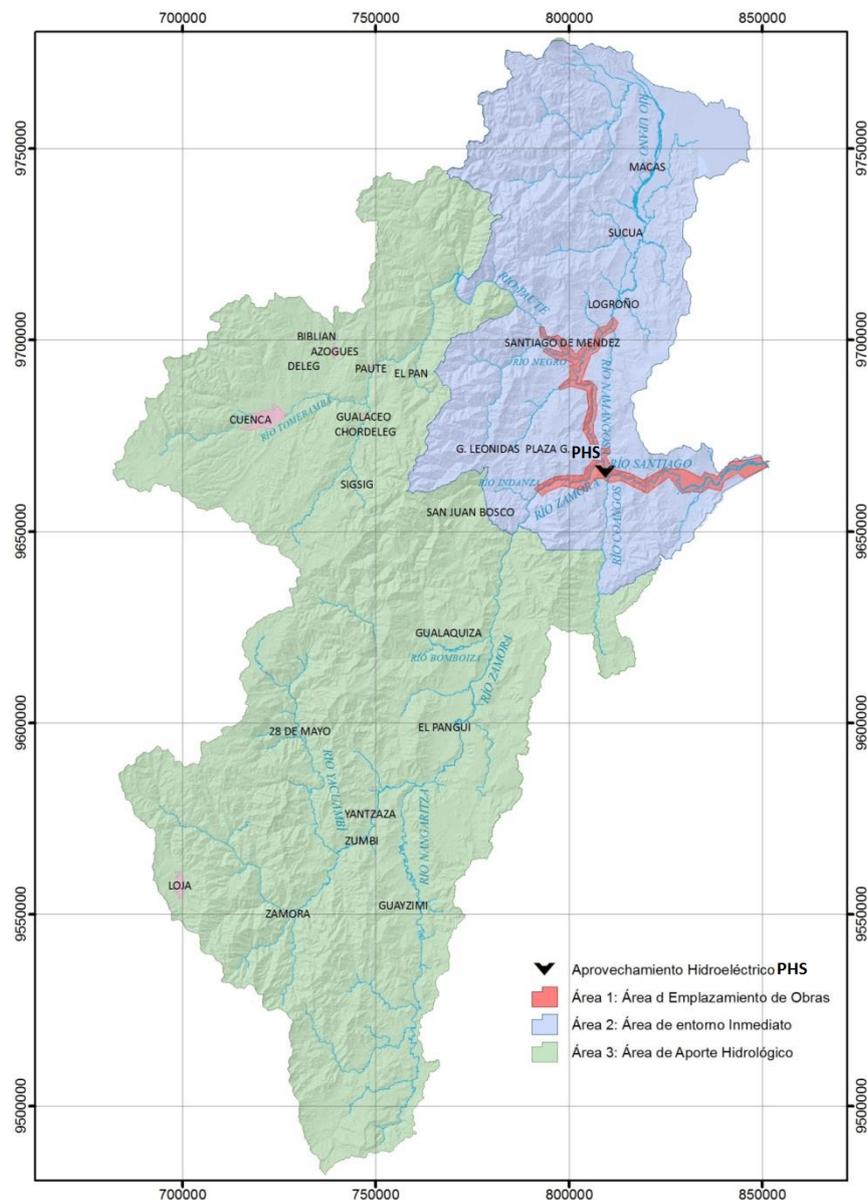


Figura 5.1- 1: Área referencial del Proyecto Hidroeléctrico Santiago PHS
Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

5 CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA REFERENCIAL DEL PHS (LÍNEA BASE)

5.1 Caracterización y diagnóstico del Área de estudio 3: Área de aporte hidrológico

El Área de estudio 3, comprende toda la cuenca de aporte hídrico del PHS y que de acuerdo a la delimitación hidrográfica Nivel 5 del SENAGUA 2011, abarca el sistema hidrográfico del río Santiago conformada a su vez por 3 cuencas hidrográficas que corresponden a los ríos Zamora, Namangoza y Santiago (intercuenca). Ocupa una superficie de 23943,04 km², y su distribución espacial se la visualiza en la Figura 5.1- 2: y Mapa BAS-008: Ubicación del Área de estudio 3. Área de aporte hidrológico.

El objetivo del análisis de esta área de estudio, es generar información sobre el estado ambiental en la cuenca aportante al PHS, a fin de obtener una visión global de la problemática socio-ambiental relacionada con la producción y generación hídrica (cantidad y calidad) en la cuenca del río Santiago, aspectos que están relacionados directamente con la futura sostenibilidad del proyecto.

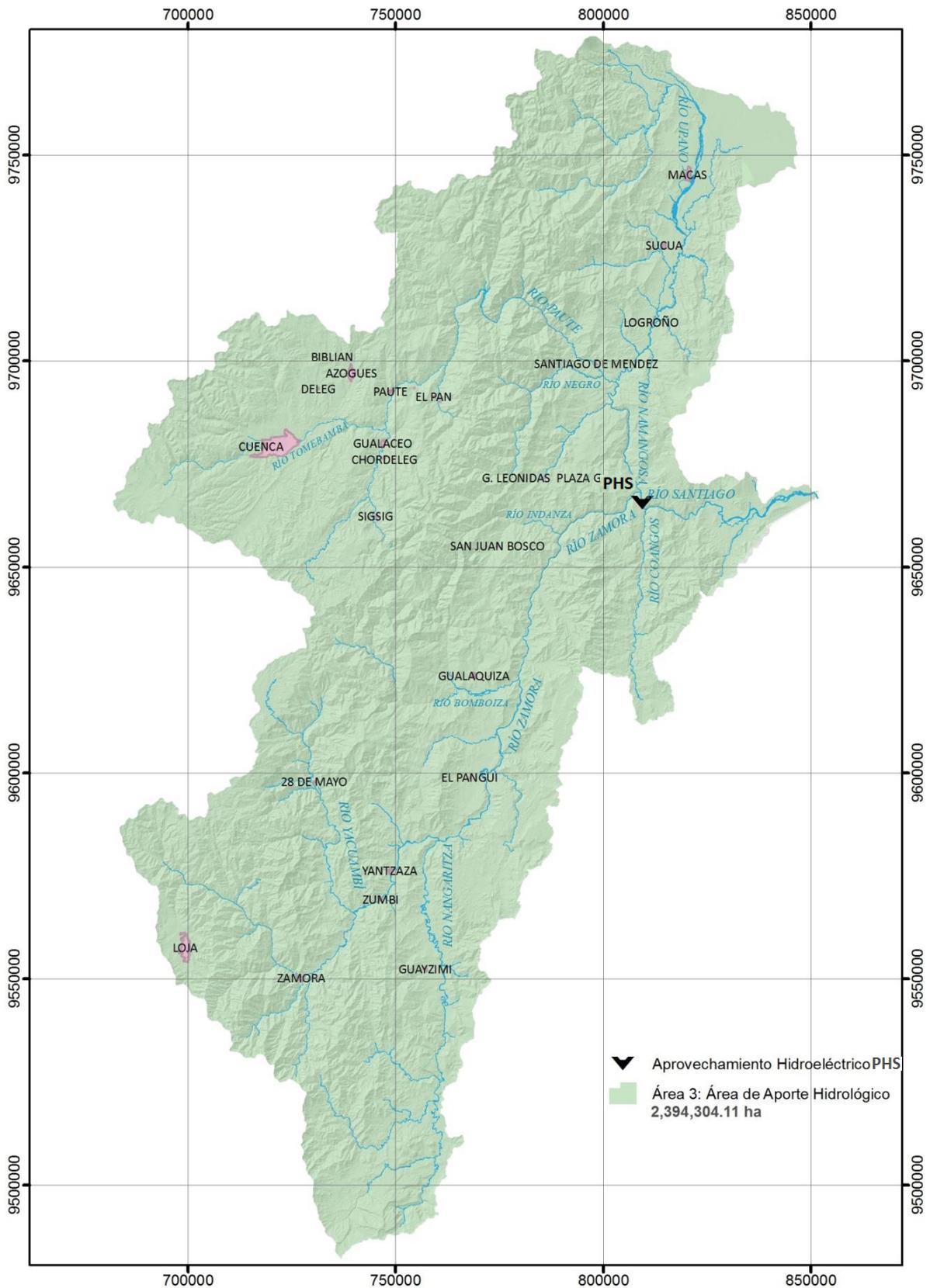


Figura 5.1- 2: Área de Estudio 3: Área de aporte hidrológico
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.1 Cuencas y subcuencas hidrográficas

5.1.1.1 Cuenca hidrográfica de estudio

El Área de estudio 3 está conformada por la cuenca del río Santiago, la cual a su vez incluye la subcuenca del río Namangoza, subcuenca del río Zamora y la intercuenca del río Santiago. Aguas abajo del punto de implantación del PHS, se encuentran subcuencas menores del río Santiago y la subcuenca del río Coangos, esta última de importancia en la consideración del estudio de caudales ecológicos.

A continuación se describen las principales cuencas y subcuencas del Área de estudio 3.

Cuenca del río Santiago

La cuenca del río Santiago se localiza en la región suroriental de la República de Ecuador, entre los paralelos 2° 00' y 4° 42' S y los meridianos 79° 22' y 77° 48' W. Limita al norte con las cuencas de los ríos Pastaza y Guayas, al noreste con la cuenca del río Morona, al sur con la cuenca del Mayo, al suroeste con la cuenca del río Chira, al oeste con las cuencas de los ríos Cañar, Balao, Gala, Jubones y al este con el límite internacional de Perú (Figura 5.1- 2).

Esta vertiente está formada por afluencias de los ríos que nacen en la cordillera oriental de los Andes. Es una cuenca cuyo parteaguas comprende territorio extranjero, aunque la mayor superficie se encuentra dentro de este país, emplazada en las provincias de Morona Santiago (47 %), Zamora Chinchipe (30 %), Azuay (15 %), Cañar (4 %), Loja (2 %) y Chimborazo (2 %). Las principales zonas urbanas dentro de la cuenca son Loja, Cuenca, Gualaceo, Paute, Gualaquiza, Sucúa y Macas.

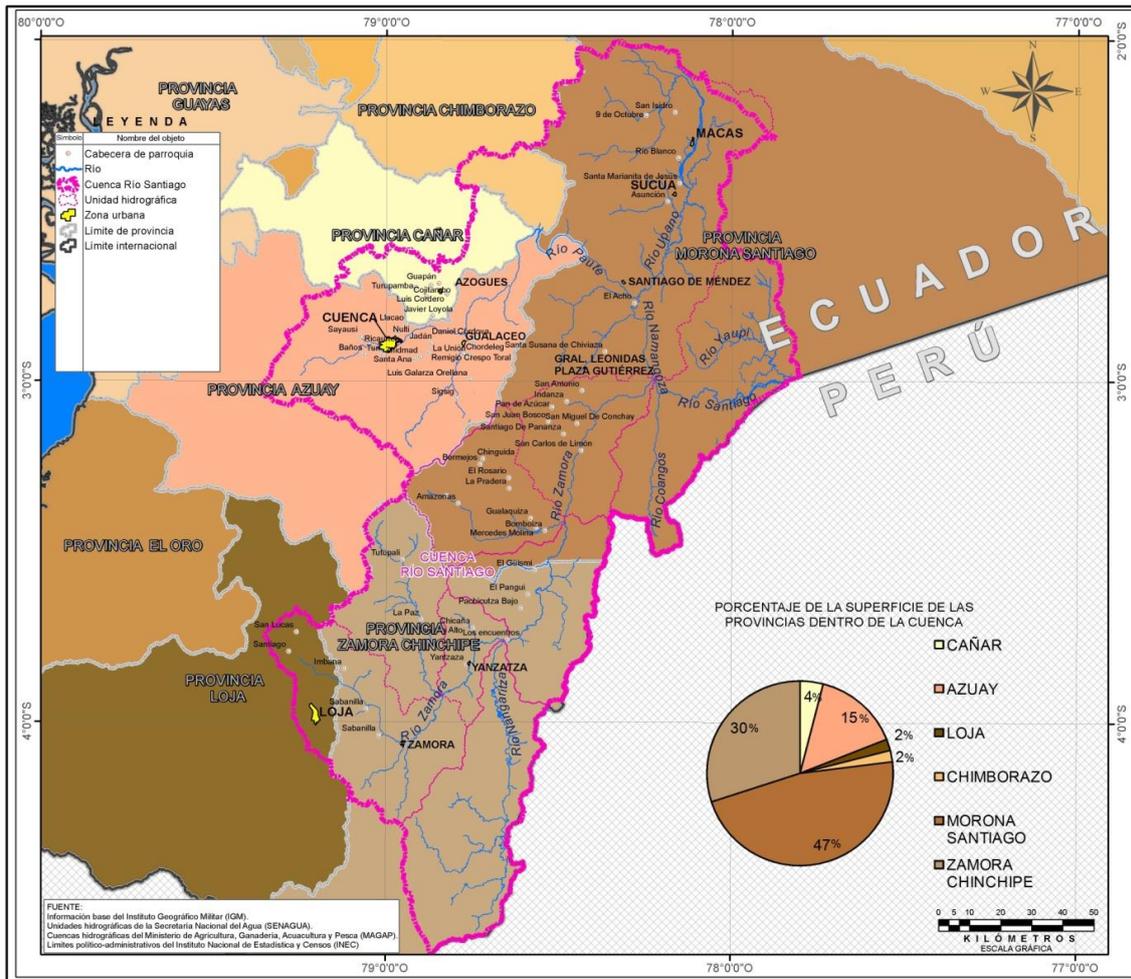


Figura 5.1- 3: Localización de la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

El río Santiago nace de la unión de los ríos Namangoza y Zamora, el primero recibe las aguas del río Paute y el río Upano, y el segundo se forma en la provincia de Loja y sus principales afluentes son los ríos Nangaritza, Yacuambi y Bomboiza. El río Santiago es afluente directo del río Marañón perteneciente a la cuenca alta del río Amazonas, el cual recorre buena parte de los territorios amazónicos de Ecuador y de Perú.

Las condiciones climatológicas de la cuenca son muy variables, desde el clima ecuatorial frío de alta montaña en las grandes alturas, clima frío de los páramos, templado y subtropical y tropical húmedo en las llanuras de nivel más bajo.

Dentro del país, la cuenca cubre un área aproximada de 24.937 km² (SIG) y sus principales drenajes conforman cinco subcuencas: río Zamora (46 %), río Namangoza (44 %), río Coangos (4 %), río Yaupi (4 %) y Santiago, o mencionada también como áreas menores (2 %). Si bien las cuencas de los ríos Yaupi y Coangos son parte de la cuenca del río Santiago, sin embargo no están incluidas dentro del área de aporte hidrológico (Área de estudio 3).

Sus elevaciones oscilan entre los 190 y 5.283 msnm. Presenta zonas geomorfológicas bien diferenciadas entre mesetas, llanuras, cuencas intermontañas y relieves colinados. Las principales unidades de relieve son la sección oriental de la cordillera de los Andes y el

sector de la llanura amazónica. Una de sus más sobresalientes es el volcán Sangay situado en la provincia de Morona Santiago.

Según la delimitación de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA) basada en el método Pfafstetter, la cuenca del río Santiago está dividida en nueve unidades hidrológicas, y considera la subcuenca del río Namangoza como una sola unidad; sin embargo el análisis fisiográfico realizado como parte del estudio hidrológico identificó que esta subcuenca se subdivide en otras unidades. En el caso de la subcuenca del río Zamora, las unidades identificadas coinciden con las de SENAGUA. En la Figura 5.1- 4 se muestran, con fines comparativos, las unidades hidrográficas obtenidas tanto por SENAGUA mediante el método Pfafstetter, y las obtenidas mediante el análisis fisiográfico integral de la cuenca en los estudios hidrológicos del proyecto.

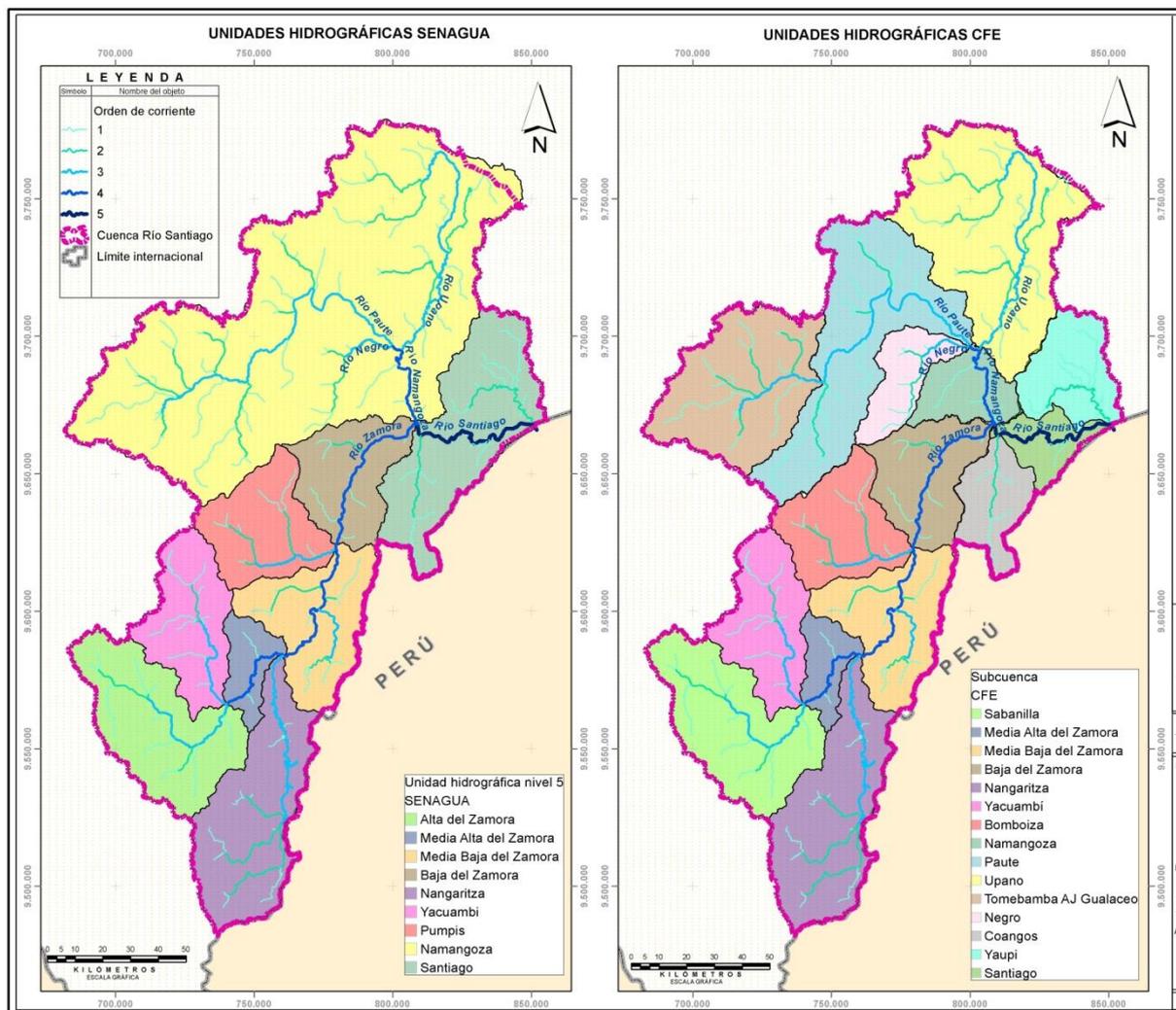


Figura 5.1- 4: Unidades hidrográficas de la cuenca del río Santiago, SENAGUA/PHS

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En virtud de lo anterior, a continuación se describen las principales unidades hidrográficas que conforman la cuenca del río Santiago, así como sus principales aportantes, las cuales se muestran en la Figura 5.1- 5.

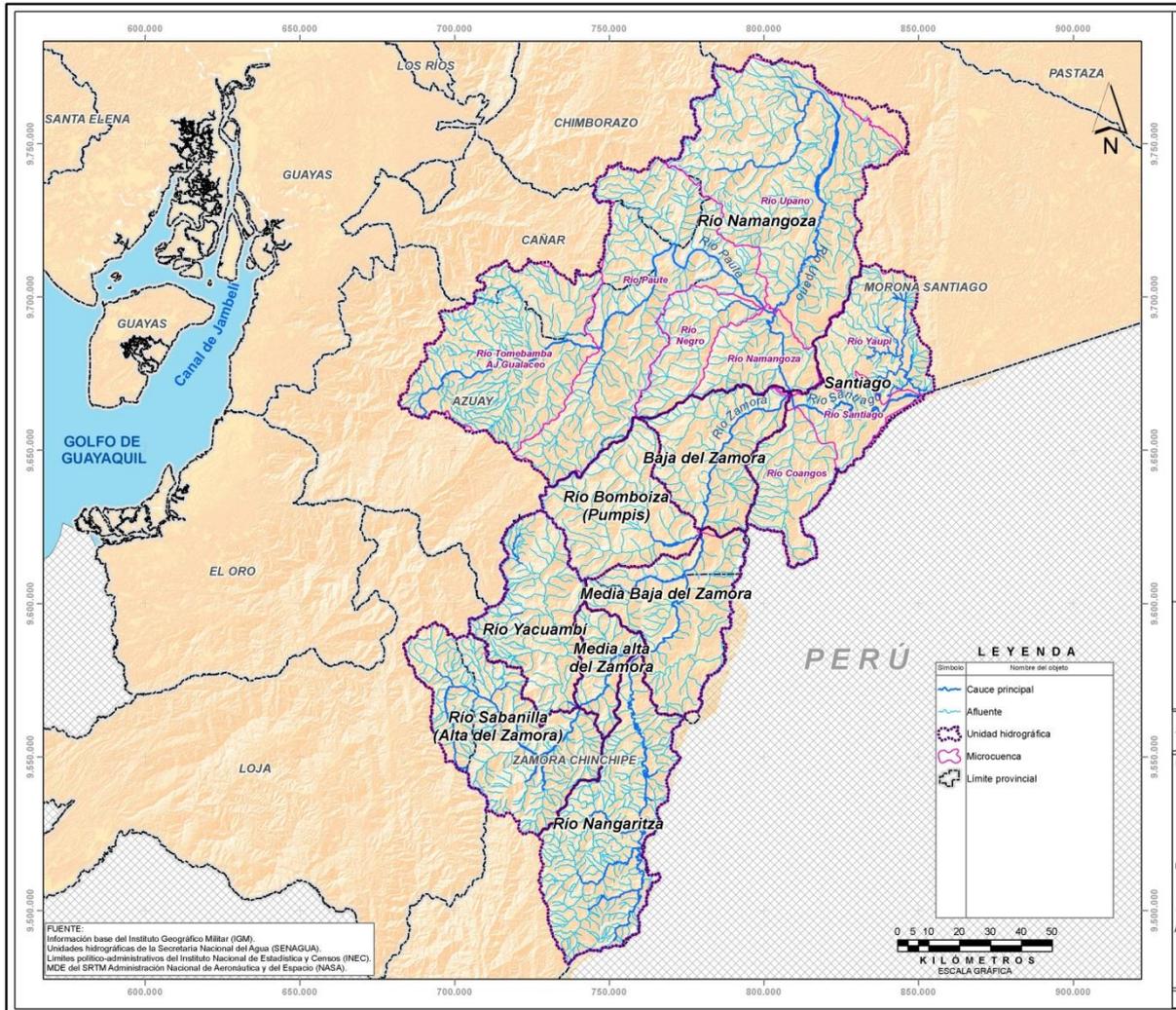


Figura 5.1- 5: Subcuencas del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Subcuenca del río Namangoza

La subcuenca del río Namangoza se encuentra en el noroeste de la cuenca y nace en la confluencia de los ríos Paute y Negro, comprende parte de las provincias de Morona - Santiago, Azuay, Cañar y Chimborazo. Se localiza entre los paralelos 02° 00' y 03° 16' S de latitud sur y los meridianos 77° 53' y 79° 22' W de longitud oeste. Las cuencas colindantes son al norte la del río Pastaza, al sur el río Zamora, al este los ríos Morona y Yaupi y al oeste el río Cañar, al noroeste el río Guayas y al suroeste el Balao. Sus elevaciones oscilan entre los 296 y 5.283 msnm. Tiene una superficie de 10.887 km². Esta subcuenca se subdivide tomando como referencia sus principales afluentes.

El río Upano nace en el Parque Nacional Sangay, zona protegida que forma parte de la Red de Áreas Naturales Protegidas Amazónicas (RANPA), localizada en la región centro oriental del Ecuador, en las parte alta y estribaciones de la Cordillera Oriental cerca de la cabecera del Cantón Zuña. El río fluye con dirección oeste-este, recorre 20 km aproximadamente hasta llegar a la confluencia del río Abanico, a pocos kilómetros del poblado de Macas, para seguir su recorrido hacia el norte, con un recorrido meándrico hasta toparse con una pronunciada topografía cambiando su dirección norte-sur. Aguas abajo del poblado de

Macas, por su margen izquierda, recibe aportes de los ríos Yukipa y Seipa, y por su margen derecha se unen importantes cauces de los ríos Tutanangoza, Chankachankasa y Yurupasa, hasta juntarse con el río Namangoza que se forma en la confluencia del Paute y Negro.

La subcuenca del río Paute se encuentra emplazada en tres provincias: Azuay, Morona Santiago y Cañar; está comprendida entre las coordenadas 3°16' y 37,36" S, 2° 17' 55,20" S; 79 21'51,19"W, 78° 15' 36,54" W. Cubre un área de aproximadamente 5.600 km², a ella pertenece la ciudad de Cuenca.

La subcuenca del río Paute nace en la región interandina, al sur del país; fluye hacia la vertiente Amazónica, preferentemente en dirección nororiental y se inicia en la confluencia del río Tomebamba con el río Gualaceo. Su altitud en la región interandina, varía entre los 2.100 y 4.400 msnm; mientras que la zona más baja varía aproximadamente entre los 500 y los 2.000 msnm. La zona más occidental de la cuenca se encuentra localizada aguas arriba de la confluencia del río Paute con el Gualaceo; mientras que la zona oriental incluye las cuencas de los ríos Gualaceo, Collay, así como una serie de pequeños afluentes que drenan directamente al río, aguas abajo de su confluencia con el río Gualaceo.

Sobre el río Paute existe infraestructura importante que regula los escurrimientos del río mediante dos embalses (Mazar y Amaluzá), cuyo recurso hídrico alimenta a las centrales Mazar y Molino. Aguas abajo de la central Molino no existen embalses de regulación. Actualmente se está construyendo la Central Sopladora que turbinará las aguas de la central Molino desde una cámara de interconexión y un túnel de carga; y aguas abajo se tiene contemplado, a nivel de proyecto, la Central Hidroeléctrica Cardenillo, que considera tanto embalse, como túnel de carga.

Aproximadamente a 45 km en dirección del río Paute, aguas abajo del embalse Molino se localiza la confluencia de los ríos Paute y Negro. La subcuenca del río Negro, está emplazada en la provincia de Morona Santiago, se encuentra entre los paralelos 2° 40,0' S y 3° 04,0' S y los meridianos 78° 40,0' W y 78° 18,0' W. El río Negro nace de la confluencia de los ríos Pambil y Cruzado en la región interandina oriental y drena sus escurrimientos hacia el este hasta que confluye con el río Paute a unos 3 km aproximadamente al sureste del poblado de Santiago de Méndez, en el valle del río Upano.

En la confluencia del río Paute y Negro se forma el río Namangoza, fluye en dirección sureste, sigue su curso hasta la unión con el Upano cerca de la población de Patuca, donde cambia de orientación norte-sur, es meándrico hasta recibir una importante aportación por su margen derecha del río Yungantza que nace a 1 km aproximadamente aguas arriba del poblado Gral. Leonidas Plaza. En este valle amazónico oscilan elevaciones entre los 1.500 y 500 msnm. En la unión del río Namangoza con el Zamora se forma el río Santiago, más adelante se describe esta subcuenca conocida también como áreas menores.

Subcuenca del río Zamora

La subcuenca del río Zamora se encuentra en la región meridional del Ecuador entre los paralelos 03° 00' y 04° 00' S y los meridianos 78° 22' y 79° 20' W. Limita al norte con las cuencas del río Namangoza, los páramos de Matanga y Shincata, al sur con las estribaciones de Zamora y la cordillera del Cóndor; al oeste el nudo de Cajamarca y la

cordillera de Condorcillo, cubriendo las provincias de Loja, Zamora y Morona. Su cauce principal se inscribe en una falla NNE-SSW y su escurrimiento tiene una dirección sur a norte, recibiendo importantes aportes en sus márgenes.

El río Zamora se origina en el Parque Nacional de Podocarpus, específicamente en el Nudo de Cajanuma, en unas lagunas situadas a más de 3.200 msnm, en el límite entre Loja y la provincia de Zamora Chinchipe. Tras describir el río una curva en dirección noreste recibe el aporte de los ríos Malacatus y Las Juntas, cambia la dirección de su curso hacia el este y atraviesa las formaciones metamórficas de la Cordillera Real, captando a su paso las aguas de los ríos Tambo Blanco, San Francisco y Sabanilla, hasta la ciudad de Zamora, drenando hasta este sitio un área de 1.600 km², a unos 970 msnm, la capital provincial y cabecera del cantón homónimo, en donde confluyen los ríos Bombuscara y Jambué; continua su curso por Timbara, Cumbaratza, Suapaca, Nanguipa, Yanzatza y Muchima, posteriormente recibe el aporte, por la margen derecha y llegando del sur en Los Encuentros, del río Nangaritza, continuando hacia el noreste alcanzado Pincho, Quimi y Gualaquiza.

Por la margen izquierda el río Zamora recibe el aporte de los ríos que drenan la vertiente oriental de la Cordillera Central, siendo los principales: Yacuambi, Chicaña, Chuchumbletza, Bomboiza, Panantza e Indanza; y por la margen derecha, los ríos que drenan la cordillera Oriental del Cóndor entre los que destacan: Bombuscara, Jambué y Nangaritza que son afluentes importantes, producto de su abundante precipitación. El río Zamora drena un área de 11.369 km² hasta su unión con el río Namangoza, en la cota 300 msnm. En la Figura 5.1- 4 se muestra la localización de la cuenca del río Santiago, mostrando la subdivisión de las cuencas de los ríos Zamora y Namangoza.

La subcuenca del río Sabanilla también conocida como subcuenca alta del río Zamora se ubica en el suroeste de la cuenca del río Santiago, aquí se localiza la ciudad de Loja, capital de la provincia y cantón homónimos, el río Zamora forma el delta sobre el que se asienta el área urbana, debido a que esta ciudad se encuentra a solo 10 km aproximadamente del nacimiento de este río. Drena sus escurrimientos en dirección noroeste pero pronto toma la dirección noreste, debido a sus características geomorfológicas se sigue el tramo por una curva muy pronunciada cambiando de orientación a sureste poco después de la confluencia del río San Lucas.

Aguas abajo el curso del río Zamora recibe aportaciones por su margen izquierda del río Tibio y por su margen derecha del río San Francisco, y río Sabanilla este tramo es distinguido por las cascadas de las diferentes quebradas tributarias del río Zamora. Se llega a la ciudad de Zamora asentada entre la confluencia del río Zamora, Bombuscara y Jambué, y retoma una dirección noreste hasta donde se unen los escurrimientos del río Yacuambí.

El río Yacuambi se origina en los páramos de Matanga y drena sus escurrimientos con una dirección norte-sur. En su recorrido recoge las aguas de los sistemas de drenaje que descienden desde la parte alta de la Cordillera Oriental, particularmente de la Cordillera de Cordoncillo y de los contrafuertes Tzunantza, Queque y Campanahurcu. Recibe afluentes en sus dos márgenes, siendo los principales sobre la margen derecha, los ríos Ingenio, Quimi y Salado. Todo su curso presenta características torrenciales, que imposibilita la navegación, excepto un tramo pequeño cercano a su desembocadura en el río Zamora, en donde el cauce es más amplio.

La subcuenca del río Chuchumbletza se origina en la vertiente media y baja de la Cordillera Real Andina y escurre sus aguas con dirección Oeste-Este; este río demarca el límite entre las provincias sur-amazónicas. Por su ubicación fisiográfica, los sistemas de drenaje de estas cuencas presentan un régimen torrencial, impidiendo la navegación, no así su drenaje principal, que permite la navegación en sus cursos medio e inferior. Su longitud calculada es de 23 km y su cuenca 136 km², que corresponden al 0,6 % de la provincia de Morona-Santiago.

La subcuenca del río Bomboiza se ubica en el extremo Sur-Occidental de la provincia de Zamora Chinchipe, está formada y alimentada por pequeños ríos que se originan en el flanco oriental de la cordillera Real. Su río principal se forma bajo el aporte de tres ríos: Cuyes, Cuchipamba y Gualaquiza; drena sus aguas con una dirección oeste-este. El límite hidrográfico Sur Occidental es de la provincia de Zamora Chinchipe. Por la topografía del relieve, los ríos de montaña y de cuenca media, escurren torrencialmente, en cambio, en la planicie son posibles actividades de navegación. La longitud calculada es de 66 km y su superficie calculada de 1.485 km², que significa el 6,2 % de toda la provincia.

La subcuenca del río Nangaritzita limita al sureste con la cuenca del río Blanco-Chinchipe y al sur y este, con la vecina República del Perú. Su cauce principal escurre con una dirección sur-norte y capta por su margen derecha, los escurrimientos que descienden de la cordillera del Cóndor. El río Nangaritzita por su margen izquierda recibe escurrimientos importantes de los ríos Chumbiriatza y Numpatakaime, que se forman en la cordillera de Tzunantza. En la zona de montaña su régimen es torrencial, lo cual limita su navegabilidad, misma que puede ser posible en zonas medias y de planicie, para luego desembocar en el Zamora frente a la parroquia Los Encuentros.

Subcuencas menores del río Santiago

La subcuenca de áreas menores se localiza al NE de la cuenca y es una porción dentro de la República de Ecuador de la demarcación completa, ya que este parteaguas abarca también territorio peruano. Se encuentra emplazada en la provincia de Morona Santiago entre los paralelos 2° 56' y 3° 14' S y 77° 50' y 78° 13' W. Tiene una superficie dentro del País de 595 km². Sus elevaciones oscilan entre los 190 y los 2.073 msnm. Es la parte más baja de la cuenca. El río Santiago es el cauce principal que recibe los escurrimientos de las anteriores subcuencas para darle salida hacia el río Marañón.

El río Santiago, tiene una longitud de 285 km de los que 55 km corresponden a territorio ecuatoriano dentro del Cantón Tiwintza (Tiwintza, 2012). Los escurrimientos del cauce que pertenecen al país tienen una dirección de oeste-este y se adentra por territorio peruano por la región amazónica cambiando su dirección a norte-sur en la confluencia con el río Yaupi, por la vertiente occidental de la cordillera Campanquiz. El río se caracteriza por presentar grandes rectas intercaladas con curvas amplias y abiertas, alcanzando su cauce en algunos lugares un ancho máximo de 1.500 m. (<http://www.minag.gob.pe>).

Subcuenca río Coangos

La subcuenca del río Coangos se localiza al este de la subcuenca del río Zamora en la provincia de Morona Santiago, entre los paralelos 03° 2' y 03° 31' S y los meridianos 78° 5'

y 78° 21' W. Limita al norte con la subcuenca de áreas menores (río Santiago), al sur con la cuenca del río Cenepa (en territorio peruano), al este con el país vecino de Perú y oeste con Zamora. Tiene una superficie de 875 km² y es la porción más septentrional de la Cordillera del Cóndor. Es un valle situado en una falla tectónica con alineación norte-sur.

El río Coangos desemboca en el río Santiago tiene una dirección sur-norte. La cuenca se encuentra entre rangos de altitud que van desde los 312 hasta los 3.550 msnm .La subcuenca es habitada por comunidades Shuar.

5.1.1.2 Características morfométricas de la cuenca del río Santiago

Análisis fisiográfico de la cuenca

Las actividades realizadas para el desarrollo de este análisis permitieron conocer la topología hidrográfica de la cuenca del río Santiago y, con ello, obtener digitalmente las principales variables fisiográficas de mayor impacto sobre los escurrimientos, tales como:

- Pendiente de la cuenca
- Longitud de cauces
- Forma de la cuenca
- Red de drenaje
- Subcuencas, etc.

El principal insumo para llevar a cabo el análisis fisiográfico fue la información topográfica digital obtenida a través del sitio <http://srtm.csi.cgiar.org/> del *ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM)*, creada por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI) conjuntamente con la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). La información antes descrita, permitió generar el modelo digital de elevaciones (MDE) con resolución de 1 segundo de arco por *pixel* (aprox. 30 m) para la cuenca del río Santiago (Figura 5.1- 6).

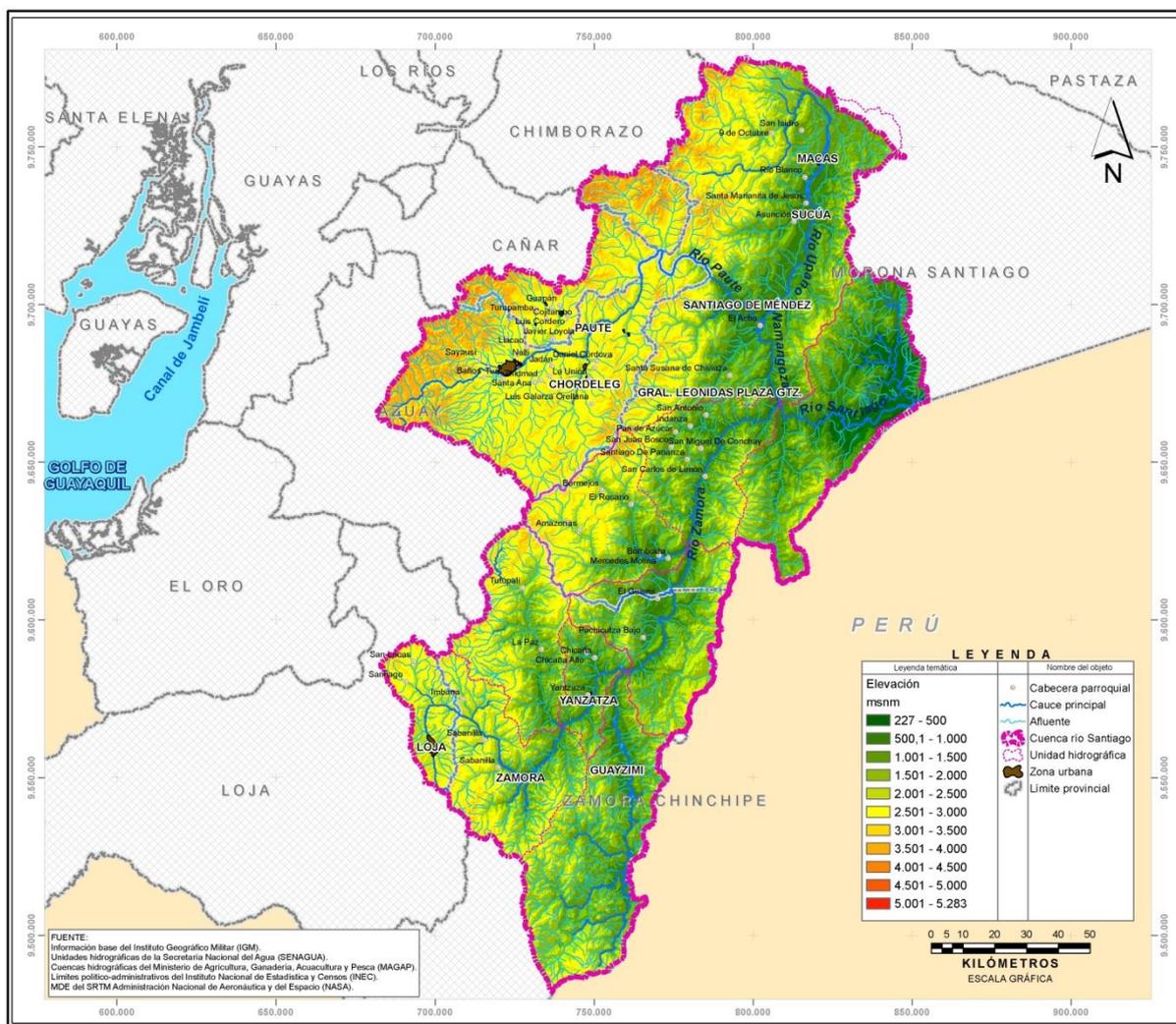


Figura 5.1- 6: Modelo digital de elevaciones de la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Aunado al MDE, y debido a la necesidad de contar con una red de corrientes confiable, fue necesario complementar el análisis fisiográfico con la hidrografía de la cartografía 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM) de la República del Ecuador por medio de la digitalización de corrientes hidrográficas.

El análisis fisiográfico permitió obtener de manera sistemática y en plataforma SIG las áreas drenadas a las estaciones hidrométricas y la red de drenaje de las cuencas.

En la Figura 5.1- 7 se muestra el cauce principal del río Zamora, Upano, Paute, Namangoza y Santiago obtenidos mediante geoprocesos.

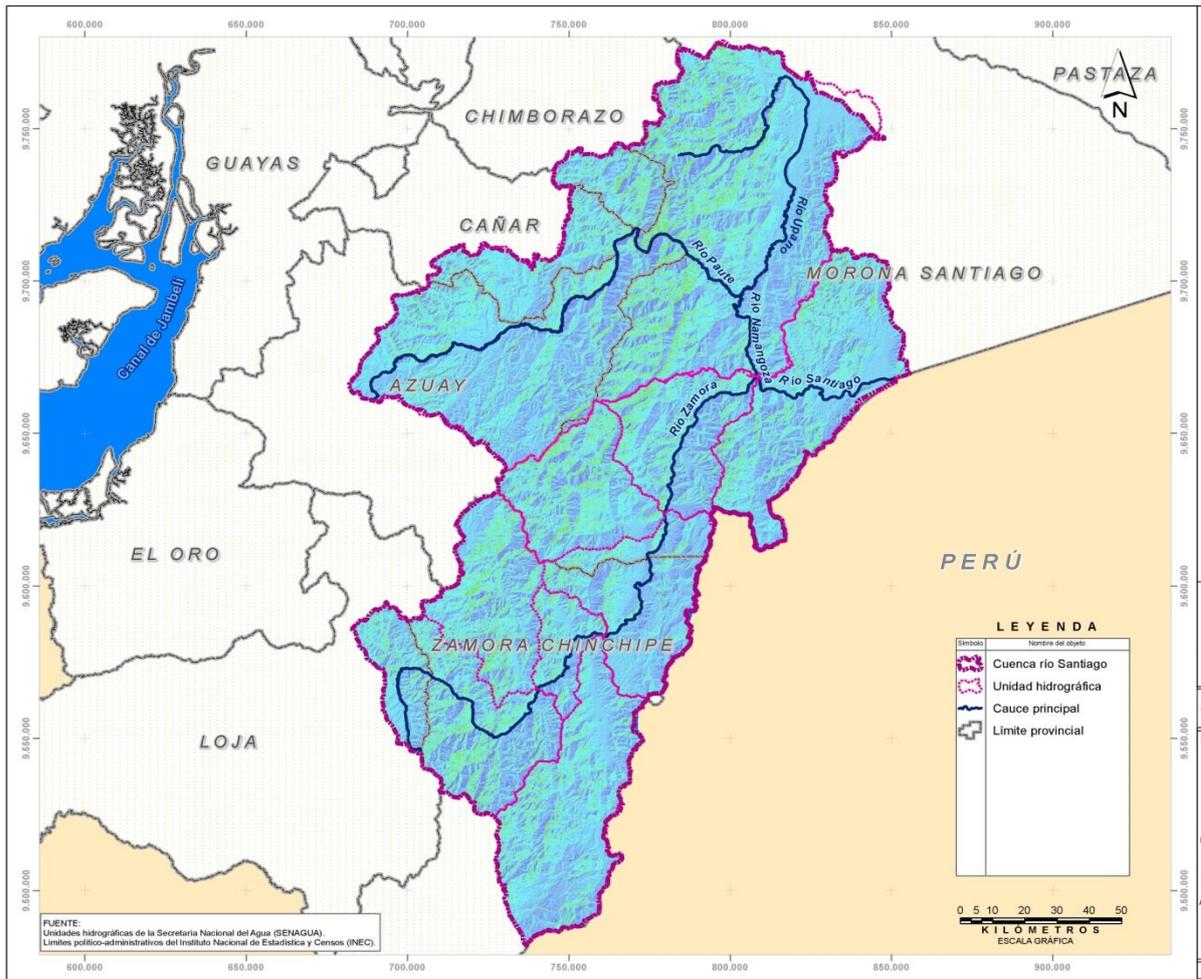


Figura 5.1- 7: Modelo fisiográfico de la cuenca del río Santiago y longitud del cauce principal

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Dadas las condiciones hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca del río Santiago y especialmente en las subcuencas de estudio, el análisis se dividió en tres partes: la subcuenca del río Zamora, la subcuenca del río Namangoza y la intercuenca del río Santiago que comprende de la confluencia de los ríos Namangoza y Zamora hasta la confluencia con el río Coangos.

En la Tabla 5.1- 1 se presentan los resultados de las principales variables fisiográficas obtenidas del análisis realizado a la cuenca del río Santiago.

Tabla 5.1- 1: Principales características de la cuenca

Variable fisiográfica	Río Zamora	Río Namangoza	Río Santiago
Área de cuenca (km ²)	11.369,00	10.887,00	24.937,00
Perímetro de cuenca (km)	916,00	866,00	1516,00
Coefficiente de Gravelius	2,42	2,34	2,71
Longitud de cauce principal (km)	305,00	237,00	365,00
Longitud la red de corrientes (km)	3.777,00	3.641,00	7513,00
Pendiente media del cauce principal (adim)	0,0077	0,0154	0,00176
Densidad de drenaje (km ² /km ²)	0,33	0,33	0,30
Pendiente media de la cuenca (%)	35,00	20,00	18,00

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Análisis del suelo de la cuenca del río Santiago

Como complemento a las características fisiográficas de la cuenca, se determinó el número de escurrimiento (N) medio de la cuenca en análisis, empleando la información temática georeferenciada de edafología y uso de suelo. En la Figura 5.1- 8 se muestra el resultado de este análisis.

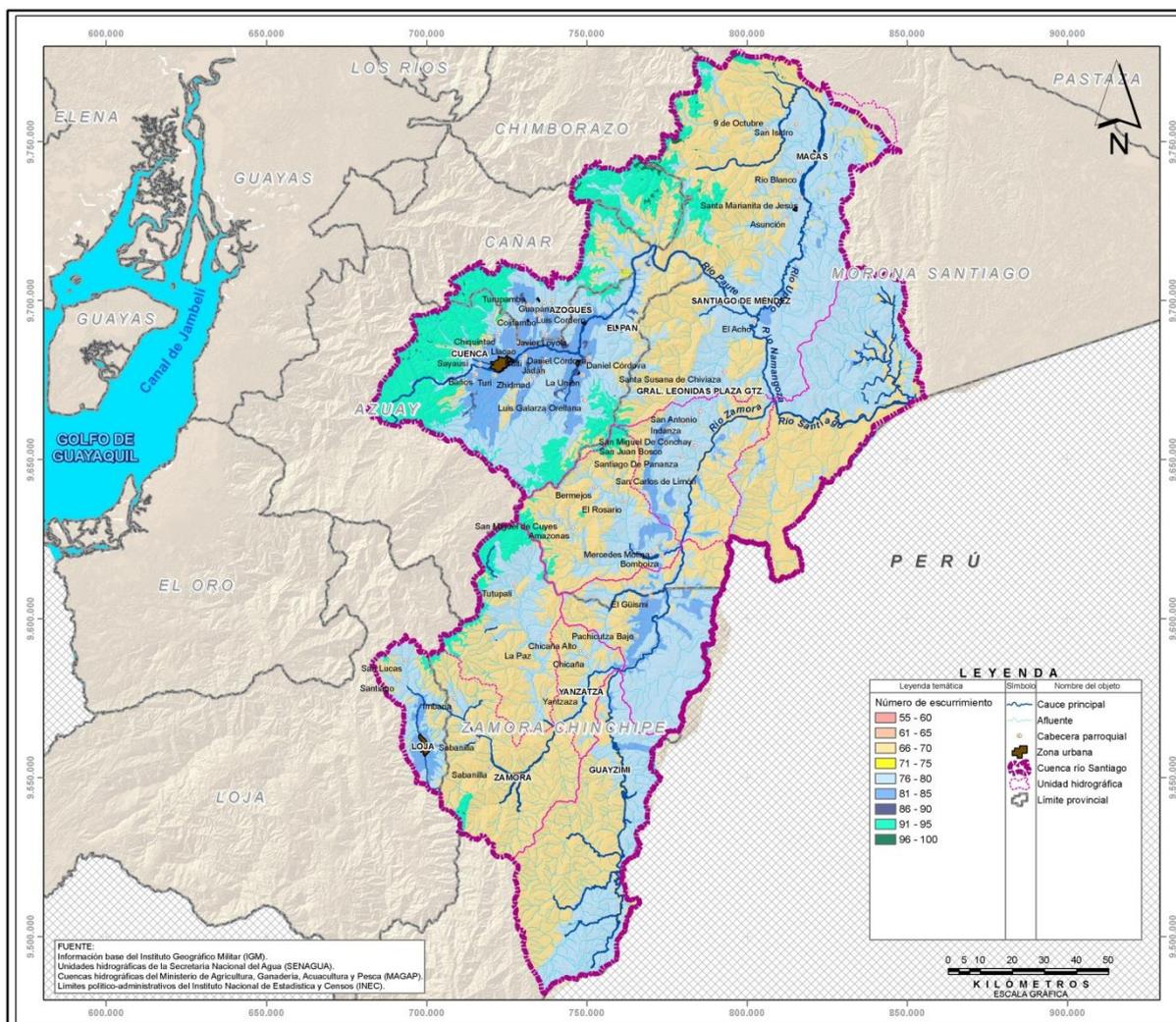


Figura 5.1- 8: Número de escurrimiento en la cuenca del río Santiago
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Análisis hipsométrico de la cuenca del río Santiago

La curva hipsométrica está relacionada con las elevaciones, proporciona información sintetizada sobre la altitud de la cuenca y se refiere a una representación gráfica de la distribución de la cuenca vertiente por tramos de altura. Con la curva hipsométrica se puede determinar la fase en la que se encuentra una cuenca.

- Fase de Juventud (curva A), refleja una cuenca con un gran potencial erosivo.
- Fase de madurez (curva B) representa una cuenca en equilibrio.
- Fase de vejez (curva C) es representativa de una cuenca sedimentaria.

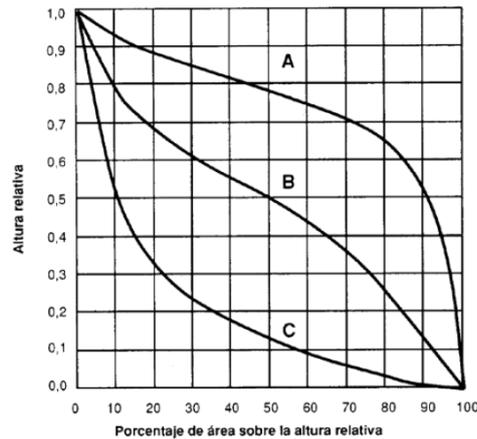


Gráfico 5.1- 1: Fase de una cuenca representada por la curva hipsométrica (Domínguez, 2009)

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

La curva hipsométrica se utiliza para analizar los aspectos de la distribución de las masas del terreno por encima de la desembocadura de la cuenca, y así determinar la tasa de concentración de las precipitaciones, o bien la distribución en la cuenca de las acumulaciones de masa topográfica.

Para efectos de caracterizar la cuenca del río Santiago e identificar su tipo de cuenca, se obtuvieron las curvas hipsométricas de la misma y a su vez las subcuencas de los ríos Zamora y Namangoza.

De acuerdo con el Gráfico 5.1- 2, se puede decir que aproximadamente el 50 % de la superficie de la cuenca del río Santiago se encuentra por arriba de la elevación 2.300 msnm además el 90 % de la superficie se encuentra por arriba de la elevación 1.600 msnm, lo cual indica que se trata de una cuenca de montaña de respuesta hidrológica muy rápida, además de que se trata de una cuenca en equilibrio a sedimentaria, tomando como base el Gráfico 5.1- 1

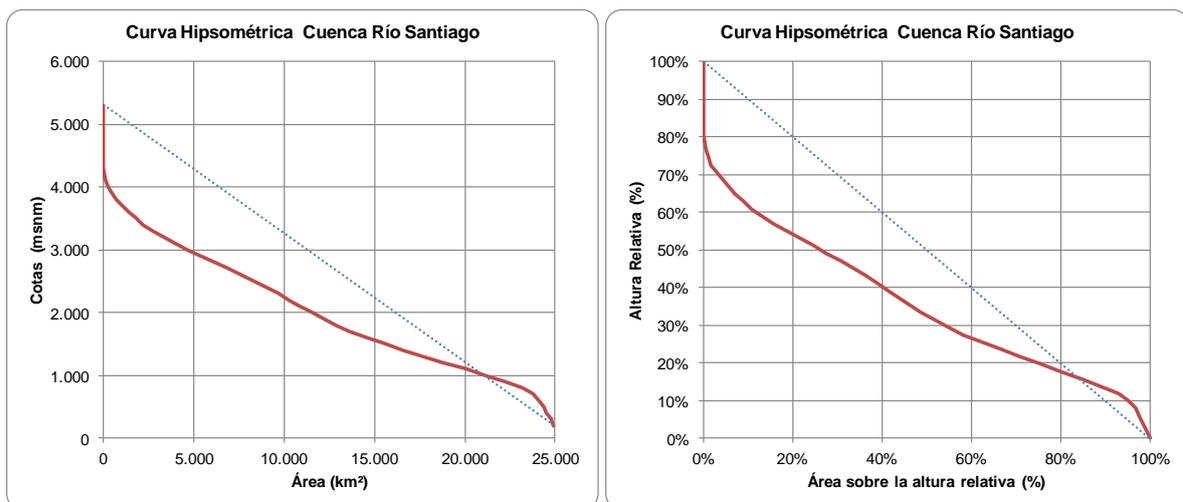


Gráfico 5.1- 2: Curva hipsométrica de la cuenca del río Santiago
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Debido a que la cuenca del río Santiago es muy amplia, se dividió la cuenca en dos subcuencas para el análisis hipsométrico, la subcuenca del río Zamora y la subcuenca del río Namangoza, con el objetivo de caracterizar con mayor detalle cada una de ellas.

De la misma forma, se obtuvo la curva hipsométrica de la subcuenca del río Namangoza, en la cual puede observar dos quiebres importantes o puntos de quiebre, lo cual indica que esta cuenca está más erosionada, aunque existen zonas en donde su respuesta es muy rápida ante eventos hidrológicos. Se observa que la mayor parte de la cuenca se encuentra por arriba de la cota 2.000 msnm. Cabe mencionar que en esta subcuenca se tiene un mayor desarrollo urbano y zonas agrícolas, lo cual infiere una aceleración en los procesos erosivos.

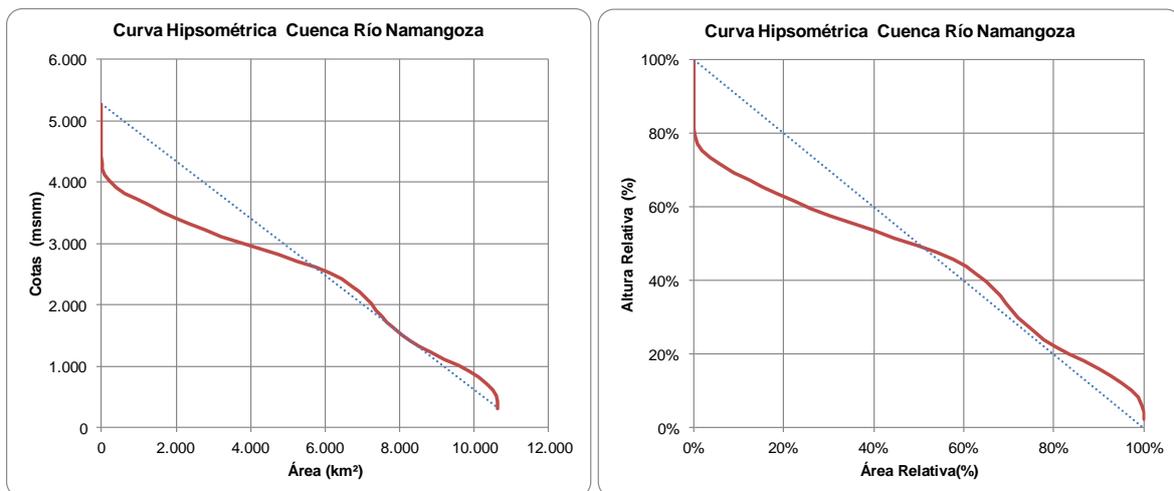


Gráfico 5.1- 3: Curva hipsométrica de la cuenca del río Namangoza
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

La curva hipsométrica del río Zamora tiene un comportamiento similar a la curva de la cuenca del Santiago; puede observarse en la Gráfico 5.1- 4 que la cuenca tiene rápida respuesta ya que la mayor parte de la superficie está sobre la cota 1200 msnm y que el punto de quiebre se da en la cuenca baja del río Zamora.

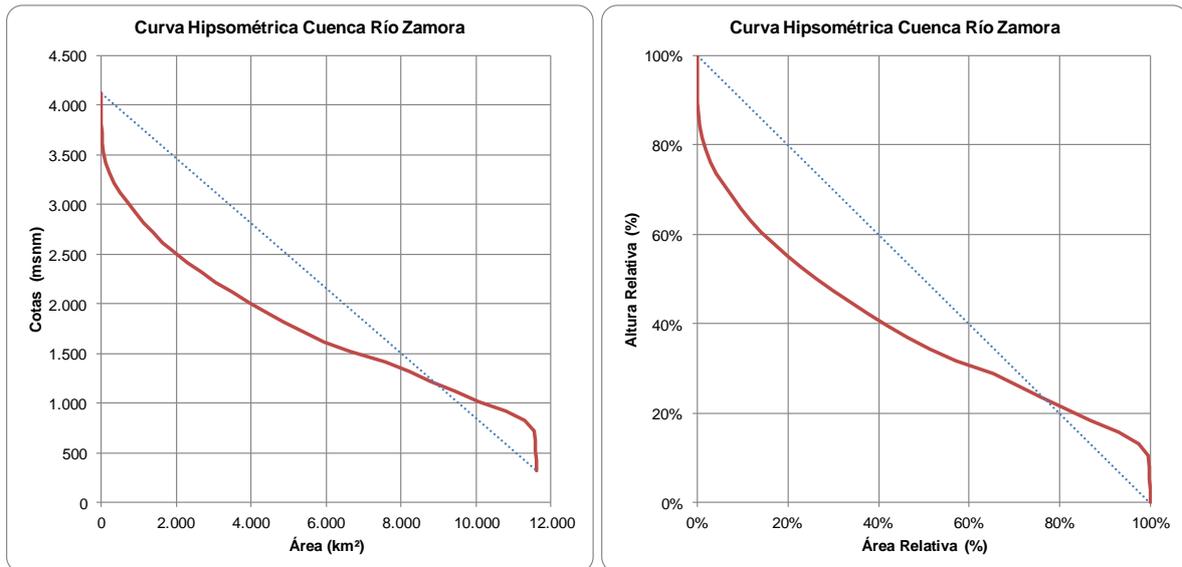


Gráfico 5.1- 4: Curva hipsométrica de la cuenca del río Zamora
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.1.3 Climatología

Tipos de clima

En la cuenca del río Santiago se tienen identificados cinco diferentes tipos de clima, los cuales nos indican las diferentes zonas climáticas definidas de acuerdo a la precipitación, temperatura y factores climáticos como latitud, altitud y localización. Los climas que se encuentran en la cuenca son los siguientes: nival, ecuatorial de alta montaña, ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, tropical megatérmico húmedo y megatérmico lluvioso, los cuales se describen a continuación:

El régimen glacio-nival de montaña predomina en las tierras frías y los páramos sobre los 3.500 a 4.000 msnm en los lugares en que las cuencas hidrográficas se extienden hasta la cima de los volcanes elevados. La función de los glaciares constituye la base permanente de la alimentación de los cursos de agua cuyo caudal recibe esporádicamente las aportaciones provenientes de precipitaciones en estado sólido, nieve o granizo.

El clima ecuatorial de alta montaña se encuentra altitudinalmente sobre los 3000 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media depende de la altura pero fluctúa alrededor de los 8°C, y mínimos que pueden ser inferiores a 0°C. La pluviometría anual es variable, comprendida entre 1000 y 2000 mm según la altura y la exposición de las vertientes, la humedad relativa es casi siempre mayor a 80%. En el piso alto la vegetación es tipo pajonal y en el piso bajo la vegetación natural es de tipo matorral o conocida también como ceja andina.

El clima tropical mesotérmico semi-húmedo. En la parte de la cuenca, sobre la cota 2000 msnm; es caracterizado por un pico lluvioso único en el año; la temperatura media es de 15°C; las precipitaciones fluctúan entre 1.000 y 1.500 mm/año y la humedad relativa media es superior al 80 %.

El clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo a húmedo es el clima más característico de la zona interandina pues, salvo en los valles abrigados y las zonas situadas por encima de los 3200 msnm, ocupa la mayor extensión. Las temperaturas medias anuales están comprendidas generalmente entre 12 y 20° C pero pueden, en ocasiones, ser inferiores en las vertientes menos expuestas al sol; las temperaturas mínimas descienden rara vez a menos de 0° C y las máximas no superan los 30° C. Variando en función de la altura y de la exposición, la humedad relativa tiene valores comprendidos entre el 65 y el 85 % y la duración de la insolación puede ir de 1.000 a 2.000 horas anuales. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 500 y 2.000 mm y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y de octubre a noviembre. La estación seca principal, de junio a septiembre, es generalmente muy marcada; en cuanto a la segunda, su duración y localización en el tiempo es más aleatoria, generalmente es a fines de diciembre, razón por la que se le llama “veranillo del Niño”. La vegetación natural de esta zona ha sido ampliamente sustituida por pastizales y cultivos (principalmente cereales, maíz y papa).

En el clima tropical megatérmico húmedo las precipitaciones son superiores a 2.000 mm distribuidas en una sola estación lluviosa, el promedio de la temperatura varía según la altura desde 15 hasta 24°C la humedad relativa de la zona es bastante alta con un porcentaje alrededor del 90%. Es un clima de transición entre los de la región andina los de la zona de litoral y amazónica. Está presente en las vertientes exteriores de las cordilleras, entre los 500 y 1500 msnm aproximadamente. Según la altura, las temperaturas medias anuales varían considerablemente, manteniéndose elevadas, mientras que la humedad relativa se establece en todo punto alrededor del 90 %. Como las vertientes reciben el impacto directo de las masas de aire tropical cargado de humedad, las precipitaciones anuales son superiores a los 2.000 mm y pueden a veces alcanzar los 4.000 mm, caen durante una sola estación lluviosa. La vegetación es esencialmente selvática.

El clima megatérmico lluvioso está caracterizado por precipitaciones elevadas superiores a los 3.000 mm y que pueden llegar hasta los 6.000 mm. A pesar de la existencia de un máximo lluvioso en julio-agosto y de una baja relativa entre diciembre-febrero, la distribución de las lluvias es notablemente regular a todo lo largo del año. La humedad relativa es evidentemente muy elevada, superior al 90 % y el cielo está a menudo cubierto de nubes lo que se traduce en una insolación baja, del orden de 1.000 horas al año. Dado que no existe reposo del ciclo vegetativo, la vegetación es una selva semper virens. (Pourrut Pierre).

En la Figura 5.1- 9 se puede visualizar los tipos de clima en la cuenca del río Santiago.

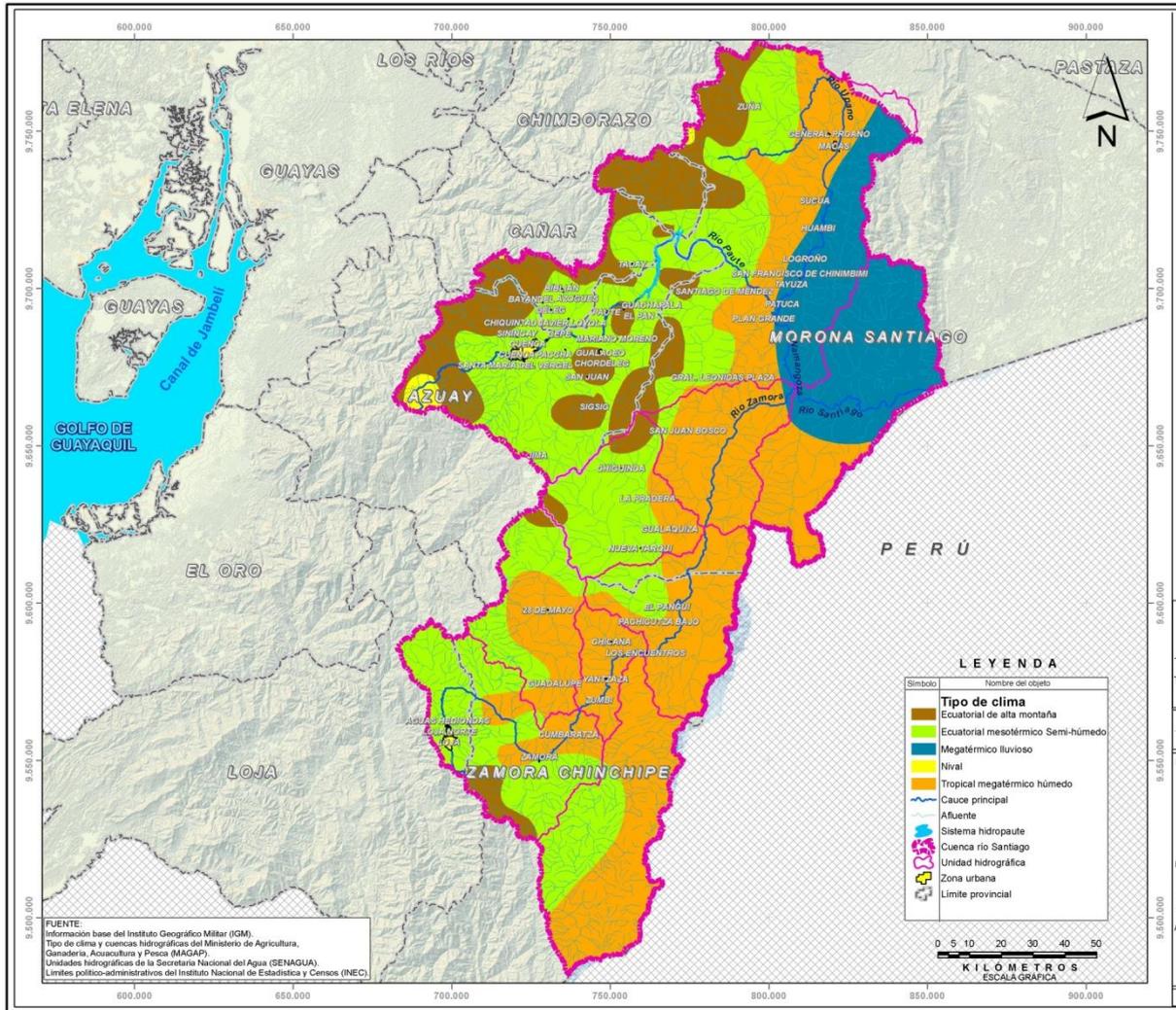


Figura 5.1- 9: Tipos de clima en la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Meteorología

Para la caracterización meteorológica se utilizó la información del estudio hidrológico del proyecto, la misma que utilizó la información meteorológica de 64 estaciones meteorológicas, de las cuales 27 son estaciones pluviométricas (PV), 18 pluviográficas (PG), 8 climatológicas principales (CP), 8 climatológicas ordinarias (CO), 2 aeronáuticas (AR) y 1 agrometeorológica (AP). De éstas, 22 estaciones se encuentran en la provincia de Azuay, 21 en la provincia de Morona Santiago, 12 en la provincia de Zamora Chinchipe, 6 en la provincia de Loja, 2 en la provincia de Cañar y 1 en la provincia de Chimborazo. En la Tabla 5.1- 2 se muestra un listado de las estaciones mencionadas, con sus características principales y en la Figura 5.1- 10 la ubicación de dichas estaciones, cabe señalar que se consideraron algunas estaciones que están en la periferia de la cuenca.

Tabla 5.1- 2: Estaciones meteorológicas con información de la cuenca del río Santiago

Código	Nombre de la estación	Tipo	Provincia	Cantón	Parroquia	Intitución	Cota msnm	Coordenadas	
								Latitud	Longitud
M067	CUENCA AEROPUERTO	AR	AZUAY	CUENCA	CUENCA	D A C	2516	02° 53' 12" S	78° 59' 00" W
M138	PAUTE	CO	AZUAY	PAUTE	PAUTE	INAMHI	2289	02° 46' 39" S	78° 45' 32" W
M139	GUALACEO	CO	AZUAY	GUALACEO	GUALACEO	INAMHI	2360	02° 52' 55" S	78° 46' 35" W
M140	UCUBAMBA	CO	AZUAY	GUALACEO	JADAN	INAMHI	2510	02° 52' 13" S	78° 52' 29" W
M141	EL LABRADO	CO	AZUAY	CUENCA	CHIKUINTAD	INAMHI	3260	02° 43' 58" S	79° 00' 29" W
M045	PALMAS-AZUAY	CP	AZUAY	SEVILLA DE ORO	PALAMAS	INECEL	2400	02° 42' 58" S	78° 37' 47" W
M217	PENNAS COLORADAS	CP	AZUAY	SEVILLA DE ORO	AMALUZA	INECEL	2000	02° 34' 45" S	78° 33' 59" W
M222	INGAPATA	CP	AZUAY	SEVILLA DE ORO	AMALUZA	INECEL	2360	02° 36' 45" S	78° 36' 57" W
M541	COCHAPAMBA-QUINGEO	PG	AZUAY	CUENCA	QUINGEO	INECEL	2760	03° 00' 13" S	78° 55' 15" W
M664	SIGSIG INECEL	PG	AZUAY	SIGSIG	SIGSIG	INECEL	2440	03° 02' 53" S	78° 47' 09" W
M416	EL PAN	PV	AZUAY	EL PAN	EL PAN	INAMHI	2570	02° 47' 03" S	78° 40' 01" W
M417	PISCICOLA CHIRIMICHAY	PV	AZUAY	CUENCA	SAYAUSI	INAMHI	3270	02° 46' 28" S	79° 10' 20" W
M418	CUMBE	PV	AZUAY	CUENCA	CUMBE	INAMHI	2720	03° 04' 58" S	79° 00' 46" W
M424	SIGSIG INAMHI	PV	AZUAY	SIGSIG	SIGSIG	INAMHI	2600	03° 02' 54" S	78° 47' 10" W
M426	RICAUARTE-CUENCA	PV	AZUAY	CUENCA	LLACAO	INAMHI	2545	02° 51' 03" S	78° 56' 55" W
M427	SAYAUSI(MATADERO DJ.)	PV	AZUAY	CUENCA	SAYAUSI	INAMHI	2780	02° 51' 57" S	79° 04' 34" W
M429	SURUCUCHO(LLULLUCHIS)	PV	AZUAY	CUENCA	SAYAUSI	INAMHI	2800	02° 49' 34" S	79° 07' 54" W
M430	QUINOAS	PV	AZUAY	CUENCA	SAYAUSI	INAMHI	3200	02° 46' 48" S	79° 12' 10" W
M431	SEVILLA DE ORO	PV	AZUAY	SEVILLA DE ORO	SEVILLA DE ORO	INAMHI	2360	02° 47' 51" S	78° 39' 11" W
M668	MATAGLO-GULAG	PV	AZUAY	CHORDELEG	LLUIS GALARZA ORELLANA (CAB. EN DELEGSOL)	INECEL	2750	03° 00' 00" S	78° 42' 00" W
M669	GIMA	PV	AZUAY	SIGSIG	JIMA (GIMA)	INECEL	2770	03° 11' 34" S	78° 57' 07" W
MA36	GUARINAG	PV	AZUAY	PAUTE	GUARINAG	PREDESUR	2600	02° 39' 28" S	78° 37' 51" W
MA41	CHANLUD	CO	CAÑAR	BIBLIAN	NAZON (CAB. EN PAMPA DE DOMINGUEZ)	INAMHI	3440	02° 40' 37" S	79° 01' 53" W
M538	PAN GRANDE-SAN VICENTE	PG	CAÑAR	AZOGUES	RIVERA	INECEL	2600	02° 28' 56" S	78° 40' 27" W
MB90	EL CEBOLLAR	CP	CHIMBORAZO	GUAMOTE	GUAMOTE	INAMHI	3210	02° 00' 54" S	78° 43' 20" W
M033	LA ARGELIA-LOJA	AP	LOJA	LOJA	LOJA	INAMHI	2160	04° 02' 11" S	79° 12' 04" W
M432	SAN LUCAS INAMHI	PV	LOJA	LOJA	SAN LUCAS	INAMHI	2525	03° 43' 55" S	79° 15' 41" W
M543	CAJANUMA	PV	LOJA	LOJA	LOJA	PREDESUR	2267	04° 04' 50" S	79° 12' 19" W
M584	LAS JUNTAS PUCALA	PV	LOJA	LOJA	JIMBILLA	INECEL	2050	03° 53' 13" S	79° 12' 54" W
M767	SAN LUCAS PREDESUR	PV	LOJA	LOJA	SAN LUCAS	PREDESUR	2380	03° 43' 37" S	79° 15' 43" W
MA21	JIMBILLA	PV	LOJA	LOJA	JIMBILLA	INECEL	2050	03° 53' 00" S	79° 12' 00" W
M079	SUCUA AEROPUERTO	AR	MORONA SANTIAGO	SUCUA	SUCUA	F A E	995	02° 29' 18" S	78° 09' 45" W
M189	GUALAQUIZA INAMHI	CO	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	GUALAQUIZA	INAMHI	750	03° 23' 53" S	78° 34' 33" W
M266	MACAS INAMHI	CO	MORONA SANTIAGO	MORONA	MACAS	INAMHI	1070	02° 18' 30" S	78° 06' 30" W
M050	ARENALES-COLA DE SAN PABLO	CP	MORONA SANTIAGO	SANTIAGO	SANTIAGO DE MENDEZ	INECEL	2200	02° 34' 37" S	78° 33' 00" W
M204	SAN MIGUEL DE CONCHAY	CP	MORONA SANTIAGO	LIMÉN INDIANZA	SAN MIGUEL DE CONCHAY	INECEL	1570	03° 08' 16" S	78° 28' 32" W
M206	GUARUMALES(PATIO DE MANIOBRAS)	CP	MORONA SANTIAGO	SANTIAGO	SANTIAGO DE MENDEZ	INECEL	1645	02° 34' 00" S	78° 23' 55" W
M499	SAN CARLOS-LIMON	PG	MORONA SANTIAGO	SAN JUAN BOSCO	SAN CARLOS DE LIMÓN	INAMHI	700	03° 13' 00" S	78° 25' 00" W
M500	PESCADO-VIA LA UNION	PG	MORONA SANTIAGO	LIMÓN INDIANZA	STA SUSANA DE CHIVAZA (CAB EN CHIVAZA)	INAMHI	1600	02° 58' 00" S	78° 21' 00" W
M539	BUENOS AIRES-AZUAY	PG	MORONA SANTIAGO	LOGROÑO	YAUPI	INECEL	2810	02° 52' 00" S	78° 03' 50" W
M670	SAN MIGUEL DE CUYES	PG	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	AMAZONAS (ROSARIO DE CUYES)	INECEL	2080	03° 20' 11" S	78° 43' 51" W
M673	COPAL	PG	MORONA SANTIAGO	SANTIAGO	COPAL	INECEL	940	02° 42' 00" S	78° 23' 00" W
M674	SAN JUAN BOSCO	PG	MORONA SANTIAGO	SAN JUAN BOSCO	SAN JUAN BOSCO	INECEL	1100	03° 06' 48" S	78° 31' 16" W
M675	ZUNAC	PG	MORONA SANTIAGO	MORONA	ZUJA (ZUJAC)	INECEL	2300	02° 10' 00" S	78° 23' 00" W
M676	MENDES INECEL	PG	MORONA SANTIAGO	SANTIAGO	SANTIAGO DE MENDEZ	INECEL	650	02° 42' 10" S	78° 18' 41" W
M677	UPANO DJ VOLCAN	PG	MORONA SANTIAGO	MORONA	SINAI	INECEL	1300	02° 06' 49" S	78° 06' 42" W
M695	SANTIAGO	PG	MORONA SANTIAGO	TWINTZA	SANTIAGO	INECEL	400	03° 02' 33" S	78° 07' 58" W
M712	YAUPI	PG	MORONA SANTIAGO	LOGROÑO	YAUPI	INECEL	380	02° 50' 00" S	77° 56' 00" W
M497	LOGRONNO	PV	MORONA SANTIAGO	MORONA	LOGROÑO	INAMHI	0	02° 16' 52" S	78° 25' 44" W
M498	CHIGUINDA-BERMEJOS	PV	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	EL IDEAL	INAMHI	2100	03° 19' 50" S	78° 41' 37" W
M501	MENDES INAMHI	PV	MORONA SANTIAGO	SANTIAGO	SANTIAGO DE MENDEZ	INAMHI	665	02° 42' 07" S	78° 18' 11" W
MA14	MACAS SAN ISIDRO-PNS	PV	MORONA SANTIAGO	MORONA	SAN ISIDRO	INAMHI	0	02° 12' 37" S	78° 09' 41" W
M190	YANZATZA	CO	ZAMORA CHINCHIPE	YANZATZA	YANZATZA (YANZATZA)	INAMHI	830	03° 50' 15" S	78° 45' 01" W
M207	ZAMORA	CP	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	ZAMORA	INECEL	970	04° 05' 37" S	78° 57' 00" W
M678	SABANILLA	PG	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	SABANILLA	INECEL	1520	04° 02' 00" S	79° 01' 00" W
M679	HUAYSIM	PG	ZAMORA CHINCHIPE	NANGARITZA	GUAYZIMI	INECEL	950	04° 01' 00" S	78° 40' 00" W
M681	YACUAMBI EN TUTUPALI	PG	ZAMORA CHINCHIPE	YACUAMBI	TUTUPALI	INECEL	1360	03° 32' 43" S	78° 58' 06" W
M682	YACUAMBI EN LA PAZ	PG	ZAMORA CHINCHIPE	YACUAMBI	LA PAZ	INECEL	980	03° 41' 18" S	78° 53' 48" W
M502	EL PANGUI	PV	ZAMORA CHINCHIPE	EL PANGUI	PAQUISHA	INAMHI	820	03° 38' 47" S	78° 34' 18" W
M503	SAN FRANCISCO-SAN RAMON	PV	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	SABANILLA	INAMHI	1620	03° 57' 50" S	79° 04' 19" W
M504	CUMBARATZA	PV	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	CUMBARATZA	INAMHI	930	03° 58' 38" S	78° 51' 35" W
M505	LOS ENCIENTROS	PV	ZAMORA CHINCHIPE	YANZATZA	LOS ENCIENTROS	INAMHI	800	03° 46' 15" S	78° 36' 40" W
M506	PAQUISHA	PV	ZAMORA CHINCHIPE	PAQUISHA	EL PANGUI	INAMHI	650	03° 54' 40" S	78° 38' 26" W
M680	YACUAMBI (28 DE MAYO)	PV	ZAMORA CHINCHIPE	YACUAMBI	28 DE MAYO (SAN JOSÉ DE YACUAMBI)	INECEL	1400	03° 38' 03" S	78° 55' 35" W

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

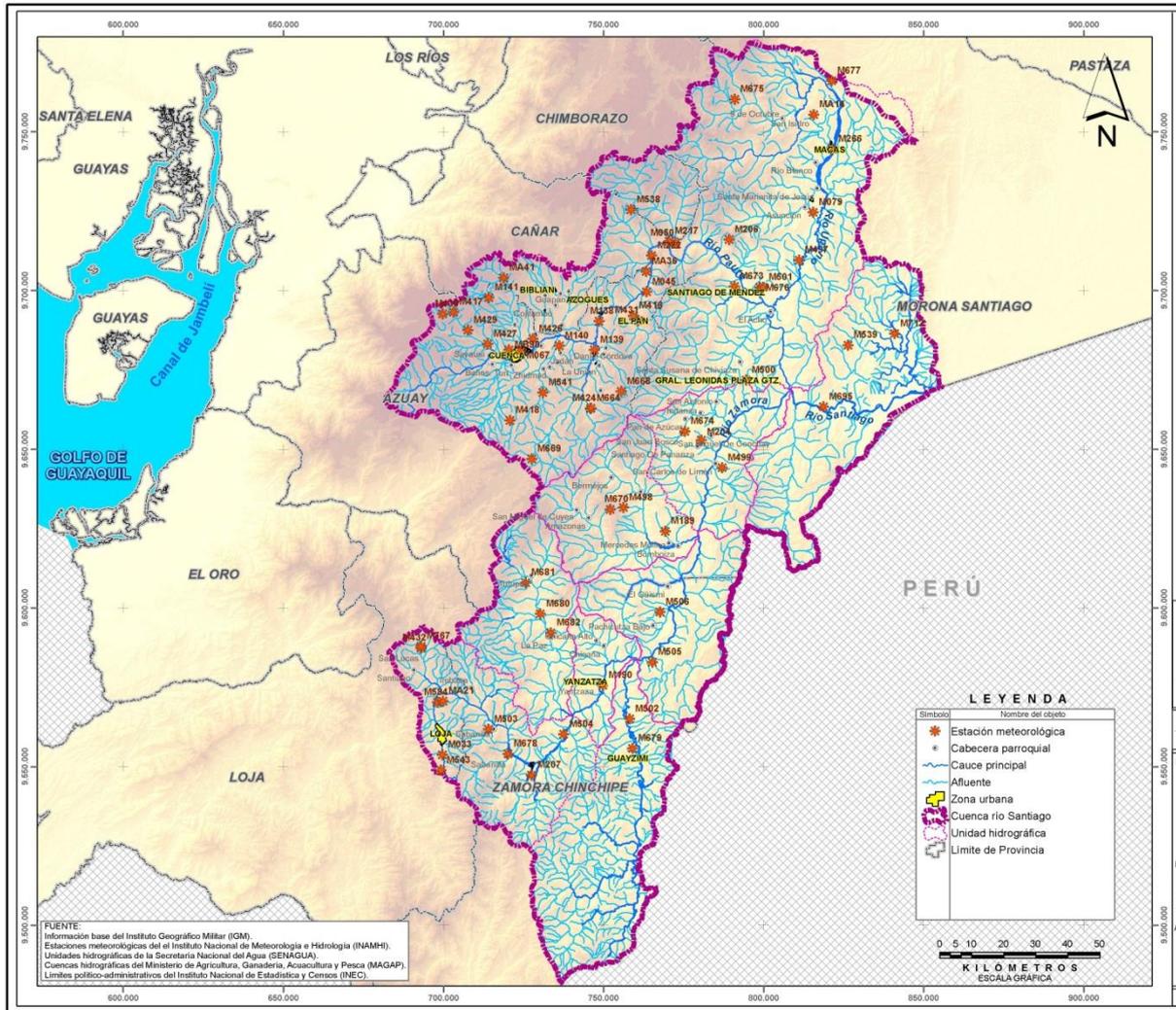


Figura 5.1- 10: Estaciones meteorológicas de la subcuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Precipitación

Precipitación media anual en la cuenca del río Santiago

En base a la información de las estaciones se generaron mapas de isoyetas para la cuenca del río Santiago se realizaron varias pruebas empleando diferentes metodologías, a partir de los resultados obtenidos se decidió que la mejor interpolación se obtiene con la herramienta de interpolación Kriging.

En la Figura 5.1- 11 se visualizan las isolíneas de precipitación o isoyetas medias anuales para el área de estudio, de la cual se puede establecer lo siguiente, la precipitación en la cuenca es de menor intensidad en las partes altas y aumenta hacia la parte media y baja de la cuenca. La precipitación media anual oscila en un rango de 430 a 2.900 mm.

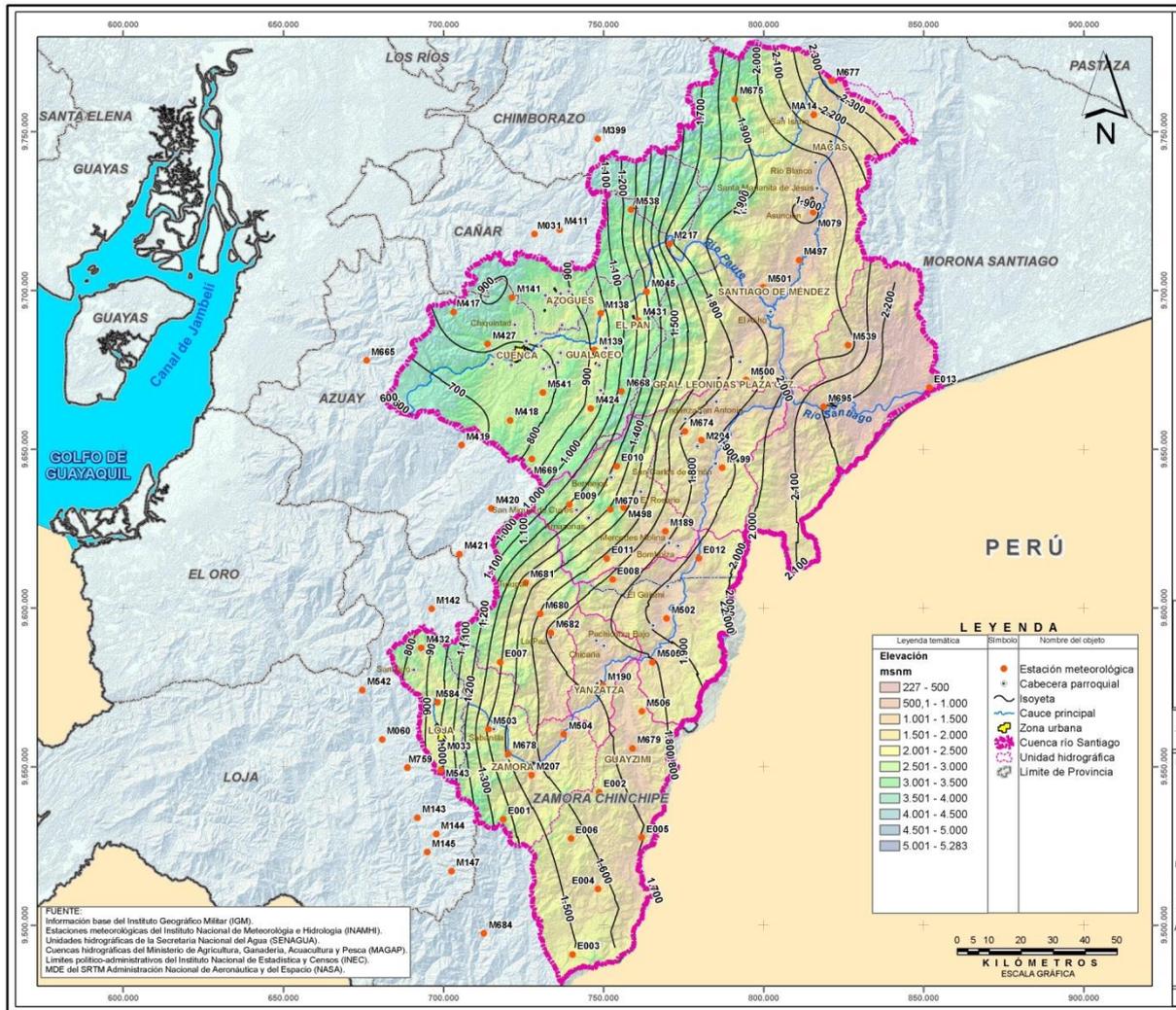


Figura 5.1- 11: Precipitación media anual registrada en la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Precipitación máxima en 24 horas

La Tabla 5.1- 3, muestra las estaciones seleccionadas para el análisis de la precipitación máxima en 24 horas, además de las 13 estaciones sintéticas propuestas. De esta información se extrajeron las precipitaciones máximas en 24 horas, para un periodo de registro de 1964 - 2010.

Tabla 5.1- 3: Estaciones seleccionadas para el análisis de tormentas de diseño

CÓDIGO	NOMBRE	X	Y	CÓDIGO	NOMBRE	X	Y
M031	CAÑAR	728.463,02	9.717.749,13	M498	CHIGUINDA-BERMEJOS	756.281,97	9.631.569,58
M033	LA ARGELIA-LOJA	699.710,80	9.553.629,61	M499	SAN CARLOS-LIMON	787.107,78	9.644.094,56
M045	PALMAS-AZUAY	763.533,60	9.699.527,43	M500	PESCADO-VIA LA UNION	794.591,29	9.671.738,48
M060	LA TOMA-CATAMAYO	680.872,69	9.558.491,83	M501	MENDEZ INAMHI	799.882,00	9.701.018,84
M079	SUCUA AEROPUERTO	815.576,38	9.724.623,19	M502	EL PANGUI	769.749,98	9.596.595,29
M138	PAUTE	749.152,22	9.692.764,17	M503	SAN FRANCISCO-SAN RAMON	714.074,79	9.561.615,10
M139	GUALACEO	747.183,56	9.681.214,60	M504	CUMBARATZA	737.644,71	9.560.082,39
M141	EL LABRADO	721.447,87	9.697.760,06	M505	LOS ENCUENTROS	765.328,61	9.582.839,65
M142	SARAGURO	696.350,54	9.599.623,16	M506	PAQUISHA	762.013,59	9.567.329,84
M143	MALACATOS	691.893,90	9.533.771,71	M538	PAN GRANDE-SAN VICENTE	758.637,06	9.725.410,69
M144	VILCABAMBA	697.803,51	9.528.597,53	M539	BUENOS AIRES-AZUAY	826.452,70	9.682.725,94
M145	QUINARA INAMHI	694.953,32	9.522.951,77	M541	COCHAPAMBA-QUINGEO	731.094,27	9.667.787,89
M147	YANGANA	702.555,79	9.516.943,44	M542	EL CISNE	674.670,75	9.574.046,14
M189	GUALAQUIZA INAMHI	769.358,31	9.624.070,44	M543	CAJANUMA	699.237,24	9.548.746,25
M190	YANZATZA	749.844,28	9.575.506,17	M584	LAS JUNTAS PUCALA	698.203,95	9.570.159,90
M204	SAN MIGUEL DE CONCHAY	780.580,00	9.652.839,29	M665	CHAUCHA	675.981,73	9.677.954,88
M207	ZAMORA	727.583,97	9.547.234,52	M668	MATAGLO-GULAG	755.652,77	9.668.138,16
M217	PENNAS COLORADAS	770.609,10	9.714.663,92	M669	GIMA	727.594,42	9.646.871,83
M396	ALAO	779.982,18	9.791.632,15	M670	SAN MIGUEL DE CUYES	752.142,24	9.630.933,90
M399	ACHUPALLAS-CHIMBORAZO	748.196,29	9.747.767,06	M674	SAN JUAN BOSCO	775.519,90	9.655.555,87
M411	INGAPIRCA	736.313,91	9.719.149,71	M675	ZUNNAC	791.064,30	9.760.265,68
M417	PISCICOLA CHIRIMICHAY	703.183,63	9.693.181,21	M677	UPANO DJ VOLCAN	821.318,65	9.766.082,51
M418	CUMBE	720.854,54	9.659.051,09	M678	SABANILLA	720.196,23	9.553.919,95
M419	GIRON	705.646,47	9.651.214,22	M679	HUAYSIMI	759.079,48	9.555.660,67
M420	NABON INAMHI	714.872,45	9.631.289,99	M680	YACUAMBI (28 DE MAYO)	730.330,32	9.598.045,71
M421	ONNA	705.057,63	9.616.870,46	M681	YACUAMBI EN TUTUPALI	725.691,13	9.607.887,75
M424	SIGSIG INAMHI	746.065,46	9.662.811,48	M682	YACUAMBI EN LA PAZ	733.619,19	9.592.046,75
M427	SAYAUSI(MATADERO DJ.)	713.854,97	9.683.057,09	M684	VALLADOLID	712.650,16	9.497.317,72
M431	SEVILLA DE ORO	760.920,13	9.690.528,80	M695	SANTIAGO	818.736,53	9.663.285,60
M432	SAN LUCAS INAMHI	693.085,96	9.587.311,43	M759	EL TAMBO-LOJA	688.720,31	9.549.537,03
M497	LOGRONNO	811.184,07	9.709.569,83	MA14	MACAS SAN ISIDRO-PNS	815.762,60	9.755.394,82

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

De los resultados obtenidos se puede establecer que en la zona de estudio se pueden asociar 6 estaciones meteorológicas: M189 Gualaquiza, M204 San Miguel de Conchay, M499 San Carlos Limón, M500 El Pescado, M674 San Juan Bosco y M695 Santiago, donde la estación con un periodo amplio de registros es Gualaquiza, obteniéndose una precipitación máxima registrada de 101mm/24h, San Miguel de Conchay registró una precipitación máxima acumulada de 88,3 mm/24h, San Carlos Limón un precipitación de 79,4 mm/24h, El pescado con 92 mm/24h, San Juan Bosco con 113,5 mm/24h y en la estación Santiago se registró 154,8 mm/24h.

Realizando un análisis en la estación Gualaquiza que tiene un total de 12.157 registros de precipitación, se tienen 2.009 eventos con precipitaciones superiores a 10 mm, 352 eventos con precipitación superior a los 30 mm, 53 eventos con precipitación superior a 50 mm. En el caso de la Estación San Juan Bosco, que es otra estación que tiene 3.482 registros, se presentaron 978 eventos con precipitaciones superiores a los 10 mm, 220 eventos con precipitación superior a 30 mm y 56 eventos con precipitación superior a los 50 mm. Por otra parte la estación Santiago cuenta con 2.635 registros de los cuales, 837 corresponden a una precipitación mayor a los 10 mm, 300 eventos con precipitación superior a los 30 mm y 117 eventos a precipitación superior a los 50 mm. Las otras estaciones tienen un menor número de registros de tal manera que las estaciones antes mencionadas son

representativas para describir el fenómeno de precipitación en la zona de estudio, observándose que conforme se va descendiendo la precipitación se va incrementando.

Viento

Los valores de velocidad media y las frecuencias del viento a nivel mensual y anual han sido obtenidos del portal de Internet del INAMHI, de los anuarios meteorológicos de los años 2000 a 2008.

Para cada una de las ocho direcciones (N, NE, E, SE, S, SW, W y NW) se tienen los valores medios mensuales de la velocidad en m/s, con base en los registros medios diarios calculados con tres observaciones diarias. Igualmente se determina la frecuencia en porcentaje, con relación al total de observaciones de viento realizadas.

Otro valor que se presenta es la media mensual de la velocidad del viento en 24 horas. Esta se define como el valor medio del dato calculado diariamente, por la diferencia de los registros del anemómetro totalizador de las 07 horas del día en consideración, con el de las 07 horas del día siguiente.

Tanto para valores medios mensuales de velocidad y frecuencia, como velocidad en 24 horas y máxima, se precisan un mínimo de 20 datos medios diarios.

A continuación se muestran los gráficos de los nueve años del porcentaje de viento anual del registro de las estaciones de la cuenca del río Santiago. En total se tienen registros de once estaciones meteorológicas, donde se observa que las velocidades no sobrepasan en general los 10 m/s, siendo la velocidad promedio de 2,17 m/s y cuya dirección predominante es hacia el oriente. En la Tabla 5.1- 4 se muestran las estaciones empleadas para este análisis con sus respectivos valores medios de velocidad y frecuencia y en la Figura 5.1- 12 se presenta su ubicación en la cuenca del río Santiago.

Tabla 5.1- 4: Estaciones meteorológicas con registros de viento

Estación meteorológica		Años con registro	Velocidad promedio m/s	Frecuencia promedio %
Código	Nombre			
M033	La Argelia	2000-2008	3,04	7,90
M045	Palmas Azuay	2000-2008	1,77	6,88
M138	Paute	2000-2008	1,51	6,36
M139	Gualaceo	2001-2008	1,39	12,48
M141	El labrado	2000-2008	3,51	10,00
M142	Saraguro	2000-2008	2,11	6,60
M143	Malacatos	2001-2008	1,92	4,15
M145	Quinara	2001-2003/2006-2008	2,55	6,33
M147	Yangana	2000/2003-2008	3,63	10,17
M189	Gualaquiza	2000-2008	1,25	4,63
M190	Yanzatza	2007-2008	1,18	6,67

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

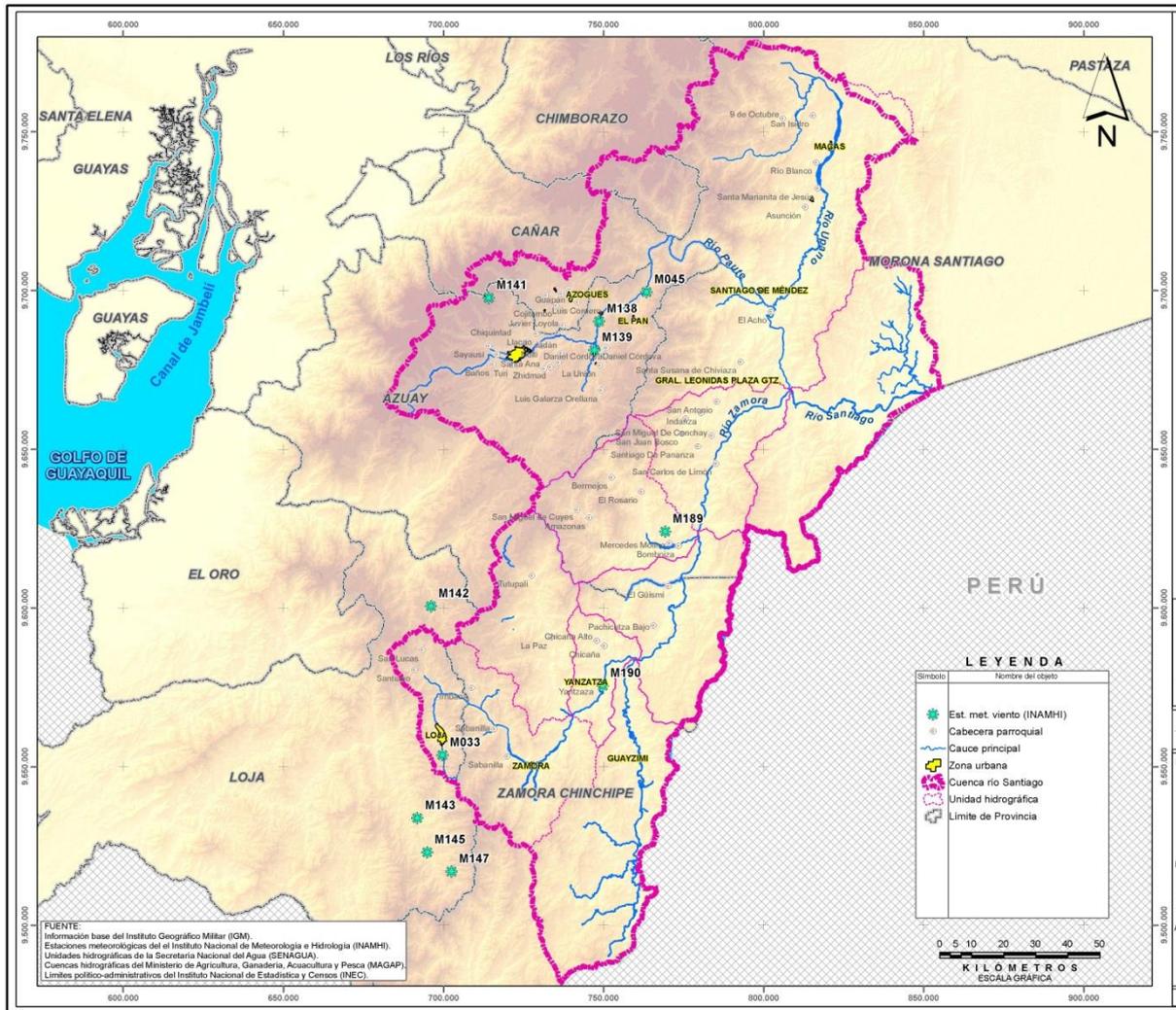


Figura 5.1- 12: Estaciones meteorológicas con información de viento

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Debido a la poca información de velocidad, dirección y frecuencia de la variable viento, en la cuenca de estudio, la estación más cercana al sitio del proyecto, es la estación Gualaquiza, cuya dirección predominante S-SE con una velocidad media de 1,25 m/s y una frecuencia de 5%, en general la dirección de viento predominante se alinea al cauce en análisis.

Temperatura

Los valores estadísticos mensuales de temperatura se obtienen con un mínimo de 20 días de registro de observaciones. Las temperaturas extremas (mínima y máxima) se obtienen a partir de las medias mensuales y los valores extremos absolutos de los registros diarios. La temperatura media se determina como el promedio diario de tres observaciones del termómetro seco; la media mensual se obtiene de los registros medios diarios.

De la información proporcionada por el INAMHI, se tienen 45 estaciones con información de temperatura media, mínima y máxima a nivel diario, de las cuales 5 estaciones se encuentran dentro de la subcuenca del río Zamora: La Argelia, Zamora, Yanzatza, Gualaquiza y San Miguel de Conchay. En la subcuenca del río Namangoza se cuenta con información de 15 estaciones, principalmente en la subcuenca del río Paute, de las cuales

tres estaciones sólo tienen uno o dos años de registros. En la Tabla 5.1- 5 se pueden observar las temperaturas registradas en las estaciones antes mencionadas.

Tabla 5.1- 5: Registros de temperaturas de las estaciones dentro de la cuenca

Código	Nombre de la estación	Tipo		Cota msnm	Coordenadas		Temperatura °C		
					Latitud	Longitud	Minima	Media	Máxima
M033	LA ARGELIA-LOJA	AP	INAMHI	2,160	04° 02' 11" S	79° 12' 04" W	-0.3	16.1	32
M045	PALMAS-AZUAY	CP	INECEL	2,400	02° 42' 58" S	78° 37' 47" W	0.4	14.98	30
M050	ARENALES-COLA DE SAN PABLO	CP	INECEL	2,200	02° 34' 37" S	78° 33' 00" W	0.2	14.38	27.6
M138	PAUTE	CO	INAMHI	2,289	02° 46' 39" S	78° 45' 32" W	0.7	17.35	32
M139	GUALACEO	CO	INAMHI	2,360	02° 52' 55" S	78° 46' 35" W	0.5	17.34	31.5
M150	AMALUZA INAMHI	CO	INAMHI	1,672	04° 35' 05" S	79° 25' 50" W	1.4	20.51	38.2
M189	GUALAQUIZA		INAMHI	750	03° 23' 53" S	78°34' 33" W	9	22.85	35.5
M067	CUENCA AEROPUERTO	AR	D A C	2,516	02° 53' 12" S	78° 59' 00" W	-3	15.24	28.5
M190	YANZATZA	CO	INAMHI	830	03° 50' 15" S	78° 45' 01" W	11.1	23.22	37.3
M204	SAN MIGUEL DE CONCHAY	CP	INECEL	1,570	03° 08' 16" S	78° 28' 32" W	4.9	18.91	29.9
M140	UCUBAMBA	CO	INAMHI	2,510	02° 52' 13" S	78° 52' 29" W	-1.4	15.88	29.8
M141	EL LABRADO	CO	INAMHI	3,260	02° 43' 58" S	79° 00' 29" W	-2.5	8.71	23
M207	ZAMORA	CP	INECEL	970	04° 05' 37" S	78° 57' 00" W	16.78	22.26	35.5
M206	GUARUMALES(PATIO DE MANIOBRAS)			1,645	02° 34' 00" S	78° 23' 55" W	7	17.45	35.2
M217	PEÑAS COLORADAS	CP	INECEL	2,000	02° 34' 45" S	78° 33' 59" W	1	14.54	29.4
M222	INGAPATA	CP	INECEL	2,360	02° 36' 45" S	78° 36' 57" W	3.4	14.78	28.4
MA14	MACAS SAN ISIDRO-PNS				02° 12' 37" S	78° 09' 41" W	6.8	20.73	30.6
MA36	GUARAINAG	PV		2,600	02° 39' 28" S	78° 37' 51" W	2.6	14.02	25.4
MA41	CHANLUD	CO	INAMHI	3,440	02° 40' 37" S	79° 01' 53" W	-4.5	8.33	27
MB90	EL CEBOLLAR	CP	INAMHI	2,664	02° 52' 55" S	79° 01' 00" W	0.3	15.42	33.9

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En el Gráfico 5.1- 5 se puede observar que a mayor altura, la temperaturas son bajas y se incrementan conforme se va descendiendo, de igual manera, la temperatura en la zona del proyecto se puede caracterizar en función de las estaciones Gualaquiza y San Miguel de Conchay, que son las estaciones más cercanas que cuentan con información de temperatura, obteniéndose una temperatura media entre los 18 y 20 °C y con temperaturas máximas entre los 30 y 36 °C.

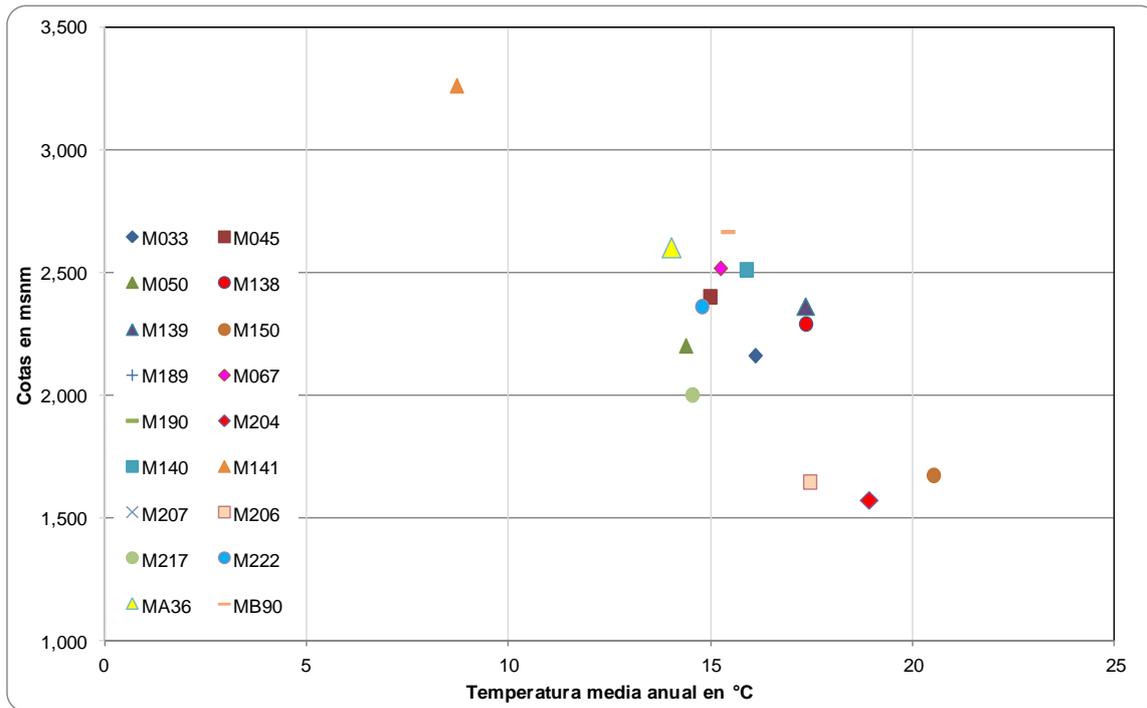


Gráfico 5.1- 5: Variación de la temperatura media anual con respecto a la altura

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En los estudios previos del INECEL se reporta información de la estación Bomboiza, sin embargo no se dispone de información actualizada. Con esta densidad de estaciones meteorológicas, resulta complicado caracterizar la condición climática de la cuenca. Es recomendable la instalación de estaciones meteorológicas distribuidas de manera uniforme en toda la cuenca.

Evaporación

Los valores diarios son calculados como la suma de las observaciones de las 13 y las 19 horas del día en cuestión, más la observación de las 07 horas del día siguiente. El valor de la evaporación corresponde a la diferencia entre la evaporación potencial que se obtiene del tanque de evaporación y el valor de la precipitación registrada en el pluviómetro.

En la subcuenca del río Zamora se localizaron 5 estaciones con registros de evaporación a nivel medio diario, de estas, tres siguen operando, (La Argelia, Gualaquiza y Yanzatza); y en la subcuenca del río Namangoza se tiene 9 estaciones con información, de las cuales sus periodos de registros son muy cortos. Se reitera la conveniencia de contar con un mayor número de estaciones que puedan medir este parámetro climatológico.

Tabla 5.1- 6: Estaciones con registros de evaporación

Código	Nombre de la estación	Tipo	Intitución	Cota msnm	Coordenadas		Evaporación media anual (mm)
					Latitud	Longitud	
M033	LA ARGELIA-LOJA	AP	INAMHI	2,160	04° 02' 11" S	79° 12' 04" W	1,071.37
M045	PALMAS-AZUJAY	CP	INECEL	2,400	02° 42' 58" S	78° 37' 47" W	1,102.38
M050	ARENALES-COLA DE SAN PABLO	CP	INECEL	2,200	02° 34' 37" S	78° 33' 00" W	2,299.84
M138	PAUTE	CO	INAMHI	2,289	02° 46' 39" S	78° 45' 32" W	913.90
M139	GUALACEO	CO	INAMHI	2,360	02° 52' 55" S	78° 46' 35" W	799.20
M150	AMALUZA INAMHI	CO	INAMHI	1,672	04° 35' 05" S	79° 25' 50" W	2,426.00
M189	GUALAQUIZA		INAMHI	750	03° 23' 53" S	78°34' 33" W	800.44
M190	YANZATZA	CO	INAMHI	830	03° 50' 15" S	78° 45' 01" W	918.28
M204	SAN MIGUEL DE CONCHAY	CP	INECEL	1,570	03° 08' 16" S	78° 28' 32" W	1,757.94
M207	ZAMORA	CP	INECEL	970	04° 05' 37" S	78° 57' 00" W	1,452.57
M217	PENNAS COLORADAS	CP	INECEL	2,000	02° 34' 45" S	78° 33' 59" W	2,329.00
M222	INGAPATA	CP	INECEL	2,360	02° 36' 45" S	78° 36' 57" W	948.14
MA41	CHANLUD	CO	INAMHI	3,440	02° 40' 37" S	79° 01' 53" W	492.95
MB90	EL CEBOLLAR	CP	INAMHI	2,664	02° 52' 55" S	79° 01' 00" W	925.45

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Revisando el comportamiento de la evaporación en función de la temperatura, se puede observar que a mayor altura se obtiene menor evaporación y viceversa, en el Gráfico 5.1- 6 se muestra el comportamiento de las estaciones con registro de evaporación en la cuenca del río Santiago.

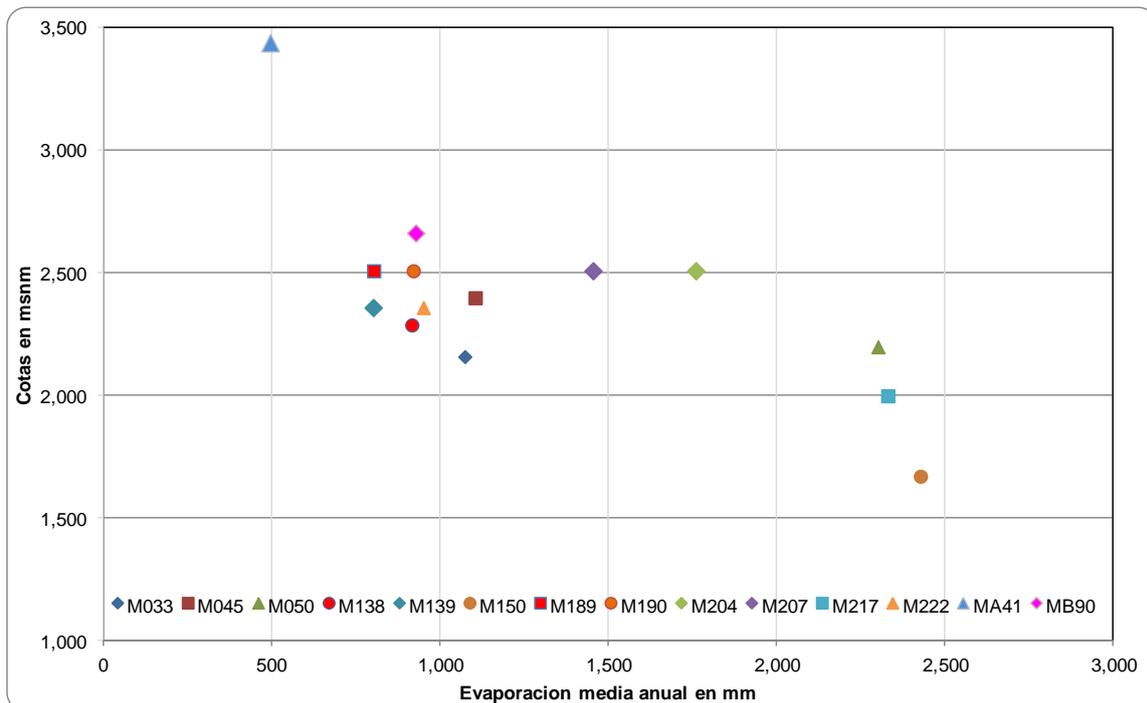


Gráfico 5.1- 6: Evaporación media anual en las estaciones de la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Revisando los datos de evaporación diaria en la zona de estudio, se observa que la estación Gualaquiza, registra una evaporación media diaria es de 2,49 mm, una evaporación mínima de 0 mm y una máxima de 24,2 mm de un total de 9.647 datos, de los cuales 4.135 están por arriba de la media, 619 eventos por arriba de los 5 mm y 29 datos por arriba de los 10 mm. Por otra parte la estación San Miguel de Conchay tiene un total de

1.522 registros con una evaporación media diaria de 5,78 mm, una mínima de 0 y una máxima de 70 mm, obteniéndose 578.

Evaporación neta

Para determinar la evaporación neta se empleó la siguiente expresión:

$$E_{\text{neta}} = 0,70 E_v - \text{Prec} \quad \text{Ec. (3)}$$

donde:

E_{neta} evaporación neta en mm
 E_v evaporación en mm
 Prec precipitación en mm

El factor 0,7 corresponde a la corrección recomendada para presas, lagos o cualquier tipo de grandes almacenamientos, respecto a la medición del evaporímetro (Aparicio, 2006).

En la cuenca del río Santiago se cuenta con información de 13 estaciones de evaporación de acuerdo con el punto anterior, de tal manera que también se cuenta con información de precipitación, lo cual facilita el cálculo de la evaporación neta. En la Tabla 5.1- 7 se presenta a manera de ejemplo la obtención de la evaporación neta en la estación Gualaquiza. En la Figura 5.1- 13 se presenta la distribución de la evaporación en la cuenca del río Santiago.

Tabla 5.1- 7: Obtención de la evaporación neta a nivel diario en la estación Gualaquiza

Día	Precipitación	Evaporación	0,7 Evaporación	Evaporación Neta
Datos en mm				
01-ene	3,69	2,58	1,81	-1,88
02-ene	2,68	2,74	1,92	-0,76
03-ene	2,61	2,11	1,48	-1,13
04-ene	2,28	2,90	2,03	-0,25
05-ene	2,47	2,57	1,80	-0,67
06-ene	2,01	2,23	1,56	-0,45
07-ene	2,31	2,65	1,85	-0,46
08-ene	2,17	2,93	2,05	-0,12
09-ene	5,24	2,73	1,91	-3,32
10-ene	2,08	2,77	1,94	-0,15
11-ene	3,62	2,53	1,77	-1,85
12-ene	2,61	2,76	1,93	-0,68
13-ene	5,76	2,51	1,76	-4,01
14-ene	1,89	2,79	1,95	0,07
15-ene	2,20	2,61	1,83	-0,37
16-ene	2,63	2,65	1,86	-0,78
17-ene	4,33	2,49	1,74	-2,58
18-ene	2,36	2,62	1,84	-0,52
19-ene	3,40	2,43	1,70	-1,70
20-ene	3,31	2,46	1,72	-1,58

21-ene	3,60	2,45	1,72	-1,88
22-ene	3,84	2,26	1,58	-2,26
23-ene	4,29	2,41	1,69	-2,60
24-ene	3,07	2,06	1,44	-1,63
25-ene	2,23	2,40	1,68	-0,55
26-ene	3,11	2,47	1,73	-1,38
27-ene	4,19	1,87	1,31	-2,87
28-ene	3,93	2,13	1,49	-2,44
29-ene	3,09	2,48	1,73	-1,36
30-ene	3,69	2,23	1,56	-2,13
31-ene	2,58	2,43	1,70	-0,88

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

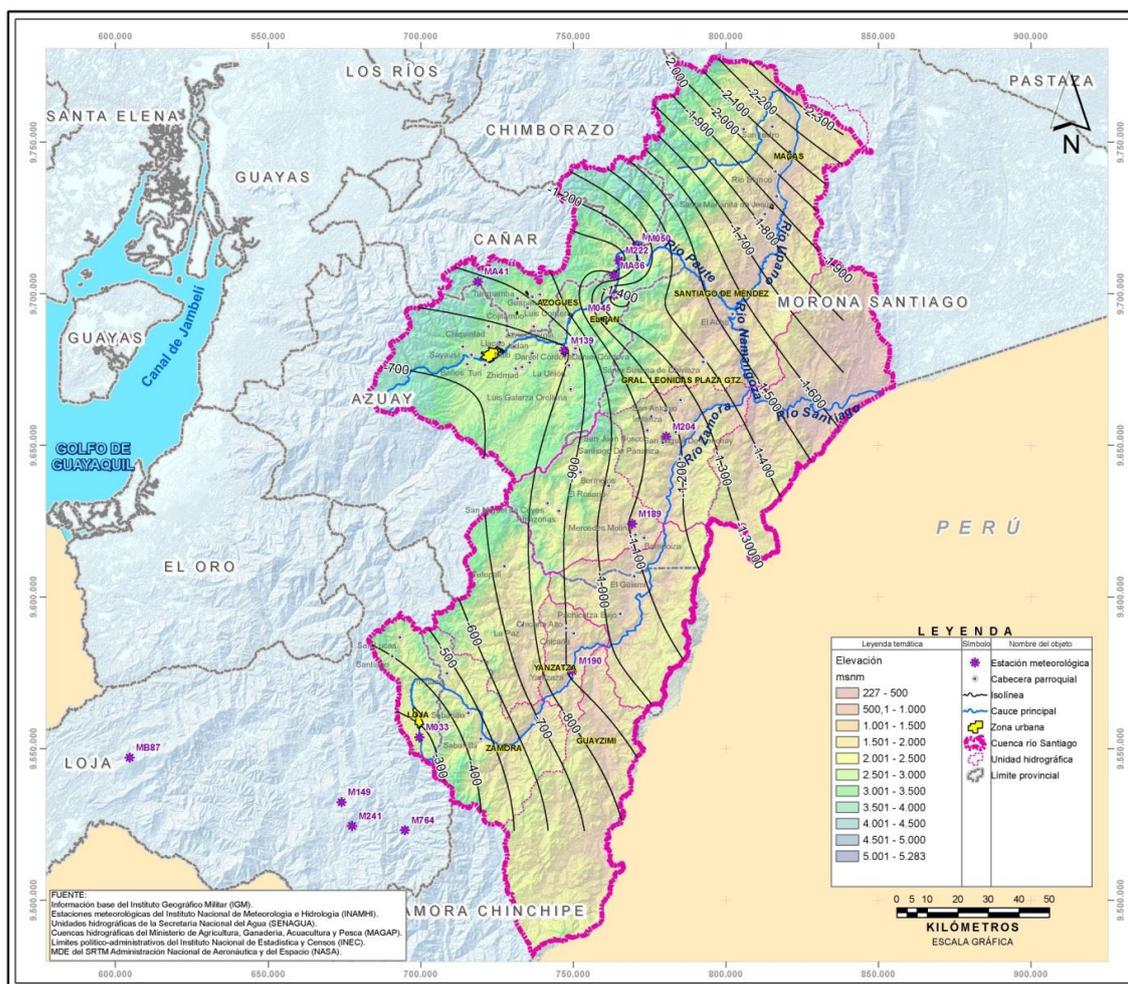


Figura 5.1- 13: Evaporación neta en la cuenca del río Santiago
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Evapotranspiración neta

El compendio de la evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas se denomina evapotranspiración, y está gobernada por:

- Factores meteorológicos
- Factor suelo
- Factor planta

La evapotranspiración potencial (ETP) es la máxima evapotranspiración posible bajo las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa.

La evapotranspiración real (ETR) es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación. Este valor se mide, no obstante existen fórmulas que permiten evaluarlo.

El método de Thorntwaite fue desarrollado a partir de datos de precipitación y escorrentía para diversas cuencas de drenaje. Como resultado se obtiene una relación empírica entre la ETP y la temperatura del aire. A pesar de la simplicidad y las limitaciones obvias del método, funciona bien para las regiones húmedas. No es necesariamente el método más exacto ni tampoco el que tiene las bases teóricas más profundas. Por el contrario, probablemente esas características corresponden a aquellas que involucran flujo de vapor y balance de calor. Entre las deficiencias más notorias del método de Thorntwaite se encuentra la suposición de que existe una alta correlación entre la temperatura y algunos de los otros parámetros pertinentes tales como radiación, humedad atmosférica y viento. Aunque, tales limitaciones pueden ser poco importantes bajo ciertas condiciones, a veces pueden resultar relevantes.

Thorntwaite y Mather, quienes conocieran que la radiación solar y la turbulencia atmosférica son factores de importancia en la ETR, han establecido que el problema de desarrollar una fórmula para la ETP permanece aún sin resolver. Los métodos que incluyen flujo de vapor y balance de calor requieren datos meteorológicos que, o no son medidos o son observados en pocos puntos, muy espaciados.

Por el contrario, la fórmula empírica de Thorntwaite puede ser usada para cualquier zona en la cual se registran la temperatura máxima y temperatura mínima diarias. Este método calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante la fórmula:

$$U_j = 1,6K_a \left(\frac{10T_j}{I} \right)^a \quad \text{Ec. (4)}$$

donde:

U_j es el uso consuntivo en el mes j , en cm.

T_j es la temperatura media en el mes j , en °C.

a , I son constantes.

K_a es la constante que depende de la latitud y el mes del año

Las constantes I (índice de eficiencia de temperatura) y a se calculan de la siguiente manera:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j \quad \text{Ec. (5)}$$

donde:

$$i_j = \left(\frac{T_j}{5} \right)^{1,514} \quad \text{Ec. (6)}$$

j es el número de meses

Tabla 5.1- 8: Valor de la constante Ka a nivel mensual

LATITUD GRADOS	CONSTANTE Ka										
	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,01
10	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
20	0,9	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1	0,93	0,91
30	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,2	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
40	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
45	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75
50	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

$$a = 675 \times 10^{-9}I^3 - 771 \times 10^{-7}I^2 + 179 \times 10^{-4}I + 0,492 \quad \text{Ec. (7)}$$

Tomando como base la metodología de Thorntwaite, se determinó la evapotranspiración en los sitios de las estaciones meteorológicas con información de temperatura media mensual, distribuidas a lo largo de la cuenca del río Santiago y en las cuencas circunvecinas a esta. En la Tabla 5.1- 9 se presentan las estaciones con información de temperatura dentro y cercanas a la cuenca del río Santiago.

Tabla 5.1- 9: Estaciones meteorológicas con información de temperatura

Estación	Código	Tipo	Provincia	Cantón	Parroquia	Cota msnm	Coordenadas	
							Latitud	Longitud
Santa Isabel	M032	CP	Azuay	Santa Isabel	Santa Isabel (chaguarurco)	1.550	03° 16' 28" S	79° 18' 36" W
Palmas-Azuay	M045	CP	Azuay	Sevilla de oro	Palmas	2.400	02° 42' 58" S	78° 37' 47" W
Paute	M138	CO	Azuay	Paute	Paute	2.289	02° 46' 39" S	78° 45' 32" W
Gualaceo	M139	CO	Azuay	Gualaceo	Gualaceo	2.360	02° 52' 55" S	78° 46' 35" W
Minas de Huacachaca	M196	CO	Azuay	Santa Isabel	Santa Isabel (chaguarurco)	1.040	03° 19' 55" S	79° 19' 44" W
Pennas Coloradas	M217	CP	Azuay	Sevilla de oro	Amaluza	2.000	02° 34' 45" S	78° 33' 59" W
Ingapata	M222	CP	Azuay	Sevilla de oro	Amaluza	2.360	02° 36' 45" S	78° 36' 57" W
Guarainag	MA36	PV	Azuay	Paute	Guarainag	2.600	02° 39' 28" S	78° 37' 51" W
Chanlud	MA41	CO	Cañar	Biblian	Nazon (cab. En pampa de dominquez)	3.440	02° 40' 37" S	79° 01' 53" W
Cartagena-Oña	MB08	CP	Chimborazo	Guamote	Guamote	3.210	02° 00' 54" S	78° 43' 20" W
Pozul-Colegio	MB87	CP	Chimborazo	Guamote	Guamote	3.210	02° 00' 54" S	78° 43' 20" W
Nambacola-Colegio	MB88	CP	Chimborazo	Guamote	Guamote	3.210	02° 00' 54" S	78° 43' 20" W
El Cebollar	MB90	CP	Chimborazo	Guamote	Guamote	3.210	02° 00' 54" S	78° 43' 20" W
La Argelia	M033	AP	Loja	Loja	Loja	2.160	04° 02' 11" S	79° 12' 04" W
Quinara	M145	CO	Loja	Loja	Quinara	1.560	04° 18' 50" S	79° 14' 36" W
Gonzanama	M149	CO	Loja	Gonzanama	Gonzanama	2.042	04° 13' 49" S	79° 25' 52" W
Amaluza	M150	CO	Loja	Espindola	Amaluza	1.672	04° 35' 05" S	79° 25' 50" W
Zapotillo	M151	CO	Loja	Zapotillo	Zapotillo	223	04° 22' 57" S	80° 14' 11" W
Las Conchas	M240	CO	Loja	Paltas	Catacocha	1.350	04° 03' 00" S	79° 33' 20" W
Quilanga	M241	CO	Loja	Quilanga	Quilanga	1.819	04° 18' 05" S	79° 23' 57" W
Quinara (Predesur)	M764	CO	Loja	Loja	Quinara	1.559	04° 18' 50" S	79° 14' 36" W
Gualaquiza	M189	CO	Morona santiago	Gualaquiza	Gualaquiza	750	03° 23' 53" S	78° 34' 33" W
San Miguel de Conchay	M204	CP	Morona santiago	Limén indanza	San miguel de conchay	1.570	03° 08' 16" S	78° 28' 32" W
Sangay (P. Santa Ana)	M041	CP	Morona santiago	Palora	Palora (metzera)	880	01° 41' 35" S	77° 57' 00" W
Arenales-Cola de San Pablo	M050	CP	Morona santiago	Santiago	Santiago de mendez	2.200	02° 34' 37" S	78° 33' 00" W
Yantzaza	M190	CO	Zamora chinchipe	Yantzaza	Yantzaza (yanzatza)	830	03° 50' 15" S	78° 45' 01" W
Zamora	M207	CP	Zamora chinchipe	Zamora	Zamora	970	04° 05' 37" S	78° 57' 00" W

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En la Tabla 5.1-10 se presenta la temperatura media mensual de las estaciones para todo su periodo de registro.

Tabla 5.1- 10: Temperatura media mensual en las estaciones meteorológicas

Estación	Código	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN °C												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Argelia	M033	16,09	16,18	16,36	16,48	16,25	15,64	15,14	15,50	16,14	16,52	16,51	16,47	16,11
Gualaquiza	M189	23,49	23,23	23,37	23,20	22,80	21,93	21,44	21,65	22,34	23,27	23,74	23,77	22,85
Yanzatza	M190	23,60	23,61	23,65	23,50	23,22	22,27	22,00	22,40	22,82	23,52	24,08	24,16	23,23
San Miguel de Conchay	M204	16,48	19,05	19,25	19,14	19,14	18,26	17,85	18,27	18,76	19,03	19,54	19,36	18,68
Zamora	M207	22,73	22,66	22,73	22,54	22,24	21,24	20,83	21,20	21,80	22,55	22,96	23,28	22,23
Santa Isabel	M032	18,68	19,11	19,61	19,74	19,83	20,49	20,50	20,69	20,28	19,81	19,62	19,13	19,79
Sangay (P. Santa Ana)	M041	21,87	21,95	21,98	22,07	21,96	21,48	21,12	21,59	21,98	22,29	22,34	22,06	21,89
Palmas-Azuay	M045	15,65	15,60	15,70	15,47	15,12	14,12	13,53	13,59	14,31	15,38	15,70	15,86	15,00
Arenales-Cola de San Pablo	M050	14,68	14,29	15,17	15,25	14,70	13,76	12,90	13,50	14,07	14,60	14,73	14,73	14,37
Paute	M138	17,57	17,91	18,08	17,92	17,65	16,84	14,99	16,04	16,96	17,92	18,19	18,24	17,36
Gualaceo	M139	17,44	17,82	17,70	17,72	17,47	16,67	15,55	16,05	16,76	17,78	18,01	18,28	17,27
Quinara	M145	20,04	20,70	20,84	20,87	21,00	20,82	18,67	21,37	21,68	21,69	21,25	21,21	20,85
Gonzanama	M149	15,74	16,62	16,64	16,91	17,14	17,13	17,04	17,17	17,12	17,07	17,03	16,84	16,87
Amaluza	M150	19,39	19,93	20,17	20,16	20,38	20,91	20,89	21,10	20,90	20,61	20,53	20,34	20,44
Zapotillo	M151	27,22	27,25	26,69	25,93	24,68	24,24	24,42	25,11	25,30	26,03	26,70	27,49	25,92
Minas de Huacachaca	M196	21,62	22,11	22,29	22,14	21,74	21,73	21,63	21,49	21,24	21,41	21,69	21,67	21,73
Pennas Coloradas	M217	14,83	14,85	14,82	14,93	14,71	13,84	13,07	13,61	14,20	14,93	15,25	15,07	14,51
Ingapata	M222	15,25	15,21	15,25	15,11	14,81	13,83	13,37	13,65	14,41	15,31	15,60	15,59	14,78
Las Conchas	M240	21,90	22,42	22,22	22,28	22,58	22,79	23,52	23,45	23,11	22,85	23,15	22,37	22,72
Quilanga	M241	19,57	19,51	19,52	19,52	19,73	19,77	19,90	20,47	20,62	20,54	20,44	20,25	19,99
Quinara (Predesur)	M764	20,98	20,85	20,95	20,92	21,31	21,56	21,01	21,33	21,77	21,92	21,08	21,33	21,25
Guarainag	MA36		14,94	14,50	14,84	14,14	13,31	12,69	12,78	13,48	14,43	14,85	14,11	14,01
Chanlud	MA41	8,87	8,80	8,79	8,66	8,45	7,47	7,43	6,98	7,51	8,79	9,07	9,11	8,33
Cartagena-Oña	MB08	16,83	16,97	17,22	17,22	17,14	17,36	17,37	17,52	18,00	17,72	17,65	17,13	17,34
Pozul-Colegio	MB87	16,40	16,34	16,79	17,01	17,01	16,87	16,75	17,05	17,05	17,29	17,29	16,82	16,89
Nambacola-Colegio	MB88	19,42	19,03	19,38	19,48	19,89	20,04	20,09	20,39	20,51	20,22	19,66	19,42	19,79
El Cebollar	MB90	16,12	14,89	14,67	14,65	14,83	12,62	13,55	13,57	13,86	14,77	19,37	23,44	15,53

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Con base en los registros de temperatura media mensual, se procedió a determinar el índice de eficiencia para cada mes y finalmente el global y el factor a. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

Tabla 5.1- 11: Índice de eficiencia de temperatura

Estación	CÓDIGO	ÍNDICE DE EFICIENCIA DE TEMPERATURA (I)												GLOBAL	FACTOR a
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
La Argelia	M033	5,87	5,92	6,02	6,08	5,96	5,62	5,35	5,54	5,89	6,11	6,10	6,08	70,55	1,61
Gualaquiza	M189	10,40	10,23	10,32	10,22	9,94	9,38	9,06	9,20	9,65	10,26	10,58	10,59	119,83	2,69
Yanzatza	M190	10,48	10,49	10,51	10,41	10,22	9,60	9,43	9,68	9,96	10,43	10,80	10,86	122,86	2,77
San Miguel de Conchay	M204	6,09	7,57	7,70	7,63	7,63	7,11	6,87	7,12	7,40	7,57	7,87	7,77	88,33	1,93
Zamora	M207	9,90	9,85	9,90	9,77	9,58	8,93	8,68	8,91	9,29	9,78	10,05	10,26	114,92	2,55
Santa Isabel	M032	7,35	7,61	7,92	8,00	8,05	8,46	8,47	8,59	8,33	8,04	7,92	7,63	96,37	2,10
Sangay (P. Santa Ana)	M041	9,34	9,39	9,41	9,47	9,40	9,09	8,86	9,16	9,41	9,61	9,65	9,47	112,23	2,48
Palmas-Azuay	M045	5,63	5,60	5,66	5,53	5,34	4,81	4,51	4,55	4,91	5,48	5,66	5,74	63,43	1,49
Arenales-Cola de San Pablo	M050	5,11	4,91	5,37	5,41	5,12	4,63	4,20	4,50	4,79	5,07	5,13	5,14	59,36	1,42
Paute	M138	6,71	6,90	7,00	6,91	6,75	6,29	5,27	5,84	6,36	6,91	7,06	7,10	79,09	1,76
Gualaceo	M139	6,63	6,85	6,78	6,79	6,65	6,19	5,57	5,85	6,24	6,82	6,96	7,12	78,45	1,75
Quinara	M145	8,18	8,59	8,68	8,70	8,78	8,67	7,35	9,02	9,22	9,22	8,94	8,92	104,28	2,28
Gonzanama	M149	5,68	6,16	6,17	6,33	6,46	6,45	6,40	6,47	6,45	6,42	6,39	6,29	75,67	1,70
Amaluza	M150	7,78	8,11	8,26	8,26	8,39	8,72	8,71	8,84	8,72	8,53	8,48	8,37	101,19	2,21
Zapotillo	M151	13,01	13,03	12,63	12,08	11,21	10,91	11,04	11,51	11,64	12,15	12,64	13,20	145,05	3,52
Minas de Huacachaca	M196	9,18	9,50	9,61	9,51	9,25	9,25	9,18	9,09	8,94	9,05	9,22	9,21	111,00	2,45
Pennas Coloradas	M217	5,19	5,20	5,18	5,24	5,13	4,67	4,28	4,56	4,86	5,24	5,41	5,31	60,26	1,44
Ingapata	M222	5,41	5,39	5,41	5,34	5,18	4,67	4,43	4,57	4,97	5,44	5,60	5,60	62,00	1,47
Las Conchas	M240	9,36	9,69	9,57	9,61	9,80	9,94	10,43	10,38	10,15	9,98	10,18	9,67	118,75	2,66
Quilanga	M241	7,90	7,85	7,86	7,86	7,99	8,02	8,09	8,45	8,55	8,49	8,43	8,31	97,81	2,13
Quinara (Predesur)	M764	8,77	8,68	8,75	8,73	8,98	9,14	8,79	8,99	9,27	9,37	8,83	8,99	107,30	2,36
Guarainag	MA36		5,24	5,01	5,19	4,82	4,40	4,10	4,14	4,49	4,98	5,20	4,81	52,38	1,31
Chanlud	MA41	2,38	2,35	2,35	2,30	2,21	1,84	1,82	1,66	1,85	2,35	2,46	2,48	26,05	0,92
Cartagena-Oña	MB08	6,28	6,36	6,50	6,50	6,46	6,58	6,59	6,68	6,95	6,79	6,75	6,45	78,90	1,75
Pozul-Colegio	MB87	6,04	6,01	6,26	6,38	6,38	6,30	6,23	6,41	6,40	6,54	6,54	6,28	75,78	1,70
Nambacola-Colegio	MB88	7,80	7,56	7,77	7,84	8,09	8,18	8,21	8,40	8,47	8,29	7,95	7,80	96,37	2,10
El Cebollar	MB90	5,88	5,22	5,10	5,09	5,18	4,06	4,52	4,54	4,68	5,15	7,77	10,37	67,58	1,56

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Para la determinación de los valores del factor K_a , de acuerdo a la ubicación de la cuenca del río Santiago entre los paralelos 2 y 5 grados en latitud sur, se realizó una interpolación lineal, tal y como se muestra en la Tabla 5.1- 12.

Tabla 5.1- 12: Valor de la constante K_a

LATITUD GRADOS	CONSTANTE K_a											
	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
0	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,01	
4	0,93	1,04	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	1,00	1,00	
10	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99	

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Una vez determinados los factores necesarios, se obtuvieron los valores de evapotranspiración mensual para las estaciones bajo análisis. En la Tabla 5.1- 13 se presentan los resultados.

Tabla 5.1- 13: Evapotranspiración determinada por el método de Thorntwaite

Estación	CÓDIGO	EVAPOTRANSPIRACIÓN EN mm												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Argelia	M033	6,16	5,63	6,40	6,37	6,46	5,92	5,76	5,96	6,13	6,48	6,26	6,26	73,80
Gualaquiza	M189	9,99	8,79	9,97	9,62	9,51	8,36	8,07	8,25	8,65	9,82	10,03	10,09	111,17
Yanzatza	M190	10,02	9,09	10,20	9,85	9,88	8,58	8,51	8,91	9,04	10,01	10,33	10,46	114,88
San Miguel de Conchay	M204	5,48	6,56	7,48	7,27	7,54	6,72	6,59	6,87	6,96	7,29	7,42	7,32	83,50
Zamora	M207	9,33	8,39	9,45	9,08	9,11	7,89	7,71	8,03	8,31	9,22	9,34	9,71	105,57
Santa Isabel	M032	6,59	6,26	7,38	7,36	7,70	8,04	8,26	8,39	7,75	7,51	7,12	6,78	89,14
Sangay (P. Santa Ana)	M041	8,57	7,83	8,78	8,72	8,93	8,25	8,10	8,53	8,59	9,06	8,81	8,57	102,73
Palmas-Azuay	M045	6,29	5,67	6,39	6,14	6,16	5,42	5,22	5,23	5,44	6,17	6,15	6,27	70,56
Arenales-Cola de San Pablo	M050	5,94	5,19	6,30	6,24	6,14	5,45	5,10	5,42	5,54	5,94	5,82	5,85	68,92
Paute	M138	6,67	6,25	7,09	6,86	6,92	6,22	5,20	5,83	6,20	6,95	6,90	6,96	78,05
Gualaceo	M139	6,61	6,22	6,86	6,75	6,84	6,14	5,58	5,88	6,11	6,89	6,81	7,02	77,70
Quinara	M145	7,28	7,10	8,05	7,94	8,35	7,99	6,39	8,65	8,62	8,79	8,11	8,10	95,37
Gonzanama	M149	5,67	5,64	6,30	6,37	6,76	6,59	6,69	6,75	6,48	6,56	6,32	6,23	76,36
Amaluza	M150	6,90	6,64	7,62	7,47	7,94	8,19	8,38	8,54	8,06	7,95	7,62	7,50	92,82
Zapotillo	M151	15,02	13,66	14,18	12,58	10,96	10,04	10,57	11,61	11,50	12,93	13,68	15,21	151,95
Minas de Huacachaca	M196	8,38	8,03	9,14	8,83	8,76	8,53	8,65	8,48	7,95	8,25	8,24	8,25	101,50
Pennas Coloradas	M217	5,98	5,43	6,04	6,00	6,10	5,44	5,14	5,43	5,56	6,08	6,06	5,98	69,26
Ingapata	M222	6,12	5,53	6,20	6,01	6,05	5,34	5,21	5,35	5,58	6,21	6,17	6,19	69,96
Las Conchas	M240	8,33	8,03	8,76	8,67	9,31	9,32	10,38	10,26	9,51	9,40	9,41	8,63	110,00
Quilanga	M241	7,20	6,48	7,25	7,12	7,56	7,40	7,69	8,14	7,97	8,04	7,70	7,57	90,11
Quinara (Predesur)	M764	7,95	7,10	8,02	7,85	8,51	8,53	8,23	8,49	8,59	8,88	7,83	8,08	98,05
Guarainag	MA36	0,00	5,89	6,32	6,40	6,23	5,61	5,41	5,43	5,62	6,26	6,28	5,89	65,34
Chanlud	MA41	5,04	4,54	5,06	4,90	4,97	4,34	4,42	4,16	4,29	5,04	5,01	5,06	56,83
Cartagena-Oña	MB08	6,19	5,69	6,51	6,40	6,59	6,57	6,74	6,82	6,89	6,83	6,56	6,25	78,04
Pozul-Colegio	MB87	6,08	5,47	6,40	6,43	6,67	6,41	6,49	6,67	6,43	6,70	6,48	6,21	76,42
Nambacola-Colegio	MB88	7,15	6,21	7,20	7,15	7,75	7,68	7,92	8,13	7,94	7,84	7,15	6,99	89,10

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

A partir de los datos obtenidos con la metodología de Thorntwaite, para el cálculo de la evapotranspiración en la cuenca, se generó un mapa de la evapotranspiración teórica en la cuenca río Santiago, de modo que los resultados obtenidos fueran equiparables de forma gráfica con la evapotranspiración registrada en la cuenca. La misma metodología se siguió para la conformación de los mapas de precipitación. Los resultados se muestran en la Figura 5.1- 14.

Los datos medidos y los obtenidos de manera teórica difieren en gran medida, debido principalmente a que la evapotranspiración teórica toma como variable a la temperatura, además que las constantes K_a y el índice de eficiencia de la temperatura deben calibrarse con datos de la región. Con base en la experiencia de estudios de esta misma índole en otras cuencas, los resultados que se obtienen aplicando el método de Penman resultan más altos que los reales, el método de Thorntwaite es más conservador y apegado a los registros.

Los rangos de la evapotranspiración medida van de 800 a 1.900 mm, teniendo mayores pérdidas en la cuenca alta y media, disminuyendo conforme se avanza hacia el río Santiago. Los valores teóricos van de 700 a 1.200 mm obteniéndose mayores pérdidas en la cuenca media cerca de la confluencia de los ríos Zamora y Namangoza, disminuyendo en la cuenca alta y baja.

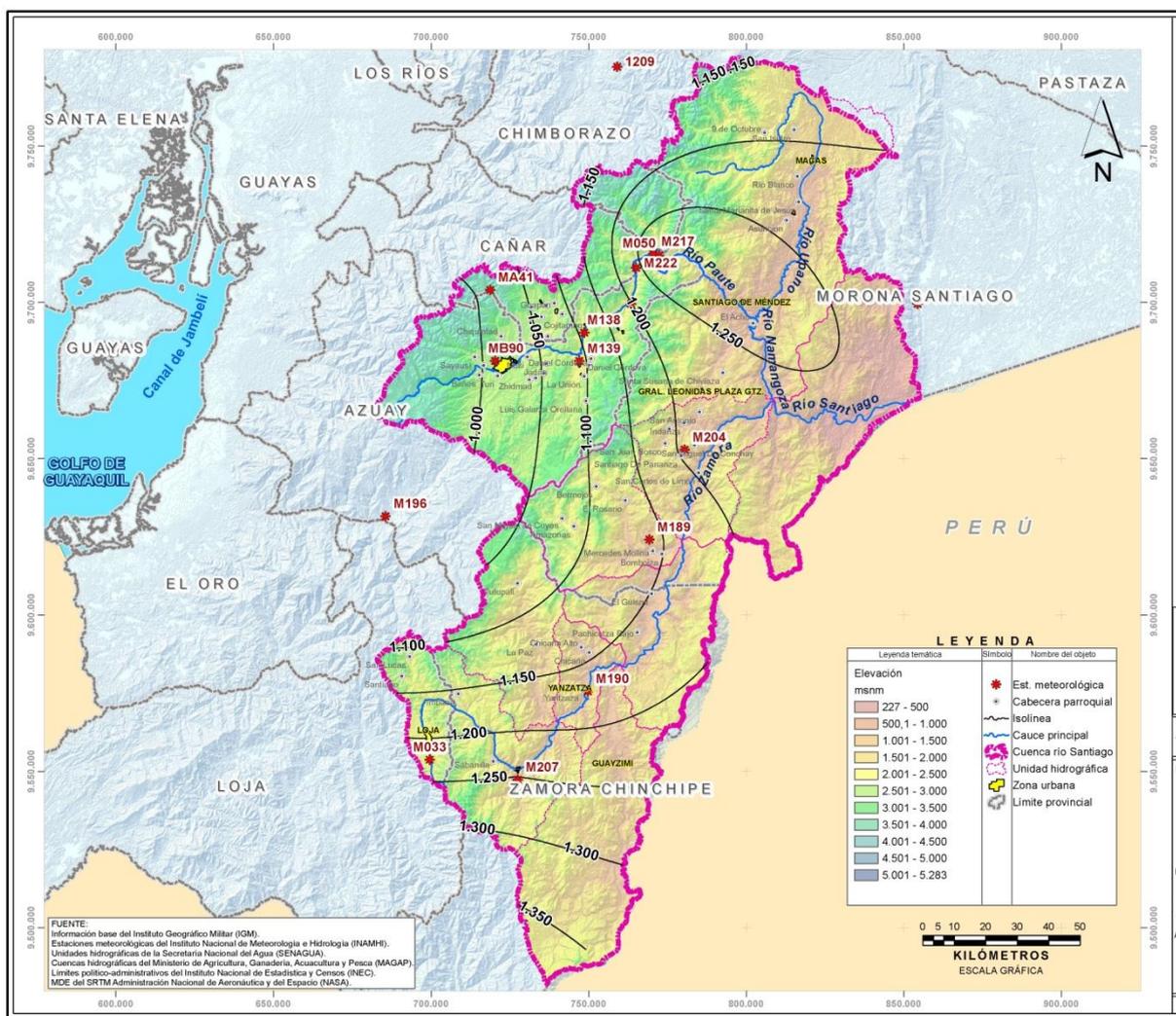


Figura 5.1- 14: Evaporación registrada en la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.1.4 Hidrología

Red de estaciones hidrológicas

Se analizaron los registros de caudales medios diarios de 28 estaciones; de las cuales siete de ellas se encuentran en la subcuenca del río Zamora y 21 en la subcuenca del río Namangoza.

De las estaciones que se encuentran en dicha cuenca se llevó a cabo un proceso de selección de aquellas estaciones que tengan un periodo de registros amplio.

Las estaciones que conforman dicha red de estaciones se describe a continuación:

En la subcuenca del río Zamora se han instalado trece estaciones limnigráficas. En la parte alta de la subcuenca del río Zamora, en la zona montañosa existen dos afluentes importantes por margen izquierda, los cuales son aforados en las estaciones San Francisco AJ Zamora, Zamora DJ San Francisco y Sabanilla AJ Zamora.

Aguas abajo, la estación Zamora DJ San Francisco cuenta con registros hidrométricos hasta el año de 1989, lo cual supone que ha dejado de operar.

Siguiendo con el curso del río Zamora la estación Zamora DJ Sabanilla, ubicada en la cabecera de la provincia de Zamora Chinchipe mide el régimen de escurrimientos desde 1982 hasta 2011.

El régimen de escurrimientos de la subcuenca del río Yacuambi, se mide por dos estaciones, Yacuambi en la Paz y Yacuambi AJ Zamora; la estación Yacuambi en la Paz cuenta con registros intermitentes en el periodo de 1982 a 2003, siendo éste el último año con información. Por otra parte, la estación Yacuambi AJ Zamora cuenta con registros en el periodo de 1975 a 2005.

En la subcuenca del río Nangaritza, se encuentra la estación Nangaritza AJ Zamora, a la altura del poblado de Paquisha, la cual se encuentra en operación. Por otro lado una de las estaciones ubicadas sobre el cauce principal del río Zamora, aguas abajo del río Nangaritza, Zamora DJ Nangaritza, se encuentra a la salida de una curva del río y sobre un banco de arena. La estación cuenta con información en el periodo de 1982 a 1989 y nuevamente dispone con registros a partir del año 2007.

Los escurrimientos de la subcuenca del río Chuchumbletza eran registrados por la estación Chuchumbletza AJ Zamora, la cual ha dejado de operar.

Aguas arriba antes de la confluencia con el río Bomboiza, se encuentra en operación la estación Zamora AJ Bomboiza, cuyos registros resultan fundamentales para el estudio hidrológico.

El régimen de escurrimientos de la subcuenca del río Bomboiza se registra en la estación Bomboiza AJ Zamora la cual sigue operando y se ubica aproximadamente a 2 km antes de la confluencia con el río Zamora.

Los escurrimientos de toda la subcuenca del río Zamora eran registrados por la estación Zamora AJ Namangoza, ubicada cerca de la unión con el río Namangoza. En la actualidad, al no estar operando dicha estación, se imposibilita la oportunidad de conocer los escurrimientos casi a la salida de la subcuenca.

Comenzando de la misma manera, en la subcuenca del río Namangoza, en su parte alta,

los escurrimientos son medidos por las estaciones Matadero en Sayausí y Tomebamba en Monay, sobre el río Tomebamba, y las estaciones San Francisco en Gualaceo, midiendo los escurrimientos de un afluente del río Gualaceo y Gualaceo AJ Paute, que como su nombre lo indica mide los escurrimientos de río Gualaceo. Los registros de la estación Matadero en Sayausí son de 1971 a 2008, de Tomebamba en Monay de 1982 a 2008, de San Francisco en Gualaceo de 1963 a 2003 y Gualaceo AJ Paute de 2004 a 2009.

Una vez que el río Tomebamba se une con el río Gualaceo se convierte en el río Paute, el río es aforado por la estación Paute en Paute, cuyos registros van de 1982 a la fecha, esta estación se cambió de sección y es de las pocas estaciones que operan en la actualidad.

Los escurrimientos del río Collay son aforados por la estación Collay AJ Paute, cuyos registros son de 1995 a 1996 y de 1998 a 2008.

Después de la unión de los ríos Paute y Collay los escurrimientos son medidos antes de la confluencia con el río Dudas, en la estación Paute AJ Dudas, dicha estación tiene un periodo de medición de 1982 a 1996.

Continuando con el curso del río Paute después de la incorporación del río Llavircay se encuentra la estación Paute DJ Llavircay, que aforó el río sólo cuatro años, de 1983 a 1987.

Aguas abajo, antes de la unión de los ríos Paute y Cardenillo se tiene registros de 1982 a 1986 de una estación llamada Paute AJ Cardenillo.

La última estación emplazada sobre el río Paute es la Paute AJ Upano, que operó en el periodo de 1982 a 1989.

En el río Paute se encuentra la Central Hidroeléctrica Mazar, la cual constituye el primer aprovechamiento aguas arriba de la subcuenca del río Paute, ubicándose en las inmediaciones de la unión de este río con el río Mazar, aguas arriba del embalse Amaluzá, que almacena el volumen de agua para la Central Hidroeléctrica Paute Molino. El proyecto Paute Sopladora se encuentra aguas abajo de la central Molino.

El otro río que alimenta la subcuenca del río Namangoza es el río Upano, el cual se encuentra en la parte noreste de la subcuenca, a diferencia del río Paute este río drena sin tener alguna infraestructura de control. Uno de los afluentes más importantes es el río Tutanangoza, aforado en la estación Tutanangoza en Sucúa, la cual tiene registros de 1979 a 1992 y en 2003.

Al unirse el Tutanangoza al río Upano, los escurrimientos de este último son registrados por la estación hidrológica Upano DJ Tutanangoza la cual tiene registros de 1982 a 1990, y 1992 a 2011.

Al unirse los ríos Paute y Negro nace el río Namangoza.

A una distancia aproximada de dos kilómetros aguas abajo de la confluencia del río Namangoza con el Upano, el caudal del río era medido en la estación Namangoza DJ Upano, la cual operó de 1982 a 1993. Esta estación por su localización es fundamental como punto de control del río ya que se encuentra casi a la salida de la subcuenca del río Namangoza.

Además de las estaciones anteriormente descritas, los ríos son aforados por otras estaciones, de las cuales también se cuentan con registros, siendo éstas las estaciones Mazar AJ Paute, Yanuncay AJ Tarqui, Surucucho AJ Llulluchas, Canal Saymirín y Juval AJ

Paute, las cuales no se seleccionaron para el análisis debido a que dos de ellas tienen un área de aportación muy pequeña y se encuentran en las partes altas de la subcuenca y existen otras estaciones que miden las aportaciones de los ríos aforados.

En la Tabla 5.1- 14 se muestran las estaciones hidrológicas con disponibilidad de información y en la Figura 5.1- 15 se presenta su distribución espacial en la cuenca del río Santiago.

Tabla 5.1- 14: Estaciones hidrológicas con disponibilidad de información

Nombre de estación	Corriente	Codigo	Coordenadas INAMHI		Elevación (msnm)	Periodo registrado	Área Drenada (km²)	Volumen escurrido medio anual (hm³)	Caudal medio (m³/s)	Rendimiento medio (m³/s)
			LONGITUD	LATITUD						
Bomboiza AJ Zamora	Bomboiza	H881	78° 29' 47" W	03° 24' 54" S	549	1975-1983,1984,1985,1986,1988-1993,1995,1998,1999,2001-2003,2005,2006-2010,2011	1.482	3.396,54	107,63	72,64
Tutanangoza en Suciúa	Tutanangoza	H883	78° 10' 00" W	02° 29' 03" S	850	1979,1980,1981,1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,2003	422	1.186,25	37,59	89,17
Zamora AJ Bomboiza	Zamora	H884	78° 30' 10" W	03° 09' 15" S	548	1976,1977,1978,1979,1980,1981-1982,1983,1984,1985-1992,1993,1995,1997,2001,2002,2003-2004,2007-2010	8.425	18.881,54	598,32	71,02
Nangariza AJ Zamora	Nangariza	H885	78° 41' 10" W	03° 55' 11" S	870	1975,1976,1977-1978,1979,1980-1982,1983,1984,1985-1986,1987,1988,2008-2010,2011	2.293	6.295,74	199,50	87,00
Sabanilla AJ Zamora	Sabanilla	H886	79° 00' 22" W	04° 02' 03" S	1.080	1964-1966,1967,1968-1971,1972,1973,1974,1975,1976,1977-1980,1981,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991-1992,1993	176	674,70	21,38	121,48
Yacuambi AJ Zamora	Yacuambi	H887	78° 50' 54" W	03° 54' 45" S	961	1975,1976,1977,1978-1980,1981,1982,1983,1984,1985-1986,1987,1988-1991,1992,1993,1995,1996,1997,2001,2002-2005	1.502	4.858,29	153,95	102,50
Zamora DJ San Francisco	Zamora	H888	79° 01' 30" W	03° 57' 08" S	1.590	1969,1970,1971-1973,1974,1982,1983,1985,1986,1987,1988-1989	1.018	1.304,59	41,34	40,61
Zamora DJ Sabanilla	Zamora	H889	78° 56' 53" W	04° 03' 37" S	902	1982-1983,1984,1985,1986-1993,1994,1995-2000,2001,2002,2003-2004,2005,2006-2010,2011	1.388	2.396,80	75,95	54,72
Zamora DJ Nangariza	Zamora	H890	78° 38' 31" W	03° 45' 51" S	890	1982-1983,1985-1986,1987,1988,1989,2007,2008,2009-2010,2011	6.760	17.857,18	565,86	83,71
Mazar AJ Paute	Mazar	H892	78° 36' 35" W	02° 34' 14" S	2.250	1972,1973,1974,1975,1976,1977,1978,1979,1980,1981,1982,1983,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,1993,1994,1995-1998,1999,2000-2002,2003,2004,2005,2006,2007,2008,2009	157	174,83	5,54	35,26
Yanuncay AJ Tarqui	Yanuncay	H893	79° 00' 24" W	02° 54' 46" S	2.500	1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,1993,1994,1995,1996,1997,1998,1999,2000,2001,2002,2003,2004,2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011	409	206,07	6,53	15,95
Paute en Paute	Paute	H894	78° 44' 33" W	02° 45' 26" S		1964,1965,1966,1967,1968,1969,1970,1971,1972,1973,1974,1975,1976,1977,1978,1979,1980,1981,1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989-1999	3.558	1.782,37	56,48	15,87
Tomebamba en Monay	Tomebamba	H895	78° 57' 59" W	02° 53' 29" S	2.480	1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,1993,1994,1995,1997,1998,1999,2000-2002-2005,2006-2008	1.244	547,21	17,34	13,94
Matadero en Sayausi	Matadero	H896	79° 04' 00" W	02° 52' 01" S	2.645	1971,1972,1973-1976,1977,1978,1979,1980,1981,1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989-1991-1994,1995,1997,1998,1999,2000,2001,2002,2003,2004,2005,2006,2007,2008	226	203,55	6,45	28,56
Surucucho AJ Llulluchas	Surucucho	H897	79° 07' 45" W	02° 50' 27" S	2.980	1976,1977,1978,1979,1980,1981,1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,1993,1994-1996-1999,2000-2002,2003,2004,2005,2006,2007,2008	51	35,03	1,11	21,97
San Francisco en Gualaceo	San Francisco	H899	78° 45' 49" W	02° 53' 43" S	2.400	1965,1966,1967,1968,1969,1970,1971,1972,1973,1974,1975,1976,1977,1978,1979,1980,1981,1982,1983-1985-1988,1989-1991,1992,1993,1994,1995,1996,1997,1998,1999,2000-2002,2003	80	274,87	8,71	108,65
Paute AJ Dudas	Paute	H900	78° 37' 29" W	02° 41' 10" S	2.000	1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992-1994,1995,1996	4.002	2.164,54	68,59	17,14
Canal Saymirin		H901	79° 00' 42" W	02° 45' 37" S	2.900	1982,1983		95,15	3,02	
Juval AJ Paute	Juval	H906	78° 33' 30" W	02° 23' 36" S	1.950	1982	41	377,43	11,96	289,07
Namangoza DJ Upano	Namangoza	H907	78° 16' 30" W	02° 45' 35" S	410	1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,1993,	10.151	18.703,56	592,68	58,39
Upano DJ Tutamangoza	Upano	H908	78° 10' 45" W	02° 36' 58" S	550	1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992-2003,2004,2005,2006-2008,2009,2010,2011	3.202	9.270,68	293,77	91,74
Paute AJ Upano	Paute	H909	78° 17' 24" W	02° 44' 19" S	413	1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989	6.384	9.093,64	288,16	45,14
Yacuambi en La Paz	Yacuambi	H912	78° 53' 10" W	03° 43' 37" S	958	1982,1983,1985,1986-1990,1991,1993,2001,2002-2003	963	2.976,20	94,31	97,93
Paute DJ Llavircay	Paute	H917	78° 36' 40" W	02° 38' 40" S		1983,1984,1985,1986,1987	4.393	2.087,85	66,16	15,06
Paute AJ Cardenillo	Paute	H918	78° 29' 02" W	02° 34' 03" S	1.130	1982,1983,1984,1985,1986	5.146	4.759,52	150,82	29,31
Collay AJ Paute	Collay	H929	78° 38' 59" W	02° 45' 30" S	2.110	1995,1996,1998,1999,2000,2001,2002,2003,2004,2005,2006,2007,2008	220	1.995,39	63,23	287,50
Gualaceo AJ Paute	Gualaceo	H931	78° 45' 54" W	02° 52' 00" S	2.200	2004,2005,2006,2007,2008,2009	942	786,42	24,92	26,45

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

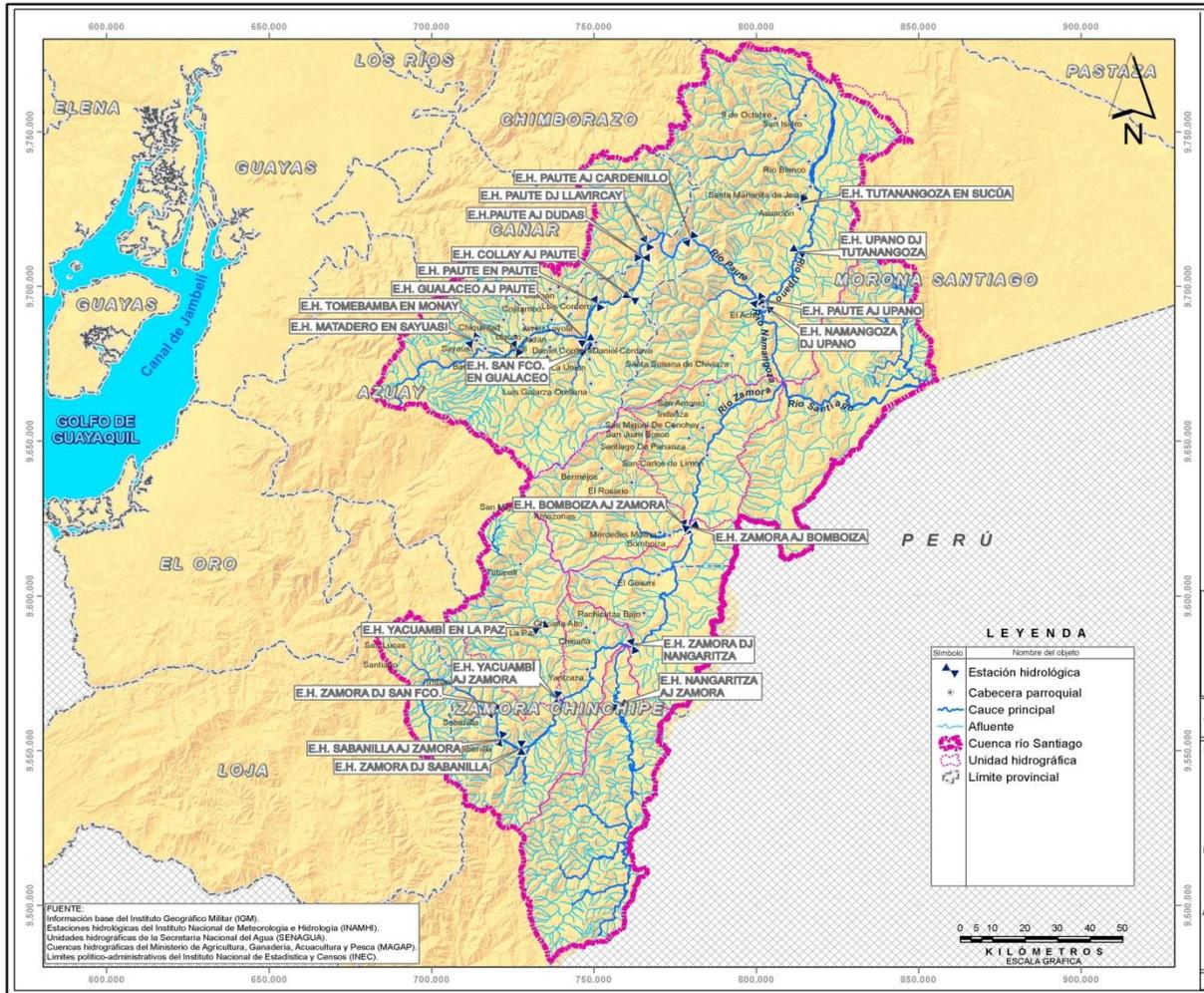


Figura 5.1- 15: Ubicación de las estaciones hidrológicas con información

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Caudales medios diarios

La determinación de los caudales medios diarios en el sitio de proyecto PHS se ha realizado mediante la aplicación del método de las abstracciones (CFE, 2013).

La Tabla 5.1- 15 presenta los resultados obtenidos con los registros de las estaciones hidrológicas y los resultados obtenidos mediante la aplicación del método de las abstracciones. Los resultados destacan una discrepancia del orden del 9% en promedio entre los registros de las estaciones hidrológicas y los caudales complementados con el método de las abstracciones.

Tabla 5.1- 15: Resumen de caudales medios complementados

Nombre de estación	Área Drenada (km ²)	Registros	Método de Abstracciones
		Caudal medio (m ³ /s)	
Bomboiza AJ Zamora	1.482	110,32	104,80
Zamora AJ Bomboiza	8.475	595,70	626,30
Upano DJ Tutamangoza	3.202	293,77	334,89
Paute AJ Upano	6.384	288,16	278,55
Cuenca Río Namangoza	757	-	660,87
Cuenca Río Zamora	1.421	-	809,93

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Determinación de escurrimiento en el sitio de proyecto PHS

Para el caso del sitio del PHS, en primer lugar se determinaron los escurrimientos hasta la confluencia de los ríos Zamora y Namangoza, a través de la suma aritmética de los escurrimientos de la subcuenca del río Zamora y los provenientes de la subcuenca del río Namangoza, como el área drenada de la subcuenca del sitio del proyecto PHS es de 10 km², solo se trasladaron los escurrimiento por relación de áreas. El caudal medio anual en el sitio PHS es de 1.470,93 m³/s. En el Gráfico 5.1- 7 y el Gráfico 5.1- 8 se presenta el hietograma y la curva de permanencia de caudales diarios al sitio del PHS.

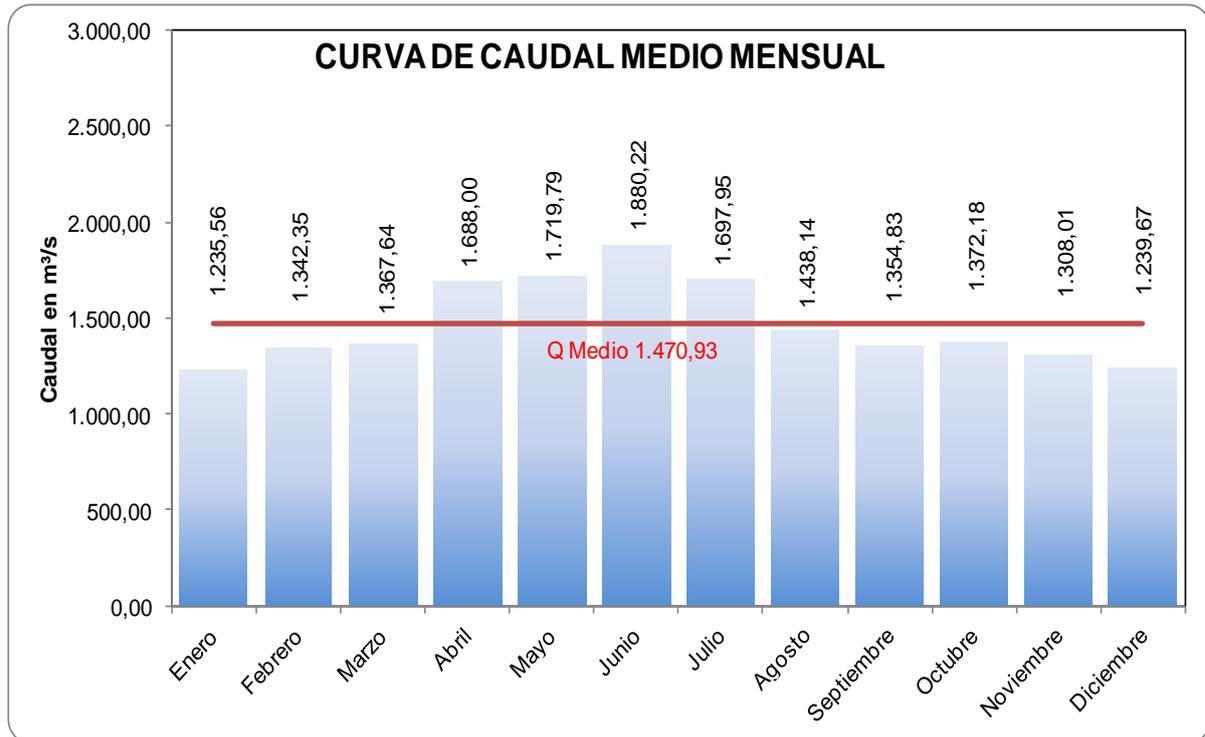


Gráfico 5.1- 7: Hietograma mensual al sitio de proyecto PHS

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

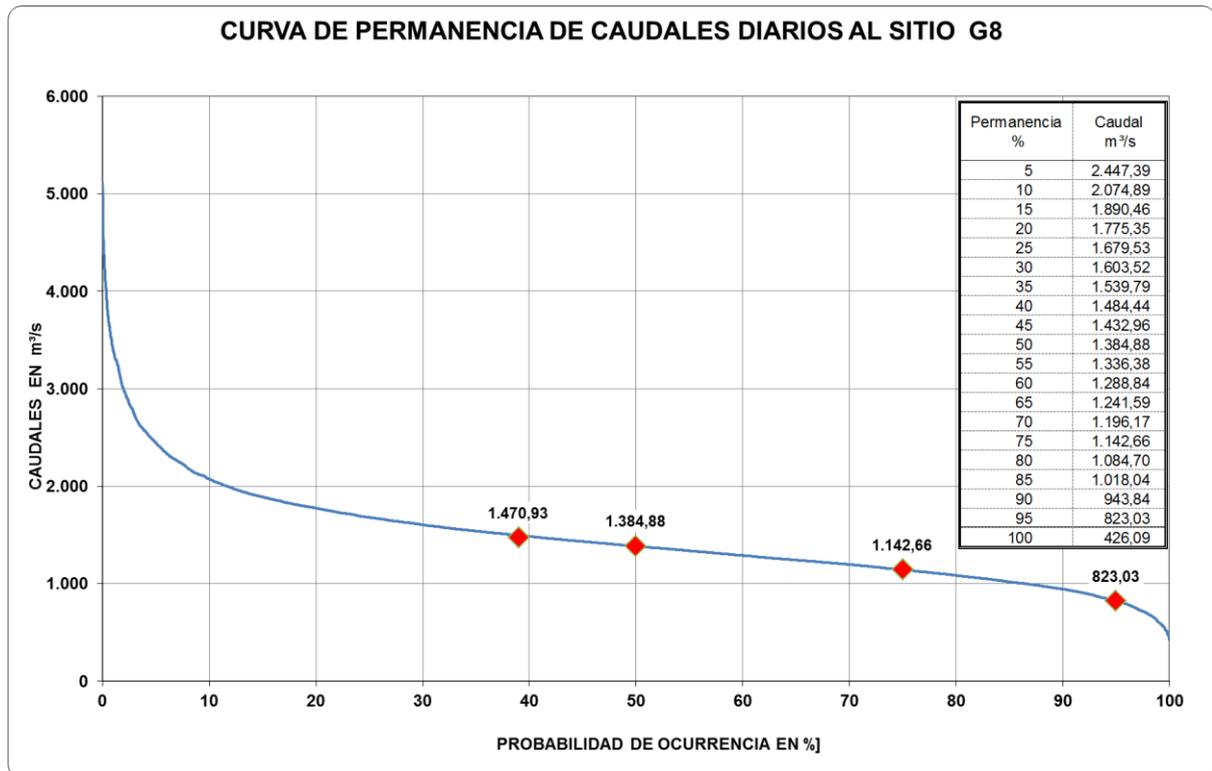


Gráfico 5.1- 8: Curva de permanencia de caudales diarios al sitio del proyecto PHS

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Caudales máximos medios diarios

La estimación de las avenidas de diseño se realizó mediante el procedimiento de caudales medios diarios para diferentes duraciones (Domínguez et al., 1988). La metodología propone utilizar toda la información disponible de las avenidas máximas registradas cada año, por lo cual se considera toda la información de los caudales máximos anuales para todas las duraciones parciales que se requieran.

Para determinar los valores en el sitio del PHS se empleó información de las estaciones hidrológicas Zamora AJ Bomboiza y Bomboiza AJ Zamora, tomando los escurrimientos complementados por el método de las abstracciones en el periodo de 1976 a 2010, el análisis se realizó de manera independiente para cada estación.

En base a la información de los caudales máximos medios diarios de las estaciones hidrológicas Zamora AJ Bomboiza y Bomboiza AJ Zamora, se realizó un ajuste a funciones de distribución de probabilidad a cada una de las series para cada duración, dando como resultado el mejor ajuste la función de distribución Normal con el método de momentos para el caso de la estación Zamora AJ Bomboiza y la función de distribución de probabilidad exponencial con el método de momentos para el caso de la estación Bomboiza AJ Zamora. Los caudales asociados a diferentes periodos de retorno para la estación Zamora AJ Bomboiza y Bomboiza AJ Zamora se muestran en la Tabla 5.1- 16 y la Tabla 5.1- 17, respectivamente.

Tabla 5.1- 16: Caudales y volúmenes para distintos periodos de retorno, estación Zamora AJ Bomboiza.

Tr (años)	Caudal (m ³ /s)	Volumen (hm ³)
2	2.898	1.070
5	3.398	1.253
10	3.660	1.349
20	3.877	1.429
50	4.121	1.518
100	4.283	1.578
200	4.432	1.632
500	4.612	1.698
1.000	4.738	1.744
2.000	4.858	1.788
5.000	5.006	1.843
10.000	5.113	1.882

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 17: Caudales y volúmenes obtenidos para diferentes periodos de retorno, estación Bomboiza AJ Zamora

Tr (años)	Caudal (m ³ /s)	Volumen (hm ³)
2	689	241
5	1.147	374
10	1.493	475
20	1.840	576
50	2.297	710
100	2.644	811
200	2.990	912
500	3.448	1.045
1.000	3.794	1.146
2.000	4.140	1.247
5.000	4.598	1.380
10.000	4.944	1.481

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Con los hidrogramas obtenidos para las dos estaciones hidrológicas, se determinó el hidrograma de diseño del río Zamora después de la confluencia con el río Bomboiza. El criterio empleado para obtener dicho hidrograma y su caudal pico es mediante la suma de los hidrogramas, sin considerar el tiempo de traslado debido a la cercanía de ambas estaciones. Los caudales de diseño para cada período de retorno así como su respectivo volumen son los que se muestran en la Tabla 5.1- 18.

Tabla 5.1- 18: Suma de caudales y volúmenes en la confluencia del río Zamora con el río Bomboiza

Tr (años)	Caudal (m ³ /s)	Volumen (hm ³)
2	3.588	1.311
5	4.545	1.627
10	5.153	1.824
20	5.716	2.005
50	6.418	2.228
100	6.927	2.388
200	7.422	2.544
500	8.060	2.743
1.000	8.532	2.890
2.000	8.998	3.035
5.000	9.604	3.223
10.000	10.057	3.363

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Para determinar la avenida de diseño al sitio del PHS, es necesario analizar y determinar los escurrimientos que se pueden presentar en el río Namangoza. Para ello, se utilizaron los caudales complementados de la estación hidrológica Namangoza DJ Upano, los cuales se trasladaron a la salida de la subcuenca por relación de áreas; de dicha matriz de escurrimientos se seleccionaron los caudales máximos. Estos se extrapolaron a diferentes periodos de retorno, para las diferentes duraciones, empleando las funciones de distribución de probabilidad utilizadas en el análisis de caudales máximos instantáneos anuales. Para este caso el ajuste que tiene el menor error cuadrático es la función Potencial. Los caudales de diseño para cada período de retorno así como su respectivo volumen son los que se muestran en la Tabla 5.1- 19.

Tabla 5.1- 19: Caudales y volúmenes para distintos periodos de retorno y duración de un día, salida de la subcuenca del río Namangoza

Tr (años)	Caudal (m ³ /s)	Volumen (hm ³)
2	2.497,7	1.081,6
5	3.605,6	1.661,5
10	4.050,1	1.819,6
20	4.388,1	1.913,3
50	4.775,8	2.025,6
100	5.044,1	2.110,1
200	5.298,8	2.196,3
500	5.620,4	2.313,6
1.000	5.854,3	2.404,3
2.000	6.082,1	2.503,6
5.000	6.377,1	2.643,2
10.000	6.605,5	2.763,2

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En el caso del proyecto del sitio del PHS, emplazado sobre el río Santiago, se determinaron los caudales máximos a la salida de la subcuenca del río Zamora, complementando con los

caudales máximos de diseño de la subcuenca del río Namangoza. Se realizó la suma algebraica asociada a cada periodo de retorno, tal como se muestra en la Tabla 5.1- 20. Los resultados de los caudales máximos de diseño después de la confluencia de los ríos Zamora y Namangoza se trasladaron por relación de áreas al sitio del PHS, dado que la subcuenca propia es de 10 km². En el Gráfico 5.1- 9 se muestra el hidrograma para un periodo de retorno de 20 y 10.000 años.

Tabla 5.1- 20: Caudales de diseño a las confluencias del río Zamora y Namangoza.

Sitio	Área (km ²)	Caudal				Volumen			
		Tr 20 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 10.000 años	Tr 20 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 10.000 años
		(m ³ /s)				(hm ³)			
Zamora AJ Namangoza	11.369	6.533	7.335	7.916	11.494	1.674	1.953	2.147	3.182
Namangoza AJ Zamora	10.887	4.388	4.776	5.044	6.606	1.913	2.026	2.110	2.763
Confluencia Zamora y Namangoza	22.256	10.920	12.110	12.959	18.099	3.587	3.977	4.256	5.944
Sitio G8	22.259	10.921	12.111	12.960	18.100	3.587	3.978	4.257	5.945

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

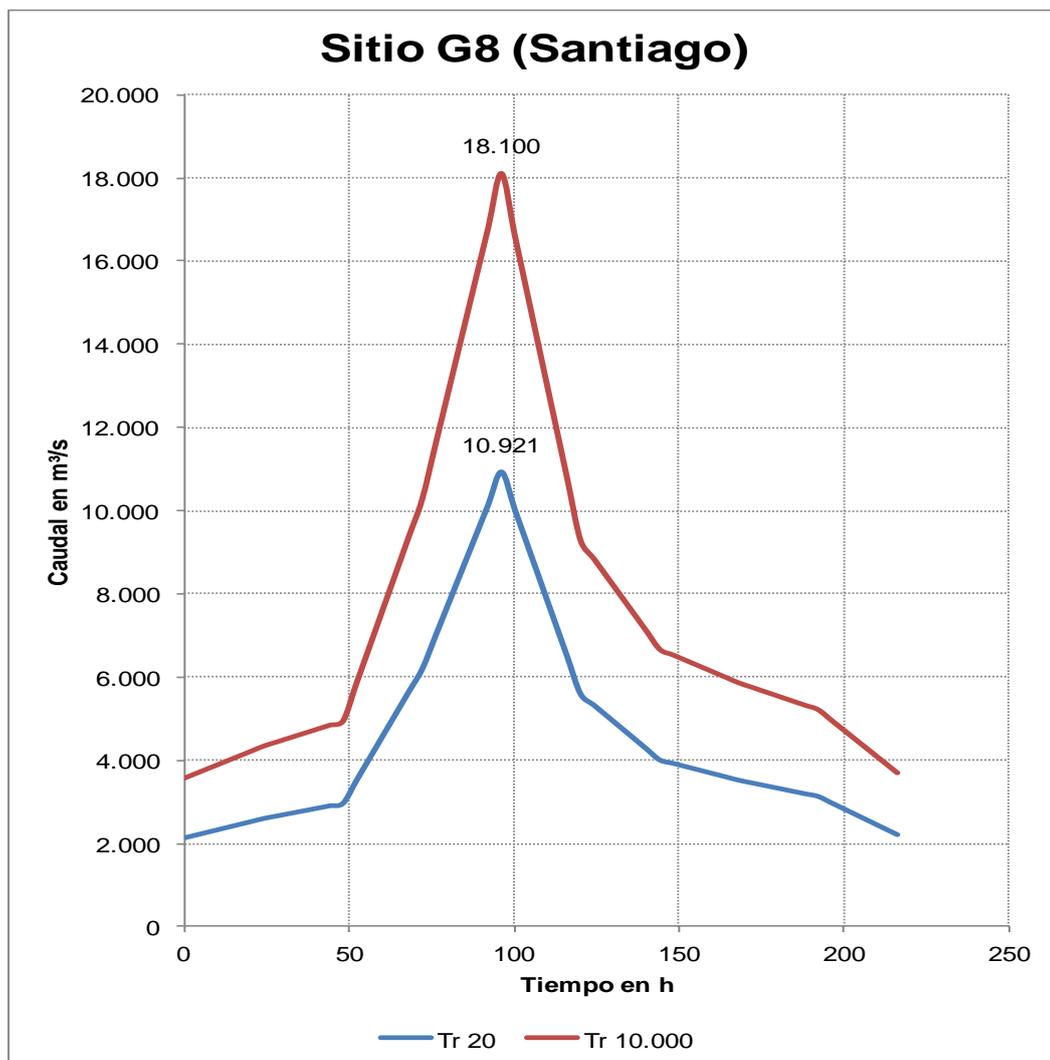


Gráfico 5.1- 9: Forma del hidrograma sitio del PHS, tramo del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.2 Geodinámica y erosión

Los principales factores a tener en cuenta a nivel de la cuenca del río Santiago hasta el cierre en el PHS (Área de estudio 3) con respecto a la influencia de los factores geológicos y geotécnicos se refiere la peligrosidad geodinámica del área y la generación de sedimentos por efecto de la erosión.

En los estudios de prefactibilidad (Comisión Federal de Electricidad. (2013). Informe de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Zamora-Santiago. Cuenca: CFE) se realizó un análisis sobre sedimentos para el área de aporte hidrológico. Una parte de este estudio comprende la estimación y zonificación de la erosión potencial del área; en la Figura 5.1- 16 se visualiza la zonificación obtenida para la erosión potencial.

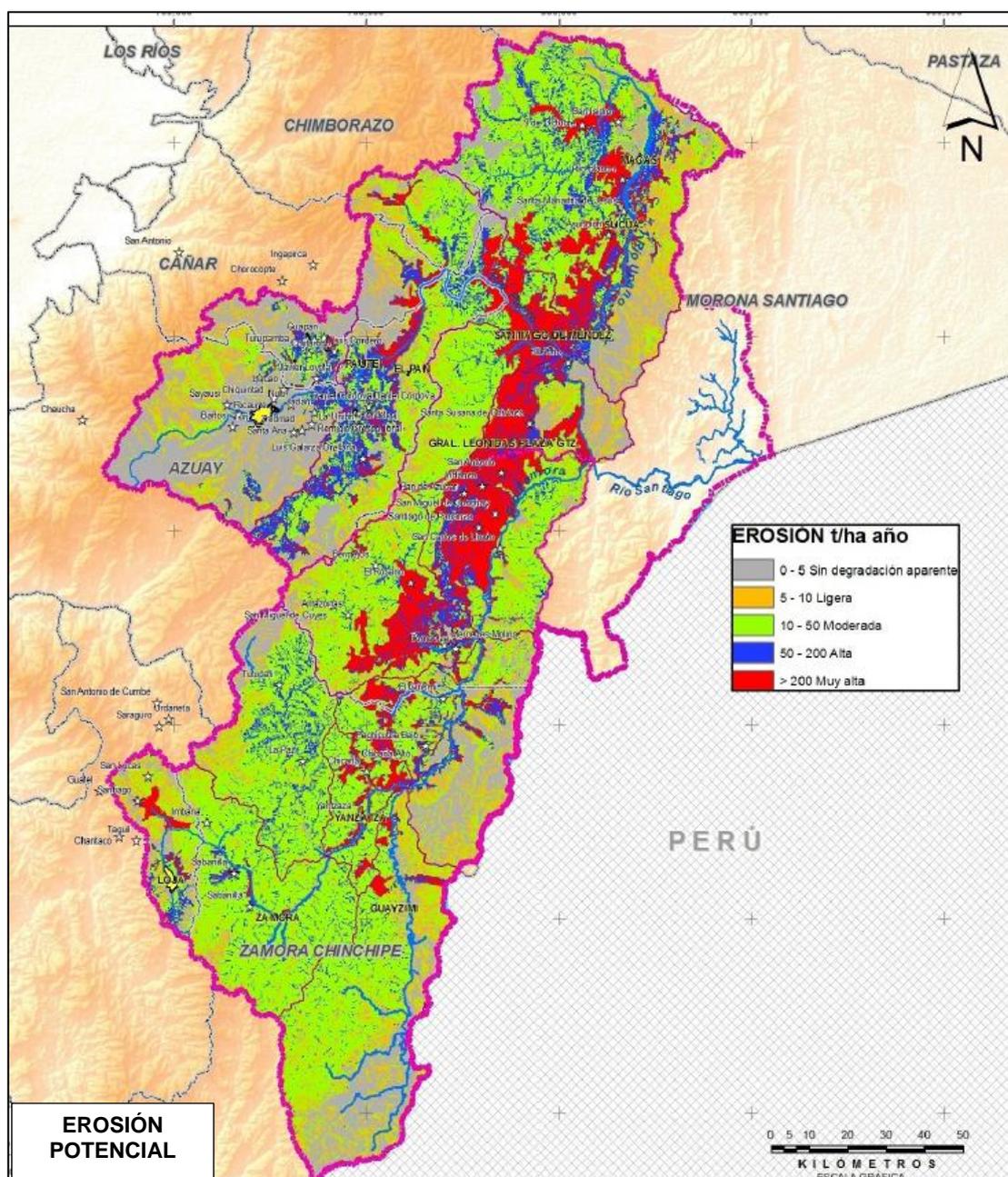


Figura 5.1- 16: Zonificación de la erosión potencial del Área de estudio 3

Fuente: CFE / Elaborado por: CFE.

Esta información fue obtenida mediante el método de USLE, el cual generó una tasa de erosión de 71,06 ton/ha-año para la subcuenca del río Zamora, mientras que para la subcuenca del río Namangoza 91,52 ton/ha-año (Tabla 5.1- 21). Cabe aclarar que en este cálculo aún no está considerado el factor de disponibilidad de suelo, que se obtuvo con la campaña de medición de las parcelas de erosión y escurrimiento.

Tabla 5.1- 21: Tasa de erosión (sin considerar el factor de disponibilidad de suelo)

Cuenca	Área (km ²)	Erosión potencial (ton/ha-año)
Namangoza	10.901,80	91,52
Zamora	11.354,80	71,03

Fuente: CFE
Elaborado por: CFE

De otro lado, dentro de la subcuenca Namangoza se identificó la subcuenca que contiene los embalses de las presas de Amaluza y Mazar, y que fue denominada como Molino. Con el objetivo de calcular nuevamente la tasa de erosión para verificar la tasa de producción de sedimentos dicha subcuenca no se consideró, pues se estima que el sistema de presas mencionado retiene una gran cantidad de sedimentos, aunque está cantidad no se tiene medida, lo que sugiere una campaña de mediciones para determinar la eficiencia de retención, del sistema de presas.

Tabla 5.1- 22: Tasa de erosión (sin considerar el factor de disponibilidad de suelo)

Cuenca	Área (km ²)	Erosión potencial (ton/ha-año)
Namangoza (completa)	10.901,80	91,52
Molino	5.015,70	39,15
Namangoza-Molino	5.866,10	136,65
Zamora	11.354,80	71,03

Fuente: CFE
Elaborado por: CFE

Con la nueva subdivisión se obtuvieron las tasas de erosión potencial mostradas en la Tabla 5.1- 22; en estos resultados, se puede observar que una vez que la subcuenca Namangoza es subdividida, las tasas de erosión se modifican. En la subcuenca Molino se obtuvo una tasa de 39,15 ton/ha-año, lo cual señala que las subcuencas que la conforman tienen una producción de sedimentos baja, y por otro lado la subcuenca Namangoza (sin considerar la del Molino) su tasa de erosión se ve incrementada a 136,65 ton/ha-año, es decir que las subcuencas que mayor producción de sedimentos generan, se encuentran contenidas en ella, y como la tasa de erosión es un promedio ponderado de la producción de cada subcuenca por su respectiva área, esto explica el incremento en la tasa.

En los estudios de prefactibilidad se utilizó además el modelo de Mora – Vahrson para la zonificación de las amenazas geodinámicas (deslizamientos). En la Figura 5.1- 17 se muestra el resultado de dicha zonificación.

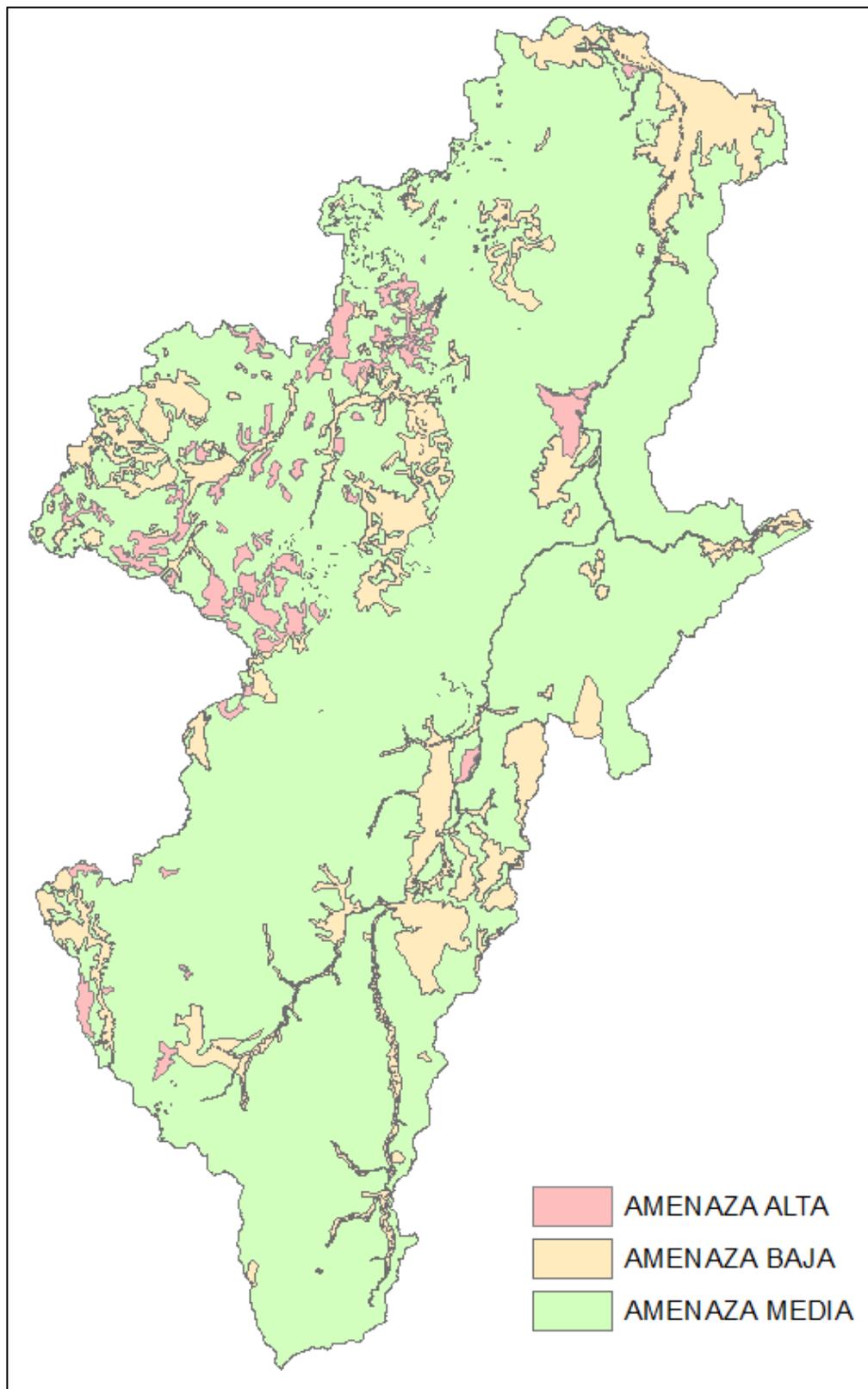


Figura 5.1- 17: Zonificación de los riesgos geodinámicas
Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Tabla 5.1- 23: Resultados de la zonificación de amenazas geodinámicas

NOMBRE	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
AMENAZA BAJA	3.488,6	14,6
AMENAZA MEDIA	19.647,5	82,0
AMENAZA ALTA	832,9	3,5

Fuente: ACOTECNIC CIA. LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

La aplicación del método de Mora-Vahrson permitió obtener los resultados que se registran en la Tabla 5.1- 23 y que destacan lo siguiente: las áreas que tienen amenazas Altas están mayormente concentrados en el nor-oeste de la zona de estudio (zona de Cañar – Azuay) con un superficie de 832,9 km² (3,5%), las amenazas Moderadas abarcan la mayoría del Área 3 con un superficie de 19.647,5 km² (82%) y la superficie de amenaza Baja es de 3.488,6 km² (14,6%).

Realizando una comparación entre la zonificación de amenazas geodinámicas y de la tasa de erosión, es notorio que en la mayoría las zonas con la erosión excesiva no coinciden mucho con la zonificación de amenazas altas, excepto de algunas zonas centrales, como se muestra en la Figura 5.1- 18.

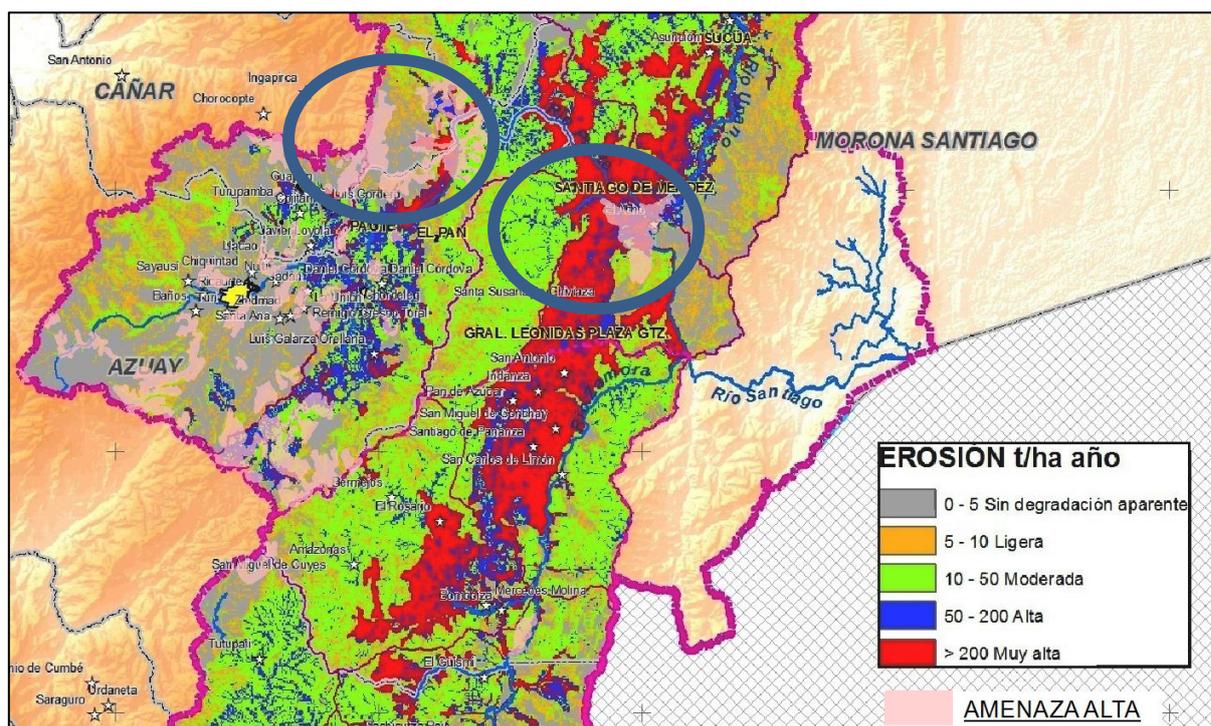


Figura 5.1- 18: Relación entre las zonas con amenaza alta y erosión excesiva

Fuente: ACOTECNIC y (Comisión Federal de Electricidad, 2013)
Elaborado por: ACOTECNIC

Aunque los parámetros utilizados tanto para la estimación de las zonas con amenazas geodinámicas (método Mora – Vahrson) y los parámetros utilizados para la estimación de la tasa de erosión (método USLE) son similares, existen diferencias, debido que el método USLE está utilizando las características de los suelos mientras que el método aplicado para

zonificación de amenazas geodinámicas está utilizando las características litológicas. Debido a esta diferencia se explica la discrepancia entre los resultados obtenidos en el análisis de amenazas geodinámicas y la tasa de erosión.

5.1.2.1 Cobertura vegetal y usos del suelo

Para efectos de este análisis, a través de la información cartográfica generada por MAG-IICA- CLIRSEN, AÑO 2002, escala 1:250.000, se ha procedido a esquematizar la ocurrencia de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal en el Área de estudio 3. Estas se registran en la Tabla 5.1- 24.y su distribución espacial se la visualiza en el Gráfico 5.1- 10.y Mapa AFS-005 Área 3. Uso del Suelo y Cobertura Vegetal.

Tabla 5.1- 24: Uso de suelo y cobertura vegetal. Área de estudio 3

CATEGORIA DE USO DEL SUELO	SIMBOLO	SUPERFICIE	
		ha	%
Bosque natural	Bn	1.007.943,84	42,11
Bosque natural intervenido	Bi	361.083,02	15,09
Vegetación natural arbustiva	Va	81.500,66	3,40
Páramo	Pr	249.274,17	10,41
Bosque plantado	Bp	576,14	0,02
Pasto cultivado	Pc	293.933,14	12,28
Pasto natural	Pn	20.753,26	0,87
Cultivos permanentes o semipermanentes	Cp	168.515,59	7,04
Cultivos de ciclo corto	Cc	180.676,62	7,55
Otros		29.397,03	1,23
TOTAL		2.393.653,47	100,00

Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC

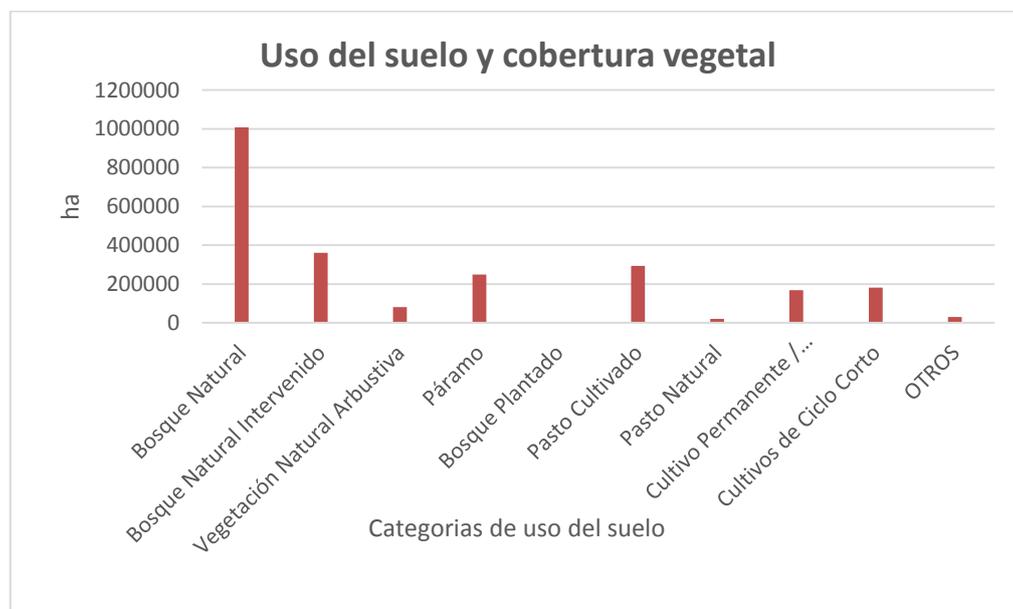


Gráfico 5.1- 10: Uso del suelo y cobertura vegetal. Área de estudio 3
Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC

Bosque natural (Bn)

Esta categoría incluye las formaciones vegetales dominadas por elementos arbóreos con un

tronco con ramas formando una corona más o menos definida. El dosel es de al menos 5 m de altura pero en la mayoría de los casos sobrepasa los 10 m. Forma por lo menos un estrato o dosel más o menos continuo, cubriendo al menos el 40% de la superficie.

Se desarrollan sobre las zonas húmedas y muy húmedas de las vertientes y estribaciones andinas, entre los 900 y 3200 msnm, bajo ambientes fríos a subcálidos y con abundancia y hasta exceso de aguas la mayor parte del año.

Según su ubicación altitudinal en la cuenca y su estructura fisionímica, estas formaciones pueden ser: a) de neblina: formaciones boscosas cubiertas constantemente por neblinas y lluvias orográficas. Ocurren en los flancos altos de la cuenca entre 2800 y 3.000/3200 msnm; los troncos y ramas están generalmente cubiertos de musgos, helechos y epifitas. Hay una gran diversidad de helechos; b) piemontano: formaciones de transición entre la vegetación de tierras bajas y las de cordillera (800-1200 msnm). Sus características florísticas presentan elementos típicos de las dos floras, pero en sus límites inferior y superior son también los límites de distribución de cada una de ellas; c) montano bajo: formación andina donde la mayoría de los géneros y familias típicos de las tierras bajas desaparece. Se encuentra sobre la faja piemontana desde los 1200 a los 2000 msnm; d) montano: formación andina típica tanto estructural como florísticamente. El ambiente físico es notablemente diferente con temperaturas promedio menores que en las partes bajas y una constante condensación de niebla. Se encuentra sobre la faja montano baja que va desde los 2000 a los 3000 msnm; e) montano alto: corresponde a la franja final de la vegetación no herbácea. Su límite coincide con la distribución inferior de los páramos. Se encuentra sobre la faja montana, de 3000 a 3500 msnm.

Esta categoría de cobertura vegetal alcanza una superficie de 1.007.943,84 ha que representan el 42.11% de la superficie total.

Bosque natural intervenido (Bi)

Esta categoría incluye, al igual que en el caso anterior, a las formaciones vegetales dominadas por elementos arbóreos que se han descrito en la formación de bosque natural (Bn); sin embargo, en este caso, la cobertura vegetal presenta evidencias de la intervención antrópica en grados que van desde moderados a altos, y que se deben a la extracción y explotación parcial o total de las especies maderables de valor comercial y por tanto se han dejado mayormente aquellas especies que no presentan interés económico.

La categoría de cobertura vegetal alcanza una superficie de 361.083, 02 ha que representan el 15.09% de la superficie total.

Vegetación natural arbustiva (Va)

Formación vegetal que se la puede identificar de manera indistinta sobre el área de estudio, y de manera general bajo entre los 3.000/3.200 msnm.

Constituye la vegetación natural baja de porte arbustivo, producto de la secundarización vegetal natural en áreas que han sido abandonadas luego de la tala rasa del bosque natural o también el bosque degradado remanente que queda luego de la extracción de la vegetación arbórea.

Alcanza una superficie de 81.500, 66 ha que representan el 3.40% de la superficie total.

Páramo (Pr)

Formación natural altoandina baja de tipo herbáceo, constituida por plantas gramíneas que generalmente forman densos haces (pajonales). Puede incluir además una cantidad variable de plantas almohadillas, arbustos pequeños de hojas coriáceas y en ocasiones pubescentes.

Ocupan áreas muy húmedas y muy frías, sobre los 3.400/3.500 msnm en la parte superior de la cuenca. En su límite inferior bordean el bosque montano alto.

Ocupan relieves muy variables bajo un clima muy frío y húmedo, con baja evapotranspiración, presencia frecuente de neblina y garúa, baja insolación y heliofanía, vientos fuertes y se desarrollan sobre suelos volcánicos de ceniza reciente de color negro.

Estas características ambientales han incidido en la formación y estructuración de la vegetación, que presenta una baja riqueza de especies, dando lugar a la dominancia de hierbas en penacho (stipa) y hacia las partes más altas son reemplazadas por plantas en roseta, y por almohadillas, cuyas características morfológicas han sido modificadas para soportar los fuertes y fríos vientos: así, son agrupaciones de varios individuos compactados entre sí que dan un aspecto de pequeños montículos (almohadillas), cuyas raíces son alargadas y pivotantes que les permite fijarse al suelo y obtener los nutrientes necesarios.

Alcanza una superficie de 249.274, 17 ha que representan el 10,41% de la superficie total.

Bosque plantando (Bp)

Constituyen unidades con plantaciones forestales o bosques artificiales que están conformadas básicamente de eucalipto y en menor proporción de pino o ciprés. Aparecen indistintamente en las tierras de menor pendiente como en las de alta pendiente específicamente en las cuencas interiores andinas, bajo ambientes climáticos fríos y templados.

Cubren una superficie de 576, 14 ha que representan el 0,02% de la superficie total.

Pasto cultivado (Pc)

Categoría de uso que incluye todas aquellas superficies en las que se desarrollan gramíneas cultivadas dedicadas al pastoreo de ganado bovino, y que se concentran distribuidas en las partes altas medias y bajas de la cuenca. Están representadas por especies de pastos de climas frío, templado y subtropical.

Alcanzan una superficie de 293.933, 14 ha que representa el 12,28% de la superficie total.

Pasto natural (Pn)

Constituye una formación vegetal baja de tipo herbáceo y densa que se encuentran especialmente en las áreas abandonadas y es producto de un proceso de secundarización natural en estos sectores que han sido utilizados para actividades pecuarias y en las que ya se evidencia un grado de degradación del suelo.

Cubren una superficie de 20.753,26 ha que representan el 0,87% de la superficie total.

Cultivos permanentes y semipermanentes (Cp)

Constituyen formaciones vegetales caracterizadas por un ciclo vegetativo con duración mayor a un año y tienen un prolongado período de producción que permite cosechas durante varios años.

Alcanzan una superficie de 168.515,59 ha que representan el 7,04% de la superficie total.

Cultivos de ciclo corto (Cc)

Forman parte de las áreas intervenidas en la cuenca y referidas a todas aquellas superficies con siembras o cultivos que permanecen en los campos períodos inferiores a dos años. En la mayor parte de los casos se trata de cultivos de ciclo anual.

En el área bajo estudio se concentran en las partes altas, medias y bajas de la cuenca y corresponden a especies cultivadas de clima frío, templado y subcálido

Alcanzan una superficie de 180.676,62 ha que representan el 7,55% de la superficie total.

De los datos anteriores, se puede destacar en el área de aporte hidrológico se presenta un predominio del bosque natural con una superficie que alcanza el 42% del total; luego se tiene a los remanentes del bosque natural en diverso grado de intervención con una superficie que cubre el 15% del área total. Los pastos cultivados ocupan una superficie del 12% y luego la vegetación de páramo herbáceo que cubre una superficie que alcanza el 10%. Los cultivos anuales y permanentes suman un 14% del área total. La vegetación arbustiva secundaria (bosque degradado) alcanza el 3% del total. Por último, en porcentajes inferiores al 0,5% se tienen las superficies correspondientes a los pastos naturales y bosques plantados.

Cabe señalar que la alteración de las categorías de vegetación natural se da por la presión humana ejercida sobre ella y se manifiesta desde hace muchos años, a efectos de incorporar áreas para obtener alimento y recursos económicos, lo cual ha incidido en la pérdida y alteración de superficies que por su topografía deben ser de protección.

De acuerdo a los datos que se presentan en el Gráfico 5.1- 11, el paisaje natural en el Área de estudio 3 suma el 71 % de la superficie total. Corresponde predominantemente a los bosques naturales en diverso estado de intervención, a la vegetación arbustiva baja y al páramo andino. La superficie intervenida por actividades agroproductivas (cultivos y pastos) y forestales por su parte corresponden al 27%.

Lo anterior destaca una significativa presencia de cobertura vegetal natural, lo cual implica una presencia importante de superficies de valor ambiental ya que éstas están relacionadas con la presencia de ecosistemas naturales que proveen bienes y servicios ambientales muy importantes en el equilibrio ecológico de la cuenca y consecuentemente en la producción hidroenergética del PHS.

Sin embargo, estos remanentes naturales aún presentes al interior del área bajo estudio son de alta fragilidad, toda vez que al ser intervenidos, el proceso de degradación es progresivo

siendo muy difícil su recuperación, y consecuentemente la intervención antrópica implicaría la pérdida o reducción de los beneficios derivados de las funciones del pajonal y el bosque andino de estribación, como captadores, almacenadores y distribuidores de agua, generadores del recurso hídrico, control de erosión y escurrimientos, control de inundaciones, paisaje, belleza escénica, etc.

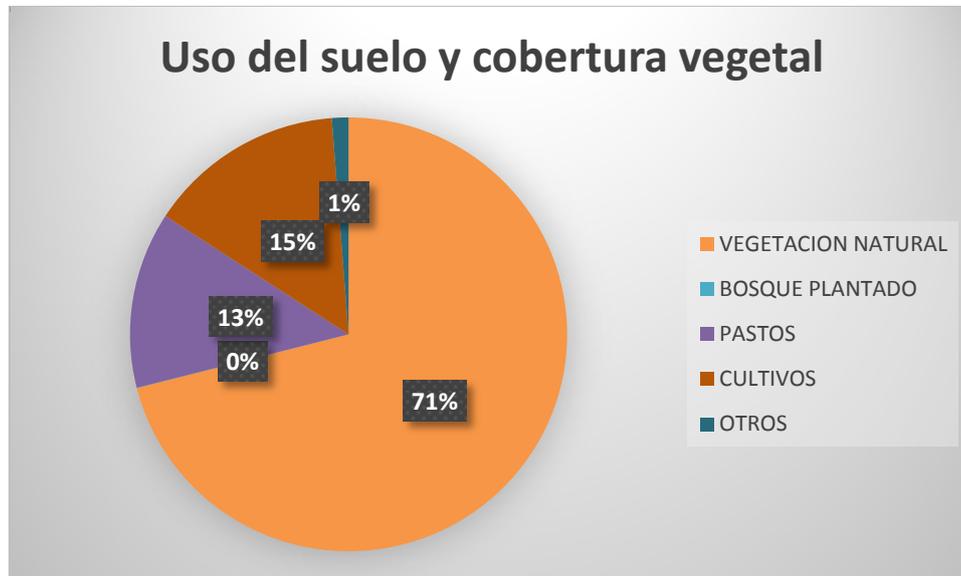


Gráfico 5.1- 11: Uso del suelo y cobertura vegetal, Área de estudio 3.

Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC

5.1.2.2 *Potencialidad del suelo*

La potencialidad del suelo está determinada en el estudio de uso potencial del suelo, a través del análisis de las características físico-naturales presentes en el área bajo estudio y en base a los resultados obtenidos el Programa Nacional de Regionalización Agraria -PRONAREG- MAG AÑO 2002.

La información generada por PRONAREG-MAG, permite establecer el uso potencial del suelo en el Área de estudio 3, la misma que se esquematiza en cuatro categorías, cuya distribución geográfica se visualiza en la Gráfico 5.1- 12, Tabla 5.1- 25 y Mapa AFS-007 Área 3: Aptitud del suelo.

Aptitud del Suelo, y se describen a continuación:

- 1) Agrícola con moderadas limitaciones
- 2) Agrícola con severas limitaciones
- 3) Pastos y /o bosques de producción
- 4) Protección

Clase 1: Agrícola con moderadas limitaciones

Comprende las áreas aptas para la actividad agrícola que presentan suelos con uno o varios factores limitantes que permiten una agricultura semintensiva o extensiva. Se localizan bajo la cota de los 3.500 m, y sobre terrenos de topografía regular a moderadamente irregular, que permiten el establecimiento de sistemas de riego y mecanización.

En algunos casos, las características de topografía exigen que para las actividades agrícolas y/o ganaderas, se apliquen técnicas de conservación de suelos, simples y económicas.

Clase 2: Agrícola con severas limitaciones

Son áreas que presentan limitaciones severas, sea de clima, topografía o suelos, lo cual exige su uso agroproductivo extensivo bajo el establecimiento de sistemas de explotación mixtos, agroforestales o agrosilvopastoriles, y la aplicación de prácticas de conservación de suelos complejas y de costos altos.

Corresponden a zonas que por sus características no permiten ejecutar una agricultura intensiva y productiva. Esta clase puede soportar ventajosamente una agricultura familiar de complementación fraccionaria o de subsistencia, así como pastos. La irrigación y la mecanización no son factibles.

En otros términos, la gama de producciones posibles en estas zonas es más reducida que en la anterior, lo que no significa que ciertos cultivos bien adaptados a esta clase, bien manejados, generarán una importante renta por hectárea que otros cultivos en la zona anterior como por ejemplo los arbustivos perennes o semi perennes.

Clase 3: Pastos y / o bosques de producción

Son tierras que presentan características limitativas de topografía, clima y suelo, que las marginan para las plantas cultivadas densas. La aptitud esencial de estos suelos, según su ubicación, es el bosque de producción, los pastizales o en el mejor de los casos, arboricultura tropical, como la asociación de cítricos, café, cacao, plátano.

Clase 4: Protección

Este grupo, reúne todas las tierras cuyas características de clima, suelo o topográficas, no permiten la agricultura. Su aptitud es esencialmente de protección de la vegetación actual y/o la restauración de la cobertura vegetal nativa.

Se integran en ella, las líneas de cumbres de la cordillera, es decir las áreas ubicadas por sobre los 3.500 msnm. Además, se incluyen las áreas con pendientes mayores a 70% por su alto riesgo de erosión y deslizamientos. Igual los terrenos que actualmente se hallan bajo cobertura vegetal protectora. Los páramos y bosques naturales en proceso de regeneración están incluidos dentro de las áreas de protección para poder seguir aportando sus funciones ecológicas.

Tabla 5.1- 25: Uso potencial del suelo. Área de estudio 3

CATEGORÍAS DE USO POTENCIAL DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Clase 1: Agricultura con moderadas limitaciones	128.678,54	5,38%
Clase 2: Agricultura con severas limitaciones	346.367,95	14,47%
Clase 3: Pastos y/o bosques de producción	648.544,54	27,09%
Clase 4: Protección	1.240.665,40	51,83%
Otros	29.397,03	1,23%
TOTAL	2.393.653,47	100,00%

Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC

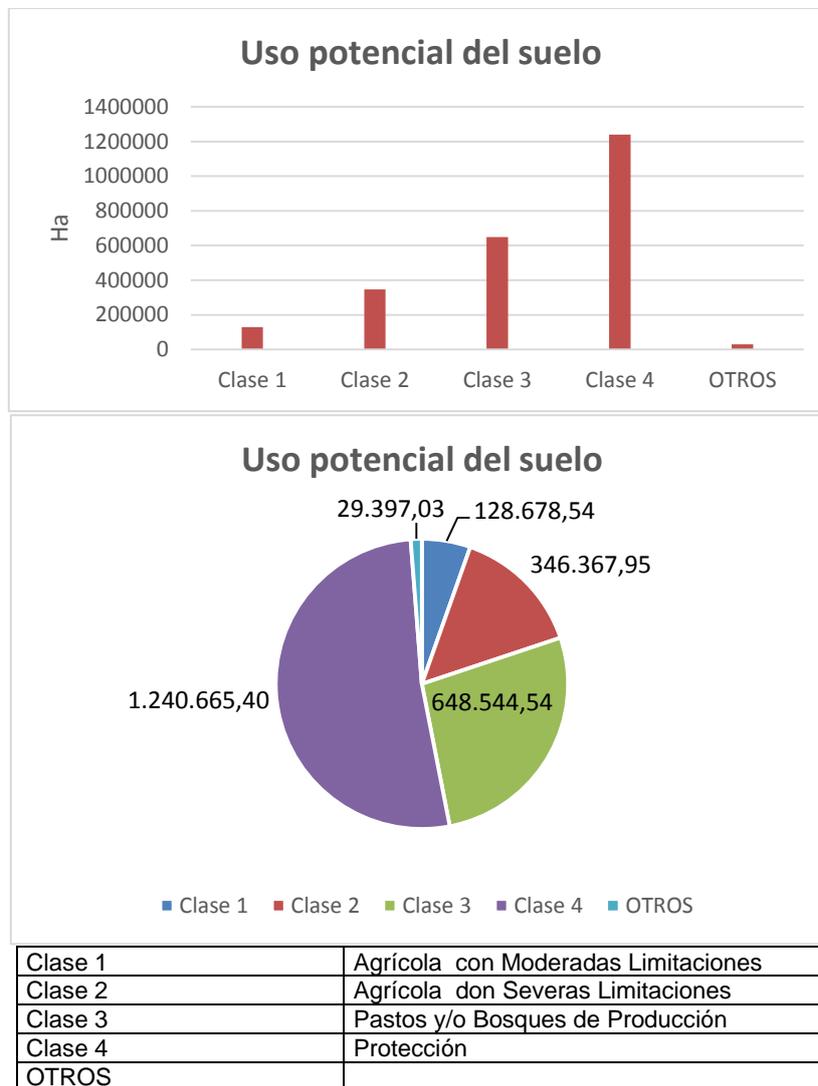


Gráfico 5.1- 12: Uso potencial del suelo. Área de estudio 3

Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC

Las cifras anteriores señalan claramente que más de la mitad de la superficie del área de aporte hidrológico presenta una aptitud eminentemente de tipo protectivo y de usos extensivos del bosque, lo que supone a su vez un tipo de uso que mantenga la cobertura forestal, es decir, que el 51.8 % del área debe permanecer como área natural como su único uso sostenible. El área restante, 46.9% puede utilizarse para usos agroproductivos de tipo

extensivo con sistemas mixtos agroforestales, silvopastoriles y agrosilvopastoriles. Estas consideraciones destacan una alta fragilidad ecológica en la cuenca hidrográfica y confirma la necesidad de establecer la protección de los recursos naturales como una prioridad en las propuestas de manejo.

De manera específica, las zonas de altura (cuenca alta) son aquellas que requieren protección y aptas para un aprovechamiento técnico del bosque; hacia las partes bajas (cuenca media) se incrementa la capacidad de uso de la tierra pero sin llegar a presentar condiciones óptimas para cultivos en limpio. Los cultivos que no requieren la remoción continua del suelo constituyen el uso más idóneo.

Las zonas con aptitud para el desarrollo ganadero, al igual que en el caso de los cultivos, se ubican en la cuenca media y de manera general se las recomienda bajo usos mixtos.

Las tierras con aptitud forestal ocupan gran parte de la zona de estudio, con función de protección del recurso suelo y en partes con posibilidad de uso combinado (agrosilvopastoril).

Las limitaciones físicas de la tierra en el área de aporte hidrológico

Los estudios realizados destacan que en el Área de estudio 3, existen limitaciones importantes de carácter físico-natural lo que determina que ésta presente una baja capacidad agroproductiva; el 51% del área, debe permanecer bajo cobertura vegetal natural o protectora, ya que esta superficie ha sido calificada dentro de la categoría de protección.

En la cuenca alta sobre los 3.200/3.500 msnm, factores de orden climático como son: bajas temperaturas, baja insolación y elevada nubosidad, son condiciones que definen severas restricciones para el uso agroproductivo. A ello se añade una topografía predominantemente irregular, lo que destaca un severo riesgo de erosión y de movimientos geodinámicos.

Estas condiciones restringen la capacidad de uso de la tierra a solo tres posibilidades: el pastoreo de baja productividad, la producción forestal de baja productividad en las pendientes relativamente favorables y la protección total en los lugares restantes.

En la cuenca media y baja, los factores topográficos y climáticos son los aspectos limitativos más importantes, ya que se presenta un alto riesgo de erosión bajo usos agroproductivos.

Compatibilidad de uso del suelo

Este análisis establece el estado actual del uso del suelo e indica la relación hombre-suelo (naturaleza) en un ámbito específico. Es un índice ecológico de concordancia o discrepancia que resulta de la comparación entre el uso actual y la capacidad de uso del suelo.

Para el análisis de compatibilidad de uso del suelo en el área de aporte hidrológico, el estudio ha determinado tres categorías de compatibilidad que responden a diferentes interacciones entre el potencial de uso y su ocupación actual. A continuación se detalla cada una de esas interacciones, a fin de establecer el grado de presión sobre el recurso, su localización y superficie. En la Tabla 5.1- 26 y Gráfico 5.1- 13 se registran y cuantifican los diferentes niveles de conflictos de uso son su correspondiente área de ocupación y su distribución espacial se grafica en el Mapa AFS-009 Área 3 Conflictos de Uso del Suelo.

Tabla 5.1- 26: Conflictos de uso del suelo. Área de estudio 3

CATEGORIAS DE CONFLICTO DE USO DEL SUELO	SUPERFICIE	
	Ha	%
USO ADECUADO	1.324.562,99	55,34%
SOBRE UTILIZADO	528.443,95	22,08%
SUB UTILIZADO	511.249,50	21,36%
OTROS	29.397,03	1,23%
TOTAL	2.393.653,47	100,00%

Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC



Gráfico 5.1- 13: Conflictos de uso del suelo. Área de estudio 3

Fuente: ACOTECNIC y Elaborado por: ACOTECNIC

De la Tabla 5.1- 26 y Gráfico 5.1- 13 se concluye:

a) Los casos de conflictos con usos no compatibles con la aptitud natural del suelo representan el 22 % del área bajo estudio y están relacionados con:

- . El uso de pastos en áreas de aptitud protectora y bosques.
- . El uso de cultivos en áreas de aptitud pastos, bosques o protección.

b) Dentro de los casos identificados con sobreutilización, es importante diferenciar grados de severidad en la incompatibilidad de uso del suelo, las mismas que están relacionadas con el sistema de manejo que es aplicado por el productor en el uso y aprovechamiento del suelo:

. El uso de la tierra con pastizales en áreas de protección son los que acusan el mayor porcentaje de sobreuso del suelo en cuanto a superficie, existen diferencias que se identifican según la tenencia de la tierra:

(i) en las grandes y medianas propiedades

(ii) en las pequeñas propiedades

- Otro caso de sobreuso severo del suelo se tiene con el establecimiento de cultivos anuales de escarda en laderas que deben ser aprovechadas bajo usos mixtos – agroforestales- ya que los cultivos en limpio y solos requieren de una constante remoción

del suelo en fuertes pendientes, y en este caso se estaría frente a un grado muy severo de sobreuso del suelo.

c) Múltiples son los factores que intervienen en una utilización distinta del suelo con relación a su aptitud natural. Entre los principales se destacan:

- . La tenencia de la tierra
- . El tamaño de la propiedad
- . Costos de producción

d) La sobreutilización del recurso suelo a más de provocar su deterioro y erosión, también produce la degradación de otros recursos naturales renovables como el agua y la vegetación y conlleva a la incidencia de procesos erosivos, la escorrentía, los flujos de lodo, deslizamientos y arrastre de sedimentos.

e) Superficies con uso adecuado del suelo se tienen en un total que alcanza el 55% del área de estudio y en su mayor parte están relacionados con la presencia de vegetación natural en áreas de protección, pastizales en áreas de aptitud pecuaria y cultivos en tierras de aptitud agrícola.

En conclusión: puede señalarse que el área de estudio presenta un buen estado de conservación debido a que se mantiene un uso adecuado de manera predominante (55%); los casos de usos no compatibles y específicamente de sobreuso alcanzan un 22%.

5.1.2.3 Calidad del agua en la cuenca del río Santiago

La evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Santiago se la establece mediante dos indicadores: i) el índice de calidad ICA, que utiliza parámetros físicos, químicos y bacteriológicos y que permite obtener un grado de calidad de las aguas al momento del muestreo; y, ii) el índice BMWP “Biological Monitoring Working Party”, que analiza la composición de los macrozoobentos de acuerdo a su tolerancia a la contaminación y permite establecer las condiciones de calidad del agua tiempo atrás antes del muestreo, ya que tras una perturbación necesitan de un mínimo de tiempo próximo al mes (o a veces más) para recolonizar el ecosistema (Prat 1998 en Roldán 1999; Alba-Tercedor. Los resultados se describen a continuación.

5.1.2.3.1 Calidad físico-química y bacteriológica. Índice ICA

Para una visualización clara de las condiciones físico químicas y bacteriológicas, índices de calidad y cumplimiento del TULAS es conveniente considerar por un lado la cuenca del río Santiago, donde se ejecutaran los trabajos y, por otro lado, el aporte a este por las subcuenca del río Namangoza (que incluye la del río Paute y del río Upano) y la subcuenca del río Zamora.

El Anexo 1B del libro VI del Tulas: Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua de Centrales Hidroeléctricas, exige en el punto 4.5.6 Frecuencia de Monitoreo y Ubicación de Estaciones de Muestreo en el Curso Fluvial, se determine la línea base de calidad de agua en el río y sus tributarios en dos diferentes épocas del año: lluviosa o época húmeda y en estiaje o época seca. A continuación se

considera los resultados del estudio para cada una de ellas en los sitios de muestreo descritos en el Apéndice 2.1.6 Metodología del Componente Calidad Físico Química del Agua.

Resultados época húmeda

Calidad físico química

La Tabla 5.1- 27 resume los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras tomadas en cada uno de los puntos de muestreo definidos en los ríos antes indicados y cuyos registros se detallan en el Anexo 3 del Apéndice 3.1.2 Análisis de Calidad de Agua. Área de estudio 3.

Tabla 5.1- 27: Resultados río Zamora y afluentes

ID	FECHA MUESTREO	OD mg/l O ₂	pH	DBO5 mg/l O ₂	T °C	Fosfatos mg/l P-PO ₄	NO3 mg/l N-NO ₃	Turbiedad UTN	ST mg/l	DQO mg/l O ₂	NO2 mg/l N-NO ₂	N_NH3 mg/l	SDT mg/l	Alcalinidad mg/l CaCO ₃	Cianuros mg/l	Conductividad uSm/m	Hg mg/l
Zam-01	2012-06-25	9,27	7,14	10,0	14,6	0,64	0,76	72,80	80	28	0,082	1,24	70	18,0	<0,02	76,7	0,001
Zam-02	2012-06-25	9,98	7,25	10,0	16,7	0,35	0,76	34,40	30	25	<0,03	0,67	24	<10	<0,02	16,7	<0,001
Zam-03	2012-06-25	10,85	6,91	8,0	17,6	0,35	0,76	30,30	68	19	<0,03	0,54	54	<10	<0,02	30,6	<0,001
Zam-04	2012-06-25	11,29	8,75	8,0	17,8	0,35	0,76	28,30	28	17	<0,03	0,47	18	<10	<0,02	29,9	<0,001
Yac-01	2012-06-25	8,30	8,18	8,0	17,7	0,66	0,76	22,00	88	15	<0,03	0,44	80	<10	<0,02	11,9	<0,001
Zam-05	2012-06-25	9,96	8,61	8,0	18,4	0,35	1,78	27,90	92	18	<0,03	0,55	46	<10	<0,02	28,2	<0,001
Zam-06	2012-06-26	9,80	8,21	8,0	17,7	0,35	1,36	51,60	364	18	<0,03	0,82	12	<10	<0,02	19,4	<0,001
Ngz-01	2012-06-26	9,89	8,31	6,0	19,7	0,35	0,76	26,60	20	16	<0,03	0,56	6	<10	<0,02	34,3	<0,001
Zam-07	2012-06-26	11,10	7,46	6,0	17,9	0,61	2,26	34,10	66	14	<0,03	0,73	2	<10	<0,02	47,3	<0,001
Zam-08	2012-06-26	10,12	8,20	8,0	18,5	0,35	3,14	48,47	52	23	<0,03	0,89	4	<10	<0,02	22,6	<0,001
Zam-09	2012-06-26	11,03	7,08	8,0	19,0	0,35	2,83	52,60	72	21	<0,03	0,89	30	<10	<0,02	73,9	<0,001
Bmb-01	2012-06-26	9,51	8,07	8,0	18,2	0,35	2,24	44,30	44	18	<0,03	0,75	16	<10	<0,02	22,2	<0,001
Zam-10	2012-06-26	9,98	7,42	8,0	18,7	0,35	2,58	50,20	92	24	<0,03	0,67	12	<10	<0,02	28,8	<0,001
Zam-12	2012-06-28	10,73	7,38	4,0	18,6	0,35	0,76	13,20	80	15	<0,03	0,33	62	13,0	<0,02	36,1	<0,001
Zam-13	2012-06-27	10,45	7,39	12,0	19,2	0,35	0,76	37,50	44	28	<0,03	0,72	38	11,0	<0,02	29,6	<0,001
Ind-01	11/11/2014	5,89	6,20	2	20,0	0,35	0,76	1,25	92	9	0,03	0,10	30	25,0		110,00	
Zam-15	2012-06-27	10,38	7,35	2,0	18,9	0,35	0,76	35,50	84	8	<0,03	0,69	80	13,0	<0,02	37,8	<0,001
Zam-16	2012-06-29	10,55	7,58	4,0	20,7	0,35	0,76	30,50	212	14	<0,03	0,61	194	22,0	<0,02	33,9	<0,001
Zam-17	2012-06-29	10,00	7,54	4,0	21,1	0,35	0,76	36,10	116	12	<0,03	0,66	104	14,0	<0,02	33,7	<0,001

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 28: Resultados río Namangoza y afluentes

ID	FECHA DE MUESTREO	OD mg/l O ₂	pH	DB O ₅ mg/l O ₂	T °C	Fosfat os mg/l P-PO ₄	NO ₃ mg/l N-NO ₃	Turbid edad UTN	ST mg/l	DQ O mg/l O ₂	NO ₂ mg/l N-NO ₂	N_N H ₃ mg/l	SD T mg/l	Alcalinid ad mg/l CaCO ₃	Cian uros mg/l	Cond ictivid ad uSm/ m	Hg mg/l	Color UCA	Color V	Alumi nio mg/l	Hierr o mg/l	Manga neso mg/l	H ₂ S mg/l	Zinc mg/l
Pau-02	2014-07-03	6,59	7,79	5,0	19,0	0,35	0,76	4,75	96	9	0,13	0,05	72	39,0		137,6		47	25	0,13	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
Pau-03	2014-07-03	8,48	7,61	9,0	17,2	0,35	0,76	9,11	46	16	<0,03	0,22	28	23,0		94,3		85	29	1,90	0,4	0,10	<0,02	<0,05
Pau-04	2014-06-30	8,24	7,80	8,0	18,9	0,35	0,76	9,84	64	15	<0,03	0,19	48	40,0		95,3		130	31	0,48	0,54	0,20	<0,02	<0,05
Neg-01	2014-07-01	8,28	7,50	8,0	19,9	0,35	0,76	5,16	34	14	<0,03	0,11	26	24,0		49,9		71	32	0,30	0,53	<0,05	<0,02	<0,05
NAM-01	2014-06-30	8,16	7,60	7,0	20,7	0,35	0,76	8,55	58	12	<0,03	0,10	44	26,0		85,2		125	30	0,40	0,47	0,20	<0,2	<0,05
Upa-01	2014-06-30	8,01	7,38	4,0	19,2	0,35	0,76	1,30	46	9	<0,03	0,10	36	25,0		68,7		18	15	1,21	0,25	<0,05	<0,02	<0,05
Upa-02	2014-06-30	7,92	7,60	4,0	19,3	0,35	0,76	3,34	48	8	<0,03	0,03	36	21,0		69,8		38	21	0,55	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
Upa-03	2014-06-30	7,98	7,63	9,0	20,3	0,35	0,76	1,32	52	16	<0,03	0,03	38	30,0		75,7		20	18	0,12	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
Tut-02	2014-06-30	8,09	7,78	9,0	20,9	0,35	0,76	1,41	54	15	<0,03	0,04	42	35,0		78,5		24	19	0,08	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
Upa-04	2014-06-30	7,77	7,87	7,0	21,8	0,35	0,76	1,49	64	12	<0,03	0,04	50	27,0		97,2		32	17	0,09	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
Upa-05	2014-06-30	7,69	7,87	4,0	22,6	0,35	0,76	3,22	62	8	<0,03	0,03	46	38,0		92,4		52	20	0,11	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
NAM-02	2014-07-01	8,42	7,70	8,0	19,3	0,35	0,76	31,40	26	15	<0,03	0,49	20	21,0		37,5		217	78	1,95	1,62	<0,05	<0,2	<0,05
Yun-01	2012-06-29	10,70	7,32	4,0	18,1	0,35	0,76	42,30	52	4	<0,03	0,45	12	47,0	<0,02	88,2	<0,001							
Nam-03	2012-06-29	12,38	7,31	2,0	21,6	0,35	0,76	22,10	52	5	<0,03	0,58	38	34,0	<0,02	69,1	<0,001							

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cia. Ltda.

Tabla 5.1- 29: Resultados río Santiago y afluentes

ID	FECHA DE MUESTREO	OD mg/l O ₂	pH	DBO ₅ mg/l O ₂	T °C	Fosfa tos mg/l P-PO ₄	NO ₃ mg/l N-NO ₃	Turbid edad UTN	ST mg/l	DQ O mg/l O ₂	NO ₂ mg/l N-NO ₂	N_N H ₃ mg/l	SD T mg/l	Alcalinid ad mg/l CaCO ₃	Cian uros mg/l	Cond ictivid ad uSm/ m	Hg mg/l	Color UCA	Color V	Alumi nio mg/l	Hierr o mg/l	Manga neso mg/l	H ₂ S mg/l	Zinc mg/l
Snt-01	2012-06-29	11,64	6,67	2,0	20,1	0,35	0,76	29,50	104	8	<0,03	0,53	94	20,0	<0,02	51,2	<0,001							
Coa-01	2014-07-02	7,91	7,79	3,0	23,7	0,35	0,76	2,59	46	3	<0,03	0,13	32	27,0		64,9		39	27	0,17	0,20	<0,05	<0,02	
Snt-01B	2014-07-02	8,60	8,60	4,0	21,9	0,35	0,76	19,40	46	12	<0,03	0,28	30	20,0		63,3		96	47	2,59	3,51	0,10	<0,02	<0,05
Snt-02	2014-07-02	8,10	7,65	4,0	28,6	0,35	0,76	27,20	44	13	<0,03	0,27	32	21,0		61,5		134	43	0,61	0,85	<0,05	<0,02	<0,05
Snt-03	2014-07-03	7,99	7,62	4,0	22,7	0,35	0,76	17,9	48	12	<0,03	0,25	34	35,0		67,5		107	50	0,29	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05
Ypi-01	2014-07-02	7,50	7,87	3,0	23,5	0,35	0,76	1,96	90	4	<0,03	0,10	90	73,0		181,8		18	14	0,16	0,24	<0,05	<0,02	<0,05

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cia. Ltda.

De los registros señalados en las Tabla 5.1- 27, Tabla 5.1- 28 y Tabla 5.1- 29 se destacan los siguientes resultados en relación a los parámetros de calidad físico-química de las aguas en el Área de estudio 3:

Los valores de Oxígeno Disuelto son mayores al 90% del oxígeno de saturación en todos los puntos de muestreo (Tabla 5.1- 30, cálculo de Oxígeno de saturación). Los valores numéricos de OD en el río Zamora son todos mayores al oxígeno de saturación, es decir están sobresaturados; igual sucede en el río Santiago excepto Snt-03, los demás están cercanos al punto de saturación. En conclusión no hay problemas de déficit de OD en ningún punto de muestreo incluso en Zam-01 y Pau-02 que se supone son los más contaminados.

Tabla 5.1- 30: Resultados Oxígeno disuelto respecto al OD de saturación

ID	% De Oxígeno disuelto respecto al OD de saturación						
	T °C	Oxíg. Saturación f(T°C)	Z metros	% Oxíg. sat punto muestreo (Z)	Oxíg. Sat en el punto de muestreo f(T,P)	OD	% de OD & saturación
Zam-01	14,6	10,18	1967	78,69	8,01	9,27	115,68
Zam-02	16,7	9,73	902	89,98	8,76	9,98	113,93
Zam-03	17,6	9,55	882	90,20	8,61	10,85	125,95
Zam-04	17,8	9,51	839	90,65	8,62	11,29	130,94
Yac-01	17,7	9,53	844	90,60	8,64	8,30	96,12
Zam-05	18,4	9,39	828	90,77	8,53	9,96	116,82
Zam-06	17,7	9,53	773	91,35	8,71	9,80	112,55
Ngz-01	19,7	9,14	787	91,20	8,34	9,89	118,58
Zam-07	17,9	9,49	771	91,37	8,67	11,10	127,99
Zam-08	18,5	9,37	767	91,41	8,57	10,12	118,10
Zam-09	19,0	9,28	744	91,66	8,50	11,03	129,72
Bmb-01	18,2	9,43	807	90,99	8,58	9,51	110,81
Zam-10	18,7	9,33	741	91,69	8,56	9,98	116,60
Zam-12	18,6	9,35	635	92,81	8,68	10,73	123,59
Zam-13	19,2	9,24	555	93,66	8,65	10,45	120,76
Zam-15	18,9	9,30	492	94,33	8,77	10,38	118,37
Zam-16	20,7	8,96	334	96,00	8,60	10,55	122,63
Zam-17	21,1	8,89	326	96,09	8,54	10,00	117,07
Pau-02	19,0	9,28	2200	76,23	7,07	6,59	93,19
Pau-03	17,2	9,63	937	89,61	8,63	8,48	98,24
Pau-04	18,9	9,30	480	94,46	8,78	8,24	93,84
Neg-01	19,9	9,11	480	94,46	8,60	8,28	96,25
Nmg-01	20,7	8,96	480	94,46	8,46	8,16	96,40
Upa-01	19,2	9,24	943	89,55	8,27	8,01	96,82
Upa-02	19,3	9,22	800	91,07	8,40	7,92	94,33
Upa-03	20,3	9,03	726	91,85	8,30	7,98	96,17
Tut-02	20,9	8,93	561	93,60	8,35	8,09	96,84
Upa-04	21,8	8,77	560	93,61	8,21	7,77	94,68
Upa-05	22,6	8,63	468	94,58	8,16	7,69	94,20
Nmg-02	19,3	9,22	444	94,84	8,74	8,42	96,29
Yun-01	18,1	9,45	320	96,15	9,09	10,70	117,73
Nmg-03	21,6	8,80	334	96,00	8,45	12,38	146,50
Snt-01	20,1	9,07	322	96,13	8,72	11,64	133,49
Cng-01	23,7	8,45	308	96,28	8,14	7,91	97,22
Snt-01B	21,9	8,75	307	96,29	8,43	8,60	102,07

ID	% De Oxígeno disuelto respecto al OD de saturación						
	T °C	Oxíg. Saturación $f(T^{\circ}C)$	Z metros	% Oxíg. sat	Oxíg. Sat en el punto de muestreo $f(T,P)$	OD	% de OD & saturación
				punto muestreo (Z)			
Snt-02	28,6	7,74	276	96,62	7,48	8,10	108,25
Snt-03	22,7	8,61	231	97,10	8,36	7,99	95,53
Ypi-01	23,5	8,48	230	97,11	8,24	7,50	91,05

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

El **pH** en todos los puntos está comprendido entre 6,76 y 8,71, valores normales para aguas superficiales y que indica que, toda la alcalinidad que esté presente en el agua es casi exclusivamente debido a bicarbonatos.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno** presenta valores entre 8 y 10mg/l O₂, relativamente altos, en el río Zamora entre Zam-01 y Zam-10, recuperándose a 4 mg/l O₂, o menos en el tramo final Zam-12 a Zam-17 y un pico alto de 12 mg/l O₂ en Zam-13. En la cuenca del Namangoza estos valores son también relativamente altos (máximo de 9) y solo en el Nmg-03, antes de la unión con el Zam-17 (4 mg/l O₂) tiene un valor de 2mg/l O₂. El río Santiago presenta un valor máximo de 4 mg/l O₂ un poco mayor que el aceptable. En términos generales existe una baja contaminación con materia orgánica biodegradable al largo de todos los ríos producida de manera natural por descomposición de la flora y fauna existentes y por actividades antrópicas, en especial, las descargas domésticas llevadas directamente a los cursos de agua, que deben tener demandas de oxígeno altas, sin embargo, los cuerpos receptores son capaces aún de diluirlas a valores bajos sin afectar el contenido de oxígeno disuelto y tienen una alta capacidad de autodepuración.

Un parámetro relacionado es la **Demanda Química de Oxígeno**, cuyos valores deben ser iguales o mayores a la DBO; en la cuenca del Zamora están entre 8 y 28 mg/lO₂, en el Namangoza entre 4 y 16 mg/lO₂ y en el Santiago entre 3 y 13 mg/lO₂, valores que indican igualmente una baja contaminación y una buena capacidad de autodepuración.

La relación **DBO/DQO** permite inferir si la materia orgánica es o no biodegradable, si esta relación es <0,2 es no biodegradable, entre 0,2 y 0,4 es biodegradable y superior a 0,4 la materia orgánica es muy biodegradable. Para el río Zamora este valor es de 0,39; Namangoza 0,57 y en el Santiago es de 0,50 lo cual que indica que la materia orgánica está entre biodegradable y muy biodegradable.

Los valores de los nutrientes expresados como **Fosfatos** y **Nitratos** en los ríos Namangoza y Santiago están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, <0,35 mg/l para Fosfatos y <0,76 mg/l para Nitratos, valores mucho más bajos que los normados. En el río Zamora ocurre igual con los fosfatos y solo en el tramo entre Zam-05 y Zam-10 se tienen valores de Nitratos mayores a 0,76 mg/l y que fluctúan entre 1,36 mg/l y 3,14 mg/l, en todo caso valores menores a los exigidos como máximo para uso en agua potable.

La turbiedad presenta valores relativamente bajos, por debajo de 100 UTN, pese a ser época de lluvias; en el río Zamora la turbiedad se mantiene casi uniforme con un promedio de 38 UTN, en el Namangoza este promedio es de 10 UTN, siendo el Upano el menos turbio (2.0 UTN), en el río Santiago el promedio es de 24 UTN pero el Coangos y el Yaupi, sus afluentes, tienen valores inferiores a 3 UTN.

Exceptuando el Zam-01 y el Zam-09 que tienen una **Conductividad** de 75 uS/cm los demás puntos en el río Zamora tiene un promedio de 29 uS/cm, en el Namangoza, excepto Pau-02 con 138 uS/cm, tienen una conductividad en promedio de 77 uS/cm. En el Santiago este promedio es de 62 uS/cm, el Yaupi tiene 182 uS/cm. Todas son aguas poco mineralizadas, en especial el Zamora, lo que se refleja en los muy bajos valores de **Sólidos Disueltos Totales y Alcalinidad**, que guardan las mismas tendencias indicadas, son aguas que están poco tamponadas o amortiguadas lo que permite cambios bruscos en el pH y el color.

Todos los valores de **Nitritos** están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio que es de 0,03 mg/l, salvo en Pau-02 y Zam-01 que presentan valores de 0,08 y 0,13 que igual son valores bajos y que desaparecen rápidamente por oxidación con el oxígeno disuelto presente.

El **Nitrógeno amoniacal (N-NH3)** está presente en todas las muestras con un máximo de 1,24 mg/l en Zam-01, la concentración normal en agua superficiales es de 0,2 mg/l y en el área tenemos un promedio general de 0,43 mg/l, esto indica una contaminación debido a una descomposición incompleta de la materia orgánica.

Se midió el contenido de **Cianuros y Mercurio**, sustancias empleadas en la minería artesanal del oro para su separación, entendiendo que en el área hay mucha actividad minera especialmente en la cuenca del río Zamora, sin embargo todos los resultados obtenidos son menores a 0,02 y 0,001 que son los límites de cuantificación del laboratorio, para agua potable la norma INEN-1108 5ta revisión da máximos de 0,07 para Cianuros y 0,006 para mercurio por lo tanto estos valores están por debajo de estos máximos aceptables.

Metales como **Zinc y Manganeso** están presentes en concentraciones muy bajas, menores al límite de cuantificación del laboratorio, el **Hierro** generalmente asociado al manganeso, presenta concentraciones variables pero no elevadas, depende en gran parte del arrastre del terreno que causen las lluvias.

Calidad Bacteriológica

La Tabla 5.1- 31 resume los resultados de los análisis bacteriológicos de las muestras tomadas en cada uno de los puntos de muestreo en los ríos Zamora, Namangoza y Santiago y cuyos registros se detallan en el Anexo 3 del Apéndice 3.1.2 Análisis de Calidad de Agua. Área de estudio 3.

Tabla 5.1- 31: Resultados bacteriológicos río Zamora

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Zam-01	2012-06-25	30.000,00	45.000,00
Zam-02	2012-06-25	1.300,00	8.600,00
Zam-03	2012-06-25	3.500,00	34.000,00
Zam-04	2012-06-25	1.400,00	8.600,00
Yac-01	2012-06-25	400,00	10.300,00
Zam-05	2012-06-25	1.100,00	20.300,00
Zam-06	2012-06-26	7.100,00	155.000,00
Ngz-01	2012-06-26	1.300,00	95.000,00

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Zam-07	2012-06-26	2.800,00	110.000,00
Zam-08	2012-06-26	3.800,00	90.000,00
Zam-09	2012-06-26	3.400,00	50.000,00
Bmb-01	2012-06-26	300,00	105.000,00
Zam-10	2012-06-26	2.700,00	70.000,00
Zam-12	2012-06-28	400,00	8.000,00
Zam-13	2012-06-27	7.200,00	70.000,00
Ind-01			
Zam-15	2012-06-27	4.200,00	60.000,00
Zam-16	2012-06-29	3.300,00	8.000,00
Zam-17	2012-06-29	1.700,00	12.500,00

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 32: Resultados bacteriológicos río Namangoza

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Pau-02	2014-07-03	1.000,00	2.900
Pau-03	2014-07-03	420,00	1.750
Pau-04	2014-06-30	320,00	1.500
Neg-01	2014-07-01	65,00	4.000
NAM-01	2014-06-30	225,00	4.100
Upa-01	2014-06-30	3.000,00	5.500
Upa-02	2014-06-30	90,00	770
Upa-03	2014-06-30	25,00	560
Tut-02	2014-06-30	280,00	3.400
Upa-04	2014-06-30	360,00	2.000
Upa-05	2014-06-30	640,00	5.000
NAM-02	2014-07-01	1.500,00	16.000
Yun-01	2012-06-29	700,00	13.500
NAM-03	2012-06-29	100,00	6.000

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 33: Resultados bacteriológicos río Santiago

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Snt-01	2012-06-29	1.500	11.600
Coa-01	2014-07-02	40	1.500
Snt-01B	2014-07-02	950	3.100
Snt-02	2014-07-02	720	2.500
Snt-03	2014-07-03	2.200	5.500
Ypi-01	2014-07-02	265	2.900

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

De los registros señalados en las Tabla 5.1- 31, Tabla 5.1- 32 y Tabla 5.1- 33 se destacan los siguientes resultados en relación a los parámetros de calidad bacteriológica de las aguas en el Área de estudio 3:

La contaminación con heces fecales sean del hombre o de cualquier animal de sangre caliente se determina analizando la presencia de Coliformes fecales, bacterias usadas como indicador de este tipo de contaminación y que tienen la propiedad de no reproducirse en el agua, a diferencia de las Coliformes Totales que no son solo de origen fecal pues están presentes de manera natural en el ambiente y se multiplican rápidamente en el agua y sus valores son por lo general mucho más altos que los fecales; es importante entonces el análisis de los Coliformes fecales en especial ya que representan una contaminación reciente por heces fecales.

Los resultados indicados demuestran una contaminación fecal en todos los puntos, en el Zamora el punto Zam-01, inmediatamente después de la ciudad de Loja, tiene un valor muy elevado 30000 UFC/100ml que es de esperarse debido a las descargas domésticas de la ciudad, después el promedio hasta Zam-17 es de 2700 UFC/100ml, el TULAS exige un máximo de 600 UFC/100ml para fuentes de agua potable; en el Namangoza el Pau-02 (1000 UFC/100ml) y el Upa-01 (3000 UFC/100ml) son los puntos con los valores más altos, luego se van recuperando, el Nam-03 tiene apenas 100 UFC/100ml, en promedio el Namangoza tiene 620 UFC/100ml. El Santiago tiene un promedio de 940 UFC/100ml.

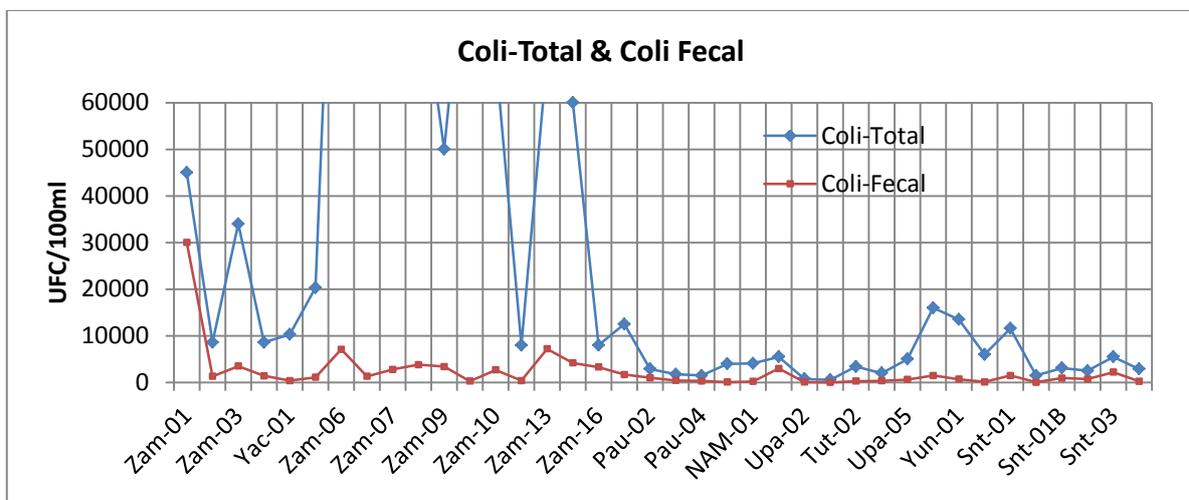


Gráfico 5.1- 14: Comparación entre Coliformes Totales y Coliformes Fecales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Relaciones con la *norma ambiental y de descargas de efluentes: recurso agua*, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS) Libro VI. Anexo 1

Los resultados obtenidos de los diferentes parámetros en cada uno de los puntos de muestreo son analizados respecto a los diferentes usos del agua considerados en el TULAS.

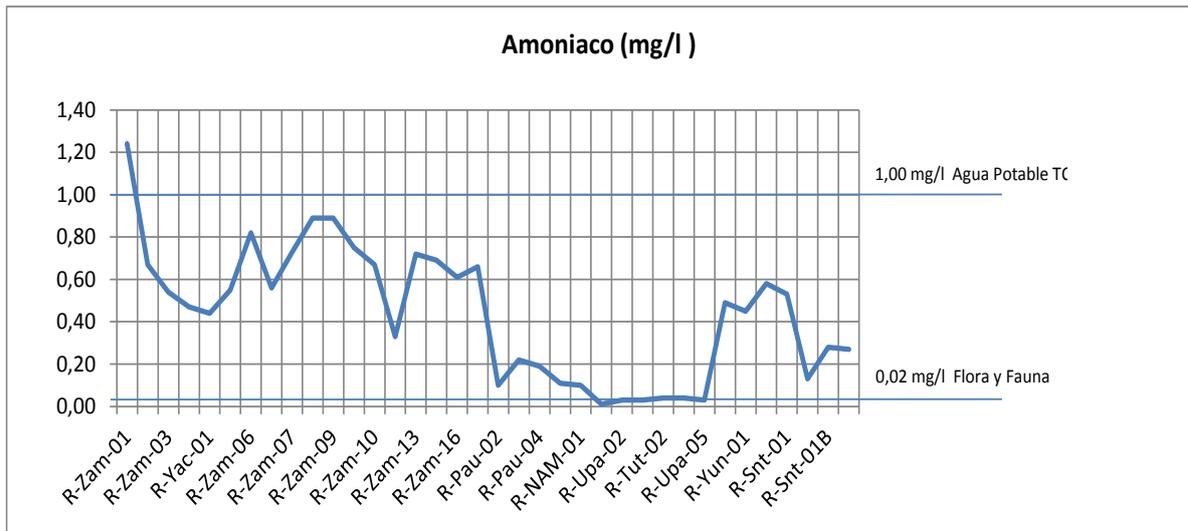


Gráfico 5.1- 15: Resultados Amoniaco

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Salvo en Zam-01, todos los demás puntos de muestreo tienen valores por debajo del máximo exigido para agua potable.

En el río Upano y un poco menos en el Paute, los valores son cercanos al máximo para Flora y Fauna, todos los demás valores están muy por encima del valor establecido de 0.02 mg/l.

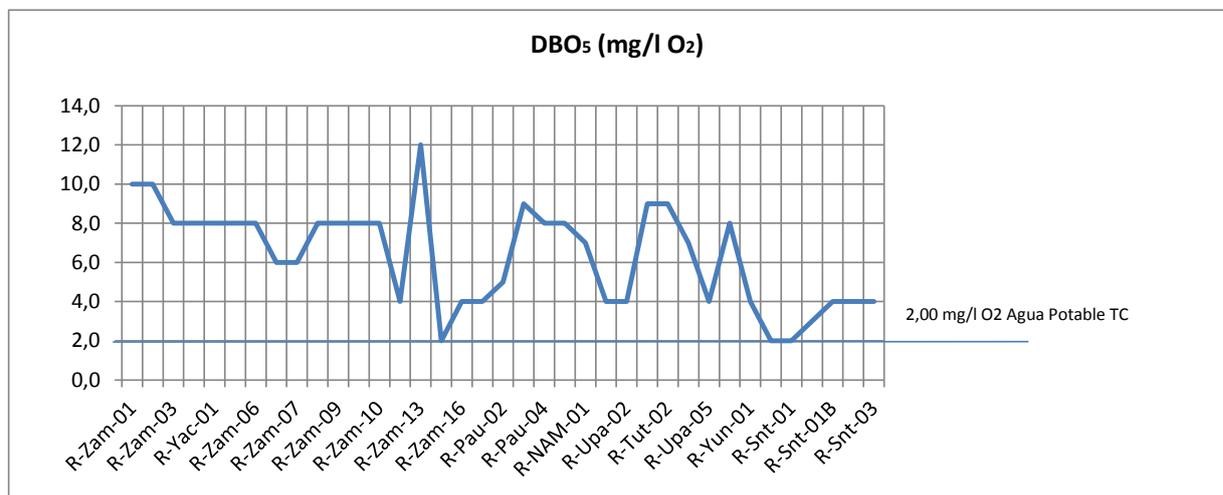


Gráfico 5.1- 16: Resultados DBO

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Todos los valores de DBO son superiores a 2,0 mg/l O₂ dado como máximo, Solo en el río Santiago estos valores están entre 2 y 4 mg/l; por lo tanto no se cumple para el uso en agua potable con tratamiento convencional, otros usos no norman este parámetro.

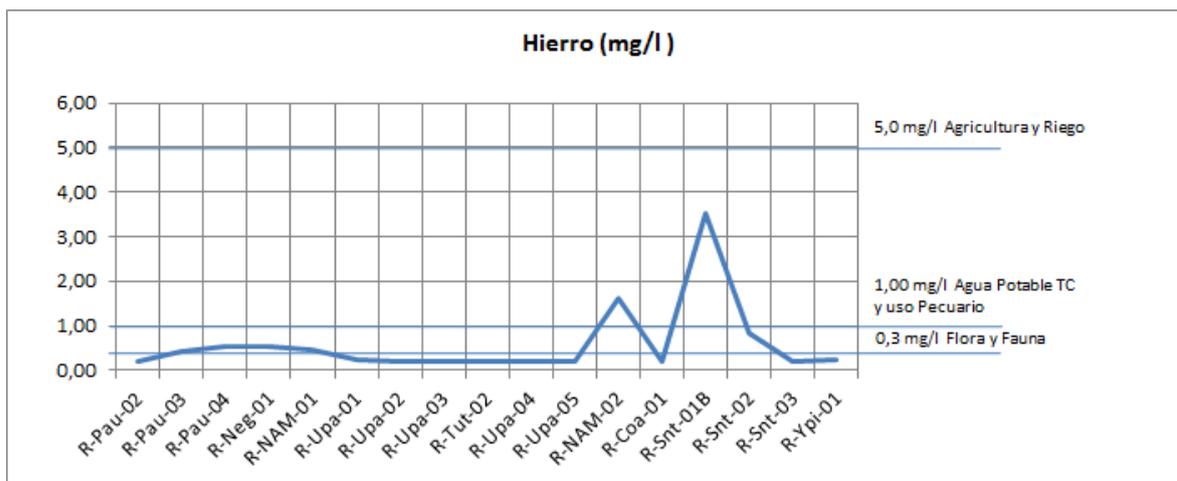


Gráfico 5.1- 17: Resultados Hierro

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Los usos donde se exige un máximo para el hierro están indicados en el Gráfico 5.1- 17. En el río Paute y Upano los valores están en muchos casos por debajo de los 0.3 mg/l para Flora y Fauna, en algunos puntos del Namangoza y Santiago se supera incluso el máximo de 1.0 mg/l para uso en Agua Potable y uso Pecuario, nunca se superan los 5 mg/l; los valores de las muestras son puntuales y van a variar según el régimen de lluvias en la zona.

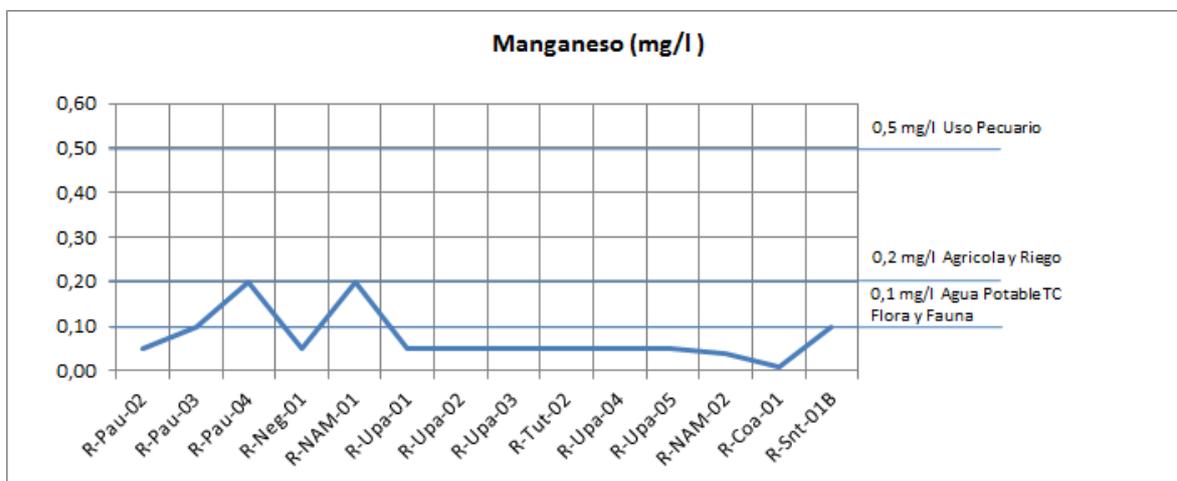


Gráfico 5.1- 18: Resultados Manganeso

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Todas las concentraciones de manganeso en los diferentes puntos de toma de muestra están por debajo de los valores máximos dados para uso pecuario, uso agrícola y riego y, solamente en el PAU-04 y Nam-01 son superiores al valor de 0,1 mg/l exigido para agua potable y flora y fauna.

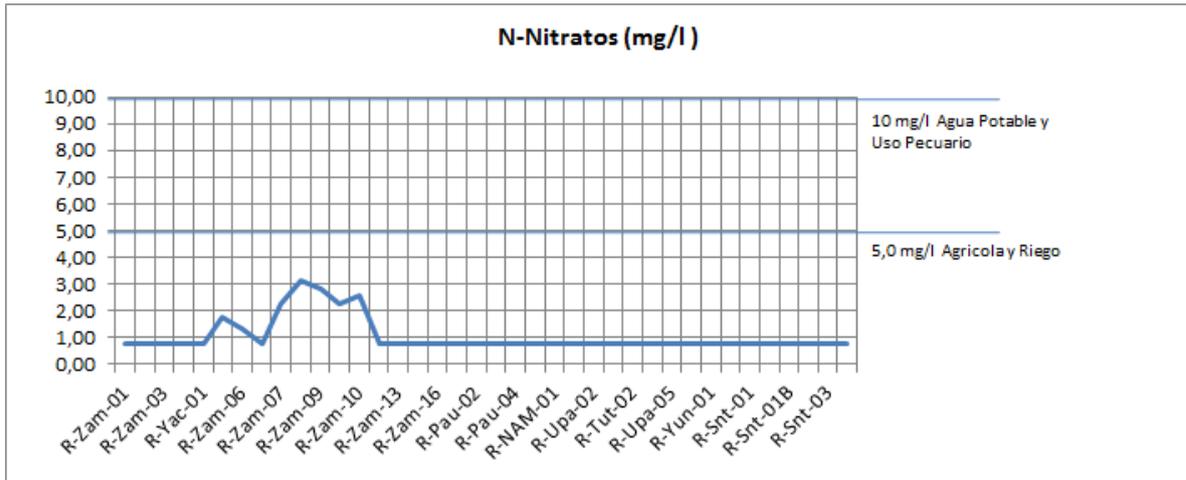


Gráfico 5.1- 19: Resultados N-Nitratos

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Los valores de N-Nitratos obtenidos en laboratorio en toda el área de aporte hidrológico considerada están por debajo de los máximos exigidos en la Norma Ambiental y de descargas de efluentes; recurso agua, para los diferentes usos considerados.

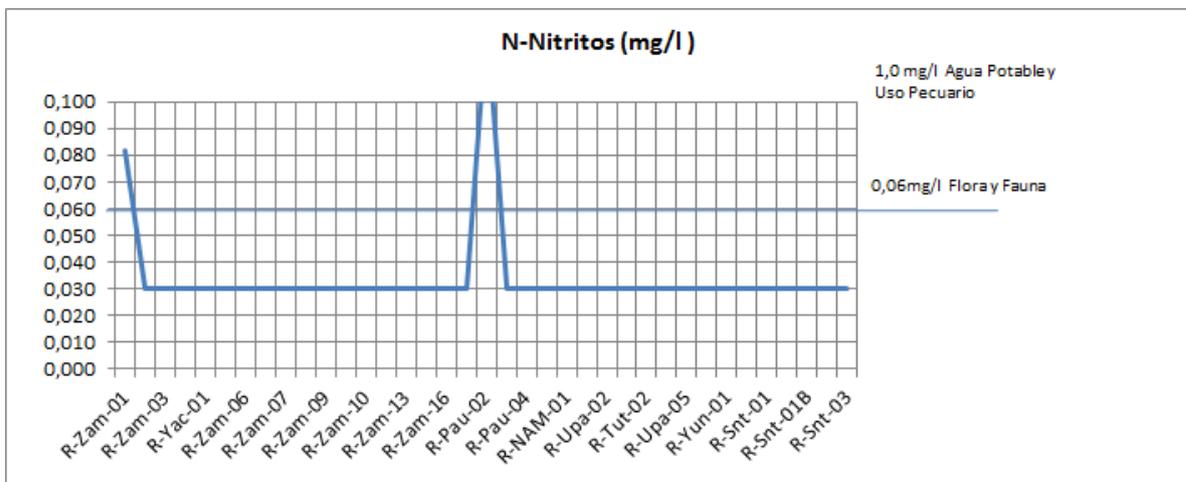


Gráfico 5.1- 20: Resultados N-Nitritos

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Excepto Zam-01 (0,082 mg/l) y Pau-02 (0,13 mg/l) que están inmediatamente después de la ciudad de Loja y Paute, que no exceden el máximo para agua potable y uso pecuario, todos los demás valores están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio que es inferior al máximo de 0,06 mg/l dado para preservación de flora y fauna.

Las concentraciones de Zinc determinadas en las muestras de agua tomadas en los puntos indicados están todos por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, inferior a la concentración exigida para cualquiera de los usos.

Tabla 5.1- 34: Resultados concentraciones e Zinc

ID	Zinc mg/l
Pau-02	<0,05
Pau-03	<0,05
Pau-04	<0,05
Neg-01	<0,05
NAM-01	<0,05
Upa-01	<0,05
Upa-02	<0,05
Upa-03	<0,05
Tut-02	<0,05
Upa-04	<0,05
Upa-05	<0,05
NAM-02	<0,05
Snt-01B	<0,05
Snt-02	<0,05
Snt-03	<0,05
Ypi-01	<0,05

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

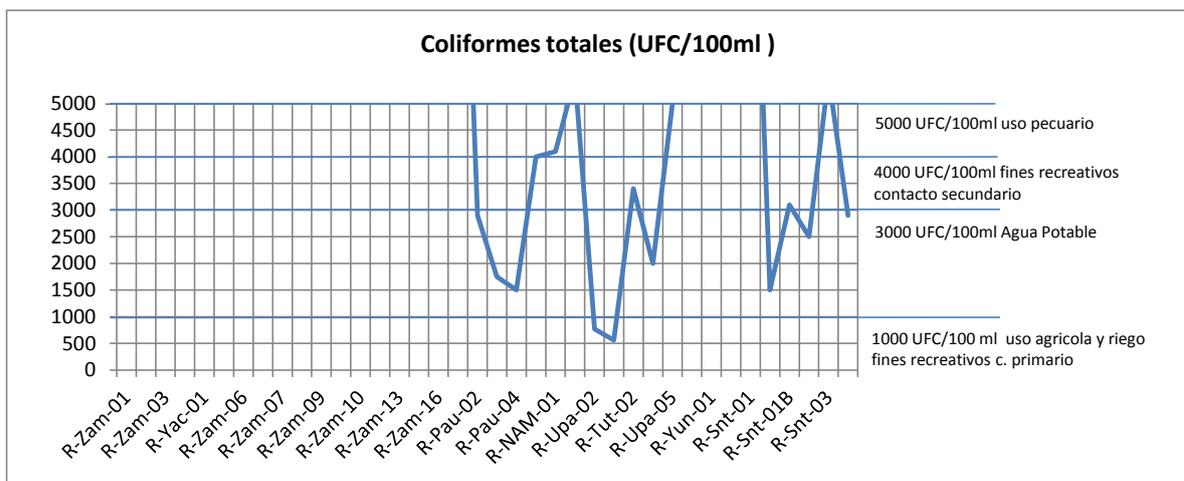


Gráfico 5.1- 21: Resultados Coliformes Totales

Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Los valores de Coliformes Totales no graficados están por encima de las 5000 UFC/100ml, es decir de los 19 puntos de muestreo en el río Zamora y sus afluentes todos superan ese límite. De los 20 puntos cuatro en el Namangoza y 2 en el Santiago, superan también las 5000 UFC/100ml, todos estos puntos no cumplen con la concentración máxima para ninguno de los usos indicados en la norma. Salvo el Upa-01 y el Upa-05, todos los puntos en el Paute y Upano y solo el Snt-2 cumplen para agua potable.

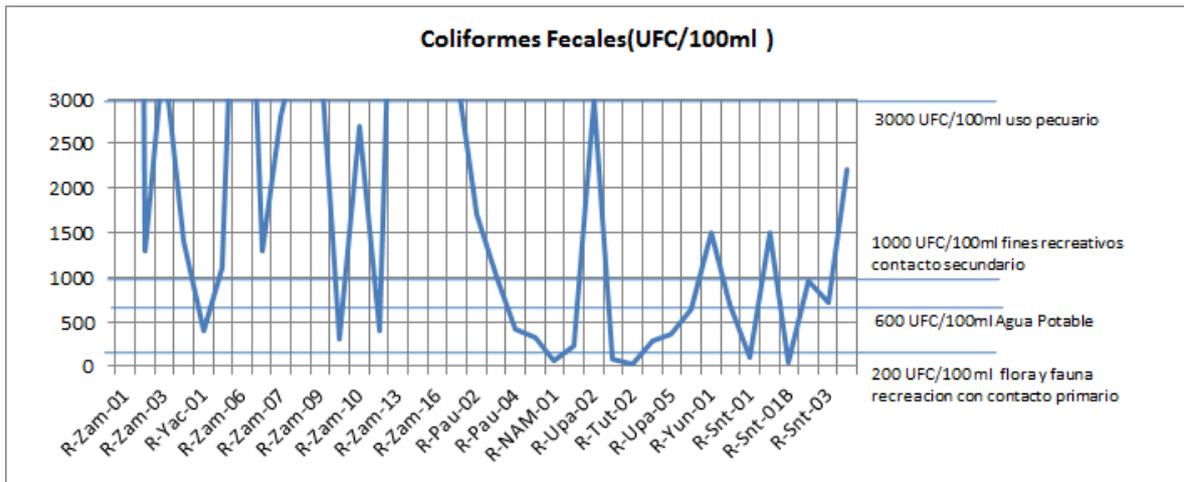


Gráfico 5.1- 22: Resultados Coliformes Fecales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

En el caso de Coliformes Fecales, los valores son muy variables, no mostrando patrones consistentes, en referencia a la norma del TULAS para agua potable en el río Zamora solo sus afluentes y el punto Zam-12 lo cumplen (valores menores a 600 UFC/100ml). En el Santiago lo cumplen solo el Coangos y el Yaupi, en el Namangoza no lo cumplen el Pau-01, el Upa-01 y el sector de unión del Nam-02, con el Upa-05 y el Yun-01.

Las concentraciones encontradas de los parámetros siguientes: pH, Oxígeno Disuelto, Solidos Disueltos Totales (SDT), color verdadero, cumplen con todos los **valores dados** en la norma *ambiental y de descargas de efluentes* para los diferentes usos.

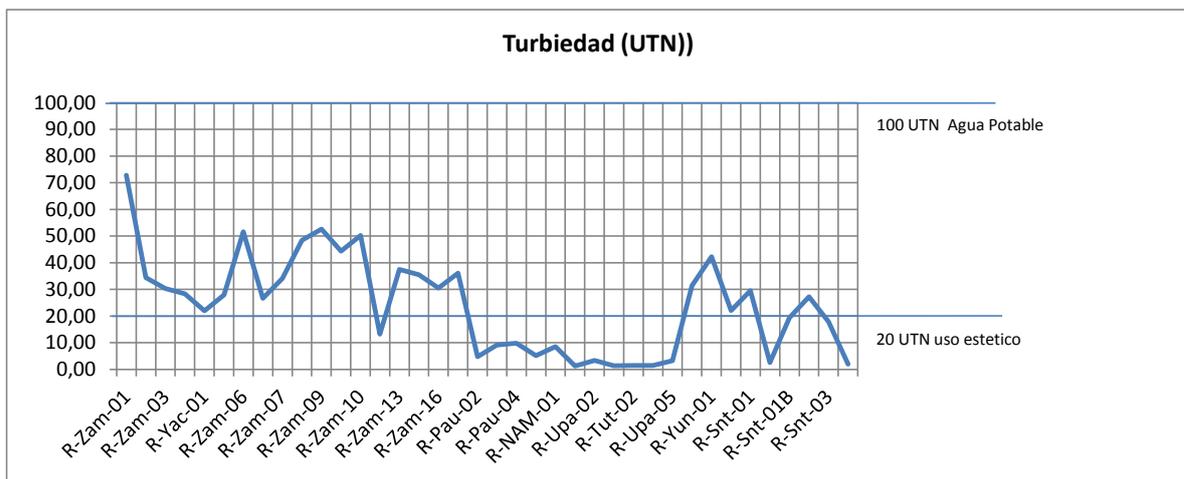


Gráfico 5.1- 23: Resultados Turbiedad

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Todos los puntos muestreados tienen turbiedades menores al máximo de 100 UTN exigidos para su uso como fuente para agua potable. Para el uso estético se norma un máximo de 20 UTN, el Zamora no lo cumple, el Namangoza si y en el Santiago solo el Coangos y el Yaupi.

En el caso del Mercurio y los Cianuros las muestras analizadas cumplen lo exigido para Agua Potable, uso Agrícola y Riego y también para uso Pecuario. Para la preservación de la Flora y Fauna, en ambos casos, los valores pedidos por la norma son inferiores al límite de cuantificación de estos dos parámetros por el laboratorio. Igual caso sucede con el ácido sulfhídrico, normado solo para este uso.

Tabla 5.1- 35: Resultados Cianuros, mercurio y ácido sulfhídrico

Parámetro	Máximo exigido Preservación de Flora y Fauna	Limite Cuantificación Laboratorio
Cianuros (mg/l)	0,01	0,02
Mercurio (mg/l)	0,0002	0,01
Ácido Sulfhídrico (mg/l)	0,0002	0,02

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

El Aluminio esta normado por el TULAS como fuente para agua potable (0,2 mg/l), sin embargo la Norma INEN 1108 quinta revisión no lo norma ya que considera que este es un parámetro de operación de la Planta de tratamiento. Preservación de Flora y Fauna (0,1 mg/l), uso Agrícola y Riego y, uso Pecuario (5,0 mg/l), las muestras tomadas en el Namangoza y Santiago, cumplen todos para los últimos usos. Casi ninguno, salvo el Tutanangoza y el Upa-05, cumplen para Flora y Fauna y como fuente para agua potable solo cumplen el Pau-02, el Upano en los puntos del 03 al 05, el Coangos y el Yaupi.

Índice de Calidad de Agua (ICA)

Para su obtención se procesaron los datos considerando las ecuaciones obtenidas en las curvas de función para cada uno de los parámetros y luego aplicando la fórmula multiplicativa para el cálculo del índice según la NSF, con las siguientes consideraciones: para los fosfatos y nitratos se tomaron, en la gran mayoría de casos, el valor del límite de cuantificación del laboratorio (0,35 y 0.76 mg/l) ya que el laboratorio los reporta como <0,35 y <0,76, los valores reales están por debajo de este límite, estos valores corresponden a índices de calidad de 72 y 95; para el índice de calidad del oxígeno se calculó % de OD sobre el valor de saturación en cada punto en función de la temperatura y la presión. A la temperatura se asigna un índice de 90/100 en todos los casos ya que no existe contaminación térmica y la temperatura del agua es la propia de la zona.

El valor del ICA obtenido en cada punto de muestreo y en los ríos muestreados se detalla en la Tabla 5.1- 36, Tabla 5.1- 37 y Tabla 5.1- 38 y se analiza a continuación:

Tabla 5.1- 36: Valor de ICA en el río Zamora

ID	FECHA MUESTREO	COORDENADAS			QOD	QC_Fecal	QpH	QDBO5	QT°C	Qfosfatos	QNO3-	Qturbiedad	QST	ICA- NSF_WQIm	
		X	Y	Z											
Zam-01	2012-06-25	697762	9563002	1967	93,51	6,77	92,91	33,55	90,00	54,76	95,44	27,91	85,45	47	MALA
Zam-02	2012-06-25	726322	9550563	902	94,61	20,20	94,35	33,55	90,00	71,72	95,44	48,20	85,11	64	MEDIA
Zam-03	2012-06-25	733076	9554019	882	85,70	15,97	88,29	41,40	90,00	71,72	95,44	51,31	85,82	61	MEDIA
Zam-04	2012-06-25	739734	9563695	839	81,90	19,89	62,25	41,40	90,00	71,72	95,44	53,00	84,48	61	MEDIA
Yac-01	2012-06-25	738726	9566891	844	97,71	29,95	83,44	41,40	90,00	53,78	95,44	59,20	85,04	69	MEDIA
Zam-05	2012-06-25	743069	9567904	828	92,75	20,92	67,53	41,40	90,00	71,72	88,69	53,35	84,78	63	MEDIA
Zam-06	2012-06-26	760308	9584122	773	95,39	12,94	82,46	41,40	90,00	71,72	91,39	38,23	36,61	55	MEDIA
Ngz-01	2012-06-26	758789	9582046	787	91,49	20,20	78,98	51,40	90,00	71,72	95,44	54,53	83,66	66	MEDIA
Zam-07	2012-06-26	767997	9588823	771	84,08	16,92	95,55	51,40	90,00	56,27	85,74	48,42	85,85	61	MEDIA
Zam-08	2012-06-26	772553	9600121	767	91,84	15,61	82,79	41,40	90,00	71,72	80,70	39,83	85,80	59	MEDIA
Zam-09	2012-06-26	779693	9622704	744	82,78	16,09	91,90	41,40	90,00	71,72	82,42	37,73	85,73	59	MEDIA
Bmb-01	2012-06-26	766523	9620457	807	96,27	33,22	86,78	41,40	90,00	71,72	85,86	42,05	85,54	69	MEDIA
Zam-10	2012-06-26	779510	9622704	741	92,90	17,08	95,48	41,40	90,00	71,72	83,85	38,94	84,78	61	MEDIA
Zam-12	2012-06-28	784674	9645673	635	87,59	29,95	95,34	64,11	90,00	71,72	95,44	70,88	85,45	75	BUENA
Zam-13	2012-06-27	789400	9653756	555	89,84	12,88	95,38	27,40	90,00	71,72	95,44	46,10	85,54	57	MEDIA
Zam-15	2012-06-27	791552	9659952	492	91,65	15,18	95,18	80,14	90,00	71,72	95,44	47,43	85,26	66	MEDIA
Zam-16	2012-06-29	804848	9663453	334	88,36	16,22	95,26	64,11	90,00	71,72	95,44	51,15	68,14	64	MEDIA
Zam-17	2012-06-29	808123	9668188	326	92,58	19,06	95,44	64,11	90,00	71,72	95,44	47,03	82,71	67	MEDIA

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Río Zamora

La calidad del agua en el río Zamora y sus afluentes tienen valores del índice entre 55/100 y 69/100 que corresponden a una CALIDAD MEDIA, el punto Zam-01, inmediatamente después de la ciudad de Loja y que tiene el aporte reciente de las aguas residuales domésticas de la ciudad tiene un valor del índice de 47/100 que corresponde al de CALIDAD MALA; por otro lado el punto Zam-12 tiene valores mejores del índice de calidad de Coliformes Fecales, DBO y Turbiedad que Zam-10 o Zam-13 lo que genera que el índice de calidad global sea de 75/100 correspondiente a CALIDAD BUENA, en este punto el río es encañonado y se reduce grandemente la actividad antrópica, la vegetación propia permanece inalterada.

Río Namangoza

En esta cuenca que incluye la de los ríos Paute, Upano, Namangoza y sus afluentes los índices de calidad están entre 72/100 y 84/100 que corresponden a una CALIDAD BUENA del agua, salvo la CALIDAD MEDIA en el Nam-02 con 65/100 en este punto hay un incremento del contenido bacteriológico y consecuentemente de la DBO, disminuyendo el índice de calidad debido con seguridad actividades que se desarrollan en el sector como es ganadería y asentamientos de actividad minera. En el río Yungantza Yun-01, este índice es de 70/100 es decir está en el límite entre CALIDAD MEDIA y CALIDAD BUENA.

Tabla 5.1- 37: Valor de ICA en el río Namangoza

ID	FECHA MUESTREO	COORDENADAS			QOD	QC_Fecal	QpH	QDBO5	QT°C	Qfosfatos	QNO3-	Qturbiedad	QST	ICA- NSF_WQIm	
		X	Y	Z											
Pau-02	2014-07-03	750067	9693568	2200	96,60	21,33	93,03	57,38	90,00	71,72	95,44	86,67	84,50	72	BUENA
Pau-03	2014-07-03	785202	9712028	937	98,22	29,39	95,08	37,24	90,00	71,72	95,44	77,87	85,62	72	BUENA
Pau-04	2014-06-30	799698	9696471	480	96,88	32,48	92,87	41,40	90,00	71,72	95,44	76,54	85,87	74	BUENA
Neg-01	2014-06-30	799708	9696346	480	97,75	50,59	95,53	41,40	90,00	71,72	95,44	85,78	84,97	81	BUENA
Nmg-01	2014-06-30	799895	9696319	480	97,79	36,48	95,14	46,09	90,00	71,72	95,44	78,92	85,88	77	BUENA
Upa-01	2014-06-30	822022	9745483	943	97,91	16,62	95,34	64,11	90,00	71,72	95,44	94,76	85,62	70	MEDIA
Upa-02	2014-06-30	817667	9733249	800	97,09	46,89	95,14	64,11	90,00	71,72	95,44	89,85	85,69	84	BUENA
Upa-03	2014-06-30	817034	9719648	726	97,73	61,45	94,93	37,24	90,00	71,72	95,44	94,71	85,80	84	BUENA
Tut-02	2014-06-30	812932	9712384	561	97,91	34,00	93,18	37,24	90,00	71,72	95,44	94,49	85,84	75	BUENA
Upa-04	2014-06-30	811338	9708008	560	97,22	31,14	91,61	46,09	90,00	71,72	95,44	94,29	85,87	75	BUENA
Upa-05	2014-06-30	803078	9695122	468	97,03	24,61	91,61	64,11	90,00	71,72	95,44	90,13	85,88	75	BUENA
Nmg-02	2014-07-01	803282	9694685	444	97,76	19,59	94,25	41,40	90,00	71,72	95,44	50,44	84,30	65	MEDIA
Yun-01	2012-06-29	784374	9671167	320	92,11	23,59	94,98	64,11	90,00	71,72	95,44	43,18	85,80	70	MEDIA
Nmg-03	2012-06-29	808008	9669759	334	50,00	45,70	94,90	80,14	90,00	71,72	95,44	59,09	85,80	74	BUENA

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Río Santiago

En este río estarán asentadas las obras del proyecto Hidroeléctrico Santiago, sus afluentes el río Coangos y el río Yaupi tienen índices de calidad de 88/100 y 80/100 respectivamente es decir una CALIDAD BUENA; en el río Santiago el índice corresponde a CALIDAD MEDIA aunque todos sus valores están cercanos a los valores de CALIDAD BUENA, los valores están afectados principalmente por el contenido bacteriológico.

Tabla 5.1- 38: Valor de ICA en el río Santiago

ID	FECHA MUESTREO	COORDENADAS			QOD	QC_Fecal	QpH	QDBO5	QT°C	Qfosfatos	QNO3-	Qturbiedad	QST	ICA- NSF_WQIm	
		X	Y	Z											
Snt-01	2012-06-29	808188	9666744	322	80,26	19,59	84,29	80,14	90,00	71,72	95,44	51,97	83,86	67	MEDIA
Cng-01	2014-07-02	810397	9663982	308	98,01	56,11	93,03	71,67	90,00	71,72	95,44	91,61	85,62	88	BUENA
Snt-01B	2014-07-02	813216	9664614	307	98,51	20,12	67,92	64,11	90,00	71,72	95,44	62,24	85,62	68	MEDIA
Snt-02	2014-07-02	828664	9664458	276	97,32	23,27	94,76	64,11	90,00	71,72	95,44	53,98	85,54	71	BUENA
Snt-03	2014-07-03	182139	9667914	231	97,52	17,95	95,01	64,11	90,00	71,72	95,44	64,14	85,69	69	MEDIA
Ypi-01	2014-07-02	181397	9670582	230	95,48	34,63	91,61	71,67	90,00	71,72	95,44	93,13	84,91	80	BUENA

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

El siguiente gráfico de columnas representa todos los valores del ICA basados en el WQI, las líneas punteadas son los promedios del índice en cada cuenca, 63/100 para la del Zamora que corresponde a una calidad MEDIA, 75 para la del Namangoza y 74 para la del Santiago que corresponden a una calidad BUENA, en esta última sin los afluentes es de 69/100 (MEDIA) ya que parece ser que el caudal del Coangos no es el suficiente para modificar significativamente la calidad del Santiago

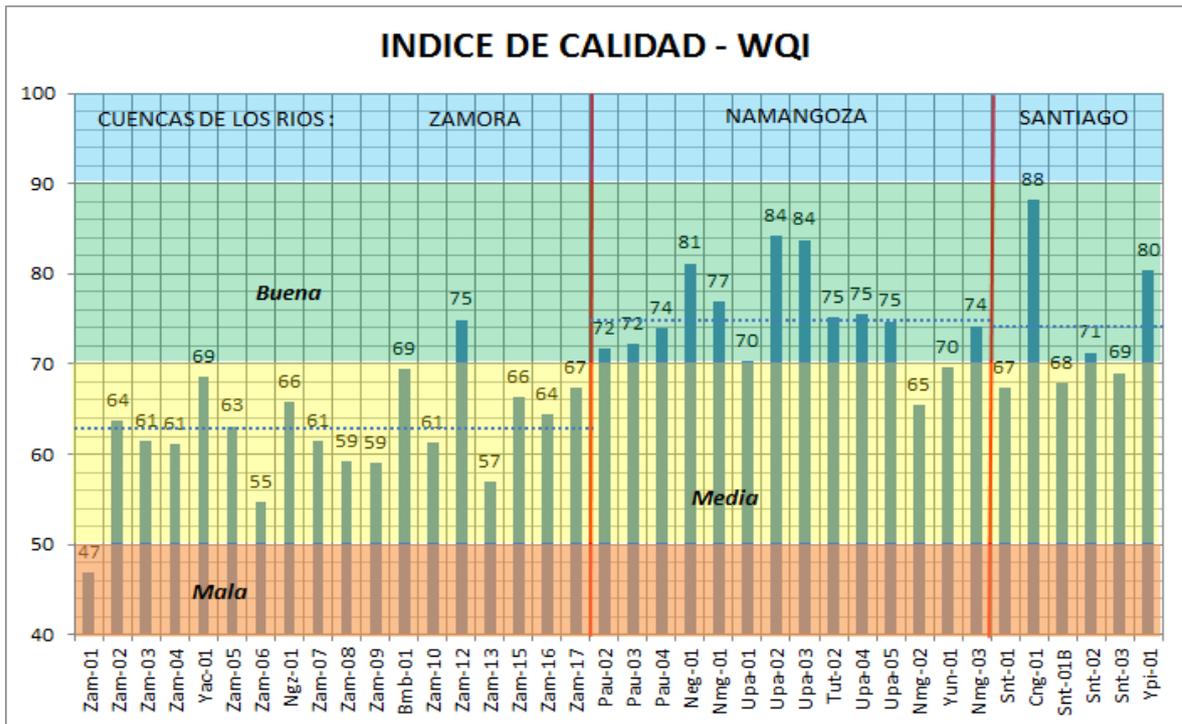


Gráfico 5.1- 24: Resultados WQI

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Los parámetros que afectan el valor del Índice de Calidad del Agua, según los datos obtenidos son, en su orden, Coliformes Fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Turbiedad. Se grafican a continuación:

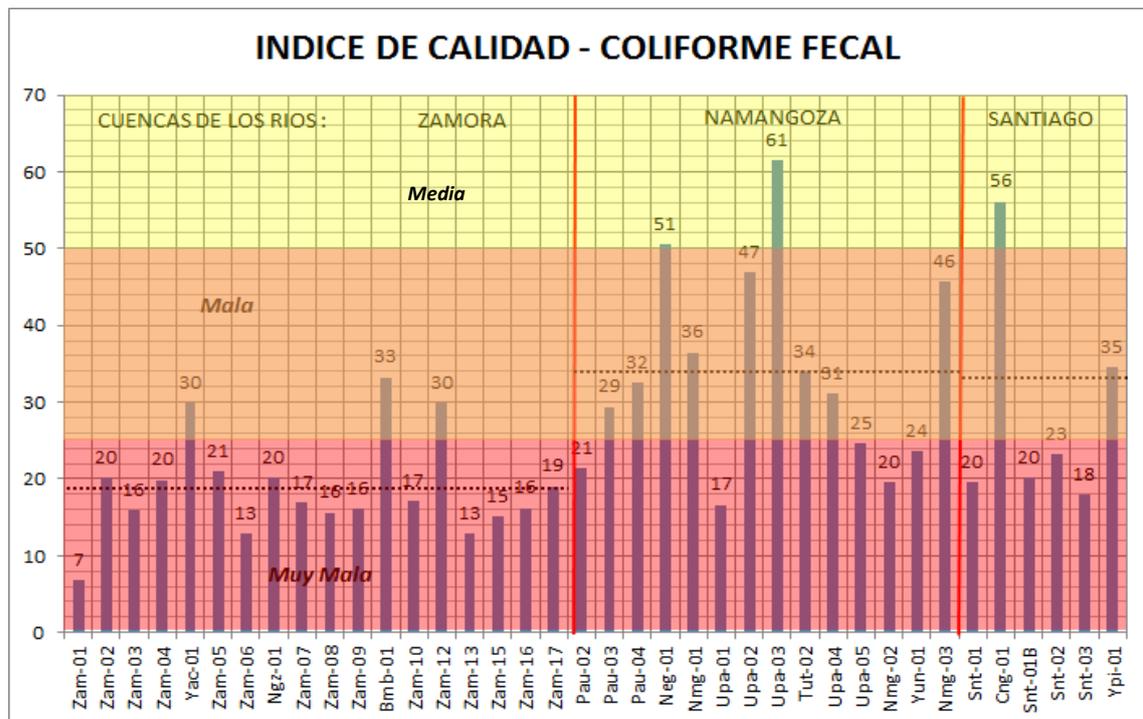


Gráfico 5.1- 25: Resultados Coliformes fecales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

El 63% de los datos están en la zona de MUY MALA calidad, en especial en el río Zamora donde solo el Zam-12 y 2 de sus afluentes no están en esta categoría, de igual manera 9 de los 14 puntos en el Namangoza y en el Santiago solo el Coangos y el Yaupi. El 92% de los puntos de muestreo están en el rango de calidad de Muy Mala o Mala. El promedio en el Zamora está en la zona de calidad MUY MALA, en el Namangoza y el Santiago están en MALA.

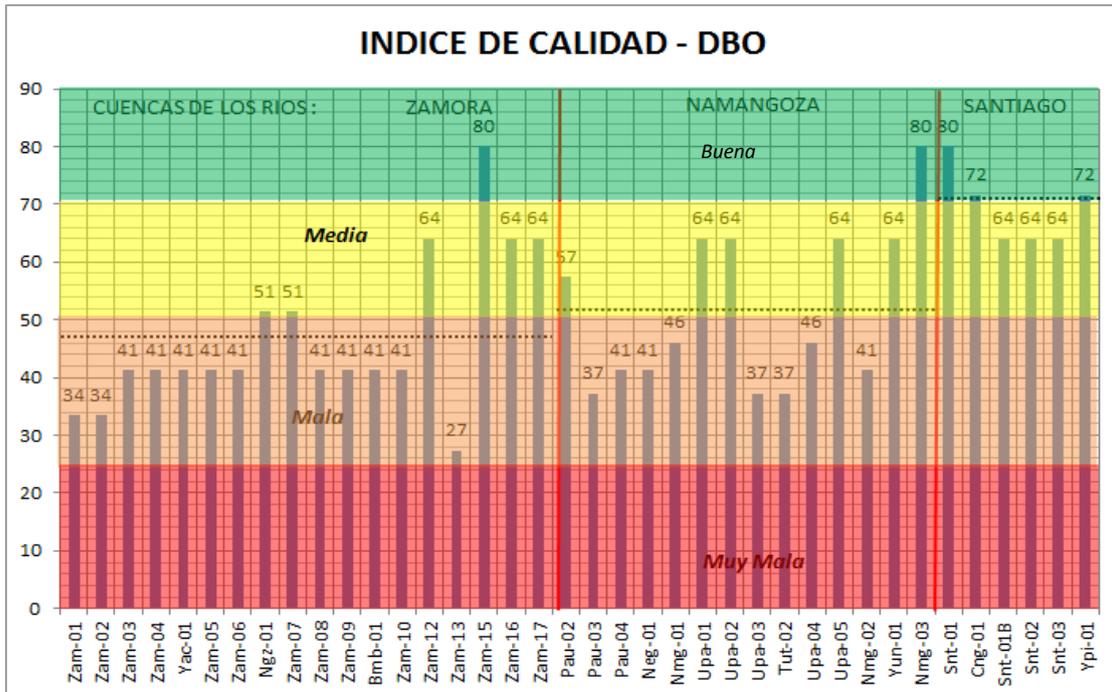


Gráfico 5.1- 26: Resultados DBO

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Casi el 50% de los puntos tienen calidad MEDIA, entre estos el tramo final del Zamora, algunos puntos del Upano, el Nam-03 y todos los puntos en el Santiago, tres de estos incluso tienen calidad BUENA; en el otro 50% de los puntos el índice de calidad de la DBO es MALA.

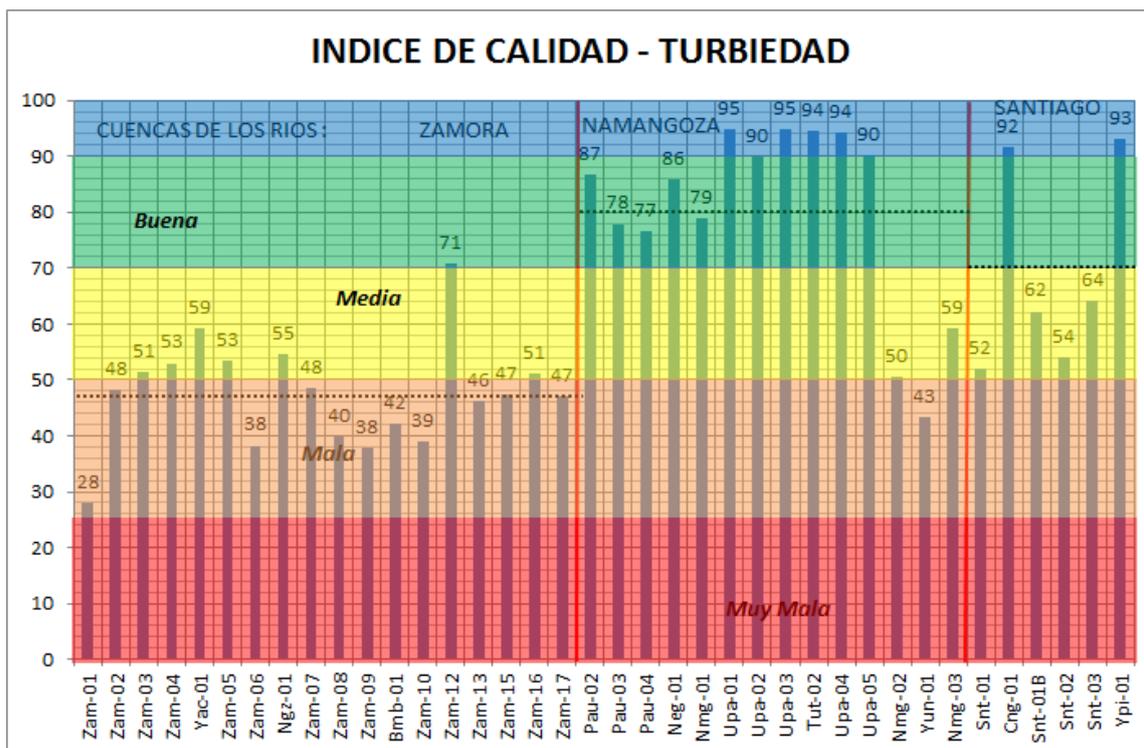


Gráfico 5.1- 27: Resultados Turbiedad

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

En este parámetro se nota una diferencia clara entre la subcuenca del Zamora, cuyo promedio tiene una calidad MALA, con la subcuenca del Namangoza cuyo promedio es de una calidad BUENA; en la cuenca del Santiago el promedio de todos los puntos de muestreo está en el límite entre calidad MEDIA y BUENA

Llama la atención el punto Nam-02 de calidad MEDIA ya que los puntos anteriores todos tienen calidad BUENA, en este punto hay un incremento significativo del contenido de Coliformes fecales y de la turbiedad respecto a los puntos Nam-01 y al Upa-05 lo que podría deberse a un incremento de actividades antrópicas que aumentarían los niveles de los parámetros antes mencionados. El río se recupera hasta Nam-03 sobre todo bacteriológicamente, es el quinto punto menos contaminado en este sentido de toda el área de aporte con 100 UFC/100ml. Se une al Zamora de calidad MEDIA formando el Santiago, en el punto Snt-01, después de la unión, el contenido bacteriológico es esencialmente el mismo que el Zam-17 y se mantiene con variaciones pequeñas hasta Snt-04, esto le da al río una calidad MEDIA, el Coangos y el Yaupi tienen índices de calidad altos.

La Figura 5.1- 19 y el Mapa AFH-007 ÁREA 1: Índice calidad del agua - época húmeda, representa el índice de calidad global en cada punto de muestreo. La Figura 5.1- 20 el índice de calidad del parámetro Coliformes Totales y la Figura 5.1- 21 el índice de calidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

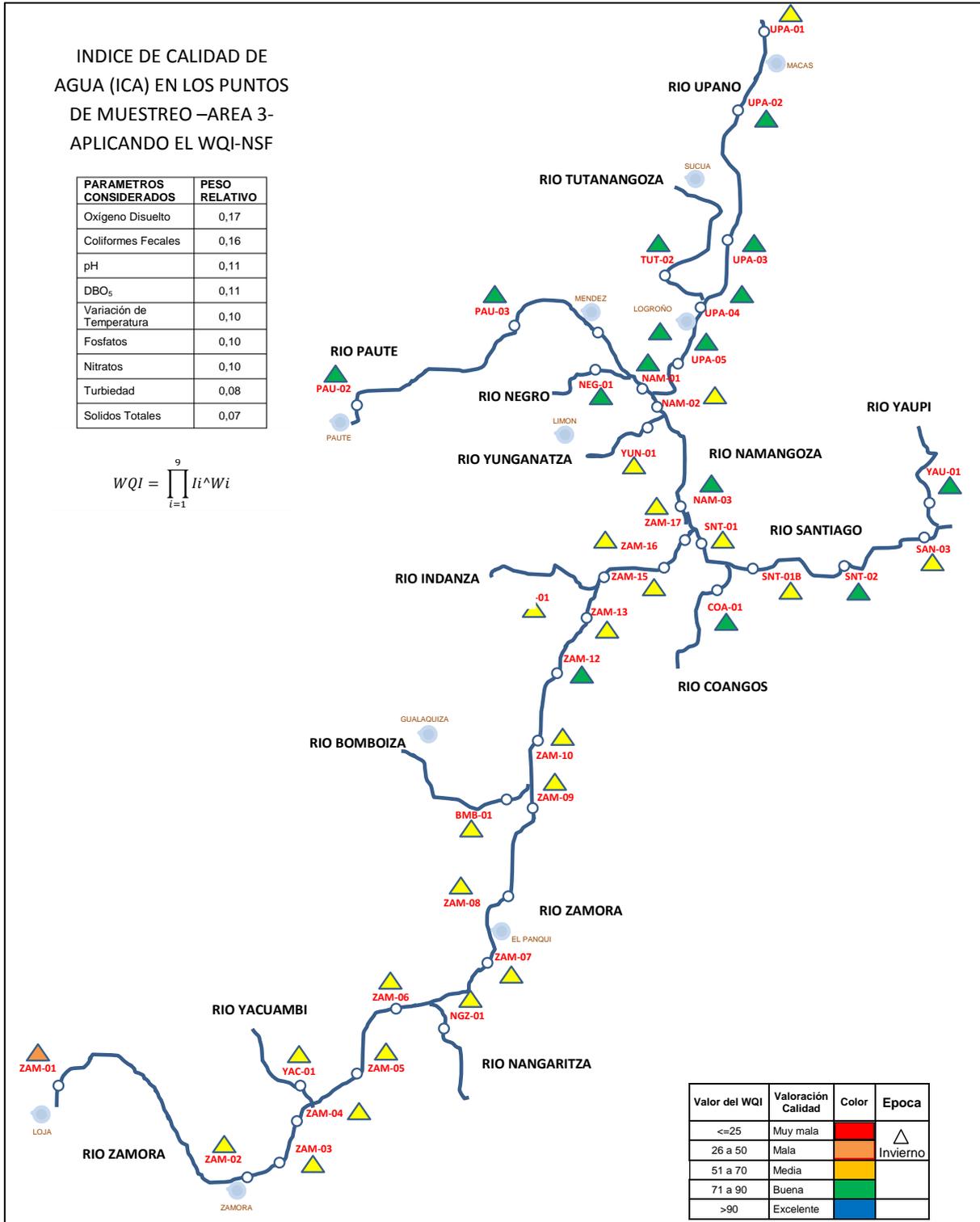


Figura 5.1- 19: Índice de Calidad de Agua en cada uno de los puntos muestreados

Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Se observa que la subcuenca del río Zamora tiene una calidad MEDIA, el punto Zam-01 después de la ciudad de Loja tiene calidad MALA, el Zam-12 es el punto de mejor calidad. La subcuenca del Namangoza es de calidad BUENA, salvo en el punto Nam-02 que es MEDIA. En la Cuenca del Santiago la calidad es MEDIA pero cercana a BUENA.

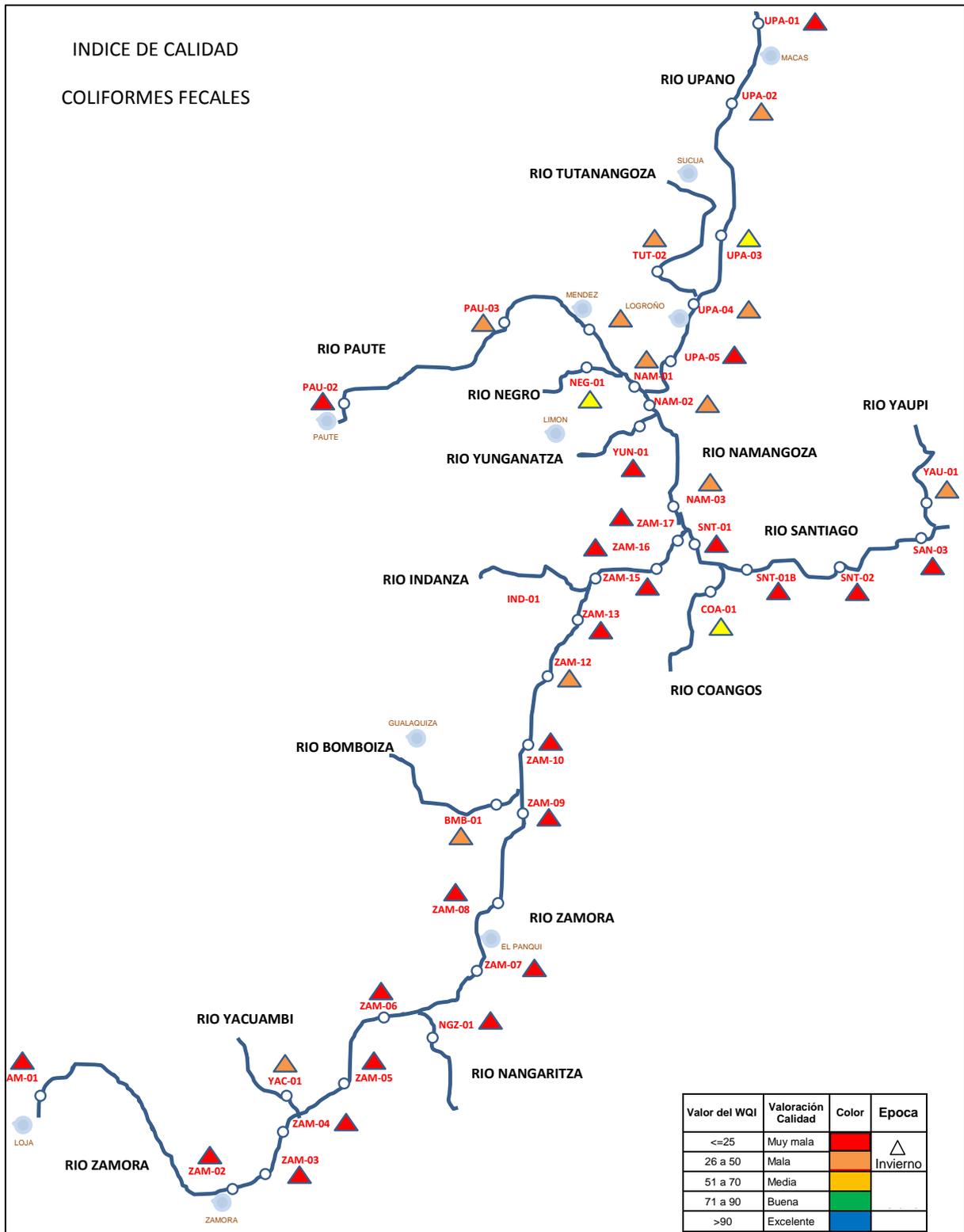


Figura 5.1- 20: Índice de calidad de Coliformes fecales en cada punto de muestreo

Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

El contenido bacteriológico en toda el área de aporte hidrológico es significativo, la calidad del agua, para este parámetro, está entre MUY MALA y MALA y tiene una incidencia importante en el índice de calidad del agua.

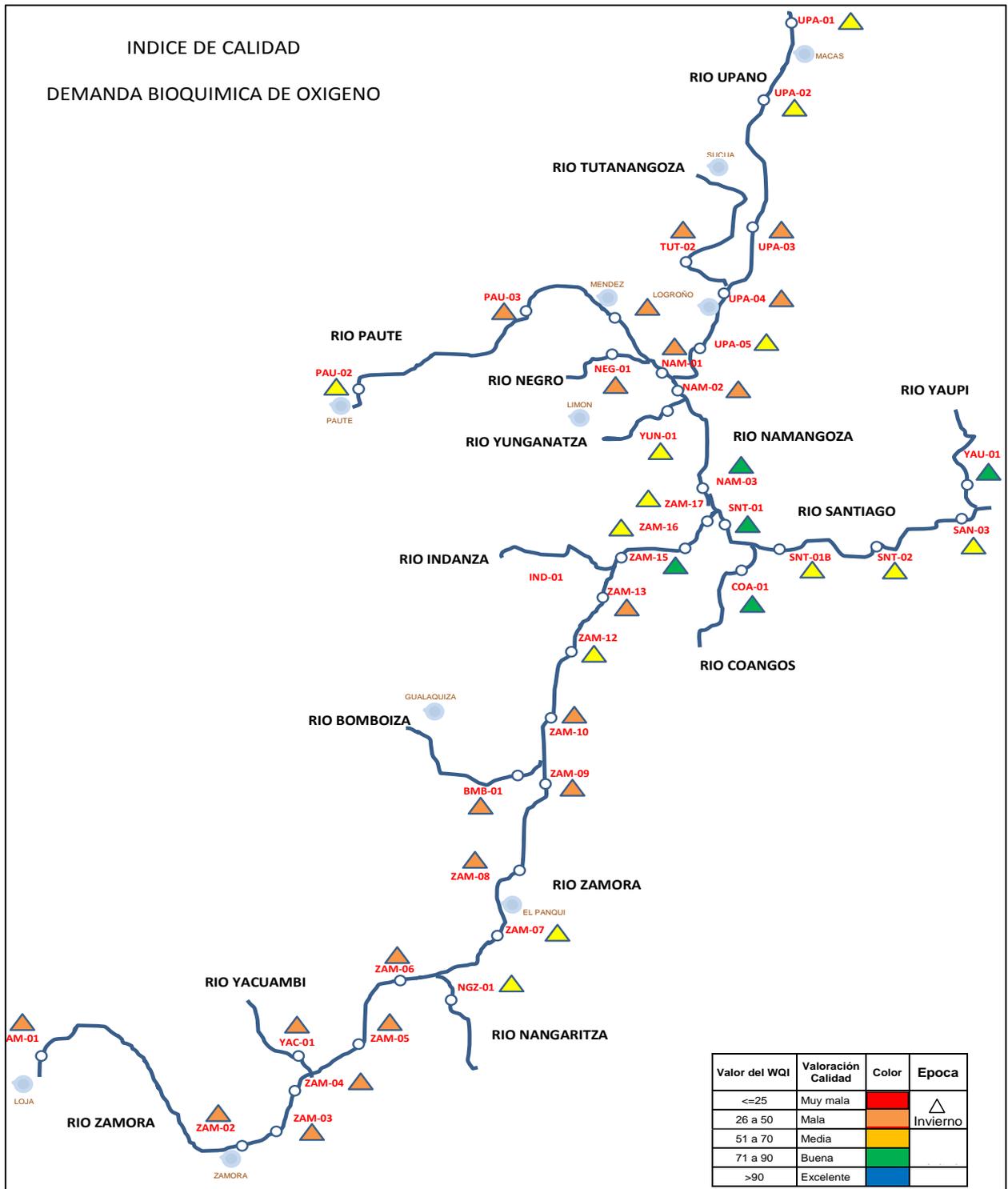


Figura 5.1- 21: índice de calidad de Demanda Bioquímica de Oxígeno en cada punto de muestreo

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Resultados época seca

Calidad físico química

Las Tablas 5.1-19, 20 y 21 presentan el resumen los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de agua tomadas en cada uno de los puntos de muestreo durante la época seca o de estiaje.

Tabla 5.1- 39: Resultados río Zamora y afluentes

ID	FECHA MUESTREO	OD mg/IO2	pH	DBO5 mg/IO2	T°C	Fosfat os mg/l P-PO4	NO3- mg/l N-NO3	Turbie dad UTN	ST mg/l	DQO mg/l O2	NO2- mg/l N-NO2	N_NH3 mg/l	SDT mg/l	Alcalinid ad mg/l CaCO3	Cianur os mg/l	Conducti vidad uSm/m	P Total	Colo r UCA	Colo r V	Alumin io mg/l	Hier ro mg/l	Manga neso mg/l	H2S mg/l	Zinc mg/l	Niquel mg/l
Zam-01	2013-11-22	6,26	7,67	30,0	19,3	2,91	0,76	71,5	134	58	0,087	4,32	90	48,00		183,00	2,91	210	45	<0,1	<0,2	<0,05	0,0250		
Zam-02	2022-11-22	8,35	7,50	28,0	18,8	0,35	1,52	35,7	30	56	< 0,03	0,58	20	15,00		41,80	<1,7	352	97	<0,1	<0,2	<0,05	0,0280		
Zam-03	2013-11-21	7,73	7,57	16,0	22,7	0,35	0,76	9,40	46	28	< 0,03	0,12	27	<10				88	22	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-04	2014-11-11	5,03	6,58	7,0	23,1	0,47	0,76	6,53	46	16	0,04	< 0,1	32	18,00		65,70	<1,7	64	38	1,22	1,48	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01
Yac-01	2013-11-21	7,87	7,61	12,0	22,9	0,35	0,76	9,32	32	26	< 0,03	0,15	20	<10		40,20	<1,7	78	33	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-05	2013-11-21	7,88	7,72	11,0	23,9	0,35	0,76	2,30	42	19	< 0,03	0,11	27	<10		55,00	<1,7	92	26	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-06	2013-11-21	7,75	7,55	13,0	24,5	0,35	0,76	3,50	46	23	< 0,03	0,11	28	<10		58,00	<1,7	55	20	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Ngz-01	2013-11-21	7,68	7,59	13,0	24,7	0,35	0,76	9,38	40	25	< 0,03	0,2	27	<10		54,00	<1,7	69	43	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-07	2013-11-21	7,59	7,60	12,0	24,5	0,35	0,76	6,49	46	23	< 0,03	< 0,1	29	10,00		59,00	<1,7	92	29	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-08	2013-11-21	7,64	8,35	15,0	28,1	0,35	0,76	2,69	58	26	< 0,03	0,26	37	23,00		76,00	<1,7	55	27	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-09	2014-11-11	6,00	6,23	6,0	27,8	0,37	0,76	2,73	48	14	< 0,03	< 0,1	32	18,00		66,80	<1,7	72	53	0,69	0,8	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01
Bmb-01	2013-11-21	7,72	7,62	13,0	23,4	0,35	0,76	1,59	50	21	< 0,03	< 0,1	31	10,00		62,00	<1,7	52	28	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-10	2014-11-11	5,14	6,11	5,0	26,6	0,35	0,94	42,2	30	11	< 0,03	0,13	20	19,00		40,50	<1,7	282	73	3,21	1,85	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01
Zam-12	2013-11-21	8,46	7,69	13,0	24,8	0,35	0,76	3,20	48	21	< 0,03	0,19	29	<10		60,00	<1,7	200	44	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-13	2013-11-20	8,14	7,59	8,0	25,6	0,35	0,76	6,12	40	26	< 0,03	< 0,1	26	<10		51,80	<1,7	60	22	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Ind-01	2013-11-20	8,02	8,02	6,0	22,3	0,35	0,76	8,10	38	20	0,03	< 0,1	28	<10		54,20	<1,7	70	22	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-15	2013-11-20	8,38	7,73	8,0	24,3	0,35	0,76	6,14	42	22	0,03	< 0,1	28	<10		57,00	<1,7	65	20	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-16	2013-11-19	8,22	7,61	18,0	26,0	0,35	0,76	15,4	42	30	0,03	< 0,1	26	16,00		52,00	<1,7	92	42	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2
Zam-17	2013-11-19	8,15	7,63	14,0	26,0	0,35	0,76	15,2	48	26	0,03	0,11	30	14,00		54,90	<1,7	85	43	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 40: Resultados río Namangoza y afluentes

ID	FECHA MUESTREO	OD mg/Lo2	Ph	DBO5 mg/Lo2	T°C	Fosfatos mg/l P-PO4	NO3-mg/l N-NO3	Turbiedad UTN	ST mg/l	DQO mg/l O2	NO2-mg/l N-NO2	N_NH3 mg/l	SDT mg/l	Alcalinidad mg/l CaCO3	Cianuros mg/l	Conductividad uSm/m	P Total	Color UCA	Color V	Aluminio mg/l	Hierro mg/l	Manganeso mg/l	H2S mg/l	Zinc mg/l	Niquel mg/l
Pau-02	2012-11-15	3,90	6,43	12,0	15,9	0,35	5,35	124,00	236	28	0,215	0,97	178	52,00	<0.02	198,20	0,35	910	400						
Pau-03	2012-11-16	6,30	6,47	2,0	19,2	0,35	1,86	5,40	80	6	0,03	0,18	48	38,00	<0.02	83,5	0,35	48	31						
Pau-04	2012-11-15	6,10	6,80	2,2	21,3	0,35	1,19	7,32	72	10	0,056	0,17	34	40,00	<0.02	89	0,35	60	43						
Neg-01	2012-11-15	6,10	5,60	2,0	22,4	0,35	1,95	14,80	80	6	0,03	0,27	44	20,00	<0.02	43,1	0,35	117	86						
NAM-01	2012-11-15	6,20	6,39	2,0	22,4	0,35	2,17	8,04	84	6	0,03	0,2	50	37,00	<0.02	81,6	0,35	68	57						
Upa-01	2012-11-17	6,40	6,19	2,0	22,2	0,35	1,11	2,90	76	4	0,03	0,1	44	34,00	<0.02	58,7	0,35	17	20						
Upa-02	2012-11-16	6,00	6,58	2,0	22,7	0,35	1,12	4,98	84	9	0,03	0,14	42	28,00	<0.02	51,5	0,35	45	39						
Upa-03	2012-11-16	6,10	6,55	2,0	23,4	0,35	1,3	6,29	72	3	0,03	0,14	52	26,00	<0.02	56,8	0,35	60	53						
Tut-02	2012-11-16	6,10	6,34	2,0	22,6	0,35	0,76	3,60	76	3	0,03	0,11	54	41,00	<0.02	78,1	0,35	25	21						
Upa-04	2012-11-16	6,40	6,48	2,0	24,5	0,35	0,78	3,69	80	2	0,03	0,16	36	29,00	<0.02	61,9	0,35	31	27						
Upa-05	2012-11-16	6,20	6,63	2,0	24,9	0,35	0,82	4,98	80	5	0,03	0,15	56	34,00	<0.02	63,7	0,35	40	35						
NAM-02	2014-11-11	6,38	6,09	3,0	23,0	0,35	0,5	15,20	92	9	0,03	<0,1	62	28,00		126,8	0,35	147	26	1,52	1,56	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01
Yun-01	2015-11-15	5,80	6,90	2,1	21,1	0,35	2,46	18,20	76	20	0,03	0,26	36	38,00	<0.02	89,6	0,35	190	91						
NAM-03	2013-11-19	8,19	7,73	12,0	24,2	0,35	0,76	5,83	78	22	0,030	<0,1	48	31,00		96,5	0,35	34	23	<0,1	<0,2	<0,05	<0,02	<0,05	<0,2

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 41: Resultados río Santiago y afluentes

ID	FECHA MUESTREO	OD mg/Lo2	Ph	DBO5 mg/Lo2	T°C	Fosfatos mg/l P-PO4	NO3-mg/l N-NO3	Turbiedad UTN	ST mg/l	DQO mg/l O2	NO2-mg/l N-NO2	N_NH3 mg/l	SDT mg/l	Alcalinidad mg/l CaCO3	Cianuros mg/l	Conductividad uSm/m	P Total	Color UCA	Color V	Aluminio mg/l	Hierro mg/l	Manganeso mg/l	H2S mg/l	Zinc mg/l	Niquel mg/l
Snt-01	2013-11-19	8,08	7,77	12,0	25,1	0,35	0,76	10,1	60	23	0,030	<0,1	38	22,00		73,00	0,35	56	47	<0,1	<0,2	<0,05	<0,2	<0,05	<0,2
Coa-01	2013-11-19	7,81	8,15	12,0	26,6	0,35	0,76	8,40	60	22	0,030	<0,1	38	52,00		72,00	<1,7	38	35	<0,1	<0,2	<0,05	<0,2	<0,05	<0,2
Snt-01B	2013-11-19	7,98	7,80	14,0	25,0	0,35	0,35	11,50	54	25	0,030	<0,1	36	33,00		69,00	0,35	93	33	<0,1	<0,2	<0,05	0,2	<0,05	<0,2
Snt-02	2012-11-16	6,30	6,35	2,0	24,7	0,35	2,48	11,00	76	5	0,030	0,17	50	30,00	<0,02	57,20	0,35	101	79						
Snt-03	2013-11-18	7,71	7,86	14,0	27,1	0,35	0,76	10,84	76	30	0,030	<0,1	44	29		89,50	<1,7	45	29	<0,1	<0,2	0,07	<0,2	<0,05	<0,2
Ypi-01	2013-11-18	7,60	8,02	13,0	26,4	0,35	0,76	3,4	148	22	0,030	<0,1	88	59		180,6	<1,7	47	17	<0,1	<0,2	0,13	<0,2	<0,05	<0,2

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Los valores de **Oxígeno Disuelto** son menores al 90% del oxígeno de saturación en más del 50% de los puntos de muestreo (Tabla 5.1- 42, cálculo de Oxígeno de saturación).

Los valores numéricos de OD en los tres ríos estudiados son similares o están por debajo del valor del oxígeno de saturación en cada punto, es decir están ligeramente subsaturados, lo que indica que no hay problemas de déficit de OD en ningún punto salvo en Pau-02. Aunque el 36% de los puntos tienen un% de oxígeno de saturación menor al 80%. (requerimiento para agua potable).

Tabla 5.1- 42: Resultados Oxígeno disuelto respecto al OD de saturación

ID	% DE OXÍGENO DISUELTO RESPECTO AL OD DE SATURACIÓN						
	T °C	Oxíg. Saturación f(T °C)	Z metros	%Oxíg. Sat. punto muestreo (Z)	Oxíg. Sat en el punto	OD	%DE OD & SATURACION
Zam-01	19,30	9,22	1967	78,69	7,26	6,26	86,28
Zam-02	18,80	9,32	902	89,98	8,38	8,35	99,61
Zam-03	22,70	8,61	882	90,2	7,77	7,73	99,49
Zam-04	23,10	8,55	839	90,65	7,75	5,03	64,91
Yac-01	22,90	8,58	844	90,6	7,77	7,87	101,23
Zam-05	23,90	8,42	828	90,77	7,64	7,88	103,12
Zam-06	24,50	8,32	773	91,35	7,6	7,75	101,91
Ngz-01	24,70	8,29	787	9,20	7,56	7,68	101,53
Zam-07	24,50	8,32	771	91,37	7,61	7,59	99,78
Zam-08	28,10	7,81	767	91,41	7,14	7,64	107,02
Zam-09	27,80	7,85	744	91,66	7,19	6,00	83,40
Bmb-01	23,40	8,50	807	90,99	7,73	7,72	99,83
Zam-10	26,60	8,01	741	91,69	7,35	5,14	69,95
Zam-12	24,80	8,28	635	92,81	7,68	8,46	110,10
Zam-13	25,60	8,16	555	93,66	7,64	8,14	106,53
Ind-01	22,30	8,68	1080	88,10	7,65	8,02	104,86
Zam-15	24,30	8,36	492	94,33	7,88	8,38	106,32
Zam-16	26,00	8,10	334	96,00	7,78	8,22	105,71
Zam-17	26,00	8,10	326	96,09	7,78	8,15	104,72
Pau-02	15,90	9,90	2200	76,23	7,55	3,90	51,67
Pau-03	19,20	9,24	937	89,61	8,28	6,30	76,09
Pau-04	21,30	8,85	480	94,46	8,36	6,10	72,93
Neg-01	22,40	8,66	480	94,46	8,18	6,10	74,53
Nam-01	22,40	8,66	480	94,46	8,18	6,20	75,75
Upa-01	22,20	8,70	943	89,55	7,79	6,40	82,16
Upa-02	22,70	8,61	800	91,07	7,84	6,00	76,49
Upa-03	23,40	8,50	726	91,85	7,81	6,10	778,14
Tut-02	22,60	8,63	561	93,60	8,08	6,10	75,51
Upa-04	24,50	8,32	560	93,61	7,79	6,40	82,13
Upa-05	24,90	8,26	468	94,58	7,82	6,20	79,33
NAM-02	23,00	8,56	444	94,84	8,12	6,38	78,55
Yun-01	21,10	8,89	320	96,15	8,55	5,80	67,85
Nam-03	24,20	8,37	334	96,00	8,04	8,19	101,90
Snt-01	25,10	8,23	322	96,13	7,91	8,08	102,09
Cng-01	26,60	8,01	308	96,28	7,72	7,81	101,22
Snt-01B	25,00	8,25	307	96,29	7,94	7,98	100,48
Snt-02	24,70	8,29	276	96,62	8,01	6,30	78,62
Snt-03	27,10	7,94	231	97,10	7,71	7,71	99,96
Ypi-01	26,40	8,04	230	97,11	7,81	7,60	97,32

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

El **pH** en todos los puntos se halla entre 6,10 y 8,35; valores frecuentes en aguas superficiales, e indica que la alcalinidad presente en el agua es exclusivamente debido a bicarbonatos.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno** presenta valores entre 16 y 30mg/l O₂, relativamente altos en el tramo inicial del río Zamora entre Zam-01 y Zam-03, recuperándose a 5 mg/l O₂, en el tramo intermedio Zam-010 y un pico alto de 18 mg/l O₂ en Zam-16 y 14 mg/l O₂ en Zam 17. En el río Namangoza estos valores son bajos (2 mg/l O₂) y sólo en el Nmg-03 y el Pau-02 tienen 12 mg/l O₂. El río Santiago presenta en general un valor relativamente alto de 12 mg/l O₂ en todos los puntos salvo en San-02 (2 mg/l O₂). En términos generales existe una relativa contaminación con materia orgánica biodegradable en los ríos analizados, producida de manera natural por descomposición de la flora y fauna existentes y por actividades antrópicas, en especial, las descargas domésticas llevadas directamente a los cursos de agua, notándose incrementos en las poblaciones grandes. Los resultados indican que los cuerpos receptores son capaces de diluir los aportes orgánicos a valores bajos que no afectan mayormente el contenido de oxígeno disuelto.

Un parámetro relacionado al anterior es la **Demanda Química de Oxígeno**, cuyos valores deben ser iguales o mayores a la DBO; los valores obtenidos son consecuentes con los de DBO. En el río Zamora se hallan entre 11 y 58 mg/lO₂, en el Namangoza entre 2 y 10 mg/lO₂ con máximos en Pau-01 y Nma-03 de 28 mg/lO₂ y 22 mg/lO₂ y en el Santiago entre 22 y 30 mg/lO₂; valores que indican igualmente una relativa contaminación.

La relación **DBO/DQO** permite inferir si la materia orgánica es o no biodegradable, si esta relación es <0,2 es no biodegradable, entre 0,2 y 0,4 es biodegradable y superior a 0,4 la materia orgánica es muy biodegradable. Para el río Zamora, este valor es de 0,50, en el Namangoza 0,35 y en el Santiago es de 0,53 lo que indica que la materia orgánica está entre biodegradable y muy biodegradable.

Los valores de los nutrientes expresados como **Fosfatos y Nitratos** en los ríos Zamora, Namangoza y Santiago están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, <0,35 mg/l para Fosfatos y de <0,76 mg/l para Nitratos a excepción de unos pocos puntos de los cuales el punto Pau 02 que tiene un valor de 5,35 es el de mayor valor, aunque por debajo del máximo requerido.

La **turbiedad** presenta valores bajos, por debajo de 100 UTN, incluso menores de 20 UTN, salvo picos en Pau-02, Zam-01 y Zam-10. En el Zamora la turbiedad promedio de todos los puntos es de 13,6 UTN, en el Namangoza el promedio es de 7.80 UTN, y en el río Santiago el promedio es de 9.21 UTN.

Exceptuando el Zam-01 que tiene una **Conductividad** de 183 uS/cm los demás puntos en el río Zamora tienen un promedio de 55,8 uS/cm, en el Namangoza, excepto Pau-02 con 198 uS/cm, tienen una conductividad en promedio de 75 uS/cm. En el Santiago el promedio es de 90,2 uS/cm, el Yaupi tiene 180 uS/cm. Todas son aguas poco mineralizadas, en especial en el Zamora, lo que se refleja también en los bajos valores de **Sólidos Disueltos Totales y Alcalinidad**, que guardan las mismas tendencias indicadas, son aguas que están poco tamponadas o amortiguadas lo que permite cambios rápidos en el pH y el color.

Todos los valores de **Nitritos** están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio que es de 0,03 mg/l, salvo en Pau-02 y Zam-01 que presentan valores de 0,09 y 0,215 que igual son valores bajos y que desaparecen rápidamente por oxidación con el oxígeno disuelto presente.

El **Nitrógeno amoniacal (N-NH₃)** está presente en solo algunas de las muestras con un máximo de 4,32 mg/l en Zam-01 y 0,97 mg/l en Pau-02 la concentración normal en agua superficiales es de 0,2 mg/l y en el área se tiene un promedio general de 0,15 mg/l; esta baja contaminación inferior a la producida en época de lluvia, es debido a la reducción de la escorrentía por disminución de las lluvias y el menor arrastre de materia orgánica hacia los cursos de agua.

El contenido de **Cianuros y Mercurio** en todas las muestras analizadas es menor a 0,02 mg/l y 0.001 mg/l respectivamente, que son los límites de cuantificación del laboratorio. Para agua potable la norma INEN-1108 5ta revisión da máximos de 0,07 mg/l para cianuros y 0,006 mg/l para mercurio, es decir, todos los valores obtenidos están por debajo de los máximos exigidos.

Metales como **Zinc y Manganeso** están presentes en concentraciones muy bajas, menores al límite de cuantificación del laboratorio y a los máximos aceptables; el **Hierro** generalmente asociado al manganeso, presenta concentraciones variables pero no elevadas, en general menores a 0,2 mg/l.

Calidad bacteriológica

Las tablas 5.1-23, 24 y 25, presentan los resultados de los análisis bacteriológicos de las muestras de agua tomadas en cada uno de los puntos de muestreo:

Tabla 5.1- 43: Resultados bacteriológicos río Zamora

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Zam-01	22/11/2013	140000	210000
Zam-02	22/11/2013	4300	20000
Zam-03	21/11/2013	4100	18000
Zam-04	11/11/2014	5000	7600
Yac-01	21/11/2013	1580	26000
Zam-05	21/11/2013	3700	11900
Zam-06	21/11/2013	1720	13700
Ngz-01	21/11/2013	740	15000
Zam-07	21/11/2013	1280	8000
Zam-08	21/11/2013	1100	10800
Zam-09	21/11/2013	2700	4800
Bmb-01	21/11/2013	800	6000
Zam-10	11/11/2014	1300	7500
Zam-12	21/11/2013	1300	240000
Zam-13	20/11/2013	260	6000
Ind-01	20/11/2013	140	4000
Zam-15	20/11/2013	200	4200

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Zam-16	19/11/2013	1580	8100
Zam-17	19/11/2013	1380	13600

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 44: Resultados bacteriológicos río Namangoza

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Pau-02	15/11/2012	5500,00	17800,00
Pau-03	16/11/2012	28,00	214,00
Pau-04	15/11/2012	138,00	294,00
Neg-01	15/11/2012	130,00	850,00
NAM-01	15/11/2012	250,00	450,00
Upa-01	17/11/2012	130,00	595,00
Upa-02	16/11/2012	445,00	1010,00
Upa-03	16/11/2012	275,00	2800,00
Tut-02	16/11/2012	302,00	1400,00
Upa-04	16/11/2012	300,00	755,00
Upa-05	16/11/2012	174,00	431,00
NAM-02	11/11/2014	1000,00	14600,00
Yun-01	15/11/2012	3500,00	8000,00
NAM-03	19/11/2013	640,00	6000,00

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 45: Resultados bacteriológicos río Santiago

ID	FECHA MUESTREO	Coli_Fecal	COLI_Total
Snt-01	19-11-2013	1080,00	8400,00
Cng-01	19-11-2013	120,00	18000,00
Snt-01B	19-11-2013	1160,00	8000,00
Snt-02	16-11-2012	570,00	2800,00
Snt-03	18-11-2013	1400,00	18000,00
Ypi-01	18-11-2013	500,00	12000,00

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

La contaminación con heces fecales es rápida y fácilmente determinada por el análisis de Coliformes fecales. Los resultados indicados demuestran una contaminación fecal en todos los puntos en el río Zamora; el punto Zam-01, inmediatamente después de la ciudad de Loja, tiene un valor muy elevado 140000 UFC/100ml debido a las descargas domésticas de la ciudad, después el río se recupera dando un promedio hasta Zam-17 de 1850 UFC/100ml. En el Namangoza el Pau-02 (5000 UFC/100ml) y el Yun-01 (3500 UFC/100ml) son los puntos con los valores más altos, luego se van recuperando, el Nam-03 tiene apenas 640 UFC/100ml, en promedio el Namangoza tiene 532 UFC/100ml. El Santiago

tiene un promedio de 805 UFC/100ml, siendo el Coangos y el Yaupi los menos contaminados. El TULAS exige un máximo de 600 UFC/100ml para fuentes de agua potable.

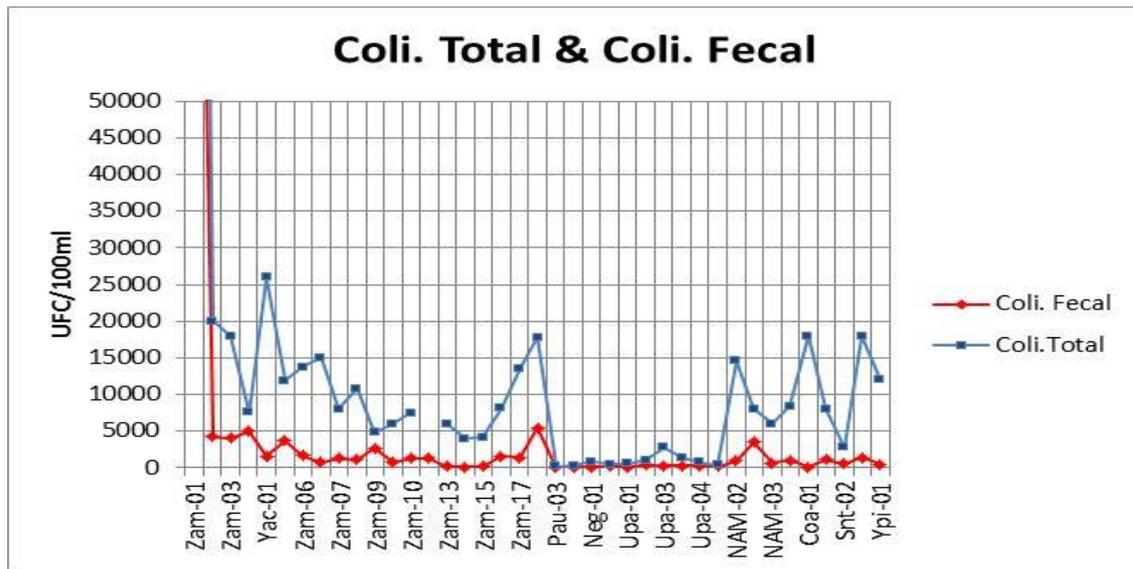


Gráfico 5.1- 28: Comparación entre Coliformes Totales y Coliformes Fecales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Relaciones con la *norma ambiental y de descargas de efluentes: recurso agua, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS) Libro VI Anexo 1*

Los resultados obtenidos de los diferentes parámetros en cada uno de los puntos de muestreo son analizados respecto a los diferentes usos del agua considerados en el TULAS.

Para el amoníaco, salvo en el punto Zam-01, todos los demás puntos de muestreo tienen valores por debajo del máximo exigido para agua potable.

Para Flora y Fauna, todos los valores están muy por encima del valor establecido de 0,02 mg/l.

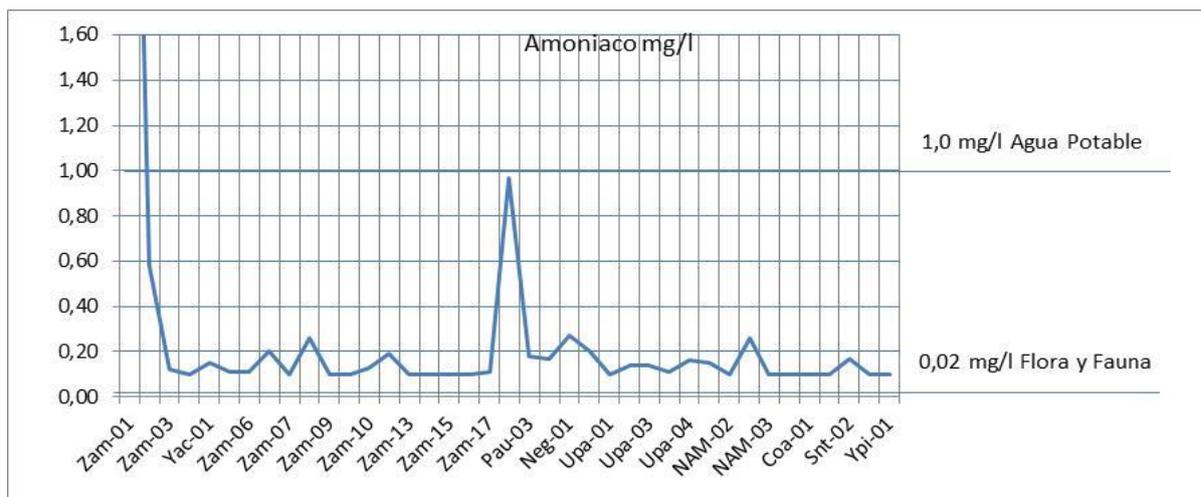


Gráfico 5.1- 29: Resultados Amoniaco
Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Todos los valores de DBO son superiores a 2,0 mg/l O₂ dado como máximo para uso de agua potable. Solo en la cuenca del río Namangoza estos valores están alrededor de 2 mg/l; en los demás no se cumple el máximo aceptable para el uso en agua potable con tratamiento convencional.

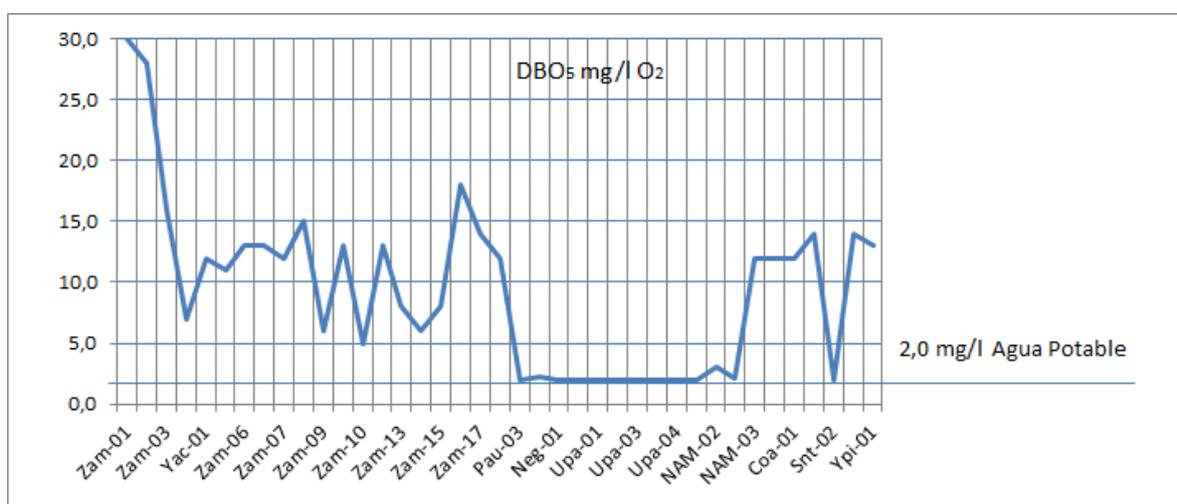


Gráfico 5.1- 30: Resultados DBO
Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Los usos donde se exige un máximo para el **Hierro** están indicados en el gráfico siguiente. En las muestras analizadas todos los valores están por debajo de 5,0 mg/l y en muchos casos por debajo de los 0,3 mg/l para Flora y Fauna. Todos los puntos están por debajo de 1,0 mg/l, máximo exigido para uso en Agua Potable y uso Pecuario.

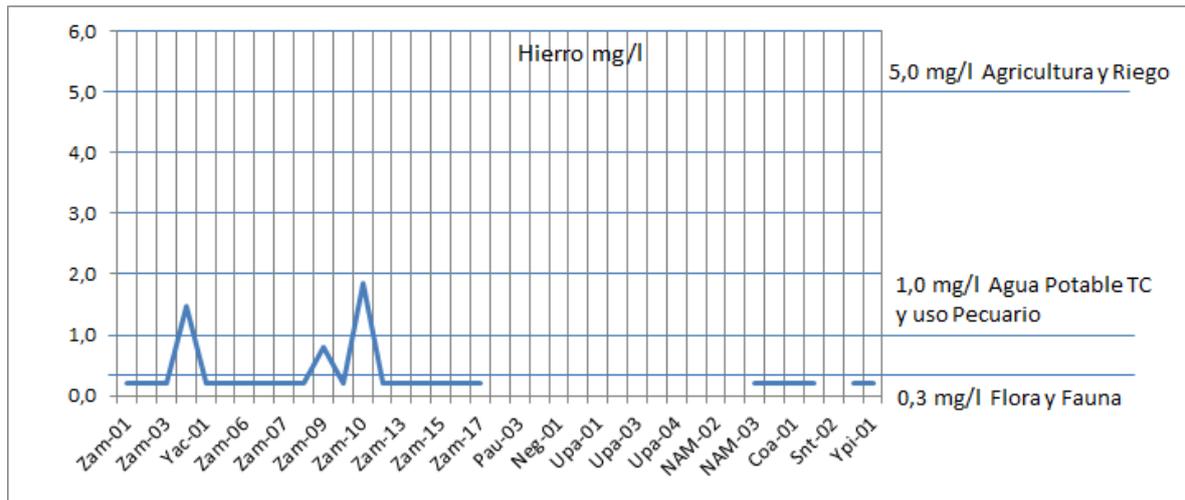


Gráfico 5.1- 31: Resultados Hierro

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Todas las concentraciones de **Manganeso** determinadas en los diferentes puntos de toma de muestra están por debajo de los valores máximos dados para preservación de flora y fauna (0,1 mg/l) y en consecuencia para cualquiera de los otros usos.

Los valores de **N-Nitratos** obtenidos en laboratorio en toda el área de aporte hidrológico están por debajo de los máximos exigidos en la normativa ambiental y de descargas de efluentes; recurso agua, para los diferentes usos considerados.

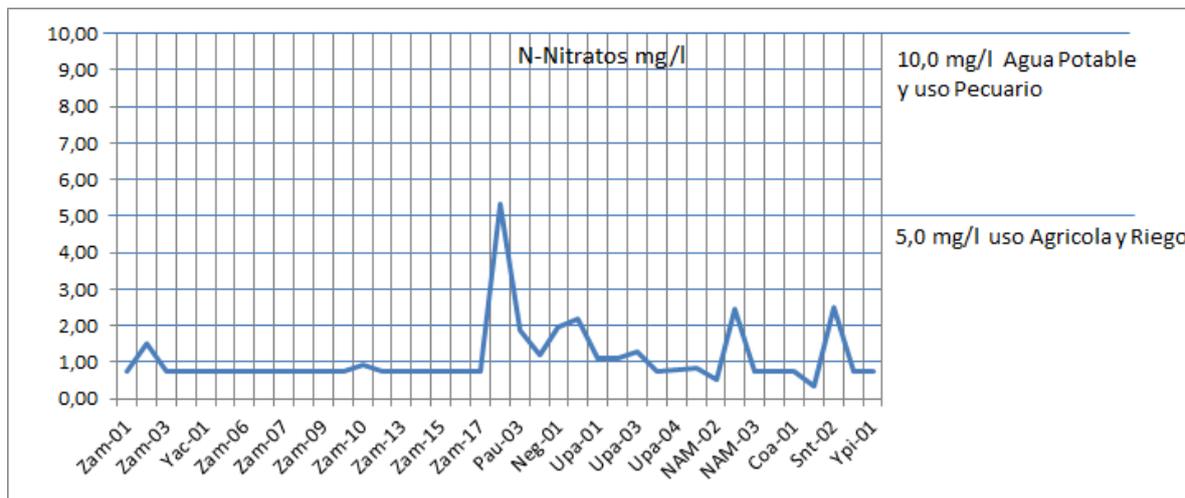


Gráfico 5.1- 32: Resultados N-Nitratos

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

En relación a **Nitritos**, excepto Zam-01 (0,09 mg/l) y Pau-02 (0,22 mg/l) que están inmediatamente después de la ciudad de Loja y Paute, que no exceden el máximo para agua potable y uso pecuario, todos los demás valores están por debajo del límite de

cuantificación del laboratorio que es inferior al máximo de 0,06 mg/l dado para preservación de flora y fauna.

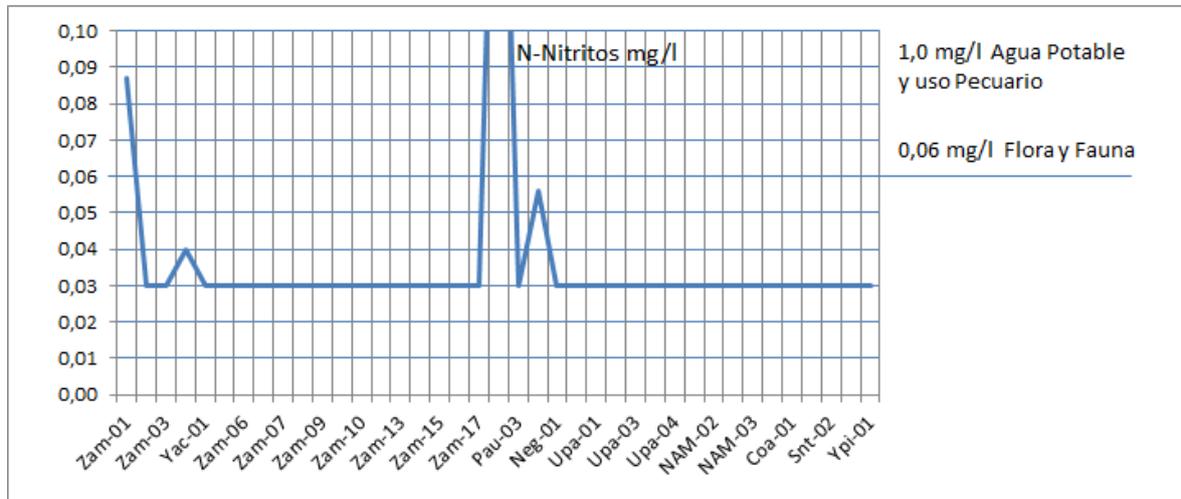


Gráfico 5.1- 33: Resultados N-Nitritos

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Las concentraciones de **Zinc** determinadas en las muestras de agua tomadas en los puntos indicados están todos por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, inferior a la concentración exigida para cualquiera de los usos.

Tabla 5.1- 46: Resultados concentraciones de Zinc

PUNTO	Zinc mg/l	PUNTO	Zinc mg/l
Zam-03	<0,05	Zam-09	<0,05
Zam-04	<0,05	Bmb-01	<0,05
Yac-01	<0,05	Zam-10	<0,05
Zam-05	<0,05	Zam-12	<0,05
Zam-06	<0,05	Zam-13	<0,05
Ngz-01	<0,05	Ind-01	<0,05
Zam-07	<0,05	Zam-15	<0,05
Zam-08	<0,05	Zam-16	<0,05

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Los valores de **Coliformes Totales** no graficados están por encima de las 5000 UFC/100ml, es decir, 16 de los 19 puntos de muestreo en el río Zamora superan ese límite. De los otros puntos, en la cuenca del Namangoza sólo Pau-02, Nam-02, Nam-03 y Yun-01 superan los 5000 UFC. En el Santiago, todos superan las 5000 UFC/100ml excepto el Sat-02; todos estos puntos no cumplen con la concentración máxima para ninguno de los usos indicados en la norma. El Paute (salvo el Pau-02) y el Upano, están por debajo de los máximos para todos los usos.

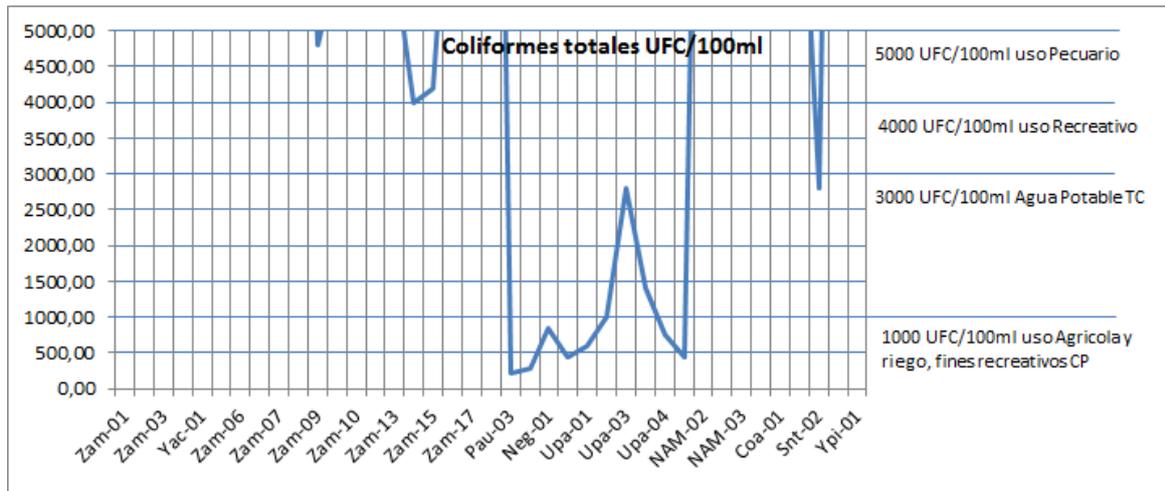


Gráfico 5.1- 34: Resultados Coliformes Totales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

En el caso de **Coliformes Fecales**, y en referencia a la norma del TULAS para agua potable se cumple en el río Zamora en el tramo entre Zam-13 y Zam-15. Lo cumplen el Paute y el Upano excepto en Pau-02 y el Yun-01. En el Santiago lo cumplen solo el Coangos y el Yaupi y el San-02. Los otros usos están expresados en el gráfico siguiente.

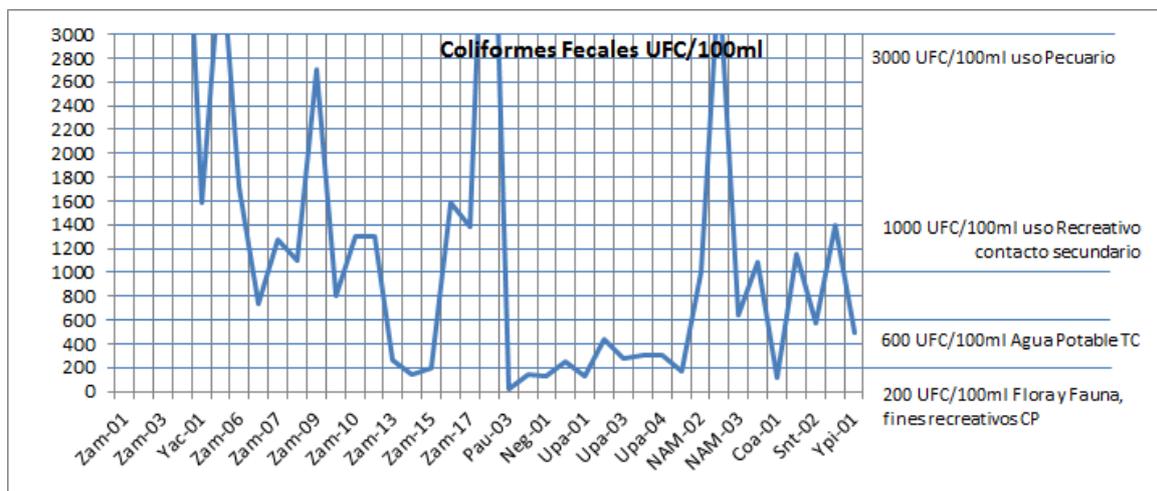


Gráfico 5.1- 35: Resultados Coliformes Fecales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Las concentraciones encontradas de los parámetros siguientes: pH, Sólidos Disueltos Totales (SDT) y color verdadero, cumplen con todos los valores dados en la norma **AMBIENTAL Y DE DESCARGAS DE EFLUENTES** para los diferentes usos.

Sólo para agua potable, el TULAS regula el valor del Oxígeno disuelto que debe ser mayor al 80% del oxígeno de saturación, lo cual se cumple en casi todos los puntos. En el Namangoza estos valores están alrededor del 80%, según se observa en el siguiente gráfico.

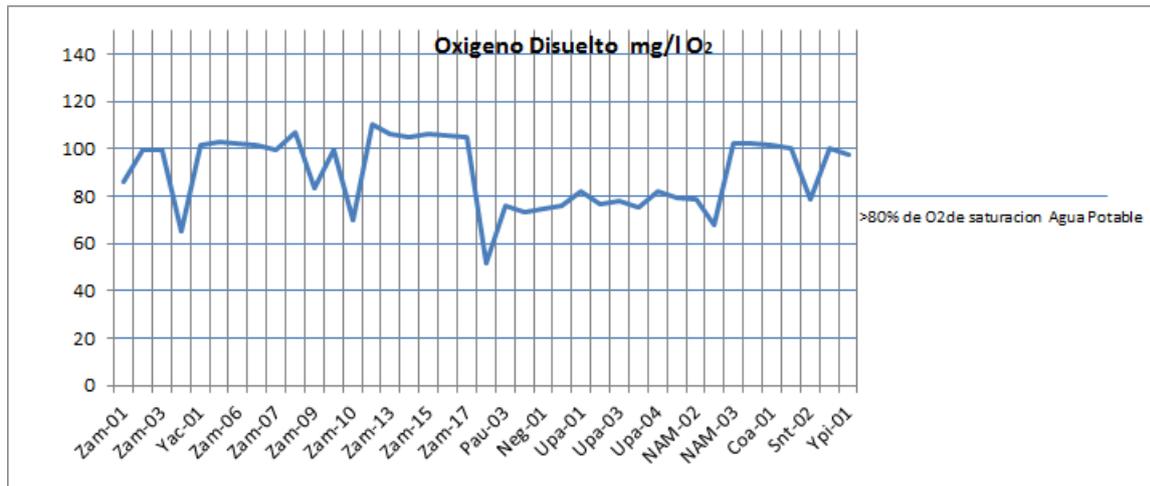


Gráfico 5.1- 36: Resultados Oxígeno Disuelto

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Todos los puntos muestreados tienen turbiedades menores al máximo de 100 UTN exigidos para su uso como fuente para agua potable, excepto el Pau-02. Para el uso estético se norma un máximo de 20 UTN, lo que se cumple en toda el área de aporte hidrológico, salvo Zam-01, Zam-10 y Pau-02.

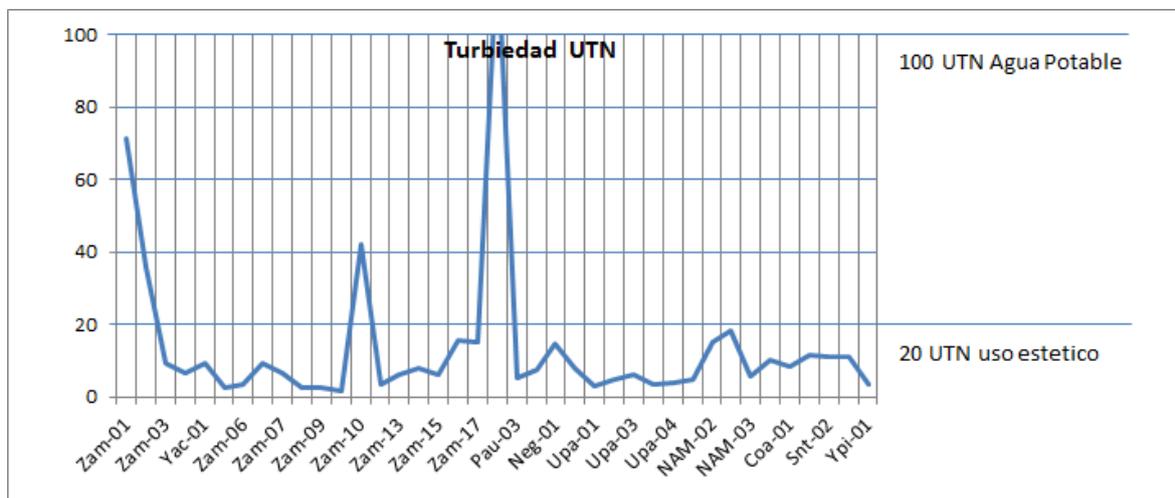


Gráfico 5.1- 37: Resultados Turbiedad

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

En el caso del Mercurio y los Cianuros las muestras analizadas cumplen lo exigido para Agua Potable, uso Agrícola y Riego y también para uso Pecuario. Para la preservación de la Flora y Fauna, en ambos casos, los valores exigidos por la norma son inferiores al límite de cuantificación de estos dos parámetros por el laboratorio. Igual caso sucede con el ácido sulfhídrico, normado solo para preservación de Flora y fauna.

Tabla 5.1- 47: Resultados Cianuros, mercurio y ácido sulfhídrico

Parámetro	Máximo exigido Preservación de Flora y Fauna	Limite Cuantificación Laboratorio
Cianuros (mg/l)	0,01	0,02
Mercurio (mg/l)	0,0002	0,001
Ácido Sulfhídrico (mg/l)	0,0002	0,02

Fuente: Laboratorios CESTTA, 2012 - 2014
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

El Aluminio esta normado para agua potable (0,2 mg/l), preservación de Flora y Fauna (0,1 mg/l), uso Agrícola, Riego y uso Pecuario (5,0 mg/l), los valores determinados por el laboratorio están casi todos por debajo de 0,1 mg/l.

Índice de Calidad de Agua –ICA-

El valor del ICA obtenido en cada punto de muestreo, para la época seca, es el siguiente:

Río Zamora

La calidad del agua en el rio Zamora y sus afluentes tienen valores del índice entre 59/100 y 79/100 que corresponden a una CALIDAD MEDIA; el punto Zam-01 y Zam-02, inmediatamente después de la ciudad de Loja y que tienen el aporte de las aguas residuales domésticas de la ciudad tienen un valor del índice de 29/100 y 50/100 que corresponden al de CALIDAD MALA; por otro lado, los puntos entre Zam-13 y Zam-15 tiene valores de 76-79/100 correspondiente a CALIDAD BUENA.

Tabla 5.1- 48: Valor de ICA en el río Zamora

ID		COORDENADAS			QOD	QC_Fecal	QpH	QDBO5	QT°C	Qfosfatos	QNO3-	Qturbiedad	QST	CA- NSF_WQIm	
		X	Y	Z											
Zam-01	2013-11-22	697762	9563002	1967	92,15	2,00	94,57	4,98	90,00	21,16	95,44	28,54	80,61	29	MALA
Zam-02	2013-11-22	726322	9550563	902	98,42	15,08	95,53	5,50	90,00	71,72	90,34	47,30	84,66	50	MALA
Zam-03	2013-11-21	733076	9554019	882	98,41	15,29	95,31	18,60	90,00	71,72	95,44	77,34	85,62	60	MEDIA
Zam-04	2014-11-11	739734	9563695	839	66,02	14,44	78,69	46,09	90,00	64,05	95,44	82,90	85,62	59	MEDIA
Yac-01	2013-11-21	738726	9566891	844	98,52	19,37	95,08	27,40	90,00	71,72	95,44	77,48	84,82	65	MEDIA
Zam-05	2013-11-21	743069	9567904	828	98,45	15,73	94,02	30,29	90,00	71,72	95,44	92,31	85,45	64	MEDIA
Zam-06	2013-11-21	760308	9584122	773	98,52	19,01	95,40	24,82	90,00	71,72	95,44	89,48	85,62	65	MEDIA
Ngz-01	2013-11-21	758789	9582046	787	98,52	22,96	95,20	24,82	90,00	71,72	95,44	77,37	85,35	66	MEDIA
Zam-07	2013-11-21	767997	9588823	771	98,44	20,27	95,14	27,40	90,00	71,72	95,44	82,98	85,62	66	MEDIA
Zam-08	2013-11-21	772553	9600121	767	97,71	20,92	77,52	20,46	90,00	71,72	95,44	91,37	85,88	63	MEDIA
Zam-09	2014-11-11	779693	9622704	744	89,59	17,08	66,28	51,40	90,00	70,37	95,44	91,28	85,69	65	MEDIA
Bmb-01	2013-11-21	766523	9620457	807	98,44	22,07	95,01	24,82	90,00	71,72	95,44	94,04	85,75	67	MEDIA
Zam-10	2014-11-11	779510	9622704	741	73,35	20,20	61,85	57,38	90,00	71,72	94,20	43,24	84,66	61	MEDIA
Zam-12	2013-11-21	784674	9645673	635	96,59	20,20	94,37	24,82	90,00	71,72	95,44	90,17	85,69	65	MEDIA
Zam-13	2013-11-20	789400	9653756	555	97,85	34,84	95,20	41,40	90,00	71,72	95,44	83,74	85,35	76	BUENA
Ind-01	2013-11-20	781386	9660535	1080	98,22	41,87	88,15	51,40	90,00	71,72	95,44	79,78	85,23	79	BUENA
Zam-15	2013-11-20	791552	9659952	492	97,90	37,82	93,89	41,40	90,00	71,72	95,44	83,70	85,45	77	BUENA
Zam-16	2013-11-19	804848	9663453	334	98,05	19,37	95,08	15,36	90,00	71,72	95,44	67,57	85,45	60	MEDIA
Zam-17	2013-11-19	808123	9668188	326	98,25	19,95	94,93	22,52	90,00	71,72	95,44	67,86	85,69	63	MEDIA

Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Río Namangoza

En esta cuenca que incluye la de los ríos Paute, Upano, Namangoza y sus afluentes los índices de calidad están entre 73/100 y 84/100 que corresponden a una CALIDAD BUENA, salvo los puntos de CALIDAD MEDIA a partir del punto Nam-02 con 67/100; en ellos disminuye el índice de calidad debido a las actividades que se desarrollan en el sector como son la ganadería y la minería. En el río Paute, después del cantón Paute este índice es de 46/100 es decir CALIDAD MALA.

Tabla 5.1- 49: Valor de ICA en el río Namangoza

ID		COORDENADAS			QOD	QC_Fecal	QpH	QDBO5	QT°C	Qfosfatos	QNO3-	Qturbiedad	QST	CA- NSF_WQIm	
		X	Y	Z											
Pau-02	2012-11-15	750067	9693568	2200	46,04	14,03	73,54	27,40	90,00	71,72	69,88	23,94	63,65	45	MALA
Pau-03	2012-11-16	785202	9712028	937	81,52	60,16	74,95	80,14	90,00	71,72	88,18	85,26	85,45	84	BUENA
Pau-04	2012-11-15	799698	9696471	480	77,45	42,04	85,43	78,37	90,00	71,72	92,51	81,30	85,73	79	BUENA
Neg-01	2012-11-15	799708	9696346	480	79,54	42,72	44,14	80,14	90,00	71,72	87,63	68,44	85,45	73	BUENA
Nmg-01	2012-11-15	799895	9696319	480	81,10	35,29	72,12	80,14	90,00	71,72	86,28	79,89	85,26	76	BUENA
Upa-01	2012-11-17	822022	9745483	943	88,37	42,72	64,81	80,14	90,00	71,72	93,05	90,88	85,61	80	BUENA
Upa-02	2012-11-16	817667	9733249	800	82,00	28,74	78,69	80,14	90,00	71,72	92,98	86,17	85,26	75	BUENA
Upa-03	2012-11-16	817034	9719648	726	83,99	34,20	77,69	80,14	90,00	71,72	91,78	83,39	85,73	77	BUENA
Tut-02	2012-11-16	812932	9712384	561	80,79	33,14	70,31	80,14	90,00	71,72	95,44	89,25	85,61	76	BUENA
Upa-04	2012-11-16	811338	9708008	560	88,34	33,22	75,30	80,14	90,00	71,72	95,31	89,04	85,45	78	BUENA
Upa-05	2012-11-16	803078	9695122	468	85,35	39,40	80,32	80,14	90,00	71,72	95,03	86,17	85,45	80	BUENA
Nmg-02	2014-11-11	803282	9694685	444	84,46	21,33	61,11	71,67	90,00	71,72	97,28	67,86	84,78	67	MEDIA
Yun-01	2012-11-15	784374	9671167	320	70,35	15,97	88,05	79,25	90,00	71,72	84,55	63,75	85,61	64	MEDIA
Nmg-03	2013-11-19	808008	9669759	334	98,52	24,61	93,89	27,40	90,00	71,72	95,44	84,35	85,53	68	MEDIA

Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Río Santiago

Sus afluentes, el río Coangos y el río Yapi tienen índices de calidad de 74/100 y 68/100 que corresponden respectivamente a BUENA y MEDIA calidad; en el río Santiago el índice corresponde a CALIDAD MEDIA, excepto en San-02 cuyo valor da una CALIDAD BUENA.

Tabla 5.1- 50: Valor de ICA en el río Santiago

ID		COORDENADAS			QOD	QC_Fecal	QpH	QDBO5	QT°C	Qfosfatos	QNO3-	Qturbiedad	QST	CA- NSF_WQIm	
		X	Y	Z											
Snt-01	2013-11-19	808188	9666744	322	98,51	21,00	93,34	27,40	90,00	71,72	95,44	76,07	85,89	66	MEDIA
Cng-01	2013-11-19	810397	9663982	308	98,52	43,63	84,39	27,40	90,00	71,72	95,44	79,20	85,89	74	BUENA
Snt-01B	2013-11-19	813216	9664614	307	98,49	20,69	92,87	22,52	90,00	71,72	98,36	73,65	85,84	64	MEDIA
Snt-02	2012-11-16	828664	9664458	276	84,54	25,92	70,67	80,14	90,00	71,72	84,44	74,50	85,61	71	BUENA
Snt-03	2013-11-18	182139	9667914	231	98,45	19,89	91,80	22,52	90,00	71,72	95,44	74,78	85,61	63	MEDIA
Ypi-01	2013-11-18	181397	9670582	230	98,03	27,41	88,15	24,82	90,00	71,72	95,44	89,71	78,73	68	MEDIA

Fuente: Equipo Consultor
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

El Gráfico 5.1- 38, representa todos los valores del ICA basados en el WQI; las líneas punteadas son los promedios del índice en cada cuenca, 63/100 para la del Zamora que corresponde a una calidad MEDIA, 73 para la del Namangoza, calidad BUENA y 68 para la del Santiago que corresponden a una calidad MEDIA.

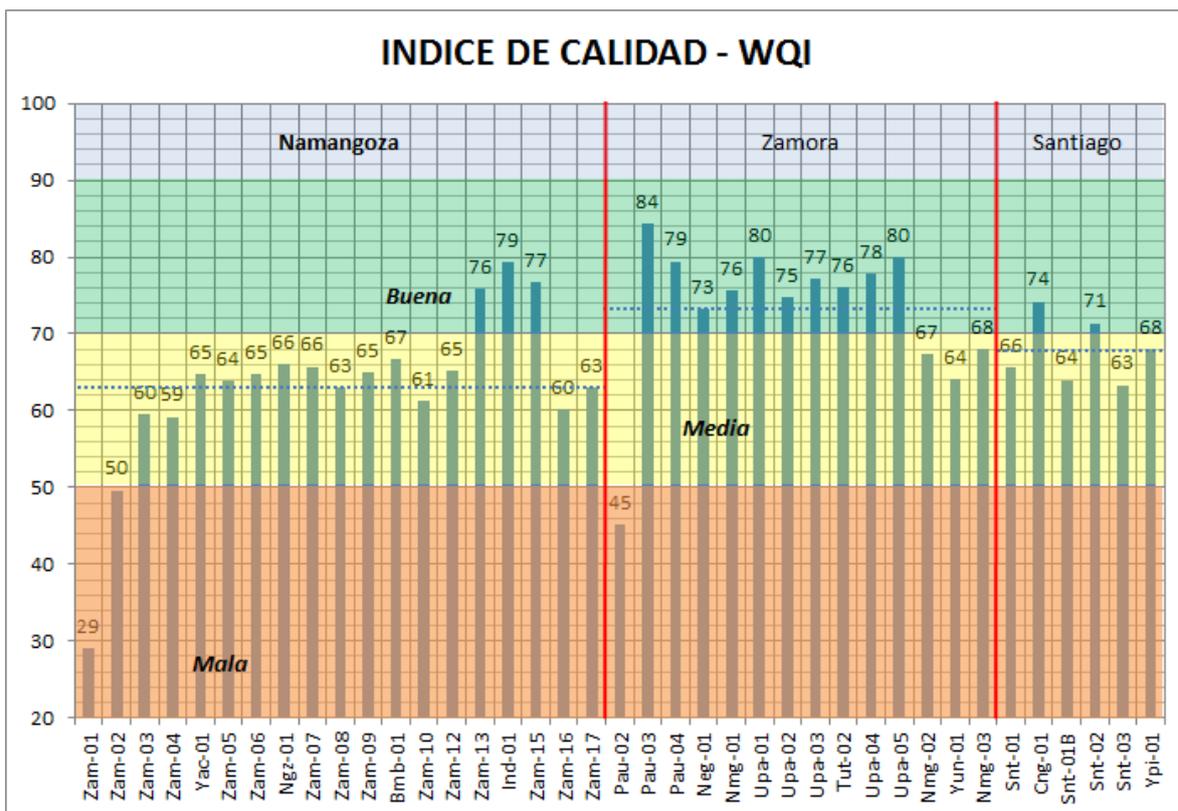


Gráfico 5.1- 38: Resultados WQI

Fuente: Equipo Consultor / Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Los parámetros que afectan el valor del Índice de Calidad del Agua para la época seca, según los datos obtenidos son, en su orden, Coliformes Fecales y Demanda Bioquímica de Oxígeno. Se grafican a continuación:

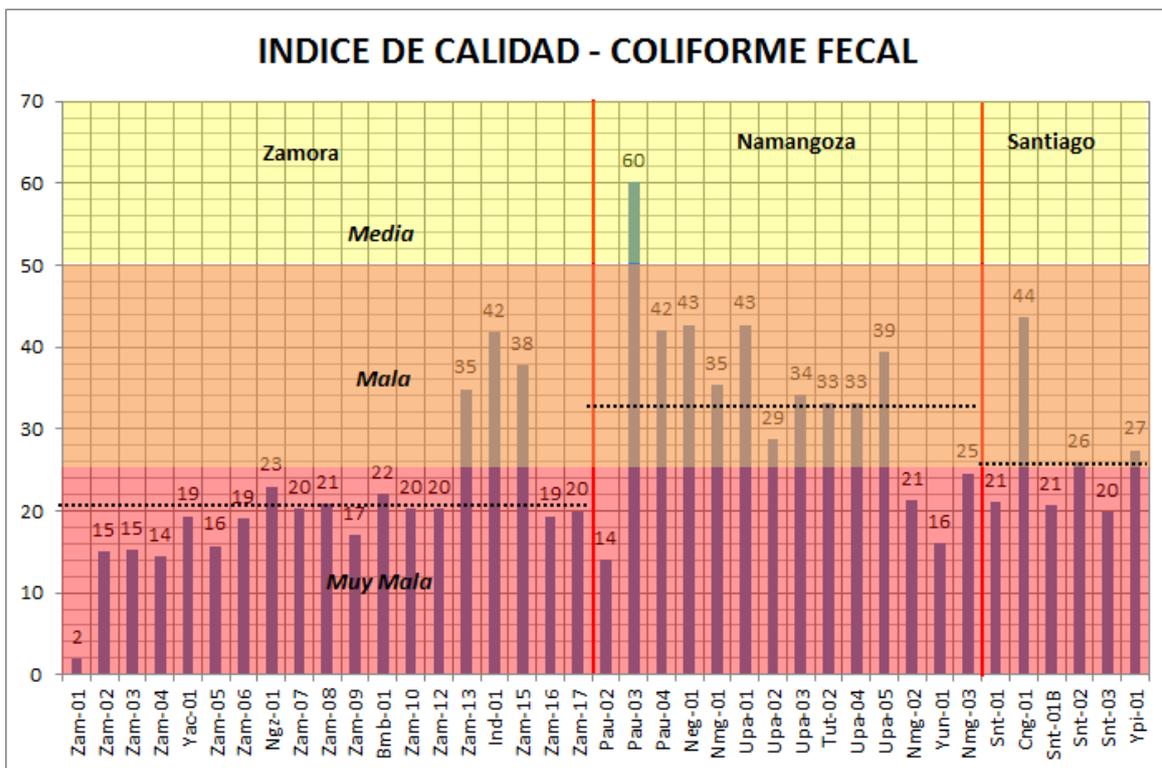


Gráfico 5.1- 39: Resultados Coliformes fecales

Fuente: Equipo Consultor / Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

En la casi totalidad de los puntos de muestreo en el Área de estudio 3, existe contaminación fecal marcada lo que determina que en todos los puntos, el índice de calidad con que aporta este parámetro es muy bajo. El 40% están en el rango de MALA calidad y el 60% de MUY MALA calidad

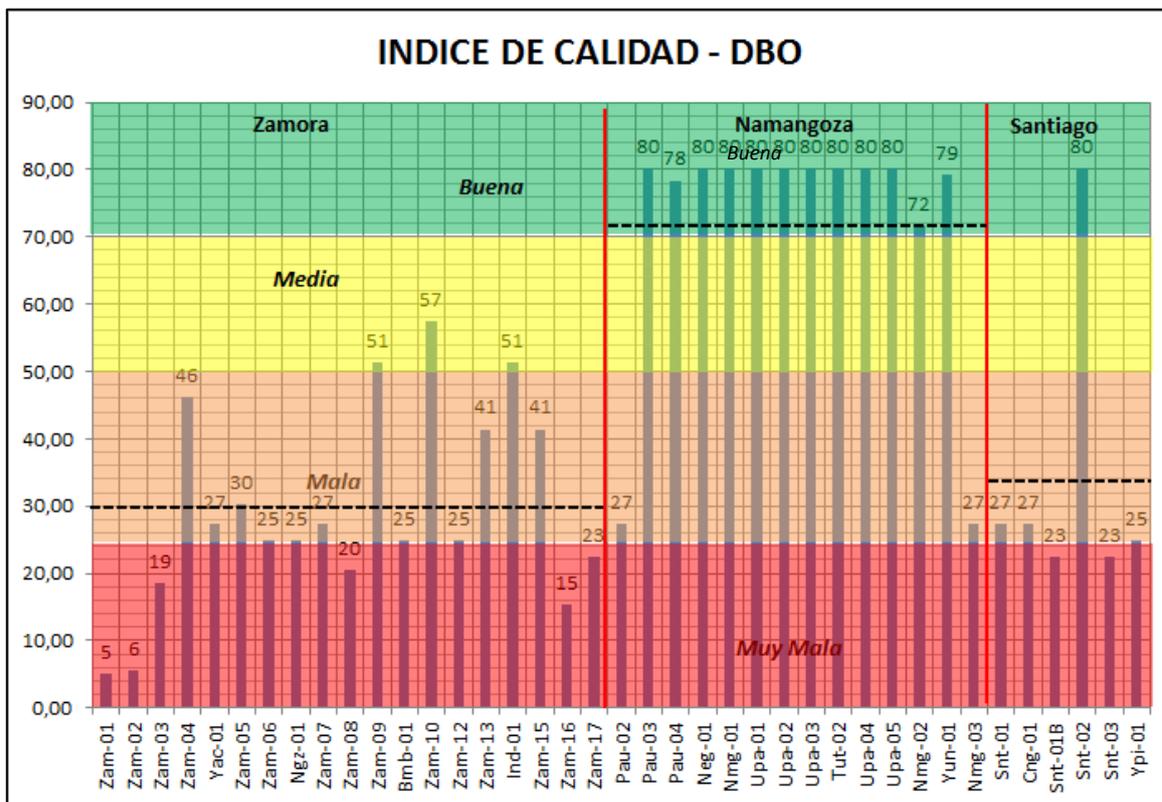


Gráfico 5.1- 40: Resultados DBO

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. LTDA.

En la cuenca del río Zamora el 50% de los puntos tienen, respecto a la DBO, calidad MEDIA o MALA en especial el tramo medio del río, el restante 50% tiene calidad MUY MALA, igual relación en la cuenca del río Santiago; en la cuenca del Namangoza en cambio la calidad es BUENA salvo Pau-01 y Nmg-03.

El Gráfico 5.1-32 y el Mapa AFH-006 REA 1: Índice calidad del agua - época seca representa el índice de calidad global en cada punto de muestreo. El Gráfico 5.1-33 el índice de calidad del parámetro Coliformes Totales y el Gráfico 5.1-34, el índice de calidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

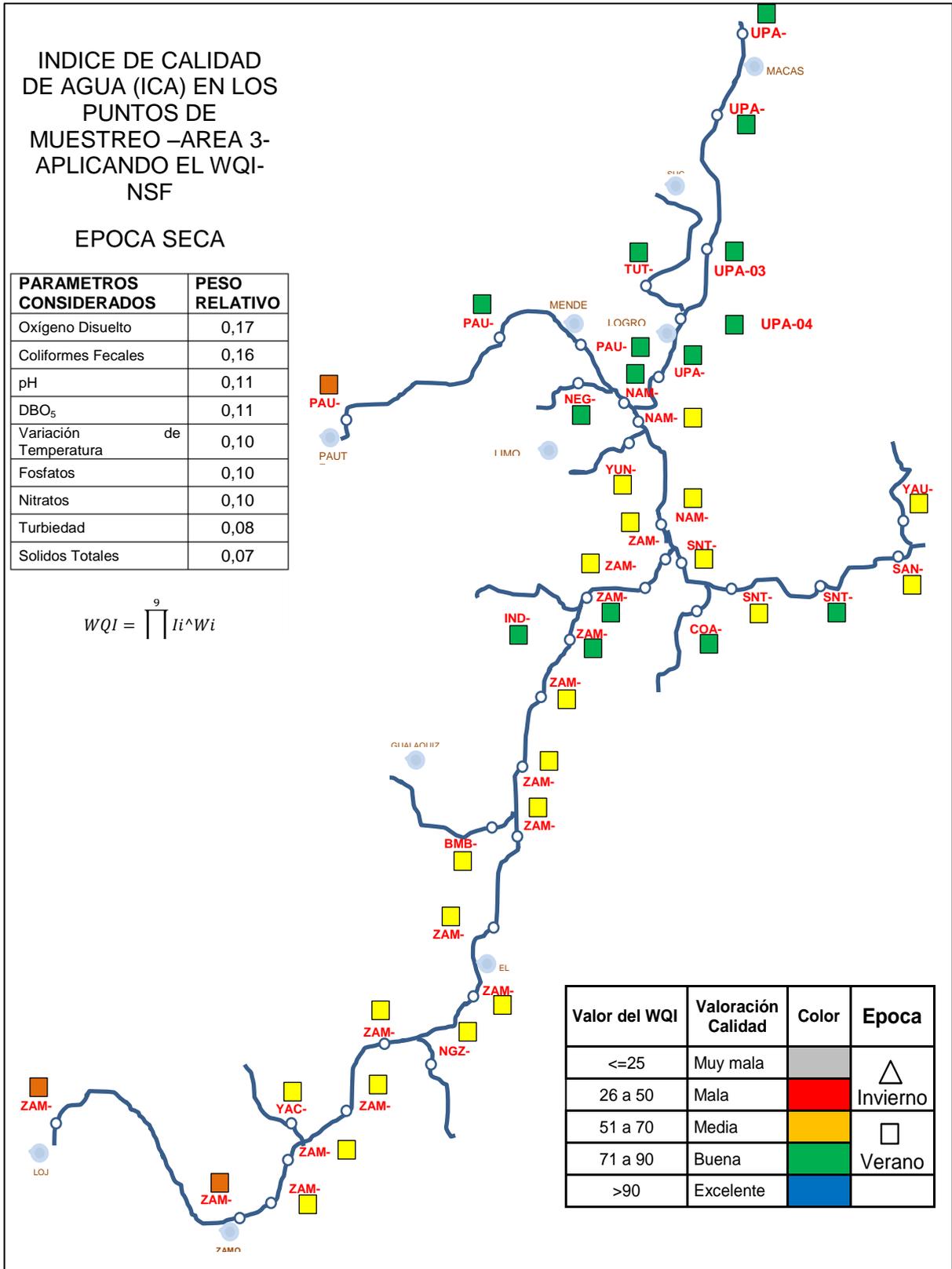


Gráfico 5.1- 41: Índice de calidad global en los puntos de muestreo

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. LTDA.

Se observa que la subcuenca del río Zamora tiene una calidad MEDIA, los puntos Zam-01 y Zam-02 después de la ciudad de Loja tiene calidad MALA, entre el Zam-13 y Zam-15 se

presenta la mejor calidad del agua. La subcuenca del Namangoza es de calidad BUENA, salvo en el río Namangoza propiamente dicho que es de calidad MEDIA. En la Cuenca del Santiago la calidad es MEDIA salvo Snt-02 y Coa-01 de calidad BUENA.

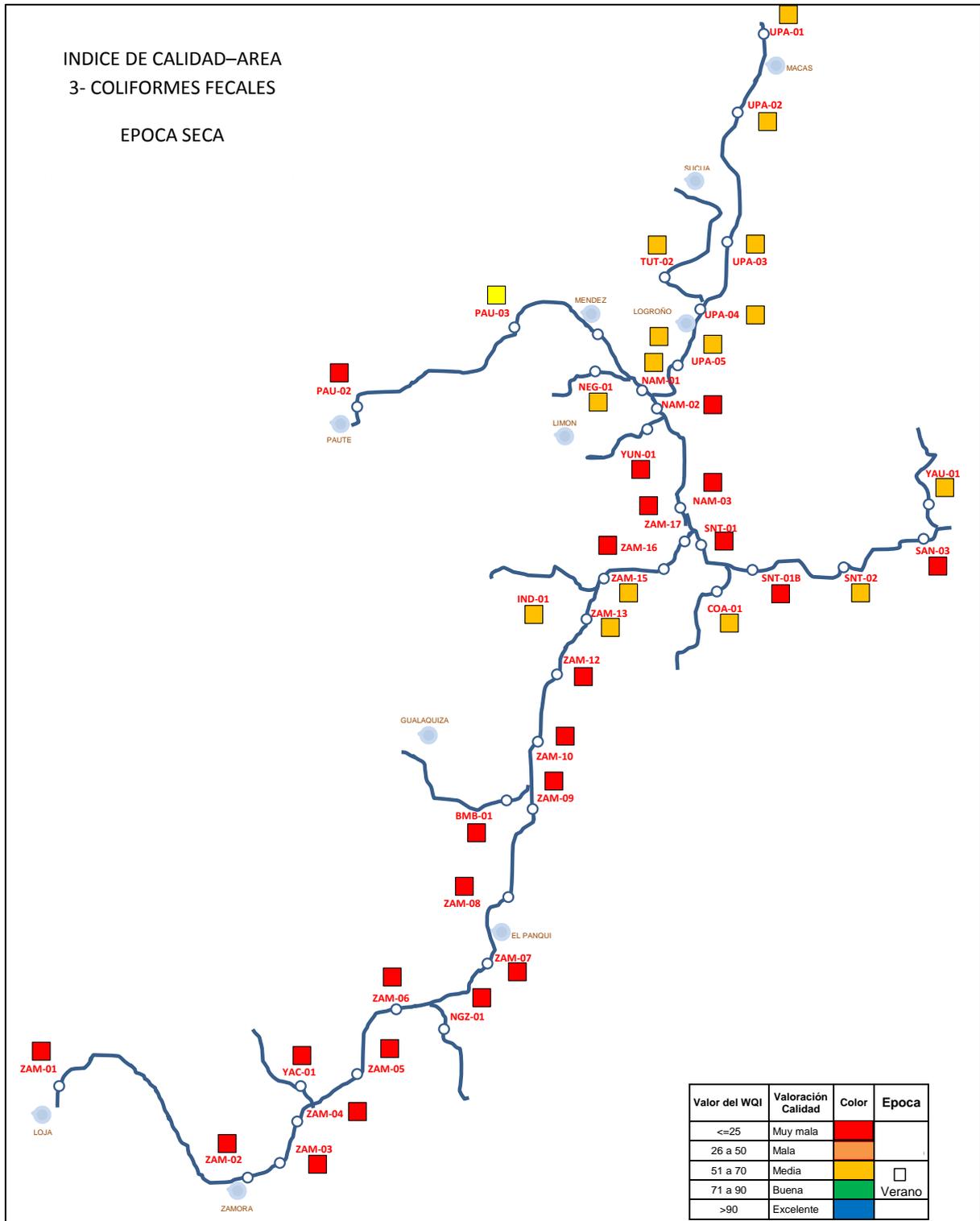


Gráfico 5.1- 42: Índice de calidad del parámetro Coliformes Totales

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

El contenido bacteriológico en toda el área de aporte hidrológico es significativo, la calidad del agua, para este parámetro, está entre MUY MALA y MALA y tiene una incidencia importante en el índice de calidad del agua.

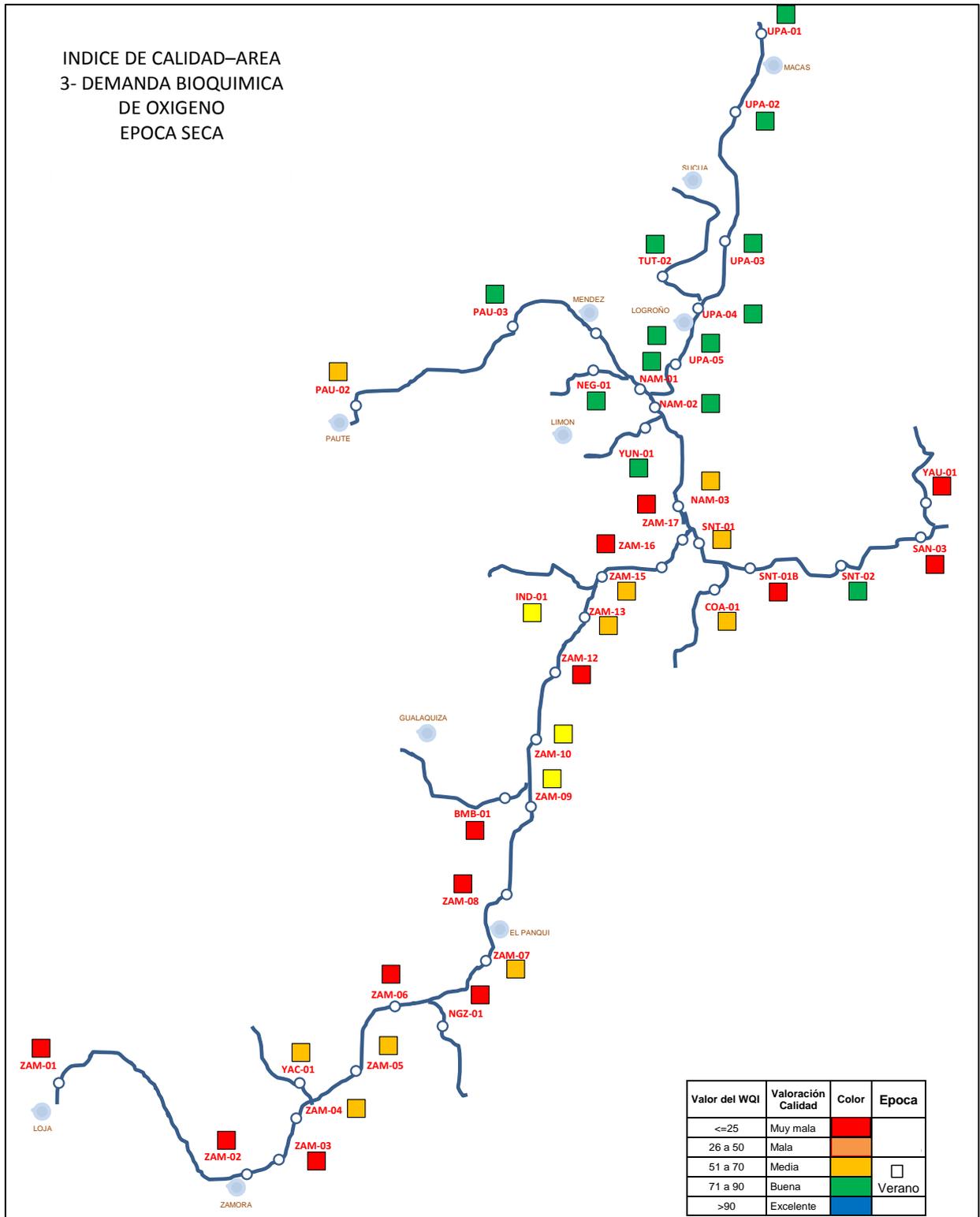


Gráfico 5.1- 43: Índice de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Fuente: Equipo Consultor

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

El índice de calidad debido a la DBO repite el esquema presentado en los gráficos anteriores: Las cuencas del Zamora y Santiago están entre MUY MALA y MALA y la cuenca del río Namangoza presenta una calidad BUENA salvo en el tramo final (Nam-03)

Conclusiones

Época Húmeda

La línea base de calidad del agua en toda el área de aporte hidrológico del Proyecto Hidrológico Santiago para la época húmeda está establecido, el número y sitio de los puntos de muestreo fueron los adecuados, los resultados de los análisis de las muestras entregados por el laboratorio son consistentes lo que genera confianza en la información y en los resultados finales.

Por aspectos de acceso y seguridad en muchos puntos se tomaron las muestras en la orilla del río donde es probable exista una mezcla no completa con los afluentes o las descargas domésticas, sin embargo, esta es la situación más desfavorable y los valores encontrados pueden ser mayores que si la mezcla fuera completa o la muestra tomada en el centro del río.

Todas las aguas del área de aporte son poco mineralizadas con valores de alcalinidad muy bajos y en consecuencia valores bajos de conductividad, susceptibles de cambios bruscos de pH y color.

Las concentraciones de cianuros y mercurio están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio y por debajo de los máximos exigidos en las normas en especial la INEN 1108 5ta revisión por lo que no hay riesgos respecto a estos parámetros.

Otros metales analizados como hierro, manganeso, zinc están igualmente presentes en concentraciones por debajo de lo normado. No hay presencia de nitritos, el amoníaco está un poco por encima de lo normal producto de la descomposición incompleta de la materia orgánica, no necesariamente de origen antrópico, el pH está dentro de los valores exigidos y el oxígeno disuelto está en cada punto alrededor del oxígeno de saturación o sobresaturado, es decir no se presenta una contaminación orgánica alta que consuma el oxígeno o los ríos se recuperan rápidamente.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno está entre 2 y 14 mg/l O₂ valores no muy elevados pero altos para fuentes de agua potable que exige valores <2, el ICA diseñado para agua potable castiga estos valores y se afecta el mismo. La relación DBO/DQO indica que la materia orgánica presente es biodegradable. La turbiedad determinada presenta valores bajos, los más altos en el Zamora donde afecta el aspecto estético del río.

La contaminación bacteriológica, en especial la presencia de coliformes de origen fecal, es recurrente en toda el área, como es lógico toda la población asentada en el área lo hace a orillas o en lugares cercanos a los ríos y, todas las aguas residuales domésticas necesariamente en algún momento llegan a ellos; también es afectada por otras acciones antrópicas como la ganadería. Es el parámetro que más afecta el índice de calidad.

Respecto al TULAS, los máximos dados para el uso en Agua Potable con Tratamiento Convencional se cumplen en la totalidad del área los siguientes parámetros analizados: oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos totales, color, amoníaco, manganeso, nitratos, zinc,

aluminio, mercurio, cianuros, turbiedad. Se cumplen parcialmente: hierro con valores superiores a 0,3 mg/l en algunos puntos del Namangoza y Santiago aunque la norma INEN 1108 para agua potable ya no lo considera desde la cuarta revisión, es de fácil remoción; Nitritos con valores mayores al exigido en el Pau-02 y el Zam-01 cercanos a descargas domésticas; Coliformes totales se cumple en algunos puntos del Namangoza y Santiago; coliformes fecales en general no se cumple, salvo en muy contados puntos como el Pau-04 o el Nam-01. La DBO no se cumple en ninguno de los puntos muestreados.

En el área de aporte hidrológico y en el área de implantación de obras los cursos de agua principales tienen índices de calidad entre MEDIA y BUENA, siendo media la subcuenca del Zamora, y buena la subcuenca del Namangoza; la cuenca del Santiago está más cercana a buena que a media.

Época Seca

En términos generales la ausencia de lluvias en la época seca disminuye la dilución por lo que los valores de los diferentes parámetros son un poco más altos a los de la época húmeda, pero no son determinantes.

Todas las aguas del área de aporte hidrológico son poco mineralizadas, con valores de alcalinidad y conductividad bajos, aunque un poco más altos que los valores presentados en la época húmeda.

Las concentraciones de Cianuros y Mercurio están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio y por debajo de los máximos exigidos en las normas en especial la INEN 1108 5ta revisión, por lo que no hay riesgos respecto a estos parámetros pese a la menor dilución producida en esta época de año.

Otros metales analizados como hierro, manganeso, zinc están igualmente presentes en concentraciones por debajo de lo normado. No hay presencia de nitritos, el amoníaco está por debajo de los 0,2 mg/l considerado normal en agua superficial inferior a la concentración existente en época húmeda, el pH está dentro de los valores esperados y el oxígeno disuelto está alrededor del oxígeno de saturación o por debajo del mismo –subsaturado-; no se aprecia una contaminación orgánica alta que consuma el oxígeno, más bien está afectado por la menor velocidad y caudal de los ríos si comparamos con la época húmeda.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno se halla entre 2 y 30 mg/l O₂, valores no muy elevados pero altos para fuentes de agua potable que exige valores <2. La relación DBO/DQO indica que la materia orgánica presente es biodegradable. La turbiedad determinada presenta valores bajos incluso en el río Zamora, estando por debajo de las 20 UTN, no afectándose el aspecto estético del río.

La contaminación bacteriológica, en especial la presencia de coliformes de origen fecal, es recurrente en toda el área, debido a las descargas de aguas residuales y actividades antrópicas como la ganadería. Es el parámetro que más afecta el índice de calidad; en promedio sus valores son similares a los de la época húmeda.

Respecto al TULAS, los máximos dados para el uso en Agua Potable con Tratamiento Convencional se cumplen en la totalidad del área en los siguientes parámetros analizados: pH, Sólidos disueltos totales, color, amoníaco, manganeso, nitratos, zinc, aluminio, mercurio, cianuros, turbiedad. Se cumplen parcialmente: Oxígeno disuelto, hierro con

valores superiores a 0,3 mg/l en unos pocos puntos, aunque la norma INEN 1108 para agua potable ya no lo considera desde la cuarta revisión, es de fácil remoción; Nitritos con valores mayores al exigido en el Pau-02 y el Zam-01 cercanos a descargas domésticas; Coliformes totales se cumple en pocos puntos del Zamora y Santiago pero en casi todos del Namangoza; coliformes fecales en general no se cumple en ninguno de los puntos de muestreo. La DBO no se cumple en ninguno de los puntos muestreados.

En el área de aporte hidrológico los cursos de agua principales tienen índices de calidad entre MEDIA y BUENA, siendo media la cuenca del Zamora, y buena la cuenca del Namangoza; la cuenca del Santiago está en general con calidad MEDIA.

5.1.2.3.2 Calidad biológica del agua. Índice BPMW (Biological Monitoring Working Party)

A continuación se procede a determinar la calidad del agua en la cuenca del río Santiago mediante el uso de bioindicadores (macroinvertebrados bentónicos) aplicando el índice BMWP.

Se realiza el levantamiento de información de macroinvertebrados bentónicos en dos períodos, en época seca (meses de noviembre y diciembre de 2013 y septiembre de 2014) y época húmeda (meses de junio y julio de 2014), lo cual permite entender mejor el comportamiento de los macroinvertebrados en las diferentes épocas estacionales del año, en las treinta y ocho estaciones de muestreo, repartidas a lo largo de la cuenca alta, media y baja del río Santiago.

El índice de Shannon-Wiener adquiere un valor máximo en los ríos para las comunidades de invertebrados bénticos de 4,5. Valores inferiores a 2,4-2,5 indican que el sistema está sometido a tensión (vertidos, dragados, canalizaciones, regulación por embalses, etc.). Es un índice que disminuye mucho en aguas muy contaminadas. Por tanto, cuanto mayor valor tome el índice de Shannon-Wiener, mayor calidad tendrá el agua objeto de estudio.

En el índice de Simpson valores superiores a 0,8 indican una calidad muy buena del agua, mientras que si la valoración es inferior a 0,4 la calidad del agua será deficiente o mala. Principalmente es indicador de los siguientes impactos: polución orgánica, degradación en la morfología del río y degradación general.

Análisis por sitio

Sitio: R-Yac-01

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Yacuambi. UTM: 738729 y 9566826. Altitud: 900 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina la agricultura con una vegetación ribereña de herbáceas; presenta polución, a unos 20 m se encuentra una carretera donde cruzan dos puentes carrozables que comunican a diferentes vías; se hallan además residuos del material de construcción.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz de estructura dilatada, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; se observa una turbiedad oscura y la

claridad del agua es afectada por material suspendido: arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 1)



Fotografía 5.1- 1: Sitio de muestreo del río Yacuambi R-Yac-01 época seca y húmeda.
Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre del 2013 Mayo del 2012.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 61 individuos pertenecientes a 10 taxas. El índice de dominancia de Simpson es 0,645; el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,559, lo cual es indicativo de que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad biológica del agua: el índice BMWP de 71, indica que el agua en el sitio R-Yac-01 se encuentra en un rango de calidad “aceptable” correspondiendo a aguas medianamente contaminadas. (Tabla 4; Anexo 1).

Tabla 5.1- 51: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yac-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	35	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	4	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	6	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	3	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	2	8
PLATYHELMINTHES	TUBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	4	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	71	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 17 individuos pertenecientes a 8 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,8651 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 2,038, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad biológica del agua: el índice BMWP es de 71, que indica que el agua del sitio R-Yac-01 se encuentra en un rango de calidad “**acceptable**” correspondiendo a **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 52; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 52: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yac-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			3	1
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	2	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
CALIDAD	DUDOSA	TOTAL		46	

NOTA: Los organismos que pertenecen al Phylum Annelida (planarias y lombrices) se identifican hasta el nivel de clase debido a la inexistencia de claves dicotómicas (claves de identificación) en nuestra región para identificarlos hasta el nivel de familia. De todas maneras el índice BMWP considera un puntaje para estos organismos, hasta el nivel taxonómico que se analiza en este estudio.

Fecha: Julio del 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Ngz-01

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Nangaritz. UTM: 759480 y 9582955. Altitud: 800 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne; predomina el pasto con una vegetación ribereña de pastizal; fuentes potenciales de contaminación, aguas arriba se encuentra la comunidad de Paquisha la cual vierte sus aguas residuales al río y en la cuenca alta del río se observa presencia de minería.

La matriz de sedimento corresponde a una matriz dilatada, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad opaca ya que la claridad del agua es afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 12)



Fotografía 5.1- 2: Sitio de muestreo del río Nangaritzta R-Ngz-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre del 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 9 individuos pertenecientes a 5 taxas. El índice de Simpson es de 0,716 y el índice de equidad Shannon-Wiener 1,427, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: El valor de BMWP es de 41, indica que el agua del sitio R-Ngz-01 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” correspondiendo a **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 53 ; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 53: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ngz-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	41	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 12 individuos pertenecientes a 6 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,778 y el índice de equidad Shannon-Wiener con 1,633, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP es 41, indica que el agua del sitio R-Ngz-01 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” correspondiendo a **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 54; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 54: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ngz-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	51	

Fecha: Julio del 2012.

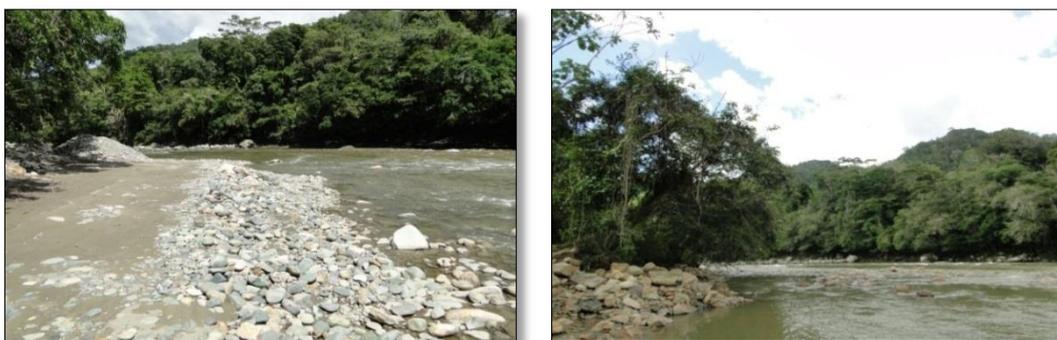
Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Bob-01

Localización: provincia de Morona Santiago, en el río Bomboiza. UTM: 779341 y 9622530. A 740 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, en el territorio circundante predominan los pastos, con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de contaminación, la población de Gualaquiza vierte sus aguas servidas y a unos 20 m se encuentra una vía carrozable que conduce a la comunidad de Proveeduría y a otros caseríos; se observa actividades de minería artesanal mediante la utilización de dragas.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; se puede observar una turbiedad leve, la claridad del agua es afectada por material suspenso de arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 13)



Fotografía 5.1- 3: Sitio de muestreo del río Bomboiza R-Bob-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre del 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 166 individuos pertenecientes a 9 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,5228; el índice de equidad Shannon-Wiener con 1,096, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP es 66, indica que el agua del sitio R-Bob-01 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 55; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 55: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Bob-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	110	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	21	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLOCIIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	24	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	66	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 70 individuos pertenecientes a 12 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,8102 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,931, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP es 66, indica que el agua del sitio R-Bob-01 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 56; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 56: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Bob-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	10	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	20	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	9	7

ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	85	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Ind-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Indanza. UTM: 781347, 9660411. A 749 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne; en el territorio circundante predomina el bosque; no evidencia polución, el sitio se encuentra a 100 m de un puente carrozable que lleva a la comunidad de Pananza; se observa un camino abandonado que parece haber sido utilizado con la finalidad de extraer material pétreo.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; posee una turbiedad leve y la claridad del agua es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 14)



Fotografía 5.1- 4: Sitio de muestreo del río Indanza R-Ind-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre del 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- **Resultados época seca**

Índices de diversidad: se encontró 221 individuos pertenecientes a 15 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,5443 y el índice de equidad Shannon-Wiener con 1,412; lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP es de 104, indica que el agua del sitio R-Ind-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre **“buena y aceptable”** con **aguas limpias a medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 57; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 57: Resultados del índice en el sitio R-Ind-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	147	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	11	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	15	9
ARTHROPODA	INSECTA	LEPIDOPTERA	PYRALIDAE	1	5
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	7	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	4	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	10	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	7	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	8	6
PLATYHELMINTHES	TUBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	1	7
CALIDAD	BUENA A ACEPTABLE		TOTAL	104	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 64 individuos pertenecientes a 15 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,7886 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 2,03, lo cual indica que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP es de 104, indica que el agua del sitio R-Ind-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “buena y aceptable” con **aguas limpias a medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 58 ; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 58: Resultados del índice en el sitio R-Ind-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	13	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	25	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	LEPIDOPTERA	PYRALIDAE	2	5

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	4	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	HYDRAENIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	MUSCIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	1	5
CALIDAD	BUENA A ACEPTABLE		TOTAL	104	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-01

Localización: provincia de Loja, río Zamora. UTM: 697262 y 9565265. A 2002 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina la agricultura con una vegetación ribereña de herbáceas; existe polución, se observa una descarga de aguas residuales y se encuentra basura en el lecho del río y en la superficie; además, la antigua carretera Loja-Cuenca se encuentra a unos 50 m de distancia aproximadamente.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río contiene residuos de basura pero se presentan libres de aceites; posee una turbiedad oscura, la claridad del agua es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 15).



Fotografía 5.1- 5: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- **Resultados época seca**

Índices de diversidad: se encontró 55 individuos pertenecientes a 6 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,716 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,425, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 32, indica que el agua del sitio R-Zam-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**crítica a dudosa**” con **aguas muy contaminadas a contaminadas**. (Tabla 5.1- 59; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 59: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
MOLLUSCA	GASTEROPODA	BASOMMATOPHORA	PLANORBIDAE	2	5
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	21	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	PSYCHODIIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	8	5
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
CALIDAD	DE CRÍTICA A DUDOSA		TOTAL	32	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 62 individuos pertenecientes a 7 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,7638 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,617, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 32, indica que el agua del sitio R-Zam-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**crítica a dudosa**” con **aguas muy contaminadas a contaminadas**. (Tabla 5.1- 60; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 60: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			7	1
MOLLUSCA	GASTEROPODA	BASOMMATOPHORA	PLANORBIDAE	2	5
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	21	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	PSYCHODIIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	8	5
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
CALIDAD	DE CRÍTICA A DUDOSA		TOTAL	33	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-02

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 723815 y 9552490. A 1200 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, a pocos metros se encuentra la carretera Loja – Zamora.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua del río poseen olor a residuos; no se evidencia presencia de aceites; posee una turbiedad leve siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 16).



Fotografía 5.1- 6: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-02 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 75 individuos pertenecientes a 4 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,5252 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 0,8153, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 29, indica que el agua del sitio R-Zam-02 se encuentra en un rango de calidad “**crítica**” con **aguas muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 61; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 61: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	35	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	38	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
CALIDAD	CRÍTICA		TOTAL	29	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 44 individuos pertenecientes a 5 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,3213 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 0,7143, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 29, indica que el agua del sitio R-Zam-02 se encuentra en un rango de calidad “**crítica**” con **aguas muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 62; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 62: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	36	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
CALIDAD	DE CRÍTICA A DUDOSA		TOTAL	31	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-03

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Zamora. UTM: 734009 y 9554924. A 915 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, con predominio de pastos y la vegetación ribereña de pastizal; posee fuentes potenciales de contaminación ya que se encuentra la pista aérea de la ciudad de Zamora cuyo final se ubica a 10 m del río.

La matriz de sedimento corresponde a una matriz llena en contacto, el sustrato y el agua carecen de olores y aceites, se observa una turbiedad leve; la claridad del agua es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 17)



Fotografía 5.1- 7: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-03 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 109 individuos pertenecientes a 10 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,7668 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,721, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 74, indica que el agua del sitio R-Zam-03 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 63; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 63: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	19	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRYCORITIDAE	22	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	7	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	9	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	5	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	42	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	74	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 37 individuos pertenecientes a 5 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,2907 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,6589, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 74, indica que el agua del sitio R-Zam-03 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 64; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 64: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	31	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	1	10
CALIDAD	DE CRÍTICA A DUDOSA		TOTAL	37	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-04

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Zamora. UTM: 740279 y 9565778. A 900 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, con predominio de pastos; presenta fuentes potenciales de contaminación, se observa actividades de extracción de material pétreo, restos de basura depositados en las orillas; los moradores de la zona indican que se obtiene oro del lecho del río mediante el uso de dragas.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua del río poseen olor a residuos, no se evidencia presencia de aceites; la turbiedad del agua es leve y es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 18).



Fotografía 5.1- 8: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-04 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 77 individuos pertenecientes a 7 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,7539 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,58, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 49, indica que el agua del sitio R-Zam-04 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 65; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 65: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-04.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	28	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	12	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	7	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	6	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	21	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	49	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 50 individuos pertenecientes a 8 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,5736 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,249, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 55 indica que el agua del sitio R-Zam-04 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1-66; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 66: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-04.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	31	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	9	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	55	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-05

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Zamora. UTM: 743034 y 9567795. A 890 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, el territorio circundante con predominio de pastos; tiene fuentes de contaminación, a unos 20 m se encuentra un caserío en donde han ubicado criaderos de cerdos cerca del río, además una tubería que proviene del caserío trae consigo aguas residuales los cuales vierten directamente al cauce; se observa un puente peatonal a unos 200 m.

La matriz de sedimento corresponde a una matriz de estructura dilatada, el sustrato y el agua del río poseen un olor a residuos, no presenta aceites; el agua es turbia siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 19)



Fotografía 5.1- 9: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-05 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 11 individuos pertenecientes a 4 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,6116 y el índice de equidad Shannon-Wiener con 1,121, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 21, indica que el agua del sitio R-Zam-05 se encuentra en un rango de calidad “**crítica**” con **aguas muy contaminadas**. (Tabla 5.1-67; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 67: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-05.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	6	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	1	5
CALIDAD	CRÍTICA		TOTAL	21	

Fecha: Febrero de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 19 individuos pertenecientes a 8 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,6371 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,483, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 49, indica que el agua del sitio R-Zam-05 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1-68; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 68: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-05.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			11	1
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	49	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-06

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Zamora. UTM: 760313 y 9584146. A 840 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, el territorio circundante con predominio de pastos y una vegetación ribereña de arbustos; presenta fuentes de contaminación, en el margen izquierdo se asienta un caserío que vierte sus aguas residuales directamente al río y a 20 m del cauce se encuentran ubicados criaderos de cerdos. Se observa que en el sitio se extrae material pétreo.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua no poseen olor alguno ni presencia de aceites, posee una turbiedad leve, siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica) (Fotografía 5.1- 20).



Fotografía 5.1- 10: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-06 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 38 individuos pertenecientes a 7 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,6759 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,392, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 48, indica que el agua del sitio R-Zam-06 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 69; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 69: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-06.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	11	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		48

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 5 individuos pertenecientes a 4 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,72 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,332, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 32, indica que el agua del sitio denominado R-Zam-06 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa de “**crítica a dudosa**” con **aguas muy contaminadas a contaminadas**. (Tabla 5.1- 70; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 70: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-06.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
CALIDAD	DE CRÍTICA A DUDOSA		TOTAL		32

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-07

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Zamora. UTM: 767145 y 9587540. A 800 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, con predominio de agricultura y vegetación ribereña de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, presencia de dragas utilizadas para extraer oro del lecho del río; en el margen derecho del río se observa el uso del suelo con diversos cultivos mientras que en el margen izquierdo se aprecia cobertura vegetal natural.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada, el sustrato y el agua carecen de olores y aceites, el agua es turbia siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 11).



Fotografía 5.1- 11: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-07 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre del 2013 Mayo del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 42 individuos pertenecientes a 9 taxas. El índice de dominancia de Simpson es 0,8016 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,813, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 40, indica que el agua del sitio R-Zam-07 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa de “**dudosa a crítica**” con **aguas contaminadas a muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 71; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 71: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-07.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTHIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	9	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	COENAGRIONIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	HEBRIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	13	8
ARTHROPODA	ENTOGNATHA	COLLEMBOLA		1	5
ARTHROPODA	ARACHNIDA	HYDRACARINA		1	10
CALIDAD	DUDOSA A ACEPTABLE	TOTAL		60	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 14 individuos pertenecientes a 4 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,5306 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 0,9911, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 26, indica que el agua del sitio R-Zam-07 se encuentra en un rango de calidad “**crítica**” con **aguas muy contaminadas**. (Tabla 5.1-72, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 72: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-07.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELLIDAE	9	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	LEPIDOPTERA	PYRALIDAE	1	5
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	1	6
CALIDAD	CRÍTICA	TOTAL		26	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-08

Localización: provincia de Zamora Chinchipe, río Zamora. UTM: 770306 y 9599798. A 760 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina la agricultura y vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de contaminación, el punto se localiza a unos 100 m del camal municipal y se observa una descarga de aguas servidas que van directamente al afluente.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada, siendo los depósitos en el lecho del río lodos; el sustrato y el agua del río poseen un olor a residuos pero no presentan aceites: el agua se presenta turbia siendo la claridad afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 12).



Fotografía 5.1- 12: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-08 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 36 individuos pertenecientes a 6 taxas. El índice de dominancia de Simpson es de 0,713 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,408; lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 40, indica que el agua del sitio R-Zam-08 se encuentra fluctuando en un rango de calidad de “**dudosa a crítica**” con **aguas contaminadas a muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 73; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 73: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-08.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	11	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	14	2
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	7	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	2	8
ARTHROPODA	ARACHNIDA	HYDRACARINA		1	10
CALIDAD	DUDOSA A CRÍTICA		TOTAL:	40	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 45 individuos pertenecientes a 8 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7684 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,728, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 50, indica que el agua del sitio R-Zam-08 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 74; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 74: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-08.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	7	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	18	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	3	6
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		50

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-09

Localización: provincia de Morona Santiago, en el río Zamora. UTM: 779673 y 9622694. A 734 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el pasto, la vegetación ribereña es de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, zonas ganaderas y agrícolas se encuentran cerca del afluente, además se puede observar actividad minera con dragas.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada, con depósitos de arena; el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites, turbiedad opaca, siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 13).



Fotografía 5.1- 13: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-09 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 7 individuos pertenecientes a 3 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,449 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 0,7963, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 23, indica que el agua del sitio R-Zam-09 se encuentra en un rango de calidad “**crítica**” con **aguas muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 75; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 75: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-09.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	5	6
ARTHROPODA	ARACHNIDA	HYDRACARINA		1	10
CALIDAD	CRÍTICA		TOTAL	23	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 23 individuos pertenecientes a 8 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,8355 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,934, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 45, indica que el agua del sitio R-Zam-09 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 76 Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 76: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-09.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			6	1
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	5	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	45	

Fecha: Julio de 2012.

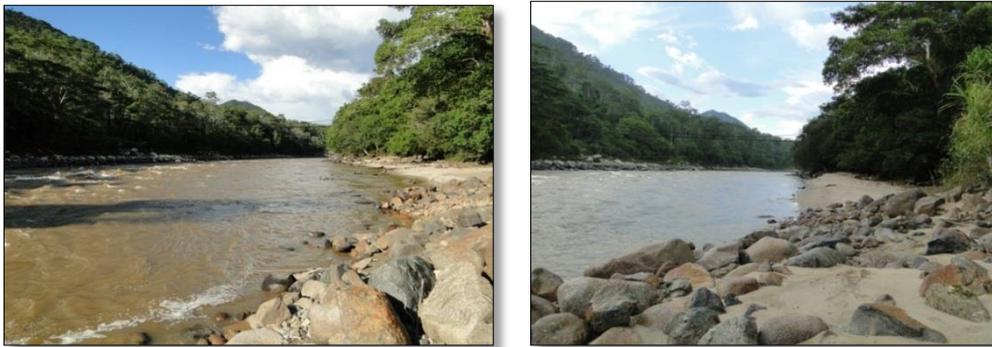
Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-10

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 779527 y 9623778. A 732 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el pasto, vegetación ribereña de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, el sitio se encuentra en zonas de ganadería; a unos 200 m se ubica un puente peatonal y se observa dragas para la extracción de oro.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada con depósitos de arena; el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites; turbiedad opaca y la claridad del agua es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 14).



Fotografía 5.1- 14: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-10 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 24 individuos pertenecientes a 10 taxas. El índice de dominancia de Simpson es 0,75 e índice de equidad Shannon-Wiener de 1,771, lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 70, indica que el agua del sitio R-Zam-10 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con aguas **medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 77, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 77: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-10.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	6	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	10	7
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
ARTHROPODA	ENTOGNATHA	COLLEMBOLA		1	5
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	70	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 51 individuos pertenecientes a 10 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,8397 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,99, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 74, indica que el agua del sitio R-Zam-10 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con aguas **medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 78; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 78: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-10.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	11	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	12	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	6	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	8	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	6	8
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	74	

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-12

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 784663 y 9645684. A 630 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque natural con una vegetación ribereña arbórea; no se evidencia polución en el río.

La matriz de sedimentos corresponde a un lecho rocoso, lo que imposibilita la obtención de la muestra de macroinvertebrados; el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites; el río posee una turbiedad oscura y la claridad del agua es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 15, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).



Fotografía 5.1- 15: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-12 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-13

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 789623 y 9653567. A 749 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque natural con una vegetación ribereña arbórea; no se evidencia contaminación en la cuenca del río.

En época seca se encontró una matriz de sedimentos que corresponde a una estructura dominante con depósitos de arena, en época húmeda no se encontró sustrato donde realizar el muestreo, por lo que solo se presentan resultados para la época seca; el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites; turbiedad opaca, siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 16)



Fotografía 5.1- 16: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-13 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 28 individuos pertenecientes a 5 taxas. El índice de dominancia de Simpson es 0,6837 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,318; lo cual indica que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 29, indica que el agua del sitio R-Zam-10 se encuentra en un rango de calidad “**crítica**” con aguas **muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 79; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 79: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-13.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	13	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	7	7
PLATYHELMINTHES	TUBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	5	7
CALIDAD	CRÍTICA		TOTAL	29	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-15

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 791745 y 9660280. A 463 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de contaminación, se construye un puente a unos pocos metros del punto de muestreo.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites; turbiedad oscura y la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 17).



Fotografía 5.1- 17: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-15 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 18 individuos pertenecientes a 7 taxas. Índice de dominancia de Simpson de 0,7778; Índice de equidad Shannon-Wiener de 1,692, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 41, indica que el agua del sitio R-Zam-15 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1-80; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 80: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-15.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	6	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	7
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		41

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 7 individuos pertenecientes a 5 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7755 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,55, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 41, indica que el agua del sitio R-Zam-15 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**dudosa y crítica**” con **aguas contaminadas a muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 81 ; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 81: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-15.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	SCIRTIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	ATHERICIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	2	8
CALIDAD	DE DUDOSA A CRÍTICA		TOTAL		40

Fecha: Julio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-16

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 804848 y 9663452. A 370 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; tiene fuentes de contaminación, se encuentran pequeñas dragas utilizadas para la extracción de oro.

En época seca se observó que la matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada, con depósitos de arena; en época húmeda no se encontró sustrato donde realizar el muestreo, por lo que solo se presentan resultados para la época seca; el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites; turbiedad oscura siendo la claridad del agua afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 18).



Fotografía 5.1- 18: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-16 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 19 individuos pertenecientes a 8 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8366, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,937, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 41, indica que el agua del sitio R-Zam-15 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 82 Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 82: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-16.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	4	9
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	MUSCIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	53	

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Zam-17

Localización: provincia de Morona Santiago, río Zamora. UTM: 808889 y 9667966. A 320 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña arbórea; a unos 200 m del punto de muestreo se observa un puente peatonal.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada, el sustrato y el agua carecen de olores y de aceites; turbiedad opaca, la claridad del agua es afectada por material suspenso (arcilla o materia orgánica). (Fotografía 5.1- 19).



Fotografía 5.1- 19: Sitio de muestreo del río Zamora R-Zam-17 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio del 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 19 individuos pertenecientes a 7 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,6759, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,486, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 51, indica que el agua del sitio R-Zam-17 se encuentra en un rango de calidad de “**dudosa**” con **aguas contaminadas**. (

Tabla 5.1- 83; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 83: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-17.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	10	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		51

Fecha: Febrero de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 37 individuos pertenecientes a 6 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,4134 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 0,9252, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 42, indica que el agua del sitio R-Zam-17 se encuentra en un rango de calidad de “**dudosa**” con **aguas contaminadas** (Tabla 5.1-84; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 84: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Zam-17.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	28	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		42

Fecha: Febrero de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Pau-02

Localización: provincia del Azuay, río Paute. UTM: 750000 y 9693482. A 2222 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el pasto con una vegetación ribereña de pastizal; con fuentes de polución, se encontró restos de basura en el lecho y orillas del río, lo que produce un desagradable olor al sector; se observó que algunas casas aledañas vertían sus aguas servidas directamente al cauce. La carretera

Cuenca – Guarumales – Méndez se localiza a unos 20 m del río, siendo una fuente potencial de contaminación tanto de desechos como de aceites.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura dilatada, con depósitos de lodo, el sustrato y el agua del río presentan olor a residuos, no se evidencia la presencia aceites: el agua se observa turbia por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 20).



Fotografía 5.1- 20: Sitio de muestreo del río Paute R-Pau-02 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 99 individuos pertenecientes a 6 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,6434, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,3, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 28, indica que el agua del sitio R-Pau-02 se encuentra en un rango de calidad “**Crítica**” correspondiendo a **aguas muy contaminadas**. (Tabla 5.1- 85; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 85: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ANNELIDA	OLIGOCHAETA	HAPLOTAXIDA		54	1
ANNELIDA	HIRUDINEA	GLOSSIPHONIIFO RMES		12	3
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	AMPHIPODA	HYALELLIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTER A	BAETIDAE	16	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	13	2
CALIDAD	CRÍTICA		TOTAL	28	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 135 individuos pertenecientes a 11 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7874 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,82, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 51, indica que el agua del sitio R-Pau-02 se encuentra en un rango de calidad “**Dudosa**” correspondiendo a **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 86; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 86: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVID	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	49	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	DOLICHOPODIDAE	1	4
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	7	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	17	2
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	AMPHIPODA	HYALELLIDAE	1	7
MOLLUSCA	GASTEROPODA	BASOMMATOPHORA	PHYSIDAE	7	3
ANNELIDA	HIRUDINEA			11	3
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			29	1
PLATYHELMINTHES	TURBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	11	7
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	51	

Fecha: Julio de 2014.

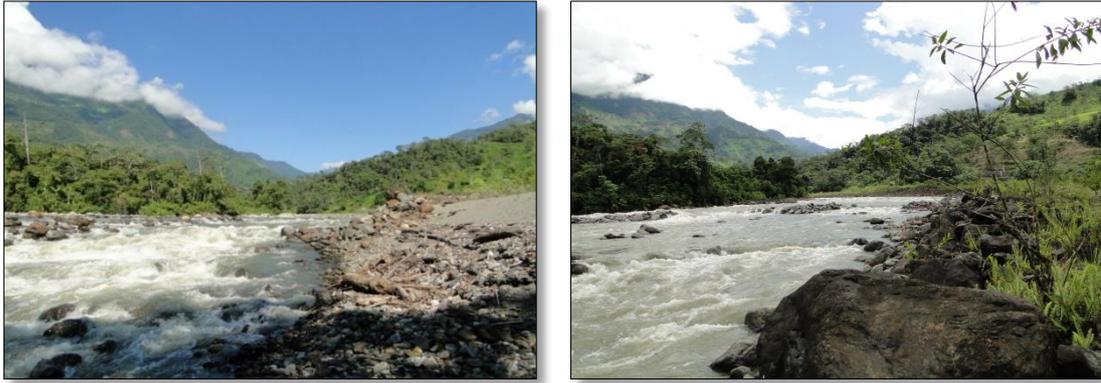
Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Pau-03

Localización: provincia del Azuay, río Paute. UTM: 792843 y 9703874. A 520 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña arbórea; fuentes potenciales de contaminación, el punto de muestreo se encuentra ubicado donde se proyecta realizar la salida del túnel de la casa de máquinas de la presa Cardenillo.

El río muestra una matriz de sedimentos de estructura llena en contacto, el sustrato y el agua del río no presentan olor alguno, y no se evidencia la presencia de aceites, turbiedad leve por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 21).



Fotografía 5.1- 21: Sitio de muestreo del río Paute R-Pau-03 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 178 individuos pertenecientes a 10 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7343, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,581, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 71, indica que el agua del sitio R-Pau-03 se encuentra en un rango de calidad **“Aceptable”** con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 87; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 87: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	58	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	63	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	7	9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	31	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	3	2
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	6	6
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	71	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 159 individuos pertenecientes a 13 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7959 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,822, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 95, indica que el agua del sitio R-Pau-03 se encuentra en un rango de calidad “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 88; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 88: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	43	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	6	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	26	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	4	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICOPERA	HYDROPSYCHIDAE	44	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICOPERA	HYDROBIOSIDAE	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	MEGALOPTERA	CORYDALINAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	25	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	SCIRTIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	LEPIDOPTERA	PYRALIDAE	1	5
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	95	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Pau-04

Localización: provincia de Morona Santiago, río Paute. UTM: 798970 y 9698032. A 462 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el uso del suelo residencial con una vegetación ribereña de herbáceas; con fuentes de contaminación, el punto de muestreo se situó aguas abajo de la ciudad de Méndez; en el sector se encuentra el camal municipal el cual vierte sus aguas residuales directamente al río, además se pudo observar basura y escombros en las márgenes.

El río muestra una matriz de sedimentos de estructura dilatada con depósitos de lodo, el sustrato y el agua presentan olor anaeróbico y residuos; no se evidencia la presencia de aceites; el agua se observa turbia por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 22).



Fotografía 5.1- 22: Sitio de muestreo del río Paute R-Pau-04 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 29 individuos pertenecientes a 7 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7848, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,684, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP: 52, indica que el agua en el sitio R-Pau-04 se encuentra en un rango de calidad “**Dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 89; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 89: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-04.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	7	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	9	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	6	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	3	6
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	52	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 24 individuos pertenecientes a 12 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,8403 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 2,174, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 91, indica que el agua del sitio R-Pau-04 se encuentra en un rango de calidad “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 90; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 90: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Pau-04.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDADE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDEA	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTILYDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	AESHNIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	2	8
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	91	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Neg-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Negro. UTM: 799278 y 9696017. A 492 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, en la margen derecha se encuentra infraestructura para turismo.

En la margen derecha se encontró una matriz de lecho rocoso dificultando la colonización del hábitat por parte de los macroinvertebrados; en la margen izquierda la matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites, al agua se le observa turbia siendo afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 23)



Fotografía 5.1- 23: Sitio de muestreo del río Negro R-Neg-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 74 individuos pertenecientes a 10 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7546, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,756, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP: 75, indica que el agua del sitio R-Neg-01 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 91; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 91: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Neg-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	32	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	11	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	4	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	8	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	10	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	CORIXIDAE	1	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	75	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 73 individuos pertenecientes a 9 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7457 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,67, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 69, indica que el agua del sitio R-Neg-01 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 92; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 92: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Neg-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSCHIDAE	7	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	31	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	16	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	7

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	6	8
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	69	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Tut-02

Localización: provincia de Morona Santiago, río Tutanangoza. UTM: 812926 y 9712454. A 589 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina la agricultura con una vegetación ribereña de herbáceas; fuentes de contaminación, la ciudad de Sucúa vierte sus aguas residuales en el cauce del río, además los moradores del sector se dedican a la agricultura; la vegetación natural en gran medida ha sido desplazada por los cultivos. Se observó un puente carrozable que cruza el cauce, lo que se convierte en una fuente potencial de contaminación por aceites.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad leve que es afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 24).



Fotografía 5.1- 24: Sitio de muestreo del río Tutanangoza R-Tut-02 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 69 individuos pertenecientes a 9 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,6835, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,492, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 58, indica que el agua del sitio R-Tut-02 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**dudosa y aceptable**” con **aguas contaminadas a medianamente contaminadas**. (

Tabla 5.1- 93, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 93: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Tut-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	21	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	32	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	3	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	LIMONIIDAE	1	4
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	7
CALIDAD	DE DUDOSA A ACEPTABLE		TOTAL	5	8

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época* húmeda

Índices de diversidad: se encontró 8 individuos pertenecientes a 6 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,8125 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,733, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 48, indica que el agua del sitio R-Tut-02 se encuentra en un rango de calidad “**dudosa**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 94; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 94: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Tut-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	MESOVELIIDAE	1	5
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	48	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Upa-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Upano. UTM: 823817 y 9758894. A 1120 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de herbáceas; no evidencia fuentes de polución, los alrededores del río son bien conservados aunque en pisos altitudinales superiores se observa la presencia de ganadería.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río no presentan olor alguno, y no se evidencia la presencia aceites; turbiedad leve por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 25).



Fotografía 5.1- 25: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 215 individuos pertenecientes a 13 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8149, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,015, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 100, indica que el agua del sitio R-Upa-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**Aceptable a Buena**” correspondiendo a **aguas medianamente contaminadas a limpias**. (Tabla 5.1- 95; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 95: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ANNELIDA	OLIGOCHAETA	HAPLOTAXIDA		1	1
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	17	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	8	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	27	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	23	10

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	14	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	18	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	13	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	PTILODACTILIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HELICOPSYCHIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	13	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	78	8
CALIDAD	ACEPTABLE A BUENA		TOTAL	100	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 31 individuos pertenecientes a 11 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,8491 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 2,125, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 73, indica que el agua del sitio R-Upa-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre **“Aceptable”** correspondiendo a **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 96; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 96: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDEA	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	4	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	4	5
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	DOLICHOPODIDAE	1	4
ANNELIDA				9	1
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	73	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Upa-02

Localización: provincia de Morona Santiago, río Upano. UTM: 817069 y 9737944. A 835 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de herbáceas; con fuentes potenciales de contaminación, se encontró evidencias de extracción de material pétreo.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad leve siendo afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 26).



Fotografía 5.1- 26: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-02 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 177 individuos pertenecientes a 11 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7741, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,789, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 73, indica que el agua del sitio R-Upa-02 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 97; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 97: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	36	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	12	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	69	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	20	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	3	2

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	11	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	LIMONIIDAE	1	4
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	4	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DRYOPIDAE	1	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL		73

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 28 individuos pertenecientes a 9 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7704 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,752, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 62, indica que el agua del sitio R-Upa-02 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**aceptable y dudosa**” con **aguas medianamente contaminadas a contaminadas**. (Tabla 5.1- 98; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 98: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	9	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDEA	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	9	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	1	6
CALIDAD	DE ACEPTABLE A DUDOSA		TOTAL		62

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Upa-03

Localización: provincia de Morona Santiago, río Upano. UTM: 816834 y 9719481. A 627 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de polución en el río, se evidencia que en el sector se extrae material pétreo.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz dominante con depósitos de arena, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites. Se observa que el agua es turbia siendo afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 27).



Fotografía 5.1- 27: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-03 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 90 individuos pertenecientes a 6 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,3153, Índice de equidad Shannon-Wiener: 0,7212, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP: 42, indica que el agua del sitio R-Upa-03 se encuentra en un rango de calidad “**Dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 99; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 99: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	6	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	74	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	5	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	2	8
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		42

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 7 individuos pertenecientes a 5 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,7347 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 1,475, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 41, indica que el agua del sitio R-Upa-03 se encuentra en un rango de calidad “**Dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1-100; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 100: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHID AE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDA E	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	41	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Upa-04

Localización: provincia de Morona Santiago, río Upano. UTM: 811417 y 9708042. A 520 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes potenciales de contaminación, se observó un puente carrozable que cruza el cauce, lo que se convierte en una fuente potencial de contaminación por aceites.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad leve siendo afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 28).



Fotografía 5.1- 28: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-04 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 78 individuos pertenecientes a 11 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7341, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,79, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP: 79, indica que el agua del sitio R-Upa-04 se encuentra en un rango de calidad “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 101; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 101: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-04.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	11	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	7	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	5	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	4	10
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	37	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	79	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: se encontró 33 individuos pertenecientes a 11 taxas. El índice de dominancia de Simpson de 0,8301 y el índice de equidad Shannon-Wiener de 2,025, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: el índice BMWP de 92, indica que el agua del sitio R-Upa-04 se encuentra en un rango de calidad “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 102, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 102: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-04.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	9	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	4	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	CORIXIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	8	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	GOMPHIDAE	1	10
TROMBIFORMES			HYDRACARINA	1	10
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	92	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Upa-05

Localización: provincia de Morona Santiago, río Upano. UTM: 803037 y 9695285. A 420 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de árboles; fuentes potenciales de polución, un puente carrozable de alto tráfico cruza el río cerca del punto de muestreo lo que pudiera causar contaminación por derivados de petróleo.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua del río no presentan olor alguno, y no se evidencia la presencia aceites, turbiedad leve por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 29).



Fotografía 5.1- 29: Sitio de muestreo del río Upano R-Upa-05 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: se encontró 34 individuos pertenecientes a 9 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8529, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,036, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 64, indica que el agua del sitio R-Upa-05 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre **“Aceptable y Dudosa”** correspondiendo a **aguas medianamente contaminadas a contaminadas**. (Tabla 5.1-103; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 103: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-05.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	4	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELLIDAE	6	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	4	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	LIMONIIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	2	8
CALIDAD	ACEPTABLE A DUDOSA		TOTAL	64	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 79 individuos pertenecientes a 13 taxas. Índice de dominancia de Simpson de 0,8678, Índice de equidad Shannon-Wiener de 2,223, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 97, indica que el agua del sitio R-Upa-05 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “Aceptable y Buena” correspondiendo a **aguas medianamente contaminadas a limpias.** (

Tabla 5.1- 104; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 104: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Upa-05.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDADE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	16	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDEA	14	6
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIDAE	5	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	7	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	14	10
ARTHROPODA	INSECTA	MEGALOPETRA	CORYDALIDAE	2	6
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			2	1
ARTHROPODA	ARACHNIDA	TROMBIFORMES	HYDRACARINA	1	10
CALIDAD	ACEPTABLE A BUENA		TOTAL	97	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Yun-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Yungantza. UTM: 799035 y 9688102. A 424 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de contaminación, la población de General Leonidas Plaza vierte las aguas servidas en el cauce del río, además se observó el uso reciente de maquinaria para la construcción de una trocha dejando rastros de combustible en el río.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río tienen olor a petróleo, pudiéndose observar el brillo característico que deja el combustible sobre el agua; turbiedad leve siendo afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 30).



Fotografía 5.1- 30: Sitio de muestreo del río Yungantza R-Yun-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 129 individuos pertenecientes a 12 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7633, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,802, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 84, indica que el agua del sitio R-Yun-01 se encuentra en un rango de calidad **“aceptable”** con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 105; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 105: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yun-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	33	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	6	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	50	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	14	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	5	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	5	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	7	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	LIMONIIDAE	3	4
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	84	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 18 individuos pertenecientes a 9 taxas. Índice de dominancia de Simpson de 0,7901, Índice de equidad Shannon-Wiener de 1,874, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 61, indica que el agua del sitio R-Yun-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**aceptable y dudosa**” con **aguas medianamente contaminadas a contaminadas**. (Tabla 5.1- 106; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 106: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Yun-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLOCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOTERA	ELMIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	7	8
CALIDAD	DE ACEPTABLE A DUDOSA		TOTAL	61	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Nmg-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Namangoza. UTM: 800897 y 9695432. A 451 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de árboles; fuentes potenciales de contaminación, los moradores del sector indican que se realiza minería con pequeñas dragas que afectan el lecho del río.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad leve afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 31).



Fotografía 5.1- 31: Sitio de muestreo del río Namangoza R-Nmg-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- *Resultados época seca*

Índices de diversidad: con 12 individuos pertenecientes a 8 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8611, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,023, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 57, indica que el agua del sitio R-Nmg-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre **“Dudosa y aceptable”** con **aguas contaminadas a medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 107; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 107: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELLIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	6
ARTHROPODA	ARACHNOIDEA	ACARINA		2	10
CALIDAD	DE DUDOSA A ACEPTABLE		TOTAL	57	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- *Resultados época húmeda*

Índices de diversidad: con 22 individuos pertenecientes a 9 taxas. Índice de dominancia de Simpson de 0,8264, Índice de equidad Shannon-Wiener de 1,937, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 63, indica que el agua del sitio R-Nmg-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “Aceptable a Dudosa” con aguas medianamente contaminadas a contaminadas. Tabla 5.1- 108 Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 108: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSYDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIDAE	5	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	6	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
CALIDAD	DE ACEPTABLE A DUDOSA		TOTAL	63	63

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Nmg-02

Localización: provincia de Morona Santiago, río Namangoza. UTM: 803501 y 9693851. A 424 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de polución en el río, en el sector se extrae oro con pequeñas dragas.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites. El agua es turbia siendo afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 32)



Fotografía 5.1- 32: Sitio de muestreo del río Namangoza R-Nmg-02 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 44 individuos pertenecientes a 13 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8905, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,368, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 82, indica que el agua del sitio R-Nmg-02 se encuentra en un rango de calidad “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 109; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 109: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	4	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	6	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CULICIDAE	5	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	3	2
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	HYDROPHILIDAE	9	3
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	4	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	82	

Fecha: Enero de 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 12 individuos pertenecientes a 6 taxas. Índice de dominancia de Simpson de 0,7778; Índice de equidad Shannon-Wiener de 1,633; indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 45, indica que el agua del sitio R-Nmg-02 se encuentra en un rango de calidad “**Dudosa**” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 110; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 110: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	2	8

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	MESOVELIIDAE	1	5
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	GERRIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	3	6
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL	45	

Fecha: Julio de 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Nmg-03

Localización: provincia de Morona Santiago, río Namangoza. UTM: 808070 y 9669841. A 318 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque natural con una vegetación ribereña de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, a unos 200 m se encuentra la carretera principal a Tiwintza, además en el sitio de muestreo se ubica la salida de botes que llevan a la comunidad de Mayaipis, sin embargo, no se evidencia la presencia de residuos tanto en la ribera del río como en el agua.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad leve siendo la claridad del agua afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 33).



Fotografía 5.1- 33: Sitio de muestreo del río Namangoza R-Nmg-03 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio de 2012.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 42 individuos pertenecientes a 12 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8129, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,014, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 84, indica que el agua del sitio R-Nmg-03 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (

Tabla 5.1- 111, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 111: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	13	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	11	9
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	84	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 84 individuos pertenecientes a 10 taxas. Índice de dominancia de Simpson de 0,6772, Índice de equidad Shannon-Wiener de 1,592, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 76, indica que el agua del sitio R-Nmg-03 se encuentra en un rango de calidad “**aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 112; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 112: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Nmg-03.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	45	9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	9	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	1	10

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	5	7
CALIDAD	ACEPTABLE			TOTAL	76

Fecha: Julio del 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Cng-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Coangos. UTM: 810282 y 9663873. A 304 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque natural con una vegetación ribereña de árboles; no se observa polución en el río.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura de matriz llena en contacto, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; turbiedad leve y la claridad del agua es afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 34).



Fotografía 5.1- 34: Sitio de muestreo del río Coangos R-Cng-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 67 individuos pertenecientes a 12 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8479, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,136, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 88, indica que el agua del sitio R-Cng-01 se encuentra en un rango de calidad "**Aceptable**" con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 113; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 113: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Cng-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	12	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	19	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLOCIIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	3	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	6	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	5	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	88	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 46 individuos pertenecientes a 13 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8819, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,293, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 108, indica que el agua del sitio R-Cng-01 se encuentra en un rango de calidad “Buena” con **aguas limpias**. (Tabla 5.1- 114 Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 114: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Cng-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	ODONTOCERIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLOCIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	7	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	8	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	5	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	6	10

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	7	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	3	10
CALIDAD	BUENA		TOTAL	108	

Fecha: Julio del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Ypi-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Yaupi. UTM: 848755 y 9670683. A 242 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes potenciales de contaminación, se observa un puente carrozable de la vía que conduce a Puerto Morona, además se encuentra un embarcadero que es utilizado para el transporte local.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura dilatada con depósitos de arena, el sustrato carece de olores y aceites; en la época húmeda se observa rastros de aceite en el agua, en época seca no se evidencio este suceso; posee turbiedad leve y la claridad del agua es afectada por material suspenso como arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1-35).



Fotografía 5.1- 35: Sitio de muestreo del río Yaupi R-Ypi-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 160 individuos pertenecientes a 15 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8695, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,273, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 106, indica que el agua del sitio R-Ypi-01 se encuentra en un rango de calidad “Buena” con **aguas limpias**. (Tabla 5.1- 115; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 115: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ypi-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	11	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	7	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	33	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	5	10
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	GOMPHIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	31	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	20	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	9	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	2	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	4	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	23	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	7	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	2	7
CALIDAD	BUENA	TOTAL		106	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 43 individuos pertenecientes a 12 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8491, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,147, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 84, indica que el agua del sitio R-Ypi-01 se encuentra en un rango de calidad **"Aceptable"** con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 116; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 116: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Ypi-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	2	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	4	3
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	12	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	HYDRAENIDAE	1	9
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	8	10
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	84	

Fecha: Julio del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Snt-01

Localización: provincia de Morona Santiago, río Santiago. UTM: 809828 y 9664213. A 292 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de árboles; no se observa fuentes de contaminación.

La matriz de sedimentos corresponde a una estructura abierta con depósitos de arena, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; el agua es turbia y la claridad del agua es afectada por material de arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 36).



Fotografía 5.1- 36: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-01 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio de 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 54 individuos pertenecientes a 10 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8045, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,866, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 76, indica que el agua del sitio R-Snt-01 se encuentra en un rango de calidad **“Aceptable”** con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 117; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 117: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	16	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	POLYTHORIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	7	2
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	7	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	14	8
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	76	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 72 individuos pertenecientes a 8 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8032, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,748, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 61, indica que el agua del sitio R-Snt-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**Aceptable y Dudosa**” con **aguas medianamente contaminadas y aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 118; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 118: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	9	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	10	9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	12	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	17	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	2	5
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	20	7
CALIDAD	DE ACEPTABLE A DUDOSA		TOTAL	6	1

Fecha: Julio del 2012.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Snt-01B

Localización: provincia de Morona Santiago, río Santiago. UTM: 811926 y 9664640. A 282 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque natural con una vegetación ribereña de arbustos; no se evidencia fuentes de contaminación.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura dilatada con depósitos de arena, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; el agua del río es turbia y la claridad del agua es afectada por material de arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 37).



Fotografía 5.1- 37: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-01B época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 78 individuos pertenecientes a 17 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8567, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,257, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 119, el agua del sitio R-Snt-01B se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “Buena y Muy Buena” con **aguas limpias a muy limpias**. (Tabla 5.1- 119; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 119: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01B.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	16	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	18	9
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	GOMPHIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	8	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2

ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	DOLICHOPODIDAE	1	4
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	13	7
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	CORIXIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	3	7
ARTHROPODA	ENTOGNATHA	COLLEMBOLA		1	5
CALIDAD	BUENA A MUY BUENA		TOTAL	119	

Fecha: Febrero del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 24 individuos pertenecientes a 13 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8993, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,427, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP 85, el agua se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 120, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 120: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-01B.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	2	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	LAMPYRIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	DRYOPIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	4	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	2	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	1	5
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			1	1
PLATYHELMINTHES	TURBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	2	7
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	85	

Fecha: Julio del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Snt-02

Localización: provincia de Morona Santiago, río Santiago. UTM: 828704 y 664423. A 265 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; con fuentes de contaminación, se evidencia que se extrae

materiales pétreos y se observa la presencia de pequeñas dragas utilizadas para extraer oro.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites, se observa al agua turbia siendo afectada por material de arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 38).



Fotografía 5.1- 38: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-02 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Noviembre de 2012 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 14 individuos pertenecientes a 6 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,7653, Índice de equidad Shannon-Wiener: 1,593, indican que el sistema está sometido a tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 43, indica que el agua del sitio R-Snt-02 se encuentra en un rango de calidad “Dudosa” con **aguas contaminadas**. (Tabla 5.1- 121; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 121: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	3	9
ARTHROPODA	INSECTA	LEPIDOPTERA	PYRALIDAE	1	5
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	1	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	6
CALIDAD	DUDOSA		TOTAL		43

Fecha: Enero del 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 25 individuos pertenecientes a 12 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8832, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,301, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP 90, el agua del sitio R-Snt-02 se encuentra en un rango de calidad “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1-122, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 122: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	5	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	NAUCORIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	GELASTOCORIDAE	2	5
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	3	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	4	10
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	90	

Fecha: Julio del 2014.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sitio R-Snt-03

Localización: provincia de Morona Santiago, río Santiago. UTM: 841404 y 9666817. A 233 msnm.

Características del sitio: subsistema de arroyo perenne, predomina el bosque con una vegetación ribereña de arbustos; fuentes potenciales de contaminación, en el sector se realiza el desembarco de productos provenientes de Perú, lo que pudiera ser fuente de desechos y de derrames de combustible.

La matriz de sedimento corresponde a una estructura abierta con depósitos de arena, el sustrato y el agua del río carecen de olores y aceites; el agua del río es turbia y la claridad del agua es afectada por de arcilla o materia orgánica. (Fotografía 5.1- 39).



Fotografía 5.1- 39: Sitio de muestreo del río Santiago R-Snt-03 época seca y húmeda.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Diciembre de 2013 Junio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época seca

Índices de diversidad: con 105 individuos pertenecientes a 16 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,819, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,131, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP: 107, indica que el agua del sitio R-Snt-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “Buena” con **aguas limpias.** (

Tabla 5.1- 123, Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 123: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	9	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	TRICORYTIDAE	4	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	15	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIIDAE	3	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	CAENIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	6	10
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	15	6
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	1	5
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	2
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	EMPIDIDAE	1	4
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	37	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	3	8
ARTHROPODA	INSECTA	NEUROPTERA	CORYDALIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	2	8
ANNELIDA	OLIGOCHAETA			3	1
CALIDAD	BUENA		TOTAL	107	

Fecha: Enero del 2013.

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

- Resultados época húmeda

Índices de diversidad: con 39 individuos pertenecientes a 13 taxas. Índice de dominancia de Simpson: 0,8389, Índice de equidad Shannon-Wiener: 2,152, indican que el sistema está sometido a poca tensión.

Índice BMWP y calidad del agua: índice BMWP de 92, indica que el agua del sitio R-Snt-01 se encuentra en un rango de calidad que fluctúa entre “**Aceptable**” con **aguas medianamente contaminadas**. (Tabla 5.1- 124; Apéndice 3.2.7 Macroinvertebrados).

Tabla 5.1- 124: Resultados del índice BMWP en el sitio R-Snt-02.

CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PUNTAJE BMWP					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	BMWP
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	7
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	1	7
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	OLIGONEURIDAE	2	10
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	12	9
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	7
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	LIBELLULLIDAE	2	6
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	3
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	7	6
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	VELIIDAE	2	8
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	1	10
CALIDAD	ACEPTABLE		TOTAL	92	

Fecha: Julio del 2013.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Análisis biestacional de la calidad biológica del agua

Análisis zonificado

En lo que se refiere a la cuenca del río Zamora se destaca que, durante el trayecto del río la calidad del agua varía entre Crítica a Dudosa, con aguas muy contaminadas a contaminadas, aunque existen sitios donde se refleja una mejoría de calidad con aguas que pertenecen al rango de aceptable.

En los puntos que se encuentran aguas abajo de la ciudad de Loja (R-Zam-01 y R-Zam-02) la calidad del agua fluctúa de Crítica a Dudosa, con aguas muy contaminadas a contaminadas. Estos puntos se encuentran con una fuerte influencia antropogénica sobre todo en el caso del punto R-Zam-01, hay que mencionar también que el sitio R-Zam-02 se encuentra influenciado por la construcción de una hidroeléctrica.

Se advierte una mejoría en la calidad en el punto R-Zam-03, el cual tiene la influencia positiva del río Bombusaro. Los sitios R-Zam-04, R-Zam-05, disminuyen su calidad, a pesar

de que el río Yacuambi R-Yac-01 aporta una calidad aceptable al sistema; esta pérdida de calidad se debe al uso intensivo de sus márgenes en sistemas pastoriles o agrícolas; por su parte, el río Nangaritzza R-Ngz-01 aporta aguas de calidad dudosa, por lo que el sistema principal tampoco mejora su calidad, manteniéndose los sitios R-Zam-06, R-Zam-07, R-Zam-08 y R-Zam-09 fluctuando entre una calidad dudosa a crítica.

El río Bomboiza R-Bob-01 presenta agua de calidad aceptable mejorando la calidad del agua del río Zamora, lo que se advierte en el sitio R-Zam-10 el cual también se torna aceptable, sin embargo, debido a dragados de la actividad minera en el sector sumado a la matriz de sedimentos que posee el río, denota una degradación en la calidad de las aguas del mismo, con aguas que fluctúan en rangos de crítica a dudosa, a pesar que en este tramo aporta con sus aguas el río Indanza R-Ind-01 con un rango de calidad que fluctúa entre buena y aceptable; el sitio R-Zam-17 posee una calidad dudosa, siendo el último punto del sistema antes de la unión con el río Namangoza.

En la cuenca del río Namangoza, la subcuenca del río Paute en el sitio de muestreo R-Pau-02, presenta aguas muy contaminadas en época seca y aguas contaminadas en época húmeda, en este punto se constató la presencia de basura en los márgenes y cauce del río. Es necesario mencionar que las aguas del río Burgay, recibe las descargas de aguas servidas de las ciudades de Azogues, Biblián y sectores aledaños a las mismas. En lo que se refiere al río Cuenca éste también está afectado por las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cuenca, que a pesar de contar con lagunas de estabilización, un gran sector de la ciudad no está servido por las mismas, como es el caso de Challuabamba, Nulti, entre otros.

El río Paute atraviesa el complejo hidroeléctrico formado por las presas de Mazar y Daniel Palacios, luego de las mismas se verificó que la calidad del agua mejora a un rango aceptable en el sitio R-Pau-03, sin embargo, aguas abajo de la ciudad de Méndez la calidad desciende al rango de dudosa en el sitio R-Pau-04 en época seca mientras que en época húmeda la calidad se mantiene en un rango aceptable.

La calidad del río Upano en el primer sitio de muestreo R-Upa-01 se encuentra en un rango que fluctúa entre aceptable y buena; aguas abajo de la ciudad de Macas (R-Upa-02), la calidad se sitúa en un rango de aceptable; esta calidad se mantiene prácticamente hasta el final del sistema en el punto R-Upa-05 siendo esta la calidad que se aporta al río Namangoza. En el sitio R-Upa-03 se advierte un descenso en la calidad de las aguas, debido a que en el lugar del muestreo se encuentra una mina de material pétreo que deteriora el hábitat de los macroinvertebrados dando como resultado una calidad dudosa en el punto, el río Tutanangoza R-Tut-02 aporta a este sistema una calidad que fluctúa entre dudosa y aceptable, cabe mencionar que este río recibe las descargas de aguas servidas de la ciudad de Sucúa, pero al parecer no influye en la calidad general del río Upano

La subcuenca del río Negro presenta una calidad aceptable con aguas medianamente contaminadas, al igual que el río Yungantza el cual muestra calidad similar pese a que este recibe las aguas residuales de la población General Leonidas Plaza. El río Namangoza en sus inicios (R-Nmg-01) cuenta con una calidad que fluctúa entre aceptable y dudosa, mejorando su calidad al rango aceptable en el sitio R-Nmg-02 en época seca, sin embargo, en época húmeda desciende debido a que en sitio de muestreo se tiene una draga para para la extracción de oro, lo que desmejora el hábitat de los macroinvertebrados; el último

punto (RNmg-03) mejora su calidad al rango aceptable en ambas épocas, siendo esta la calidad que entrega al río Santiago.

En época seca el río Santiago cuenta con una calidad aceptable en su primer punto (R-Snt-01), en su segundo sitio de muestreo R-Snt-01B, esta calidad mejora fluctuando de buena a muy buena, y vuelve a disminuir en el sitio R-Snt-02 a dudosa, debido principalmente a las actividades de una cantera de material pétreo y al dragado para la extracción de oro que se observa en el sector, para finalmente establecerse en el último sitio de muestreo (R-Snt-03) en una calidad buena. El sistema recibe el aporte de dos ríos principales como son el Coangos (R-Cng-01) que brinda una calidad aceptable con aguas medianamente contaminadas y el río Yaupi (R-Ypi-01) aportando una calidad buena al sistema. (Figura 5.1-22). En época húmeda, el río Santiago cuenta con una calidad fluctuante entre aceptable y dudosa en su primer punto (R-Snt-01), en su segundo sitio de muestreo R-Snt-01B, esta calidad mejora a un rango de aceptable, permaneciendo en esta calidad hasta su último punto de muestreo (R-Snt-02, R-Snt-03), en el sitio R-Snt-02, no se observó maquinaria trabajando en el sector por lo que no hubo una reducción de su calidad como lo ocurrido en época seca. El sistema recibe el aporte de dos ríos, el Coangos (R-Cng-01) que brinda una calidad buena con aguas limpias y el Yaupi (R-Ypi-01) que aportan una calidad aceptable al sistema. (Figura 5.1-23).

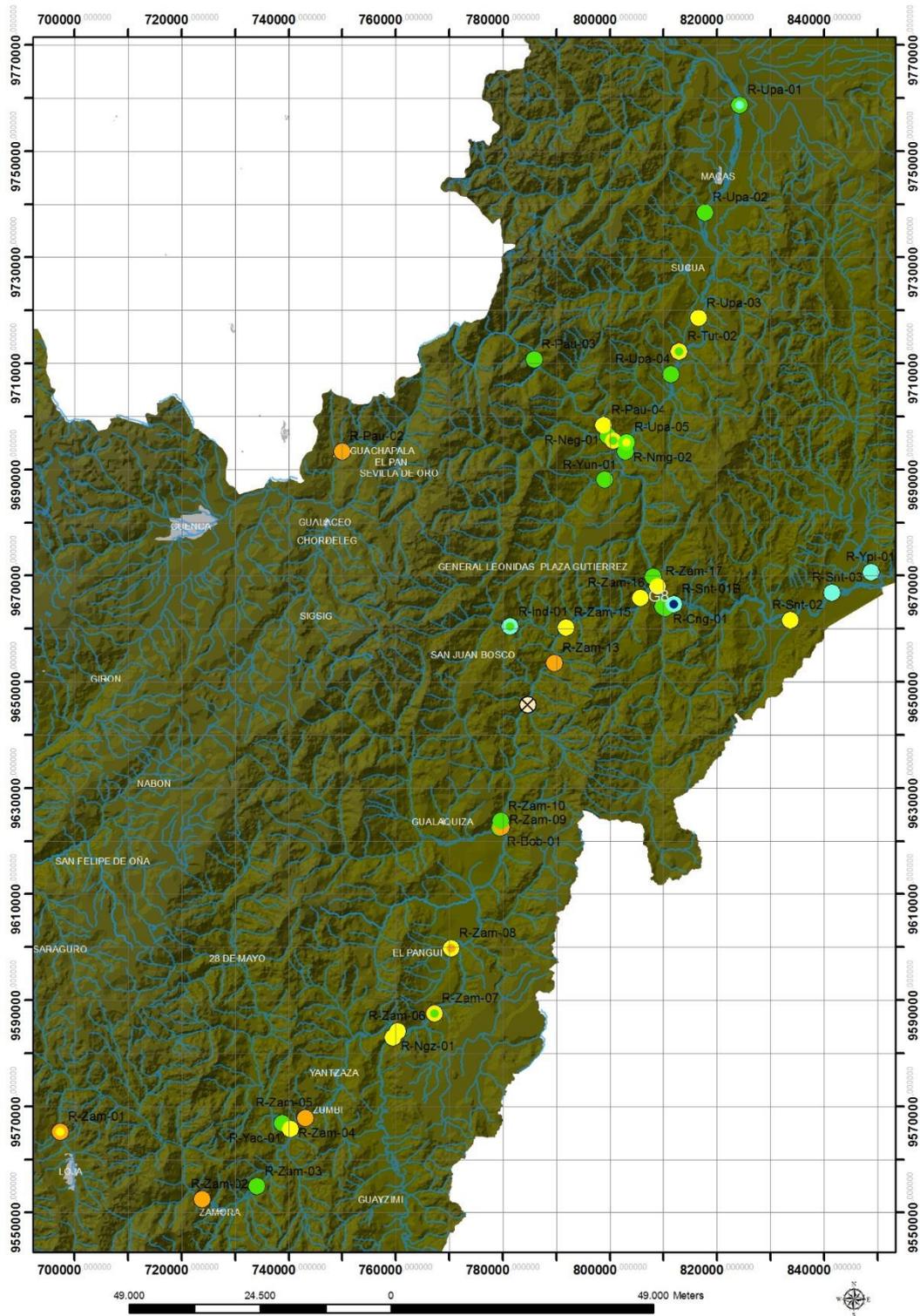


Figura 5.1- 22: Calidad BMWP en época seca de la cuenca del río Santiago.

Fuente: ODEPLAN. Fecha: Julio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

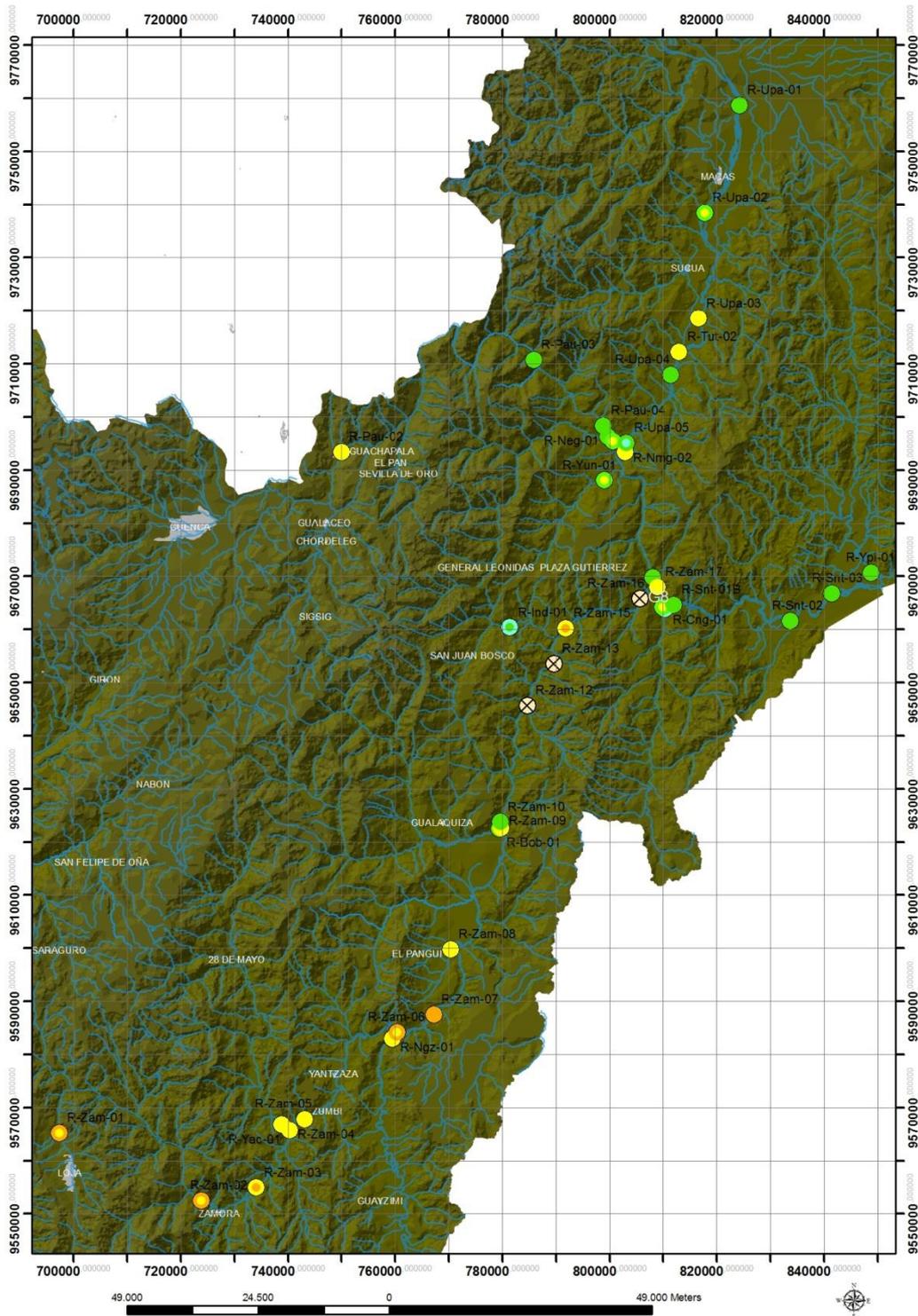


Figura 5.1- 23: Calidad BMWP en época húmeda de la cuenca del río Santiago.

Fuente: ODEPLAN. Fecha: Julio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Se realizó un análisis estadístico entre las diferentes épocas muestreadas para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes épocas climáticas del año, así como también entre subcuencas (Zamora, Namangoza y la intercuenca del Santiago). Es necesario mencionar que la comparación está establecida en una sola campaña de muestreo, por lo que se recomienda continuar con el monitoreo de macroinvertebrados, a fin de robustecer los test estadísticos.

Para determinar si existe diferencia estadísticamente significativas entre las épocas estacionales, se comparó los datos de los 39 sitios analizados con el índice de calidad biológica del agua BMWP, mediante el test estadístico U Mann-Whitney, arrojando un valor de $p= 0,8626$, además se realizó un análisis de varianza ANOVA con un resultado $p= 0,923$ por lo tanto se concluye que no existe una diferencia significativa entre estas dos épocas. (Gráfico 5.1- 44).

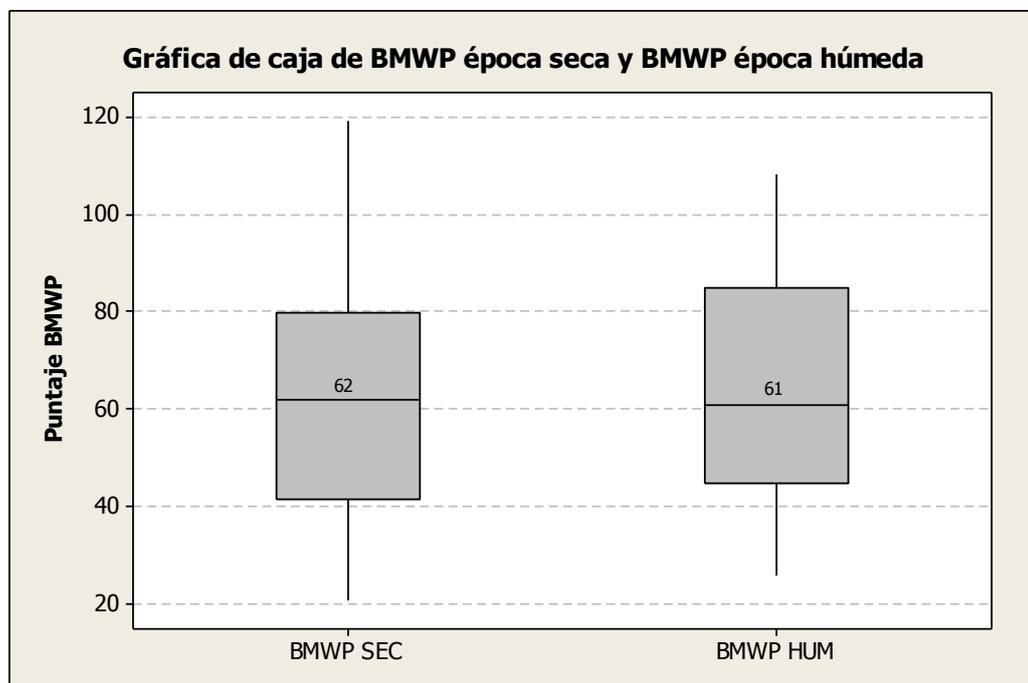


Gráfico 5.1- 44: Gráfica de caja comparando el BMWP obtenido en época seca y húmeda de la cuenca del río Santiago.

Fuente: Gonzalo Córdova. Fecha: Julio de 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Sin embargo existen sitios de muestreo que presentan una variación en su clase de calidad, por lo que se trataron individualmente, la escala cromática de los gráficos siguientes hacen referencia a la tabla de rangos de calidad biológica del agua propuesta para el índice BMWP, la cual se la puede observar en Apéndice 2.2.6 Macroinvertebrados. El sitio denominado R-Zam-03 en época seca obtuvo una calidad aceptable, esto al ser influenciado por la calidad del río Bombuscaro, sin embargo en la época lluviosa se obtuvo una calidad dudosa, principalmente por la extracción de materiales pétreos en el sitio. En los sitios R-Yac-01, R-Zam-07 también se nota un cambio en el rango de calidad, siendo de mejor calidad en la época seca, ya que se encontró mayor variedad de sustrato en el río donde pueden establecerse los macroinvertebrados, en el sitio R-Zam-05 la menor calidad

del agua en la época de seca al parecer se debe a una menor disolución de los desechos orgánicos provenientes de los criaderos de cerdos y desagües de la comunidad que se asienta en la margen del río y en el punto R-Zam-09 en la época seca se encontró dragas utilizadas para la extracción de oro, las cuales habían degradado el sustrato donde se encuentran los macroinvertebrados. (Gráfico 5.1- 45).

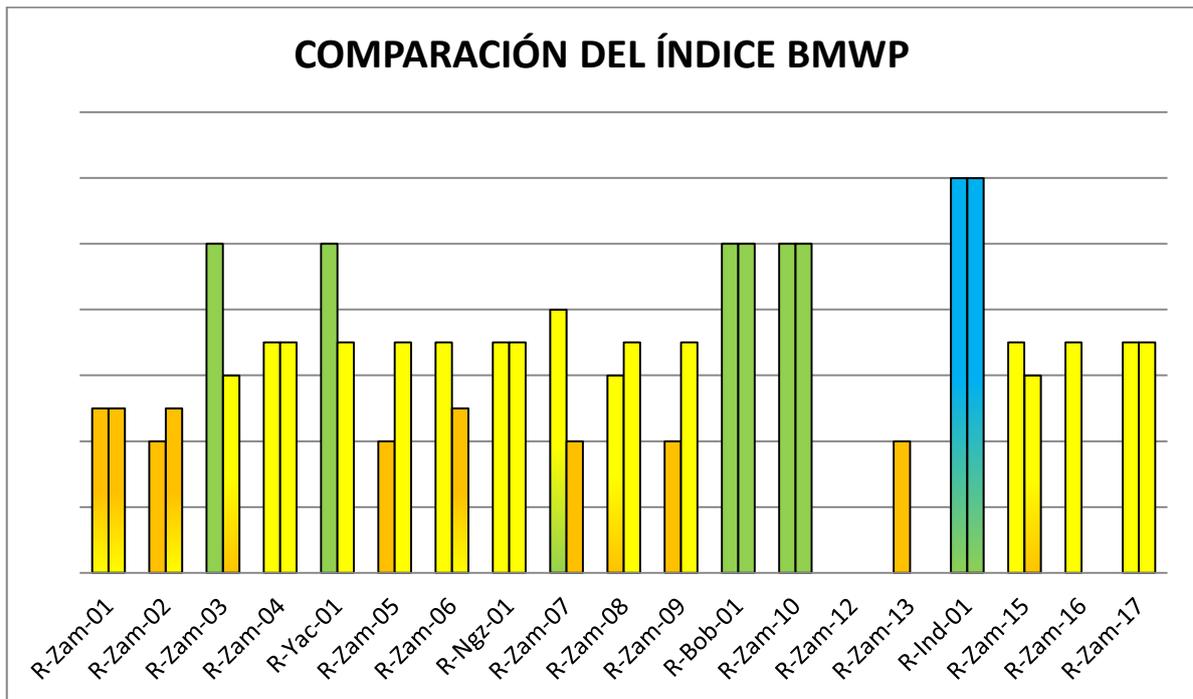


Gráfico 5.1- 45: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Zamora.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Julio de 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

El punto denominado R-Pau-02 difiere su calidad en las dos épocas estacionales, ello debido a que en la época seca se encontró una cantidad importante de basura en las orillas del río así como en el lecho, dando como resultado un menor rango de calidad en esta época. En lo que se refiere al sitio R-Pau-04 se encontró una menor calidad de su agua en época seca debido a la menor dilución de la materia orgánica que aporta la ciudad de Méndez al sistema; por último, el punto R-Nmg-02 disminuye su calidad en época húmeda, ya que se encontró en el sitio una draga extrayendo oro en el lugar de muestreo, por lo que el hábitat de los macroinvertebrados se vio afectado. (Gráfico 5.1- 46 y Gráfico 5.1- 47).

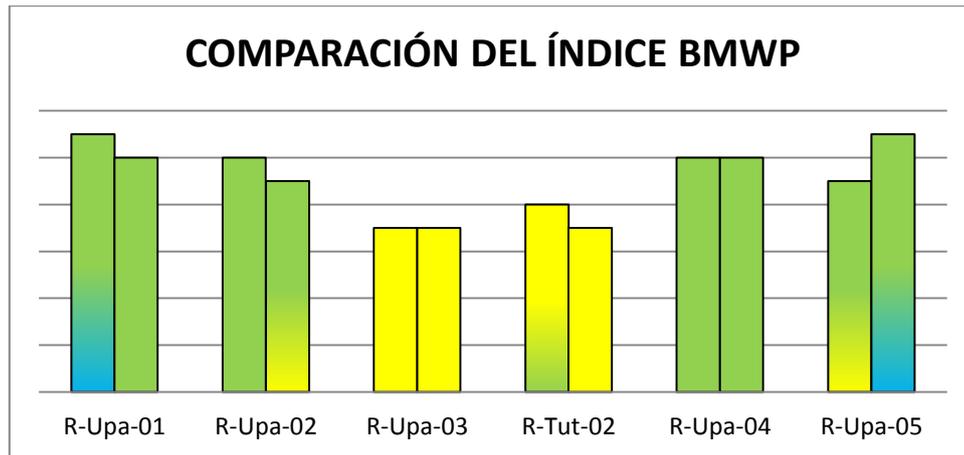


Gráfico 5.1- 46: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Namangoza.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Julio de 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

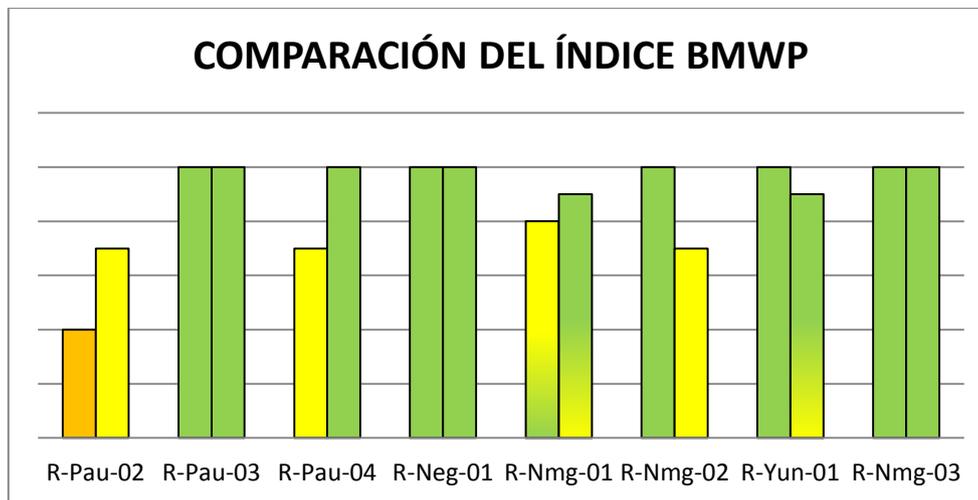


Gráfico 5.1- 47: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Namangoza.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Julio de 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

En los sitios R-Snt-01B y R-Snt-03 se observó mejor calidad en época seca ya que se encontró más sustrato donde se pueden establecer los macroinvertebrados, en el río Yaupi (R-Ypi-01) la disminución de calidad en época húmeda al parecer se debió principalmente al derrame de combustible de los botes que utilizan el sitio como embarcadero (se encontró rastros de combustible en el agua); en lo que se refiere al río Coangos R-Cng-01 no se encontró causa aparente para la variación de rango e calidad, por lo que los resultados pudieron diferir por causas del azar en el muestreo de los organismos, y por último es sitio denominado R-Snt-02 en el muestreo en época seca se constató al momento del muestreo la presencia de maquinaria extrayendo material pétreo del cauce del río afectando así el hábitat de los macroinvertebrados. Gráfico 5.1- 48

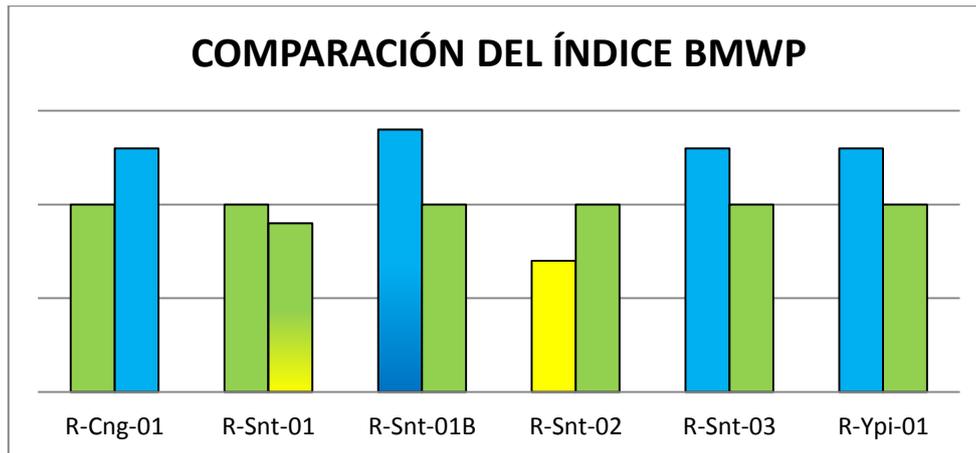


Gráfico 5.1- 48: Comparación del índice BMWP en época seca y húmeda en la cuenca del río Santiago.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Julio de 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para comparar los datos del índice BMWP separando los resultados por subcuencas (Zamora, Namangoza y Santiago), dando como resultado una $p= 0,000$, indicando que existen diferencias entre estas tres subcuencas, se realizó los test a posteriori de Tukey y Fisher los mismos que indican que existen diferencias significativas entre las tres subcuencas. Gráfico 5.1- 49

Fuente	GL	SC	MC	F	P
CUENCA ANOVA	2	14136	7068	17,35	0,000
Error	71	28922	407		
Total	73	43058			

S = 20,18 R-cuad. = 32,83% R-cuad.(ajustado) = 30,94%

ICs de 95% individuales para la media
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	Intervalo
NAMANGOZA	28	68,32	18,78	(----*----)
SANTIAGO	12	88,25	21,30	(-----*-----)
ZAMORA	34	50,06	20,90	(---*---)

Desv.Est. agrupada = 20,18

Agrupar información utilizando el método de Tukey	Agrupar información utilizando el método de Fisher
---	--

CUENCA	ANOVA	N	Media	Agrupación	CUENCA	ANOVA	N	Media	Agrupación
SANTIAGO	12	88,25	A		SANTIAGO	12	88,25	A	
NAMANGOZA	28	68,32	B		NAMANGOZA	28	68,32	B	
ZAMORA	34	50,06	C		ZAMORA	34	50,06	C	

Gráfico 5.1- 49: Resultado del test ANOVA y sus respectivos a posteriori de Tukey y Fisher Comparando el índice BMWP en las subcuencas de los ríos Zamora, Namangoza y Santiago.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Julio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Como se puede observar en el Gráfico 5.1- 49 el 50 por ciento de los datos de la subcuenca del río Zamora se mantienen en un rango entre 31,25 y 67 con una mediana de 48,5 en época seca y entre 34 y 54 con una mediana de 45,5 en época húmeda denotando que la subcuenca en su mayoría se mantiene en un rango de calidad dudosa con aguas contaminadas. Para la subcuenca del Namangoza, el 50 por ciento de los datos se mantienen en un rango entre 55,75 y 82,5 con una mediana de 72 en época seca y entre 50,25 y 91,25 con una mediana de 66 en época húmeda denotando que la subcuenca en su mayoría se mantiene en un rango de calidad aceptable con aguas medianamente contaminadas. Por último, en la subcuenca del Santiago, el 50 por ciento de los datos se mantienen en un rango entre 67,75 y 110 con una mediana de 97 en época seca y entre 78,25 y 96 con una mediana de 87,5 en época húmeda lo que indica que la subcuenca en su mayoría se mantiene en un rango que fluctúa entre una calidad aceptable y buena, con aguas medianamente contaminadas y limpias.

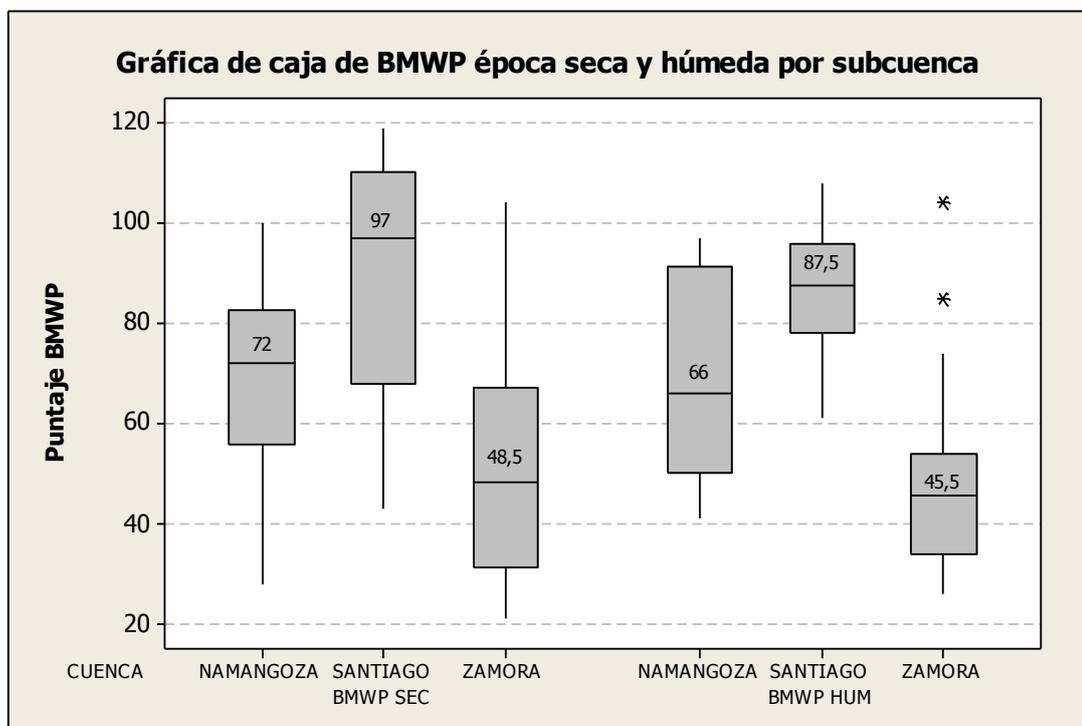


Gráfico 5.1- 50: Gráfica de caja comparando el BMWP obtenido en las subcuencas de los ríos Zamora, Namangoza y Santiago.

Fuente: ACOTECNIC CÍA. LTDA. Fecha: Julio de 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Conclusiones

Se observa diferencias en la calidad biológica del agua entre las tres subcuencas que forman la cuenca del río Santiago, la subcuenca del Zamora, es la que está sometida a mayor tensión, debido a minería de pétreos y el dragado de oro, así también por el uso intensivo en ganadería y agricultura de sus márgenes y la descarga de aguas servidas de las poblaciones que se asientan en la misma, lo que la mantiene en un rango de calidad “dudosa” con aguas contaminadas.

En las subcuencas del Namangoza y Santiago se observa una mejoría en la calidad del agua, aunque se pueden observar los mismos problemas de la subcuenca del Zamora pero a menor escala, lo que permite que la calidad del agua se mantenga en “aceptable” para la subcuenca del Namangoza y fluctuando entre “aceptable” y “buena” con aguas medianamente contaminadas y buenas en la subcuenca del Santiago.

No se diferencian cambios estadísticamente significativos en la calidad biológica del agua entre la época seca y húmeda, siendo los cambios encontrados en sitios puntuales establecidos por contaminación y por la aparición de mayor sustrato para la colonización de macroinvertebrados en el punto exacto del muestreo.

Se identificó que las acciones más perjudiciales para la calidad biológica del agua son la minería de pétreos, el dragado para la obtención de oro, el deterioro de las márgenes de los ríos y la descarga de aguas residuales de los poblados que se encuentran asentados en la cuenca del Santiago, siendo la subcuenca del río Zamora la que posee un mayor grado de contaminación, por lo que se la debe considerar como prioritaria para enfocar un mayor esfuerzo para la restauración de la calidad del agua en la misma.

5.1.2.3 Análisis comparativo de Índices de calidad del agua WQI y BMWP

A fin de comparar los resultados obtenidos en la calidad de agua superficial mediante los índices Físico – Químico “Índice de Calidad del Agua” (ICA) y el método biológico “Biological Monitoring Working Party” (BMWP), para este efecto no se comparó los resultados numéricos obtenidos ya que estos no comparten la misma escala, más no así las categorías o clases que si son comparables, lo cual se visualiza en la Tabla 5.1- 125.

Tabla 5.1- 125: Clase, calidad, características y escala cromática utilizada en los gráficos de comparación entre los índices BMWP e ICA.

Clase	BMWP	ICA	Características	Color
V	Buena	EXCELENTE	Aguas limpias	Azul claro
IV	Aceptable	BUENA	Aguas medianamente contaminadas / ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	MEDIA	Aguas contaminadas / moderadamente contaminadas	Amarillo
II	Crítica	MALA	Aguas muy contaminadas	Naranja
I	Muy Crítica	MUY MALA	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fecha: Enero del 2015.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Para el efecto se comparó estadísticamente mediante un test ANOVA las clases de los índices, el cual da como resultado una $P=0,269$ indicándonos que no existe una diferencia estadísticamente significativa, además se realizó los test a posteriori de Tukey y de Fisher los cuales agrupan ambos índices en una misma categoría reforzando lo antes expuesto por el test ANOVA (Tabla 5.1- 126).

Sin embargo existen algunos sitios de muestreo que evidencian una diferencia en la calidad del agua entre estos dos índices, los cuales van a ser tratados individualmente.

Tabla 5.1- 126: Resultado del test ANOVA y sus respectivos a posteriori de Tukey y Fisher comparando el índice BMWP e ICA.

Fuente	GL	SC	MC	F	P		
ÍNDICE	1	0.566	0.566	1.23	0.269		
Error	150	69.096	0.461				
Total	151	69.662					
S = 0.6787 R-cuad. = 0.81% R-cuad. (ajustado) = 0.15%							
ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada							
Nivel	N	Media	Desv.Est.	-----+-----+-----+-----+-----			
bmwp	74	3.4554	0.7743	(-----*-----)			
ica	78	3.3333	0.5736	(-----*-----)			
				-----+-----+-----+-----			
				3.24	3.36	3.48	3.60
Desv.Est. agrupada = 0.6787							
Agrupar información utilizando el método de Tukey				Agrupar información utilizando el método de Fisher			
ÍNDICE	N	Media	Agrupación	ÍNDICE	N	Media	Agrupación
bmwp	74	3.4554	A	bmwp	74	3.4554	A
ica	78	3.3333	A	ica	78	3.3333	A

Fecha: Enero de 2015.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

A continuación se describen estas diferencias en los sitios puntuales agrupando la descripción por subcuencas (Zamora y Namangoza) y la intercuenca del Santiago, además esta descripción está dividida en época las dos épocas estacionales muestreadas.

Subcuenca del río Zamora

En época húmeda se observa que la mayoría de sitios muestreados el agua posee la misma calidad tanto en el índice BMWP como en el índice ICA, siendo los únicos puntos que denotan diferencias los denominados R-Zam-07, R-Bob-01, R-Zam-10 y el R-Ind-01. En lo que se refiere al sitio R-Zam-07 está diferencia de calidad entre los dos índices está dada ya que el río no presenta las condiciones adecuadas de sustrato para el mantenimiento de los macrobentos, ya que solo se consigue sustrato arenoso, factor que limita la presencia de algunas familias de macroinvertebrados, por lo cual el índice BMWP se ve reducido en comparación al ICA. En lo que se refiere al sitio R-Bob-01 observamos que el factor limitante para la diferencia entre los índices es que el momento de la toma de muestra el río presentó un aumento significativo de la turbiedad reduciendo así el valor del índice ICA. Para el sitio R-Zam-10 se observa un aumento en la calidad del índice BMWP, ya que aguas arriba se recibe los aportes de agua del río Bomboiza, lo que al parecer aumenta en algo la calidad del río Zamora, permitiendo el aumento de familias de macroinvertebrados

indicadores de mejor calidad de agua. En el punto R-Ind-01 se torna un factor determinante en el índice ICA el valor elevado de coliformes fecales, el cual incide negativamente también en el valor de DBO por lo tanto disminuyendo el valor del índice. (Gráfico 5.1- 51).

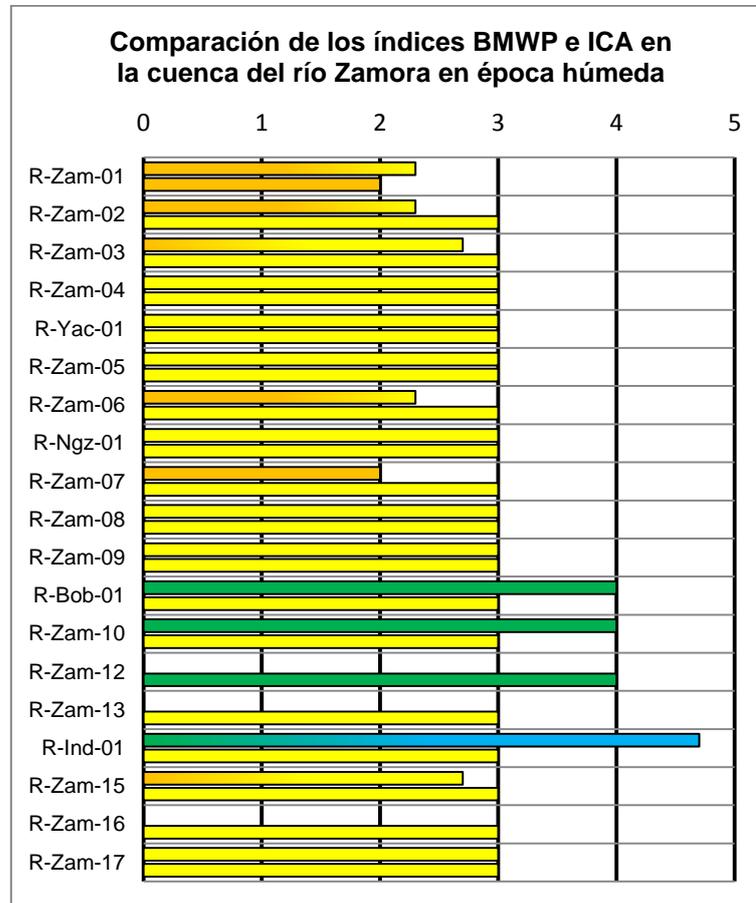


Gráfico 5.1- 51: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Zamora en época húmeda.

Fuente: Córdova, G. Vázquez, P. Fecha: Enero de 2015.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

En época seca se observa que en los sitios R-Zam-03 y R-Yac-01 el valor del índice BMWP se eleva en comparación al índice ICA, ya que, al tener estos ríos menos caudal se encontró más sitios propicios, los cuales son susceptibles a ser colonizados por los organismos macrobentónicos, por lo que se aprecia un mayor número de familias de los mismos. En los sitios R-Zam-05 y R-Zam-09 se observa la influencia negativa de la actividad antropogénica en la disminución del índice BMWP, en el primer caso por la descarga de aguas servidas y actividad ganadera de un pequeño poblado que se asienta en la orilla del río y en el segundo caso por la intensa actividad minera que se desarrolla en el sector del sitio de muestreo. En lo que se refiere al sitio R-Bob-01 observamos que los factores limitantes para la diferencia entre los índices es la carga orgánica reflejada en los coliformes fecales y principalmente en la DBO reduciendo así el valor del índice ICA. Para el sitio R-Zam-10 se observa un aumento en la calidad del índice BMWP, ya que aguas arriba se recibe los aportes de agua del río Bomboiza, lo que al parecer aumenta en algo la calidad del río Zamora, permitiendo el aumento de familias de macroinvertebrados indicadores de mejor calidad de agua. Los sitios R-Zam-13 y R-Zam-15 el índice BMWP

tiene una calificación inferior con respecto al índice ICA debido principalmente a la falta de sustrato donde puedan establecerse los organismos macrobentónicos. (Gráfico 5.1- 52).

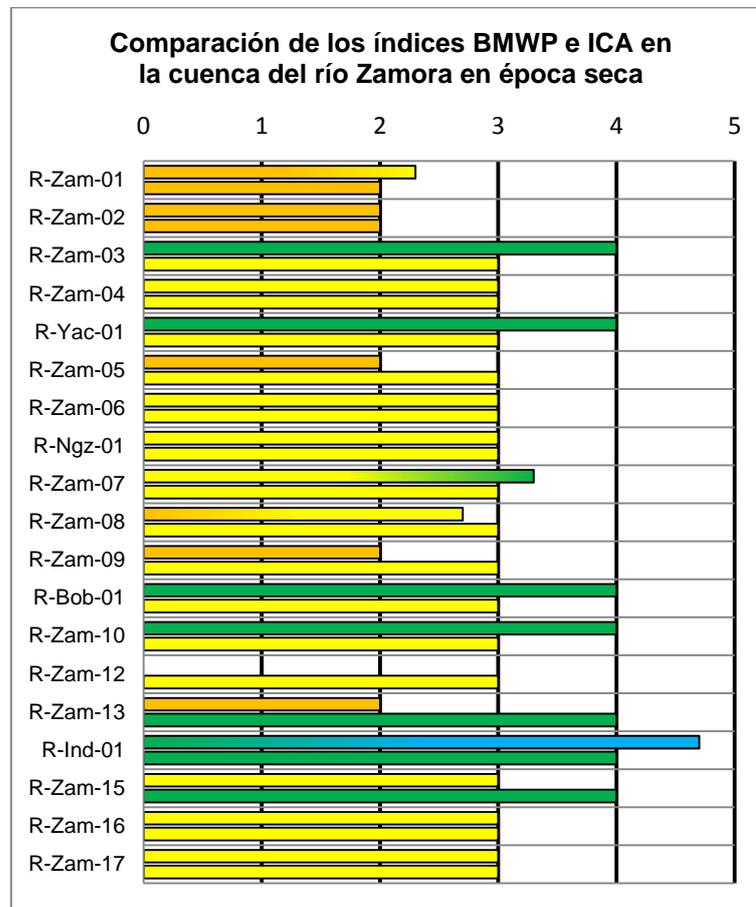


Gráfico 5.1- 52: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Zamora en época seca.

Fuente: Córdova, G. Vázquez, P. Fecha: Enero de 2015.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Subcuenca del río Namangoza

En la cuenca del río Namangoza se observa que la mayoría de sitios se encuentran en similares categorías de calidad del agua comparando entre los dos índices, sin embargo existen algunos puntos que difieren y serán tratados a continuación. El punto R-Upa-01 denota una calidad aceptable (IV) para el índice BMWP, sin embargo el índice ICA indica que el sitio se encuentra con una calidad media (III), debido a la elevada presencia de coliformes fecales, debido al arrastre producido por la lluvia horas antes del muestreo lo que disminuye el valor del índice. En el sitio R-Upa-03 se denota una menor calidad en el índice BMWP esto es debido a que en el sitio del muestreo se encuentra una mina de materiales pétreos, por lo que el sustrato donde se asientan los organismos es perturbado con frecuencia, lo que perjudica al establecimiento de los mismos. En el punto R-Tut-02 se observa que el índice BMWP se encuentra en la categoría de Dudosa (III), esto puede deberse a que los días anteriores del muestreo el caudal del río se encontraba elevado, lo que pudo perturbar la presencia de los macroinvertebrados, por lo que se recomienda el

monitoreo posterior para determinar la tendencia de calidad del río en este sitio. Se observa que en el punto R-Pau-02 según el índice ICA se encuentra en categoría Buena (IV) debido a la dilución de contaminantes por el mayor caudal existente el día del muestreo, sin embargo el índice BMWP del sitio, se encuentra en la categoría Dudosa (III), indicando que a pesar de, mejorar la calidad comparando con la época seca, se nota la influencia de las descargas de aguas servidas de las poblaciones aguas arriba del sitio. (Gráfico 5.1- 53).

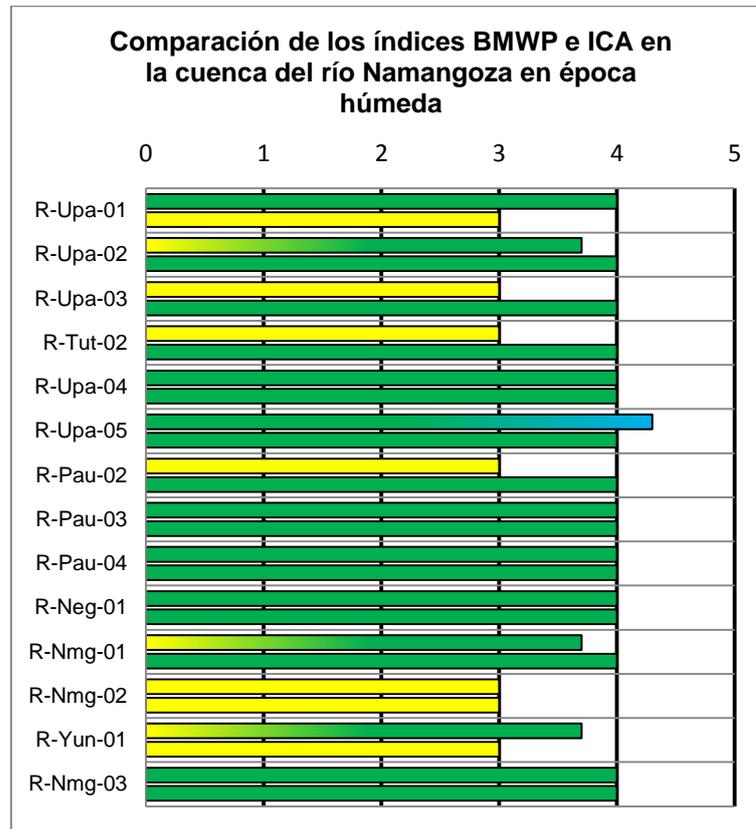


Gráfico 5.1- 53: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Namangoza en época húmeda.

Fuente: Córdova, G. Vázquez, P. Fecha: Enero de 2015.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

En lo que se refiere a la época seca observamos que en el sitio R-Upa-03 al igual que en la época húmeda, se denota una menor calidad en el índice BMWP debido a que en el sitio del muestreo se encuentra una mina de materiales pétreos, por lo que el sustrato donde los macrobentos es perturbado con frecuencia, lo que perjudica al establecimiento de los organismos. Aguas arriba del punto de muestreo denominado R-Nmg-02 se deposita las aguas servidas de Patuca, lo que aumenta el contenido de coliformes fecales, disminuyendo el valor del índice ICA, esto se denota hasta el sitio R-Nmg-03. Y por último en el punto R-Yun-01 sucede algo parecido ya que en este se depositan las aguas servidas de la ciudad General Leonidas Plaza. (Gráfico 5.1- 54).

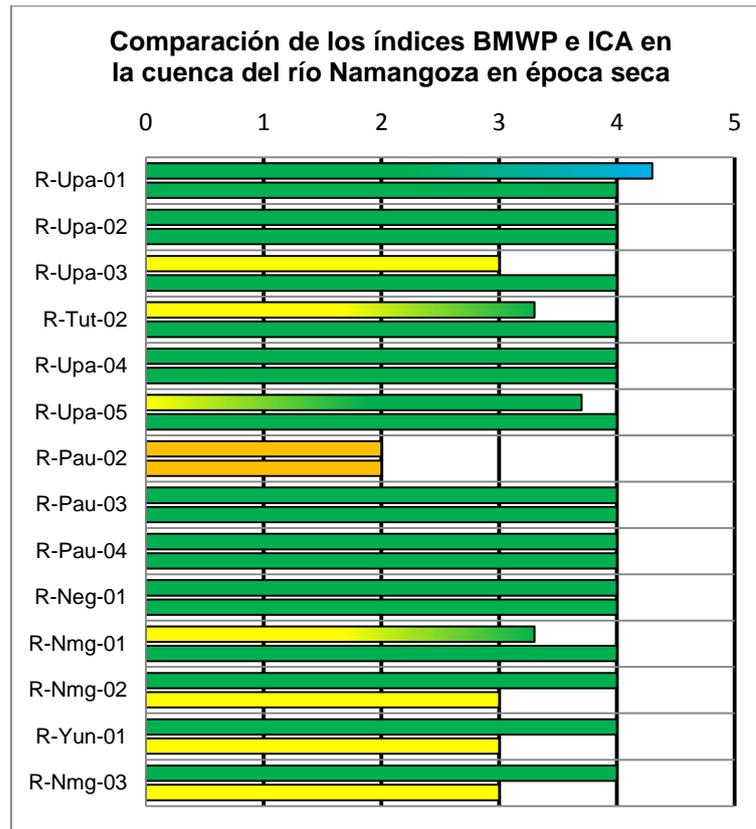


Gráfico 5.1- 54: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Namangoza en época seca.

Fuente: Córdova, G. Vázquez, P. Fecha: Enero de 2015.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Intercuenca del río Santiago

En la intercuenca del río Santiago se puede observar que en las dos épocas analizadas, el índice ICA se encuentra en su mayoría en la categoría Media (III), sin embargo los valores numéricos indican estar muy próximos al límite que establece la metodología del índice y el cual divide a las categorías Media (III) y Buena (IV), Asemejándose al índice BMWP que en su mayoría se mantiene en categoría Aceptable (IV). (Gráfico 5.1- 55).

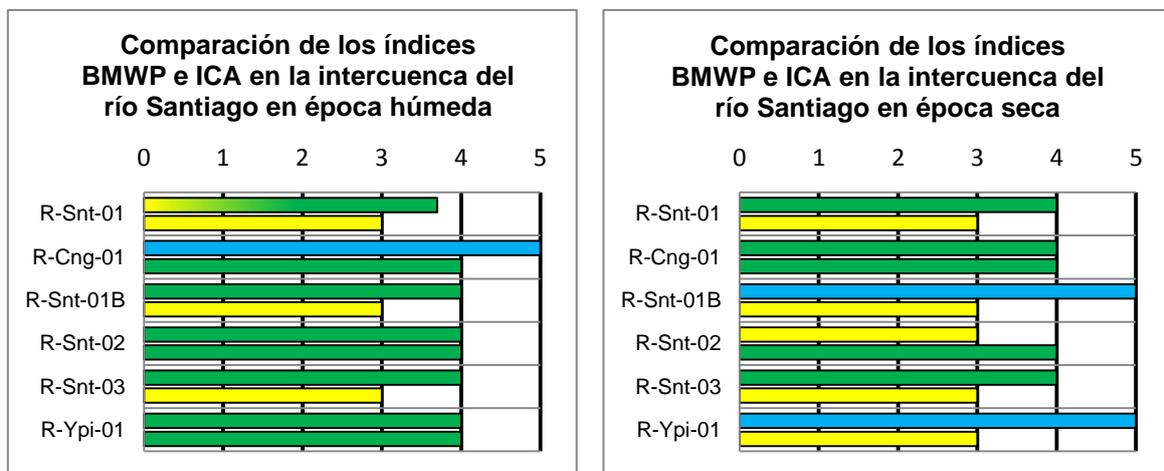


Gráfico 5.1- 55: Comparación de los resultados del análisis de calidad superficial del agua entre el índice BMWP y el ICA en la cuenca del río Namangoza en época húmeda y seca.

Fuente: Córdova, G. Vázquez, P. Fecha: Enero de 2015. Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.2.4 Ecosistemas naturales en la cuenca del río Santiago (Área de Aporte hidrológico)

Se define como **ecosistema natural** a la unidad básica de análisis ecológico en el que se interrelacionan factores bióticos y abióticos a fin de generar bienes y servicios ambientales, de los cuales el hombre se beneficia para alcanzar su bienestar y confort.

El PHS depende fundamentalmente de los servicios ambientales que los ecosistemas naturales de la cuenca hidrográfica del río Santiago ofrecen a fin de generar la energía hidroeléctrica proyectada. Estos servicios ambientales están relacionados con la capacidad de producción hídrica de los ecosistemas presentes en la cuenca, y por tanto, la sustentabilidad del proyecto dependerá del que se mantengan dichos ecosistemas en sus condiciones actuales o mejoradas.

En base a la clasificación propuesta por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, en su “Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental”, en la cuenca del río Santiago (Área de estudio 3), se identifican 30 ecosistemas naturales, cuyo detalle se registra en la Tabla 5.1- 127 y Mapa AEE-002 Área 3: Ecosistemas naturales.

Tabla 5.1- 127: Ecosistemas naturales de la cuenca del río Santiago (Área de estudio 3), según la clasificación del Ministerio del Ambiente del Ecuador “Sistemas de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental”.

ECOSISTEMA	Área ha	%
Arbustal siempreverde montano alto del Páramo del sur	210,51	0,01
Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	4.151,31	0,17
Arbustal siempreverde montano del sur de los Andes	836,65	0,03
Arbustal siempreverde ripario de la Cordillera Oriental de los Andes	1.691,70	0,07
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	36.080,00	1,51
Arbustal siempreverde y Herbazal montano de la cordillera del Cóndor	15.080,00	0,63
Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza	1.882,78	0,08
Bosque siempreverde del Páramo	6,48	0,00
Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes	12.180,00	0,51
Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor	2.785,89	0,12
Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	105.500,00	4,41
Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	206.800,00	8,65
Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	136.800,00	5,72
Bosque siempreverde montano bajo sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	38.310,00	1,60
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	3.718,09	0,16
Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	65.520,00	2,74
Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor	2.017,71	0,08
Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	307.400,00	12,85
Bosque siempreverde montano sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor	23.760,00	0,99
Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	324.600,00	13,57
Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	231.500,00	9,68
Bosque siempreverde piemontano sobre afloramientos de roca caliza de las Cordilleras Amazónicas	15.980,00	0,67
Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	14.450,00	0,60

ECOSISTEMA	Área_ha	%
Bosque siempreverde sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor en la baja Amazonía ecuatoriana	1.247,67	0,05
Herbazal del Páramo	260.700,00	10,90
Herbazal inundable del Páramo	765,60	0,03
Herbazal lacustre montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	1.635,27	0,07
Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	3.812,94	0,16
Cuerpo de agua natural	18.350,00	0,77
Intervención	540.000,00	22,58
Sin información	1.334,95	0,06
Otras áreas	6.359,70	0,27
Nieve	5.577,51	0,23
Afloramiento rocoso	11,46	0,00
Bancos de Arena	529,33	0,02

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. Fecha: Agosto del 2014.

Se observa que las áreas denominadas de “intervención, otras áreas y sin información” ocupan 553.812,95 ha, que corresponden al 23,16 % del área total de la cuenca del río Santiago, lo que indica que en el Área de estudio 3, el 76,84 % de su superficies está ocupado por ecosistemas naturales, de los cuales el 0,77 % (18.350,00 ha.) incluye a los ecosistemas acuáticos divididos en ecosistemas lénticos y lóticos (cabe señalar que la clasificación del Ministerio del Ambiente del Ecuador no considera esta división dentro del ecosistema “Agua”). El 76,08 % del área de la cuenca incluye a ecosistemas terrestres con una superficie de 1’819.422,60 ha (Gráfico 5.1- 56).

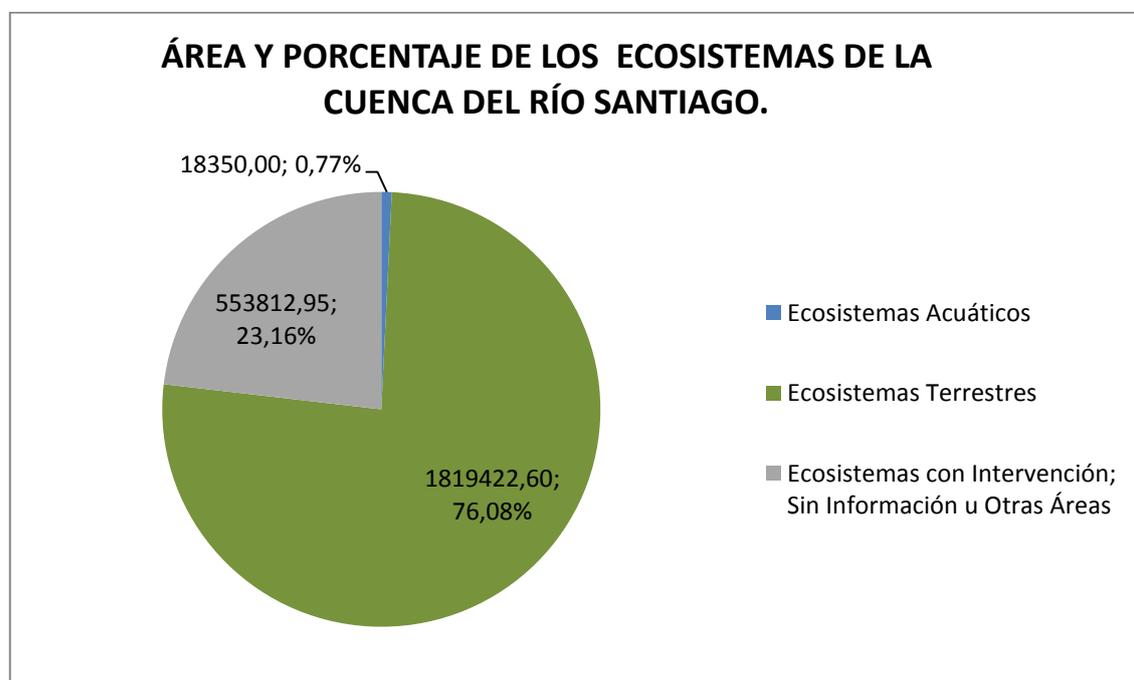


Gráfico 5.1- 56: Área (ha) y porcentaje de los ecosistemas que se encuentran en el Área de estudio 3.

Fecha: Agosto del 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Los ecosistemas naturales que se analizan en el área de aporte hidrológico del PHS y que están relacionados con la producción hídrica y generación hidroeléctrica son:

- Ecosistemas terrestres; y,
- Ecosistemas acuáticos.

5.1.2.4.1 Ecosistemas terrestres

Los ecosistemas terrestres son aquellos en los que la flora y fauna se desarrollan en el suelo o subsuelo, dependen de la humedad, temperatura, altitud y latitud, de tal manera que los ecosistemas biológicamente más ricos y diversos se encuentra a mayor humedad, mayor temperatura, menor altitud y menor latitud.

De acuerdo a la identificación de ecosistemas naturales en el Área de estudio 3 y que se registra en la Tabla 5.1- 127, 29 ecosistemas corresponden a los ecosistemas naturales terrestres y se los puede agrupar en tres grandes grupos según la fisonomía, así: ecosistemas de Bosque, de Arbustal y de Herbazal.

De ellos, el de mayor superficie en el Área 3, corresponde a los ecosistemas de Bosque con 1'494.458,62 ha que representan al 82,14% del total. El bosque es una formación dominada por elementos arbóreos caracterizados por poseer un tronco lignificado y ramificado que forma una corona bien definida, el dosel mínimo es de 5 m de altura y puede alcanzar sobre los 35 m de altura, presenta estratificación vertical por efecto de la luz.

Los ecosistemas de Herbazal ocupan una superficie de 266.913,81 ha que corresponde al 14,67% del área total. Estos se definen como formaciones vegetales conformadas por especies de plantas no lignificadas, sin ramificación y sin tronco definido, cuyas hojas pueden ser anuales o perennifolias.

Por último, se tiene a los ecosistemas de Arbustales con 58.050,17 ha que equivalen al 3,19 % del total del Área 3. Estos ecosistemas son formaciones vegetales dominadas por especies de plantas leñosas generalmente ramificadas desde la base de un tronco que en este caso es una estructura no muy bien definida, la altura de los individuos, es generalmente menor a 5 m. (Gráfico 5.1- 57).

La caracterización de los 28 ecosistemas terrestres se la describe en detalle en el Apéndice 3.2.8 Ecosistemas Terrestres.



Gráfico 5.1- 57: Área (ha.) y porcentaje de los ecosistemas terrestres que se encuentran en el Área de estudio 3.

Fecha: Agosto del 2014.

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Si bien el principal recurso natural que se utiliza en el proyecto es el agua, los ecosistemas naturales terrestres no son menos importantes, sobre todo por los servicios ambientales que brindan estos para la regulación y disponibilidad hídrica, mitigan los efectos de sequías e inundaciones, protegen a los cauces de los ríos y los arroyos de la erosión, contribuyen a la estabilidad del clima, purifican el agua y mantienen la biodiversidad necesaria para el buen funcionamiento de los ecosistemas mismos. Por lo tanto, es necesario brindar protección a estos ecosistemas para preservar la materia prima de los proyectos hidroeléctricos “el agua”.

5.1.2.4.2 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos tienen por biotipo algún cuerpo de agua, pueden ser ecosistemas marinos o de agua dulce. Ya que el PHS se desarrolla en área continental del Ecuador, el presente análisis se enfoca únicamente en los ecosistemas de agua dulce. Forman parte de éstos las corrientes superficiales de agua dulce de régimen natural (lóticos), representadas por los ríos y esteros continentales, además de los ecosistemas lénticos como son lagunas y humedales. Dentro del Área 3 del proyecto, los ecosistemas acuáticos ocupan el 0,77 % del territorio, que abarcan 18.350,00 ha.

Al interior del área de aporte hidrológico, los cuerpos de agua superficiales pertenecen a los subsistemas hídricos de los ríos Zamora y Namangoza y sus respectivos aportantes, que fluyen sus aguas al río Santiago. Cabe indicar que la generalidad de los cuerpos hídricos son intervenidos por actividades contaminantes determinados por el desalojo de efluentes residuales urbanos, minería artesanal y explotación de material pétreo.

Estos sistemas hídricos comprenden aguas corrientes de tipo permanente, con agua durante todo el año. Los bienes y servicios que aportan estos subsistemas naturales y que pueden ser afectados son:

. En términos económicos:

Como subsistencia para la población, ya sea por su papel de aportar, sostener y ofrecer pesca local así como de constituirse en vías de comunicación.

. En términos biológicos:

Constituyen refugios y hábitats de la fauna acuática; por tanto, en este subsistema es importante la disponibilidad de nutrientes y alimentos para la fauna acuática y ribereña.

La distribución espacial de los ecosistemas acuáticos en el área de estudio se visualiza en el Mapa AEE-002 Área 3: Ecosistemas naturales.

5.1.2.4.3 Bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales en la cuenca del río Santiago (Área de estudio 3)

Los ecosistemas naturales proveen bienes y servicios ambientales, todos ellos vitales para el desarrollo de las poblaciones. Así se tiene; **1) servicios de aprovisionamiento** de los bienes en sí, como alimentos, agua, madera y fibras; **2) servicios de regulación** del clima y las precipitaciones, del agua, de los residuos y de la propagación de enfermedades; **3) servicios culturales**, que proporcionan la belleza, la inspiración y los valores recreativos que contribuyen al bienestar espiritual; y, **4) servicios esenciales**, como la formación del suelo, la fotosíntesis y el ciclo de los nutrientes, que son el sustento del crecimiento y la producción. (Comisión Europea de Medio Ambiente, 2009).

Tabla 5.1- 128: Bienes y servicios ambientales generales de los ecosistemas naturales

FUNCIONES DE REGULACIÓN	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de bienes y servicios
1. Regulación atmosférica	Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ₂ /O ₂ , capa de ozono, etc.)	Protección del ozono frente a los rayos UVA y prevención de enfermedades. Mantenimiento de la calidad del aire. Influencia en el clima.
2. Regulación climática	Influencia sobre el clima ejercida por coberturas de suelo y procesos biológicos (ej. producción dimetilsulfato)	Mantenimiento de un clima adecuado (temperatura, precipitaciones) para la salud, la agricultura, etc.
3. Amortiguación de perturbaciones	Influencia de las estructuras ecológicas en la amortiguación de perturbaciones naturales.	Protección frente a tormentas (ej. arrecifes de coral) o inundaciones (ej. bosques y marismas).
4. Regulación hídrica	Papel de la cobertura del suelo en la regulación de la escorrentía mediante las cuencas de drenaje.	Drenaje e irrigación natural.
5. Disponibilidad hídrica	Percolación, filtrado y retención de agua dulce (ej. acuíferos)	Disponibilidad de agua para consumo (bebida, riego, industria).
6. Sujeción del suelo	Papel de raíces y fauna edáfica en la retención de suelo.	Mantenimiento de zonas roturadas. Prevención de la erosión. Control del balance sedimentario.
7. Formación del suelo	Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica.	Mantenimiento de la productividad natural de los suelos.
8. Regulación de nutrientes	Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes (ej. N, P y S).	Mantenimiento de la salud del suelo y de los ecosistemas productivos.
9. Procesado de residuos	Papel de la vegetación y la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos.	Detoxificación y control de la contaminación. Filtrado de aerosoles (calidad del aire). Atenuación de la contaminación acústica.
10. Polinización	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales.	Polinización de especies silvestres. Polinización de cultivos y plantaciones.
11. Control biológico	Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas.	Control de plagas, enfermedades. Reducción de la herbivoría (control de daños a cultivos).

FUNCIONES DE HÁBITAT	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de bienes y servicios
12. Función de refugio	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestres.	Mantenimiento de la biodiversidad (y por tanto de la base de la mayoría de funciones).
13. Criadero	Hábitats adecuados para la reproducción.	Mantenimiento de especies de explotación comercial.

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de bienes y servicios
14. Comida	Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles	Caza, recolección, pesca. Acuicultura y agricultura.
15. Materias primas	Conversión de energía solar en biomasa para la construcción y otros usos.	Material para construcciones y manufacturas. Combustibles y energía. Piensos y fertilizantes naturales.
16. Recursos genéticos	Material genético y evolución en animales y plantas silvestres.	Mejora de los cultivos frente a plagas y agentes patógenos. Otras aplicaciones (ej. salud).
17. Recursos medicinales	Sustancias bio-geoquímicas.	Medicinas y otras drogas. Modelo y herramientas químicas.
18. Elementos decorativos	Especies y ecosistemas con usos decorativos potenciales.	Materias para artesanía, joyería, adoración, decoración, pieles, etc.

FUNCIONES DE INFORMACIÓN	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de bienes y servicios
19. Información estética	Oportunidades para el desarrollo cognitivo, características estéticas de los paisajes.	Disfrute paisajístico.
20. Función recreativa	Variedad de paisajes con uso recreativo potencial.	Ecoturismo.
21. Información artística y cultural	Variedad de características naturales con valor artístico.	Expresión de la naturaleza en libros, películas, folclore, arquitectura, ...
22. Información histórica	Variedad de características naturales con valor histórico y espiritual.	Uso de la naturaleza con fines históricos o culturales (herencia cultural y memoria acumulada en los ecosistemas).
23. Ciencia y educación	Variedad de características naturales con valor científico y educativo.	Naturaleza como lugar para la educación ambiental. Usos con fines científicos.

FUNCIONES DE SUSTRATO	Componentes y procesos de los ecosistemas	Ejemplos de bienes y servicios
24. Vivienda	Provisión de un sustrato adecuado para el desarrollo de actividades e infraestructuras humanas. Dependiendo del uso específico del suelo se requerirán distintas cualidades ambientales (p. ej. estabilidad del suelo, fertilidad, clima, etc.)	Espacio para vivir (pequeños asentamientos, ciudades, etc.)
25. Agricultura		Comida y materias primas de cultivos agrícolas y acuícolas
26. Conversión energética		Energías renovables (eólica, solar, hidráulica,...)
27. Minería		Minerales, petróleo, metales preciosos.
28. Vertedero		Vertedero de residuos sólidos.
29. Transporte		Transporte por agua y tierra.
30. Facilidades turísticas		Actividades turísticas (turismo de playa, deporte al aire libre, etc.)

Fuente: Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Fecha: Agosto del 2014.
Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

En la Tabla 5.1- 129 se observa la relación directa que tienen los ecosistemas naturales con la futura operatividad del Proyecto Hidroeléctrico Santiago, ya que la materia prima del que este se sirve es un servicio ambiental, el agua, para la producción energética que depende de los servicios de regulación que proporciona los ecosistemas, entre ellos, la regulación climática, amortiguación de perturbaciones, regulación hídrica, disponibilidad hídrica y sujeción del suelo.

Tabla 5.1- 129: Bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales cuenca del río Santiago

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	ECOSISTEMAS TERRESTRES			ECOSISTEMAS ACUATICOS
	Herbazal	Arbustal	Bosque	Acuáticos
BIENES Y SERVICIOS NATURALES				
Agua potable	X	X	X	X
Agua industrial	X	X	X	X
Agua para riego	X	X	X	X
Madera		X	X	
Leña		X	X	
Materiales de madera para construcción (postes, vigas, etc.)		X	X	
Fibras vegetales (silvestre)	X	X	X	
Plantas comestibles (silvestres)	X	X	X	
Plantas medicinales (silvestre)	X	X	X	
Plantas ornamentales (silvestre)	X	X	X	

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	ECOSISTEMAS TERRESTRES			ECOSISTEMAS ACUATICOS
	Herbazal	Arbustal	Bosque	Acuáticos
Elementos para ganado (forraje natural)	X	X		
Elementos para fauna terrestre	X	X	X	
Elementos para fauna acuática				X
Alimento animal para consumo humano (pescado, aves, etc.)	X	X	X	X
Sustancias químicas de plantas (tinturas, colorantes, ceras, gomas taninos, drogas, etc.)	X	X	X	
Materiales para trabajos de artesanía (rocas, maderas, fibras para cestas, etc.)		X	X	
Materiales de construcción (arena, grava, rocas, etc.)				X
Otros materiales vegetales (semillas, vainas)	X	X	X	
Fauna para investigaciones médicas	X	X	X	X
OPERACIONES DE ECOSISTEMAS: MANTENIMIENTO, ADAPTACION Y EVOLUCION				
Almacenaje de nutrientes	X	X	X	X
Reciclaje de nutrientes	X	X	X	X
Distribución de nutrientes	X	X	X	X
Almacenaje de agua	X			X
Respiración por fotosíntesis	X	X	X	X
Adaptación	X	X	X	X
Autorregulación	X	X	X	X
Hábitat para fauna silvestre, terrestre, aérea y acuática, insectos y otras formas de vida (alimentación, sitios para cría, viveros, resguardo, etc.)	X	X	X	X
Criadero fauna acuática				X
Área de descanso de fauna silvestre	X	X	X	X
Banco genético (vegetación)	X	X	X	
Regulación de ecosistemas por fauna	X	X	X	X
Regulación de ecosistema por flora	X	X	X	
BIENES Y SERVICIOS NO TANGIBLES				
Turismo escénico	X	X	X	X
Turismo recreativo	X	X	X	X
Turismo científico	X	X	X	X
Turismo de pesca				X
Turismo de caza	X	X	X	
Valores históricos	X	X	X	X
Valores culturales	X	X	X	X
Valores espirituales	X	X	X	X
Valores científicos	X	X	X	X
Modificación de la humedad	X	X	X	X
Modificación de la temperatura	X	X	X	X
Protección de culturas y costumbres indígenas			X	
Rompevientos		X	X	
Sombra		X	X	
Uso recreacional para agua (nadar, navegar en bote y otras clases de deportes acuáticos)				X
Uso recreacional de la tierra (caminar,	X	X	X	

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	ECOSISTEMAS TERRESTRES			ECOSISTEMAS ACUATICOS
	Herbazal	Arbustal	Bosque	Acuáticos
trepar montes, etc.)				
Uso recreacional con animales (caza deportiva y pesca, colección de insectos)	X	X	X	X
Uso recreacional del ecosistema (vistas a puntos de interés, turismo, etc.)	X	X	X	X
SERVICIOS ECONÓMICOS				
Energía hidroeléctrica	X	X	X	X
Dilución de contaminantes				X
Control de inundaciones	X	X	X	
Control de erosión	X	X	X	
Recarga de agua subterránea	X			
Transporte fluvial				X
Descomposición de contaminantes (oxidación, evaporación, dilución)				X
Transporte de contaminantes (viento, agua, consumo animal, aire y dilución de contaminantes en la cuenca)				X
Control de sedimentos	X	X	X	
Almacenamiento de desperdicios y contaminantes				X
Control y protección del clima	X	X	X	X

Fuente y elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.3 Diagnóstico ambiental

La información proporcionada en los estudios de caracterización ambiental, anteriormente detallada, permite obtener un diagnóstico actualizado sobre la situación socio ambiental en el área de aporte hídrico del PHS, es decir, la cuenca del río Santiago; el mismo que incluye una visión sobre la problemática en el uso y manejo del espacio territorial, las causas y efectos de ella, elementos que constituyen la base para la propuesta de intervenciones de manejo territorial tendiente a buscar soluciones ante los conflictos y problemas socio-ambientales que pueden incidir negativamente en la sustentabilidad del proyecto hidroeléctrico.

Se analizan por tanto los aspectos ambientales que tienen relación con el actual manejo de la cuenca hidrográfica frente a los objetivos del PHS en relación a dos aspectos:

- La problemática socio-ambiental en los ecosistemas naturales en el área de aporte hidrológico (cuenca del río Santiago); y,
- Problemática en las áreas bajo régimen de manejo especial en el área de aporte hidrológico (cuenca del río Santiago).

5.1.3.1 Problemática socio ambiental en los ecosistemas naturales en el área de aporte hidrológico (cuenca del río Santiago)

Se entiende como **problemática socio-ambiental**, las situaciones adversas ocasionadas por actividades, procesos o comportamientos humanos, económicos, sociales, culturales

y/o políticos, que trastornan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad.

El inadecuado uso de los recursos naturales -renovables y no renovables- en actividades de naturaleza industrial, minera, agropecuaria y doméstica impactan al ambiente produciendo efectos ecológicos sobre los ecosistemas naturales y el hombre y su dimensión socio-cultural.

Los efectos más graves y dañinos ocasionados por los seres humanos en los ecosistemas naturales están dados por la contaminación del aire, agua, suelo, la destrucción de la flora y fauna y la alteración del clima y régimen hidrológico y la degradación del paisaje.

Bajo esta consideración se analizan los siguientes aspectos de problemática socio-ambiental relacionados con el emplazamiento y futura operación del proyecto PHS:

- Presiones sobre los ecosistemas naturales terrestres
- Análisis sobre los ecosistemas naturales y la actividad antrópica relacionada con la generación hidroeléctrica
- Contaminación de los ecosistemas acuáticos

5.1.3.1.1 Presiones sobre los ecosistemas naturales terrestres

Fuentes de presión y conflictos socio-ambientales en los ecosistemas de la cuenca hidrográfica

Superficie de la cuenca y distribución político-administrativa

La República de Ecuador tiene una superficie de 283.560 km²; el área de aporte hidrológico del PHS o Área de estudio 3 representa el 8,4 % del total del país con 23.812,20 km² y la integran las provincias de Morona Santiago (44,7 %), Zamora Chinchipe (31,06 %), Azuay (15,31 %), Cañar (3,73 %), Loja (2,64 %) y Chimborazo (2,51 %).

El área de aporte hidrológico comprende 39 cantones. Se han excluido del análisis sobre las presiones antrópicas a 11 cantones, los cuales poseen superficies inferiores al 3 % con respecto al total del área: Girón, Nabón, San Fernando, Santa Isabel, Oña, Cañar, Guamote, Catamayo, Saraguro, Pablo Sexto y Palanda. En términos de gobernabilidad y gestión futura del área de aporte hidrológico, los gobiernos descentralizados autónomos cuya superficie territorial es mínima, es poco probable que asigne presupuestos para dar viabilidad a programas, por ello para el presente análisis se excluye los 11 cantones con superficies menores al 3 % dentro del área de aporte hidrológico.

En la Tabla 5.1- 130, se registra los 28 cantones más representativos del Área de aporte hidrológico, siendo los de mayor superficie: Loja, Cuenca, Gualaquiza, Morona, Santiago, Limón Indanza, San Juan Bosco, Nangaritza, Zamora, Yacuambi y Yantzaza, los cuales concentran el 73,34 % del total del área, con una superficie de 17.464,85 km². Loja y Cuenca representan el 10,20 % y los cantones de la Amazonía concentran el 75,78 % del total del área bajo estudio.

Los cantones Guachapala, Chordeleg, El Pan, Paute, Sevilla de Oro, Gualaceo, Déleg, Biblián, Tiwintza, Logroño, Centinela del Cóndor y Paquisha registran cada uno, superficies inferiores al 3 % dentro del área.

De los 28 cantones más representativos, 22 cantones tienen más del 93 % de su superficie dentro del Área de estudio 3. Los seis cantones restantes corresponden a Cuenca, Loja, Alausí, Morona, Logroño y Tiwintza, que registran el 56,40 %, 36,05 %, 33,18 %, 51,81 %, 26,78 y el 48,76 % respectivamente. Dentro del cantón Cuenca, únicamente las parroquias de Molleturo y Paccha están fuera del Área 3; en el cantón Loja, 4 de las 14 parroquias ingresan al área: Loja, Jimbilla, San Lucas y Santiago; en el cantón Morona no ingresa la parroquia Cuchaentza; en el cantón Logroño no ingresa la parroquia Yaupi; en el cantón Tiwintza solo ingresa San José de Morona; y finalmente, en el cantón Alausí, solamente la parroquia Achupallas forma parte del presente análisis.

Tabla 5.1- 130: Área de aporte hidrológico según cantones y superficie

Provincia	Cantón	Superficie total según cantón km ²	Superficie cantonal Área 3 km ²	% con respecto al total del cantón	% de cantón dentro del Área 3
Azuay	Guachapala	40,01	40,01	100	0,24
Azuay	Chordeleg	105,23	105,23	100	0,64
Azuay	El Pan	132,63	132,63	100	0,8
Azuay	Paute	269,45	269,45	100	1,63
Azuay	Sevilla de Oro	314,97	314,97	100	1,91
Azuay	Gualaceo	349,96	349,96	100	2,12
Azuay	Sígsig	676,09	634,24	93,81	3,85
Azuay	Cuenca	3.190,01	1.801,01	56,46	10,92
Cañar	Déleg	76,05	76,05	100	0,46
Cañar	Biblián	226,81	219,48	96,77	1,33
Cañar	Azogues	612,82	600,92	98,06	3,64
Chimborazo	Alausí	1.657,97	597,72	36,05	3,62
Loja	Loja	1.894,95	628,74	33,18	3,81
Morona Santiago	Gualaquiza	2.191,41	2.185,97	99,75	13,26
Morona Santiago	Limón Indanza	1.805,92	1.805,82	99,99	7,55
Morona Santiago	Logroño	1.171,50	313,82	26,78	1,31
Morona Santiago	Morona	4.655,73	2.412,59	51,81	10,08
Morona Santiago	San Juan Bosco	1.050,42	1.045,08	99,49	6,34
Morona Santiago	Santiago	1.417,80	1.416,69	99,92	5,92
Morona Santiago	Sucúa	893,32	892,88	99,95	3,73
Morona Santiago	Tiwintza	1.172,05	571,49	48,76	2,39
Zamora Chinchipe	Centinela Cóndor	261,65	261,65	100	1,59
Zamora Chinchipe	Paquisha	339,53	337,46	99,39	2,05
Zamora Chinchipe	El Panguí	631,76	629,39	99,62	3,82
Zamora Chinchipe	Yantzaza	1.015,90	1.013,86	99,8	6,15
Zamora Chinchipe	Yacuambi	1.254,33	1.249,08	99,58	7,57
Zamora Chinchipe	Zamora	1.899,54	1.895,97	99,81	11,5
Zamora Chinchipe	Nangaritza	2.020,43	2.010,04	99,49	12,19
Todas provincias	Resto	22.659,08	92,09	0,41	0,56
Total		53.987,32	23.812,20		

Fuente: Cartografía del INEC 2012
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Presión demográfica y urbanización

Ecuador registra al año 2010 una población de 14.483.499 de habitantes; en el Área de aporte hidrológico, que incluye 28 cantones, se contabiliza para el mismo año un total de 1.082.485 habitantes, lo que representa el 7,47 % del total nacional.

Los tres cantones con mayor población son Cuenca, Loja y Azogues. El primero concentra el 45,92 % del total poblacional e incluye la población de 19 parroquias rurales, exceptuando Molleturo y Chaucha cuya población representa solamente el 1 % a nivel cantonal. El segundo cantón representa el 17,35 % de la población total del área; se incluyen 4 de las 14 parroquias, cuya población representa el 87 % del total cantonal y son: Parroquia Loja, Jimbilla, San Lucas y Santiago. El tercer cantón aglutina el 6,47 % del total de población del área de aporte hidrológico y se incluyen todas las parroquias del cantón.

Los cantones con menor población dentro del área de aporte hidrológico son El Pan, Guachapala y Paquisha representando menos del 1 % del área. En lo que respecta al cantón Alausí, solamente se integra el área la parroquia rural de Achupallas, la misma que representa el 24 % del total de la población del cantón.

Tabla 5.1- 131: Población del Área de aporte hidrológico, según cantón y área.

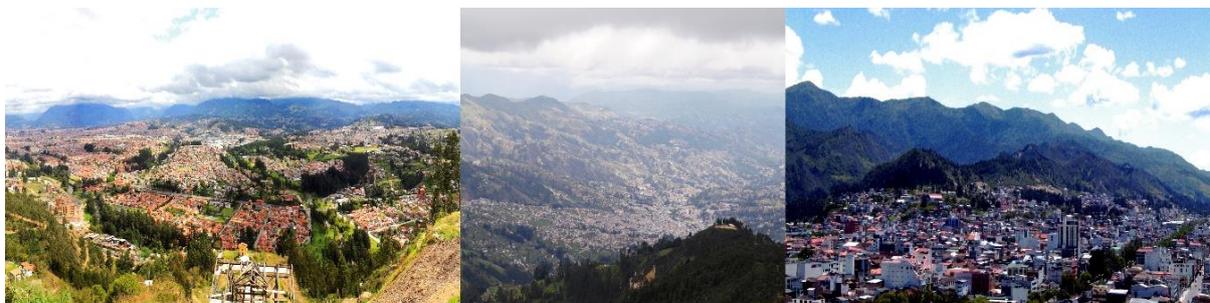
Cantón	Población Urbana	Población Rural	Población Total
Gualaceo	13.981	28.728	42.709
Paute	7.226	18.268	25.494
Chordeleg	4.209	8.368	12.577
El Pan	486	2.550	3.036
Sevilla de Oro	838	5.051	5.889
Guachapala	1.125	2.284	3.409
Cuenca	329.928	167.194	497.122
Sígsig	3.676	23.234	26.910
Azogues	33.848	36.216	70.064
Biblián	5.493	15.324	20.817
Déleg	578	5.522	6.100
Alausí	0	10.529	10.529
Loja	170.280	17.497	187.777
Gualaquiza	7.232	9.930	17.162
Limón Indanza	3.523	6.199	9.722
Logroño	1.482	2.464	3.946
Morona	18.984	9.828	28.812
San Juan Bosco	1.390	2.518	3.908
Santiago	2.277	7.018	9.295
Sucúa	7.805	10.513	18.318
Tiwintza	1.162	3.559	4.721
Zamora	12.386	13.124	25.510
Nangaritza	1.771	3.425	5.196
Yacuambi	1.325	4.510	5.835
El Pangui	3.084	5.535	8.619
Yantzaza	9.199	9.476	18.675
Centinela del Cóndor	2.233	4.246	6.479
Paquisha	1.003	2.851	3.854
Total	646.524	435.961	1.082.485

Fuente: Censo de Población y Vivienda del año 2010
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

El área de aporte hidrológico es mayoritariamente urbana, pues el 59,72 % del total de su población se asienta en dichas zonas, siendo el cantón Loja, en términos porcentuales, el que ejerce mayor presión antrópica urbana sobre la cuenca hidrográfica con el 90,68 % de su población dentro; le sigue en importancia Cuenca con más del 66,37 % de su población urbana dentro del área.

En lo que respecta al resto de cantones, la tendencia es rural, sin embargo, se debe notar que la proporción de la población es poco significativa con respecto al total; por citar un ejemplo, los cantones de Zamora Chinchipe y Morona Santiago, cuya población asciende a 170.052 habitantes en el año censal 2010, representa únicamente el 15,70 % del total de la población del aporte hidrológico.

Los cantones de la serranía ecuatoriana, Cuenca, Loja, Azogues y Gualaceo representan más de la mitad de la población del área con 797.672 habitantes, según el Censo de Población y Vivienda del año 2010.



Fotografía 5.1- 40: Cantones Cuenca, Azogues y Loja.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Cabe anotar que más de la mitad de la superficie del área de aporte hidrológico está integrada por las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe.

La presión antrópica sobre los recursos naturales guarda estrecha relación con el número de población asentada en una superficie determinada, y para ello el indicador más representativo es el de Densidad Poblacional, según el INEC, el cual se obtiene aplicando la relación: habitantes/km².

En el Ecuador, la Densidad Poblacional es de 51 km²; comparando este valor con los obtenidos en los cantones del área de aporte hidrológico, Cuenca, Loja y Azogues son los más altos, los dos primeros cantones sextuplican al valor nacional y el tercero lo duplica. Por el contrario, los cantones de las provincias de Morona Santiago y Zamora presentan tasas, en promedio, cinco veces inferiores al valor nacional, siendo los de menor densidad poblacional Nangaritza, San Juan Bosco y Yacuambi.

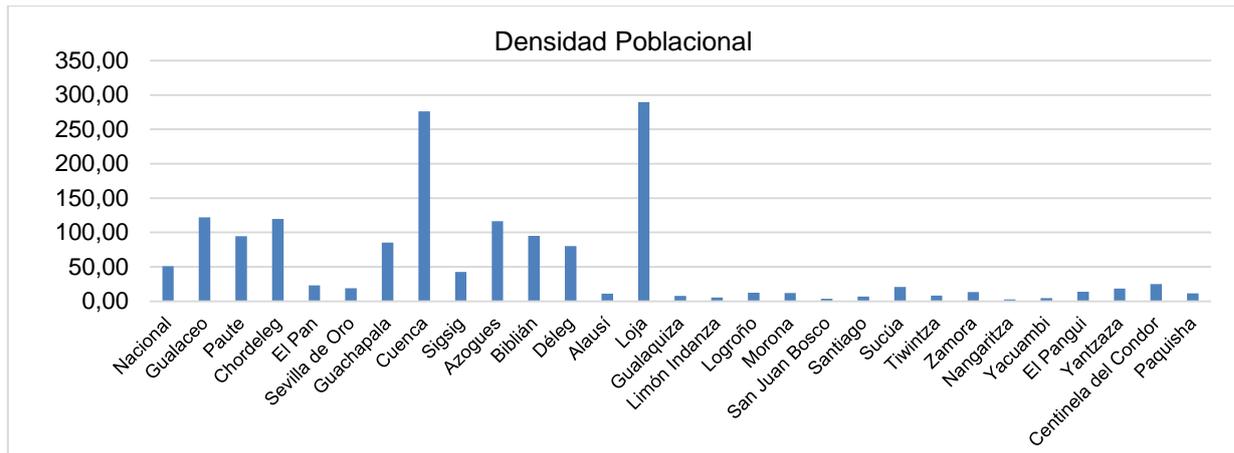


Gráfico 5.1- 58: Densidad poblacional del área de aporte hidrológico, según cantón.

Fuente: Censo de Población y Vivienda del año 2010.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

En lo que respecta la tasa de crecimiento poblacional para el período intercensal 2001 y 2010, es decir, el indicador que mide la magnitud del crecimiento de los habitantes en un periodo determinado, en este caso 10 años, se registran para los cantones de Tiwintza, Logroño, Morona, Sucúa, Cuenca, Loja, San Juan Bosco y Yantzaza tasas de crecimiento superiores a 2,00, valor similar al promedio nacional. Sobre el tema caben las siguientes puntualizaciones:

- La tasa de crecimiento intercensal del cantón Tiwintza guarda relación con su historia. En el año 2001 no existía el cantón Tiwintza. Es en el año 2002, en que la parroquia Santiago del cantón Santiago de Méndez, se convierte en cantón, uniéndose a su vez con la parroquia San José de Morona. Y es esta cantonización conjuntamente con el anexo de otra parroquia, lo que aumenta el valor de la densidad poblacional considerablemente.
- Los cantones de Cuenca y Loja, con las ciudades del mismo nombre tienen una dinámica propia de las urbes que se han consolidado como polos de atracción para las poblaciones rurales de la región y por lo tanto, registran indicadores altos de crecimiento poblacional; dicho proceso social se mantendrá con similares características en razón de su ubicación, dinámica económica y la cantidad de servicios que brindan a la población.
- Los cantones Morona y Sucúa son puntos de punto de aglomeración de servicios, convirtiéndose en polos de atracción dentro de la provincia.

Tabla 5.1- 132: Tasa de crecimiento de los cantones del área de aporte hidrológico

Cantón	Tasa
Cuenca	2,12
Gualaceo	1,13
Paute	1,09
Sígsig	0,98
Chordeleg	1,63
El Pan	-0,14

Cantón	Tasa
Guachapala	0,97
Sevilla De Oro	1,31
Azogues	0,85
Biblián	0,05
Déleg	-0,22
Loja	2,27
Gualaquiza	1,28
Limón Indanza	-0,52
Logroño	2,81
Morona	2,77
San Juan Bosco	2,46
Santiago	-0,63
Sucúa	2,66
Tiwintza	14,14
Zamora	1,75
Nangaritza	0,89
Yacuambi	1,22
Yanzatza	2,77
El Pangui	1,63
Centinela Del ...	-1,22
Paquisha	0
Alausí	0,29

Fuente: Censo de Población y Vivienda del año 2010.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

- Los cantones de Yantzaza, y San Juan Bosco, a pesar de ser poblaciones eminentemente rurales, registran tasas de crecimiento superiores al promedio nacional; dicho fenómeno se explica por el incremento en la demanda de servicios de las empresas mineras que se encuentran o se encontraban en la fase de explotación.
- El resto de cantones del área observan una dinámica expulsora hacia los polos de desarrollo, por ello las tasas de crecimiento son inferiores a 0, o inclusive negativas como es el caso del cantón El Pan, donde se infiere que se producen menores nacimientos que muertes y/o la emigración es mayor que la inmigración.

Con la finalidad de determinar un escenario posible sobre el comportamiento demográfico dentro del área de aporte hidrológico, se realizaron proyecciones de población para los 28 cantones representativos bajo la metodología de integrar indicadores de tasas intercensales demográficas, tasa de fecundidad, esperanza de vida, índice de masculinidad y tasas migratorias.

Para un horizonte de 20 años, considerando como año base 2010, en el área de aporte hidrológico habitarán en el año 2034 un total aproximado de 1.527.862 habitantes, de los cuales 918.703 (60,13 %) estarán asentados en el área urbana y 609.158 (39,87 %) personas habitarán en el área rural. En total, la población del área de aporte hidrológico

habrá incrementado en 20 años un 42,29%. Ref. Apéndice 3.3.1 Distribución de la proyección de población del Área de estudio 3.

Proyección de la Población Total del Área de Aporte Hidrológico

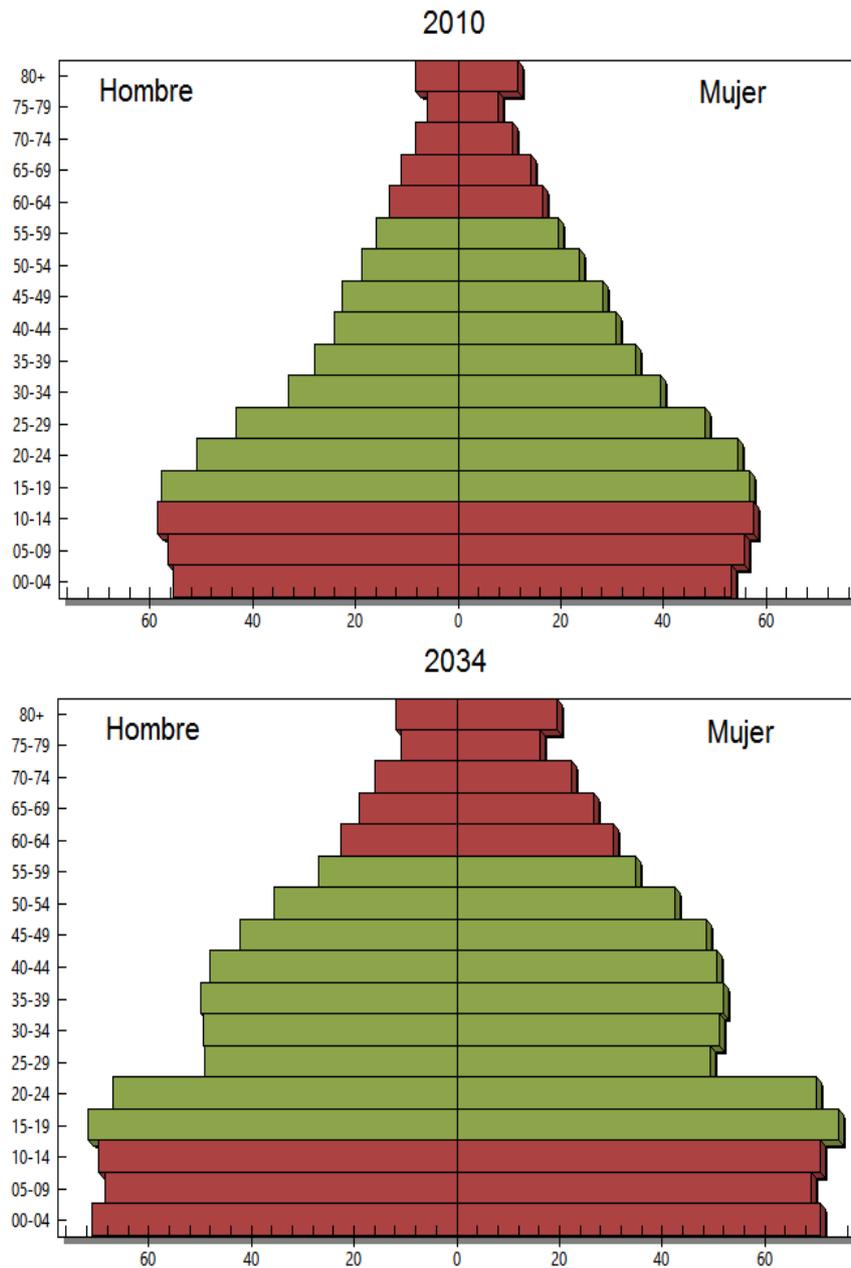


Gráfico 5.1- 59: Pirámide poblacional del área de aporte hidrológica, año Censal 2010 y proyección al año 2034.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

De acuerdo a los indicadores nacionales y los indicadores obtenidos para el área de aporte hidrológico, se concluye que la configuración del territorio ecuatoriano está caracterizada por una profunda desigualdad regional debido a la concentración de actividades y beneficios en pocas ciudades, lo que contrasta con la enorme dispersión y pobreza de la población de los cantones alejados de los polos urbanos.

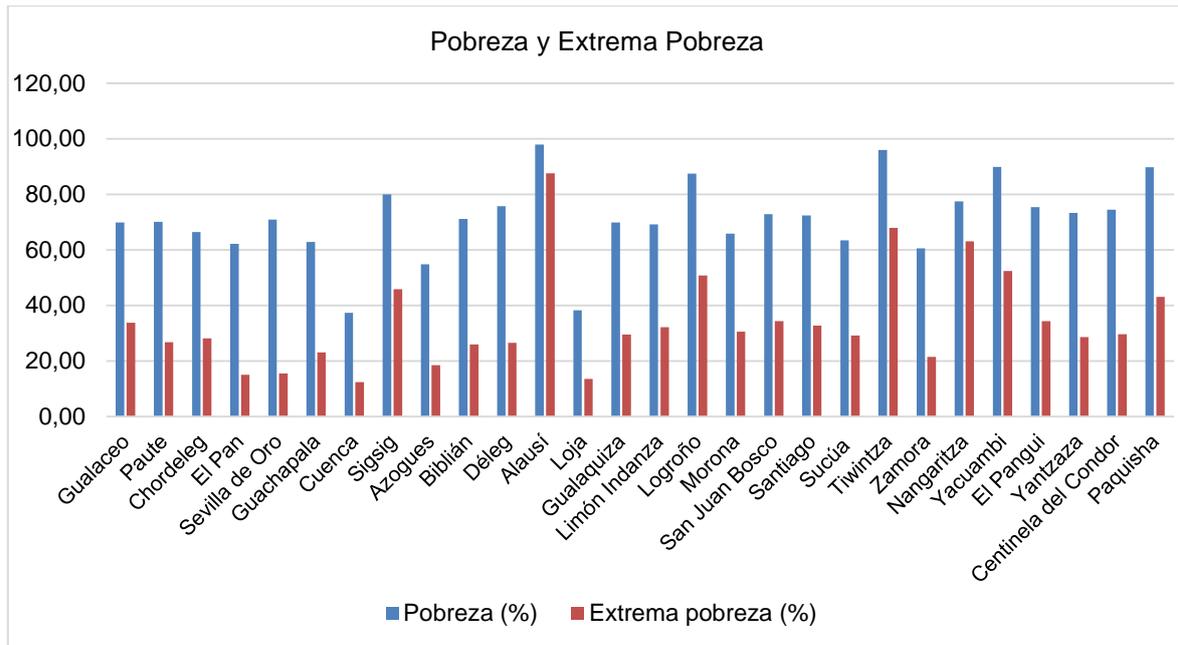


Gráfico 5.1- 60: Índices de pobreza y extrema pobreza de los cantones del área de aporte hidrológico.

Fuente: Censo de Población y Vivienda del año 2010.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

En el Gráfico 5.1- 60, se observa que en Cuenca, Loja y Azogues se registran los indicadores de pobreza más bajos de toda el área de aporte con el 37,30 %, 38,30 % y 54,80 % respectivamente. Por el contrario, Paquisha, Yacuambi Tiwintza, y Alausí tienen los más altos indicadores de pobreza con 89,70 %, 89,90 %, 95,90 % y 97,90 %. De toda el área, las provincias orientales de Morona Santiago y Zamora Chinchipe registran indicadores más altos de pobreza en comparación con las provincias de Azuay y Loja.

En conclusión, el área de aporte hidrológico registra la misma dinámica nacional en las relaciones de territorio y población: proceso urbanizador agudo que acarrea pobreza y exclusión, alta presión sobre el suelo lo que ocasiona alteraciones y desorganización territorial, ampliación de la frontera agrícola hacia ecosistemas naturales frágiles, intervenciones antrópicas degradativas como talas, quemas, pastoreo y sobrepastoreo, presión sobre flora y fauna.

En el siguiente apartado, se procede a la descripción de las principales presiones antrópicas identificadas en el Área de aporte hidrológico y la identificación de los sectores con mayores problemas socio-ambientales:

- Crecimiento territorial desorganizado
- Tala de bosques y deforestación
- Incendios forestales

Crecimiento territorial desorganizado

En las ciudades como Loja, Cuenca, Azogues, Gualaceo, por citar ejemplos, se ha incrementado paulatinamente la cantidad de viviendas dispersas en las áreas peri-urbanas

o de influencia, ello genera demanda de obras de infraestructura y saneamiento ambiental, lo que requiere inversiones fiscales, generalmente escasas y transformación del suelo agrícola y forestal. Sobre esta situación se citan los siguientes casos:

- Asentamientos humanos en las periferias de Chordeleg, Gualaceo, Sígsig, Paute, Biblián y Cañar que no tienen un área delimitada en el territorio; van desde localidades compuestas por una familia, hasta poblados más grandes con equipamientos definidos, sin acceso directo a una vía y que se conectan por caminos de tercer orden o senderos. Las parcelaciones son extensas, por falta de normativas del uso del suelo, los habitantes emplazan sus viviendas junto a la vía, sin tomar en consideración las características topográficas del terreno y su entorno, ello genera edificaciones, muchas de ellas deshabitadas, no planificadas y poco amigables desde el punto de vista paisajístico con el entorno.



Fotografía 5.1- 41: Asentamientos habitacionales en Tarqui.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.



Fotografía 5.1- 42: Asentamientos dispersos en el área de influencia del cantón Azogues.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

- Emplazamiento de pequeños conjuntos habitacionales con carácter recreativo o vacacional para atender las demandas de familias originalmente residentes de las ciudades. Por citar los casos más representativos se encuentran las zonas de Sigsipamba y Jacarín en el cantón Déleg, las comunidades de Pampa Vintimilla y Chuquipata en Azogues y la comunidad de Sageo en Biblián. Este tipo de emplazamientos modifican notablemente la estructura territorial pre-existente.
- Se presentan conflictos relacionados con el uso del suelo en la parroquia Achupallas, cantón Alausí, debido a que se han emplazado asentamientos humanos con una accesibilidad limitada, localizados en el Parque Sangay, con construcciones que resultan agresivas no sólo en el ámbito visual, sino ambiental.

Tala de bosques y deforestación

Los cantones que se encuentran en la zona amazónica, entre los que se pueden citar a Nangaritza, Yacuambi, Paquisha, Centinela del Cóndor, Yantzaza, Zamora y Gualaquiza, registran alta presión antrópica sobre el recurso bosque. A continuación se citan los territorios más representativos de la problemática:

- En el cantón Centinela del Cóndor, las zonas que presentan este tipo de explotación, son aquellas que se caracterizan por tener zonas con bosque primario o zonas boscosas, como en los barrios y alrededores de Panguintza, San Miguel de La Hueca, San Francisco, San Juan, Santa Bárbara, San Pablo Alto, Nuevo Macara y Nanguipa Alto (Gobierno Autónomo Descentralizado de Centinela del Cóndor, 2010).
- En el cantón Nangaritza, durante el periodo de 1996 - 2001, se ha registrado una deforestación del 2 %, estas acciones antrópicas han provocado cambios en el régimen hídrico, erosión y la pérdida de biodiversidad (Gobierno Autónomo Descentralizado de Nangaritza, 2011).
- En Yantzaza, se afirma que “la explotación maderera es uno de los problemas más complejos de abordar”. Se estima que más del 50% de la madera que se explota en la provincia es proveniente del corte ilegal. Se calcula que el 70 % de la madera que sale de la cuenca del Nangaritza no tiene ningún tipo de permiso de explotación (Gobierno Autónomo Descentralizado de Yantzaza, 2012).
- En el cantón Zamora, las microcuencas con mayor intervención antrópica y por lo tanto, las más degradadas por la deforestación y extracción de madera son las de Pachicutza, Chuchumbleta, y Cayamatza (Gobierno Autónomo Descentralizado de Zamora, 2012).
- En el cantón de Loja, durante el periodo 1900 al 2000 se deforestaron 6.736,90 hectáreas representando el 3,55 % de la superficie total del cantón. A partir del año 2000 al 2008 se evidencia que la deforestación se acentúa en Jimbilla y San Lucas, entre otras, con 7.183,26 hectáreas que representa el 90,26 % de la deforestación frente a 771,33 hectáreas de los años anteriores que representa el 9,69 %. Se puede observar que a partir del año 2000 se incrementa la deforestación debido a la extracción maderera con fines de comercialización, este problema se acentúa en la parroquia Chuquiribamba (Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja, 2011).
- Según el Plan Maestro de la cuenca del Paute, elaborado por el CG Paute en el año 2009, se ha determinado que la tasa de deforestación es del 3,20 % anual.

- En la ciudad de Cuenca y Azogues, mediante entrevistas aplicadas en mayo de 2014 a informantes calificados de los aserraderos por el equipo consultor, se han identificado cuatro aserraderos grandes, con una capacidad de producción de tablones de 100 m³ al mes cada uno. Dos aserraderos manifestaron que la madera proviene de la Amazonía, concretamente del cantón Méndez y sus vecinos. Las principales especies maderables que se comercializan en estas ciudades son: seique, copal, canela, colorado, manzano y laurel.
- Dentro del cantón Limón Indanza, se han talado bosques principalmente para convertirlos en pastizales. Al producirse este hecho, el suelo es susceptible a procesos de compactación y escurrimiento superficial, propiciando el incremento de la escorrentía superficial y por tanto la erosión de materiales (Gobierno Autónomo Descentralizado de Limón, 2012).
- En el cantón Tiwintza, se han intervenido sus recursos forestales principalmente para la imposición de los suelos a pastos y cultivos. Adicionalmente, este cantón no es excepción de la práctica de quema indiscriminada de bosques para su posterior uso en agricultura (Gobierno Autónomo Descentralizado de Tiwintza, 2011).
- En el cantón Santiago de Méndez, se ha intervenido explotando sus recursos forestales en un 71 % de manera indiscriminada, principalmente para su comercio y posterior uso del suelo en pastos y cultivos (Gobierno Autónomo Descentralizado de Santiago, 2011).

Incendios forestales

La mayoría de los incendios forestales son causados por descuidos o por la acción intencionada de los seres humanos. En los últimos años las provincias de Azuay, Cañar y Loja, es decir, 3 de las 5 provincias que forman parte del área de aporte hidrológico fueron afectadas por este problema socio-ambiental, según reportes de la Secretaría de Gestión de Riesgos. En el año 2012 se registraron en el país 3.173 incendios forestales, siendo Pichincha, Imbabura, Cañar, Loja y Azuay las provincias que se ubicaron entre los primeros cinco lugares de mayores desastres de incendios forestales.

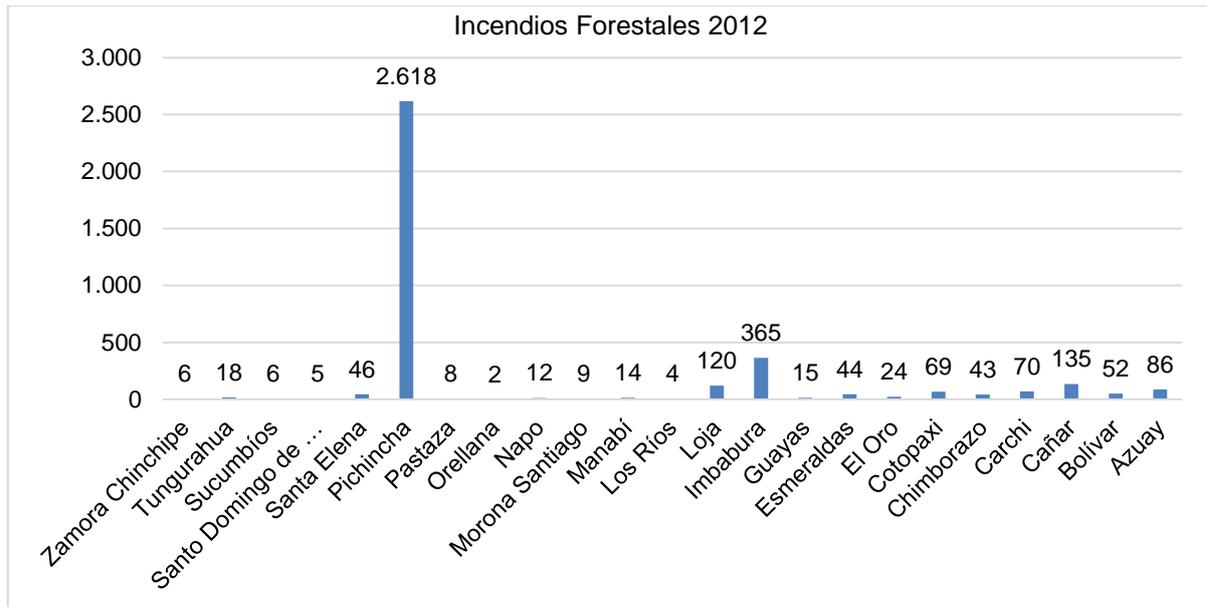


Gráfico 5.1- 61: Número de incendios forestales registrados por provincias en el Ecuador, año 2012.

Secretaría de Gestión de Riesgos.

Fuente: Secretaria de Gestión de Riesgos.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Para efectos de corroborar los indicadores de la Secretaría de Gestión de Riesgos, se presenta a continuación los siguientes aspectos por cantón extraídos de los Planes de Ordenamiento Territorial de los 22 cantones seleccionados:

- En la provincia de Loja, en los últimos 10 años, en la Hoya de Loja han sido reportados no menos de 100 incendios, algunos pequeños, otros de gran magnitud y en la mayoría de los casos el reporte inicial considera la negligencia en el uso del fuego para actividades agrícolas como la principal causa para que ocurran estos percances.
- En la provincia del Azuay, solamente en el año 2012 se perdieron más de 2.419 hectáreas por incendios forestales; en el cantón Cuenca, en las parroquias de Tarqui, El Valle, Nulti y en las inmediaciones de la entrada al Tablón, sobre la autopista Cuenca – Azogues; en el cantón Gualaceo, en el sector Bulzhun; y en el cantón Paute, en el sector de San Cristóbal.
- En la provincia del Cañar, en el cantón Azogues se produjeron en los años 2012 y 2013 incendios en la colina de Zhalao, a la altura de Molinohuayco y en la parroquia Sageo. Además, en Biblián se suscitaron incendios en las partes altas de las zonas ganaderas, como La Vaquería; y finalmente, en Déleg, los siniestros se presentaron a lo largo de la vía que une la parroquia Ricaurte, provincia del Azuay con el cantón Déleg.

Presión antrópica en los ecosistemas naturales terrestres en la cuenca del río Santiago

De acuerdo al Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental elaborado en el año 2012 por el Ministerio de Ambiente, en el Ecuador Continental se han

definido 82 ecosistemas. Para la región bio-geográfica de los Andes se identifican 30 ecosistemas, para la Amazónica 25 y para la región de la Costa 27.

Si bien el Área de estudio 3 abarca 28 ecosistemas naturales terrestres, según se visualiza en el Mapa AEE-002 Área 3: Ecosistemas naturales, con el fin de identificar las acciones antrópicas que afectan a los ecosistemas naturales en el área de interés, en la Tabla 5.1-133 se resume el estado de conservación de los principales y más representativos ecosistemas naturales terrestres que forman parte del área de estudio y que disponen de información al respecto. (Ministerio del Ambiente, 2012).

De manera general se puede, se corrobora la presencia de problemas socio-ambientales en los ecosistemas naturales que están relacionados a la extracción de madera, degradación de los bosques por la ampliación de la frontera agrícola, peligro de extinción del bosque montano sur, destrucción del páramo por actividades ganaderas, quemadas de chaparro, caza de fauna y destrucción de la flora.

Tabla 5.1- 133: Estado de conservación y presión antrópica de los ecosistemas del área de aporte hidrológico.

Ecosistemas	Estado de conservación	Referencia geográfica
Bosque siempreverde montano bajo del sur de la Cordillera Oriental de los Andes.	Ocupa laderas con topografía accidentada. La mayor parte de los bosques han sido talados para extraer madera.	Zamora: La Canela, Estación Científica San Francisco, Palanda, Quebrada de Monos, San Francisco del Vergel.
Bosque siempreverde montano del sur de la Cordillera Oriental de los Andes.	Ecosistema en peligro de desaparecer; los pocos remanentes se encuentran en lugares poco accesibles, por la pendiente fuerte y con un suelo menos útil para la agricultura. Extractivismo selectivo de varias especies forestales	Parte baja de Cajanuma y Reserva ecológica Arco Iris (Parque Nacional Podocarpus) Estación Científica San Francisco (Zamora Chinchipe, límite norte del P. N. Podocarpus.
Bosque siempreverde montano alto del sur de la Cordillera Oriental de los Andes.	Expansión de la frontera agrícola.	Loja: Cajanuma, Chipla, Nambija, cordillera de Sabanilla, Parte alta de Molleturo, parte alta de Nabón, parte alta de Valladolid en el cantón Palanda, Quebrada Honda en el cantón Saraguro, Yacuambi, Paquisha, vía al Tiro (cruce Loja – Zamora). Zamora: parte alta de Palanda.
Bosque siempreverde montano alto y montano alto superior de páramo.	Vegetación reducida en muchos casos a remanentes por acción antrópica por efecto del fuego y extracción de madera. Es uno de los ecosistemas montanos neotropicales más amenazados. Su deterioro ha ocurrido desde hace cientos de años debido a cambios en el uso de la tierra. La conversión de uso para agricultura, leña, pastoreo y quemadas han reducido considerablemente su distribución actual. Los relictos de bosque que aún permanecen son vulnerables a los posibles efectos de extinciones locales.	Mazar; El Oro: Cerro de Arcos; Loja: Fierro Urco.

Ecosistemas	Estado de conservación	Referencia geográfica
Herbazal Lacustre Montano Alto. Ecosistemas azonales	Extensas zonas del ecosistema han sido transformadas por el drenaje artificial para el uso de áreas de pastoreo. El drenaje y el pisoteo vacuno generan un proceso de eutrofización, alteración de las propiedades físico-químicas del suelo y una posterior conversión del ecosistema a ecosistemas de páramo de herbáceo no inundado.	Cuenca alta del río Dudas (Cañar), Lagunas del Compadre (Parque Nacional Podocarpus).
Páramo Herbáceo Norte y Páramo Herbáceo Sur	La estructura y composición de la vegetación de este ecosistema está influida fuertemente por las quemas asociadas a la ganadería extensiva. En lugares donde existe una mayor intensidad en las quemas y el pastoreo, los herbazales tienen una menor altitud, han perdido biomasa, el estrato arbustivo está ausente y muchas de las especies rastreras que crecen en las condiciones de microclimas de los pajonales son escasas.	Cajas, Cerro Ventanas y alrededores de la Hoya de Loja, Cumbe, Carboncillo (en Saraguro), Achupallas Blancas, Cordillera Cordoncillo, Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus)
Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo	Este ecosistema ha desaparecido o se encuentra muy restringido por los efectos de la quema, pastoreo o por la ampliación de la frontera agrícola. En particular, en los flancos interiores de la cordillera (hacia los valles interandinos), este ecosistema se encuentra como remanentes muy localizados.	Cañar (río Dudas), Loja: Cajanuma, Paso Saraguro-Yacuambi, Sabanilla, El Tiro hacia San Francisco.
Herbazal húmedo montano alto superior de páramo	Debido a la estacionalidad marcada y a la humedad relativamente baja de estos ecosistemas la concentración de carbono orgánico en el suelo es menor que en los páramos húmedos. Esto los hace más frágiles y menos resilientes a disturbios causados por actividades humanas. Alto grado de deterioro ambiental que ha originado un proceso importante de degradación del ecosistema, expresado a través de la erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal y capacidad de regulación hídrica. El sobrepastoreo es una actividad que afecta estas áreas manteniendo la vegetación de tamaño muy pequeño con una alta cobertura de suelo desnudo.	Las mayores extensiones de este ecosistema se encuentran en las provincias de Tungurahua, Chimborazo, hacia el sur de la provincia del Azuay, y norte de Loja.
Arbustal siempreverde montano alto de páramo del sur de Ecuador	En los páramos de Cajanuma la acción antrópica para la apertura de una vía en el año 2004 ocasionó la alteración de la conectividad biológica natural de poblaciones de flora y fauna, en especial de especies de aves propias de este ecosistema.	En la provincia de Loja 2900-3100 (3300) en los páramos de Cajanuma, Uritusinga, Cerro Toledo, Acanana-Paquishapa (Saraguro). En Zamora en los límites políticos con la provincia de Loja, Cordillera de Paredones en el Parque Nacional Podocarpus, páramos entre Saraguro y Yacuambi.

Fuente: Ministerio de Ambiente del Ecuador.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

5.1.3.1.2 Análisis sobre los ecosistemas naturales relacionados con la actividad antrópica y la generación hidroeléctrica del PHS

En general a nivel mundial, la actividad humana y los factores naturales están agotando los recursos hídricos disponibles. La presión sobre los recursos hídricos está aumentando, principalmente como resultado de las actividades humanas tales como el crecimiento demográfico y la urbanización, la elevación del nivel de vida, la creciente competencia por el agua y la contaminación, cuyas consecuencias podrían verse intensificadas por el cambio climático y la variabilidad en las condiciones naturales.

Las presiones sobre las masas de agua superficial, incluyen, en especial, alteraciones en la cantidad y la calidad del recurso como consecuencia de la contaminación originada por los usos del agua, la extracción de agua, la regulación del flujo, las alteraciones morfológicas, los usos del suelo y otras afecciones significativas de la actividad humana.

Así, las presiones sociales pueden dar lugar a diferentes alteraciones tanto ambientales como hídricas. Por una parte, las alteraciones ambientales pueden dar lugar a la pérdida de los bienes y servicios ambientales y por otra parte, las alteraciones hídricas pueden dar lugar a la reducción en la capacidad de captación de agua, reducción en la capacidad de retención de agua, reducción en la capacidad de generación hídrica, incremento en el escurrimiento superficial, alteración en las crecidas y en los volúmenes aprovechables de agua e incrementos en la generación de sedimentos.

La alteración del régimen hidrológico natural como consecuencia de las actividades antrópicas y la generación hidroeléctrica produce la alteración en los recursos necesarios para el mantenimiento de los ecosistemas y por tanto, trae como consecuencia la pérdida de los bienes y servicios ambientales existentes.

Las actividades antrópicas relacionadas con la agricultura, el desmonte o la minería pueden provocar una acumulación excesiva de tierra y partículas en suspensión en los ríos (sedimentación), causando daños a los ecosistemas acuáticos, deterioro de la calidad del agua y dificulta la navegación interior.

La tala de bosques y deforestación o los incendios forestales generan la reducción en la captación, retención y generación del agua, puesto que el bosque es la fuente de producción de agua, tanto a través de la regulación hídrica como de la producción de precipitaciones por evapotranspiración.

La regulación del flujo como consecuencia del almacenamiento del agua para la generación hidroeléctrica puede dar lugar a la reducción en la magnitud y frecuencia de las avenidas y un cambio en la estacionalidad del régimen natural de caudales, así como al incremento de la generación de sedimentos.

El cambio climático parece aumentar las presiones existentes. Los fenómenos meteorológicos extremos como las inundaciones o sequías, se volverán probablemente más frecuentes y graves. Sin embargo, en base a los conocimientos actuales, los científicos sólo pueden realizar predicciones generales sobre el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos.

Por tanto, nuestros recursos hídricos están sometidos a una gran presión. Las actividades humanas influyen de muchas formas en el ciclo del agua y es necesario comprender y

cuantificar sus efectos para conseguir una gestión responsable y sostenible de los recursos hídricos.

5.1.3.1.2.1 Problemática hídrica relacionada con el manejo actual de la cuenca del río Santiago

Considerando que las principales fuentes de presión y conflictos socio-ambientales identificados en los ecosistemas de la cuenca del río Santiago están relacionados con: la presión demográfica y urbanización, el crecimiento territorial desorganizado, la tala de bosques y deforestación, los incendios forestales, y la presión antrópica en los ecosistemas terrestres, es importante analizar la medida en que estas presiones sociales afectan en la cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles de la cuenca.

- **Presión demográfica y urbanización**

La presión demográfica y la urbanización están fuertemente relacionadas con la problemática hídrica de la cuenca del río Santiago, ya que requieren los recursos de agua disponibles para satisfacer las demandas de los principales usos del agua, generando posibles alteraciones que afectan tanto la calidad como la cantidad del recurso, producto de la extracción del agua para las concesiones, contaminación del agua por las descargas, regulación del flujo para generación hidroeléctrica y las consecuentes alteraciones geomorfológicas generadas por el almacenamiento del agua en los embalses.

- **Disponibilidad de agua en régimen natural**

En lo que respecta a la cuenca del río Santiago, en condiciones de régimen natural, esto es sin obras artificiales de regulación, el caudal medio anual en el sitio de presa del PHS es de 1385 m³/s, el caudal medio anual en la cuenca del río Zamora es de 819.8 m³/s y el caudal medio anual en la cuenca del río Namangoza es de 565.8 m³/s, de acuerdo al "Estudio Hidrológico de Prefactibilidad del Sistema Hidroeléctrico Zamora - Santiago" efectuado por la Comisión Federal de Electrificación (CFE, 2013).

- **Demanda hídrica y usos**

Se entiende como demandas, los volúmenes de agua requeridos para satisfacer los usos a los cuales están destinados. Las demandas y usos del agua pueden dividirse en consuntivos y no consuntivos. En el primer caso, donde hay un consumo de agua en cantidad y calidad, se incluyen los abastecimientos domésticos, industriales y regadíos. En el segundo caso, los usos no consuntivos son aquellos donde no hay un consumo en cantidad o calidad importante, como es el caso de la energía, la navegación, etc. Es importante distinguir entre demanda y consumo. La demanda es la cantidad de agua que resulta necesario suministrar en origen para satisfacer un uso determinado; y consumo es la pérdida o reducción física del volumen de agua disponible que ese uso lleva consigo. Es preciso distinguir también entre usos prioritarios que resultan imprescindibles para la vida y la actividad económica y usos secundarios que pueden ser satisfechos temporalmente con caudales sobrantes, pero que no constituyen una necesidad imposible de satisfacer sin la utilización de agua dulce.

A través de la Demarcación Hidrográfica Santiago de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) se obtuvo la información sobre los usos y concesiones de agua en la cuenca del río Santiago.

Al abastecimiento del agua depende del tipo de necesidad a satisfacer (Título IV de los usos de agua y prelación, artículo 36), teniendo preferencia de importancia el siguiente orden:

- a) Aprovechamiento de poblaciones que considera las necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b) Agricultura y ganadería;
- c) Para usos energéticos, industriales y mineros y;
- d) Para otros usos.

La cuenca del río Santiago tiene información de caudales concesionados hasta el año de 2012 y se aprecia la diferencia en los tipos de concesiones por subcuenca: por ejemplo la subcuenca del río Zamora presenta menor alteración por cuestiones de infraestructura hidráulica o humana, mientras que la subcuenca del río Paute presentan asentamientos humanos importantes y en la subcuenca del Upano existe una parte como reserva ecológica.

Subcuenca del río Zamora

El río Zamora aprovecha el agua a través de concesiones en hidroelectricidad con un 96.0%, la industria con 2,3 % y consumo humano con 1,7%. Esto corresponde a que del total del caudal concesionado de 59,76 m³/s, el 70,0% es aprovechado en la subcuenca alta del río Zamora (41,94 m³/s) y el 30,0% en la subcuenca baja del mismo río (17,82 m³/s). Las concesiones otorgadas se encuentran principalmente en la provincia de Loja y en menor medida en la provincia de Zamora Chinchipe. La Figura 5.1- 24 y la Tabla 5.1- 134 muestran las subcuencas de análisis con concesiones de agua en el río Zamora y sus respectivos caudales concesionados.



Figura 5.1- 24: Subcuencas de análisis con concesiones de agua del río Zamora

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 134: Caudales concesionados por subcuenca

Subcuenca	Caudal Concesionado m ³ /s	Número de Concesiones
Río Alto Zamora	41,76	468
Río Medio Zamora	0,08	37
Río Bajo Zamora	17,82	25
Río Nangaritza	0,09	36
Río Yacuambi	0,02	16
Total	59,76	582

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En la Figura 5.1- 25 y Tabla 5.1- 135, se muestra el tipo de concesiones distribuidas en la subcuenca del río Zamora de acuerdo a su uso, y los caudales concesionados, respectivamente, donde se destaca que el uso preponderante en la subcuenca es la hidroelectricidad, seguida de la industria y el consumo humano.

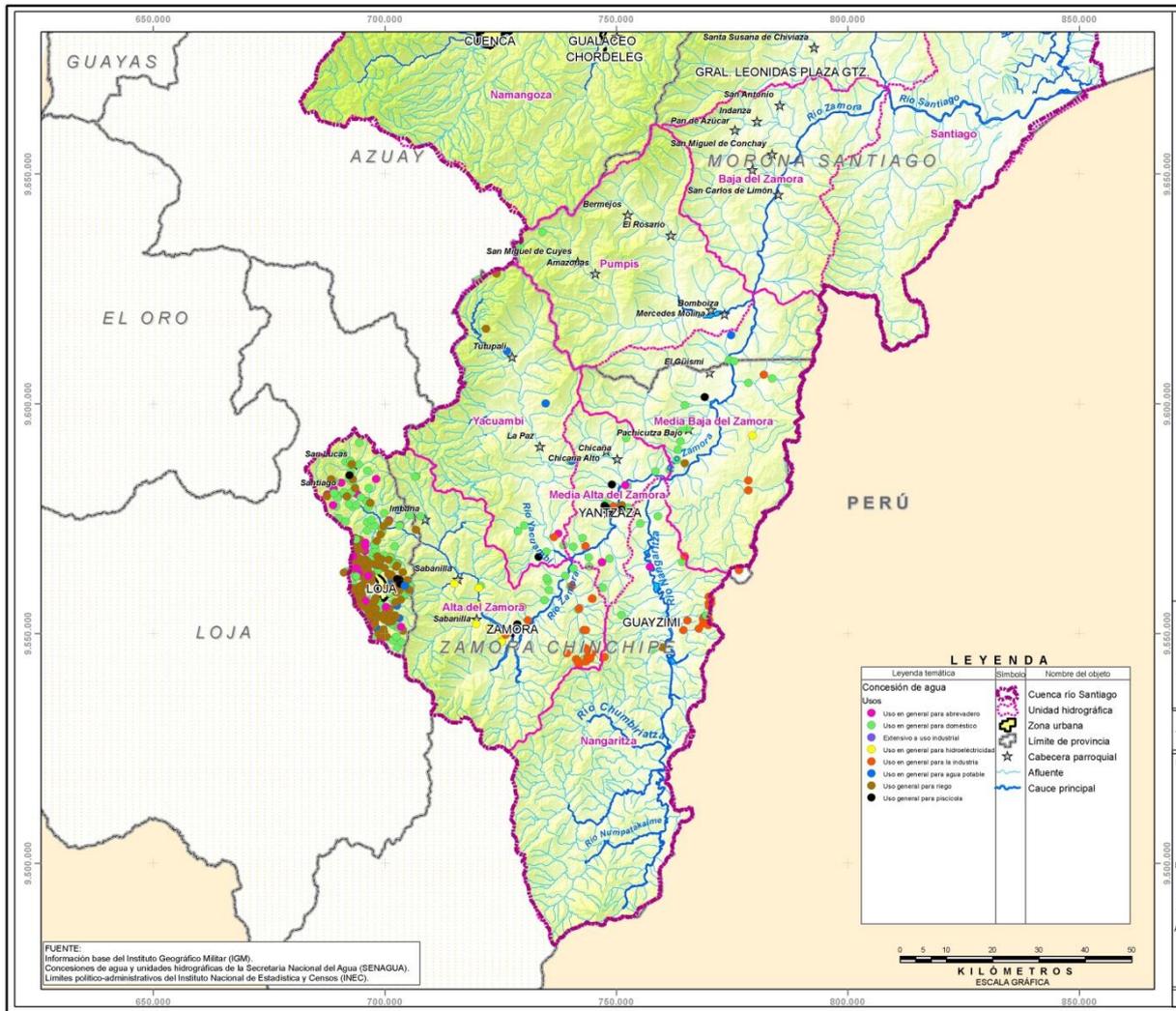


Figura 5.1- 25: Tipo de concesiones en la subcuenca del río Zamora
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Tabla 5.1- 135: Caudales concesionados por uso de agua en la subcuenca del río Zamora

Uso	Caudal Concesionado m ³ /s	Número de Concesiones
Abrevadero	0,1071	119
Consumo Humano	1,9589	283
Hidroelectricidad	54 6900	6
Industria	2,7722	49
Psicola	0,0417	4
Riego	0,1889	12
Otros	0,0003	109
Total	59,7588	582

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Subcuenca del río Namangoza

Resultado del análisis de las concesiones otorgadas en la subcuenca del río Namangoza, se determinó que se concede 90.0% más caudal que en la subcuenca del río Zamora, este comportamiento se debe a la concentración de poblaciones numerosas. El caudal concesionado en la subcuenca del río Namangoza, se distribuye en la hidroelectricidad con un 93,0%, riego con 4,0%, uso doméstico 1,0%, potable 1,0% y los otros usos

corresponden al 1.0%. La Tabla 5.1- 136, muestra los caudales concesionados por uso del agua en la subcuenca del río Namangoza.

Tabla 5.1- 136: Caudales concesionados por uso de agua en la subcuenca del río Namangoza

Uso	Caudal Concesionado m ³ /s	Número de Concesiones
Abrevadero	0,125	908
Doméstico	2,485	2.832
Hidroeléctrico	316,270	14
Industrial	1,576	75
Potable	2,000	43
Riego	15,253	1.771
Piscicultura	0,566	37
Aguas termales	0,024	10
Otros	0,033	1
Total	338,331	5.691

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

Del total del caudal concesionado de 338,34 m³/s, el 47,0% es aprovechado en la subcuenca alta del río Paute (160,02 m³/s), el 20.0% en la subcuenca del embalse Mazar (102,36 m³/s), el 30,0% lo aprovecha la subcuenca del río Upano AJ Tutanangoza (44,82 m³/s), el 5,0% es provechado por la subcuenca del río Tomebamba (17,75 m³/s) y las subcuencas restantes tienen menos del 4,0%. La Figura 5.1- 26 destaca las subcuencas de análisis con concesiones de agua del río Namangoza.

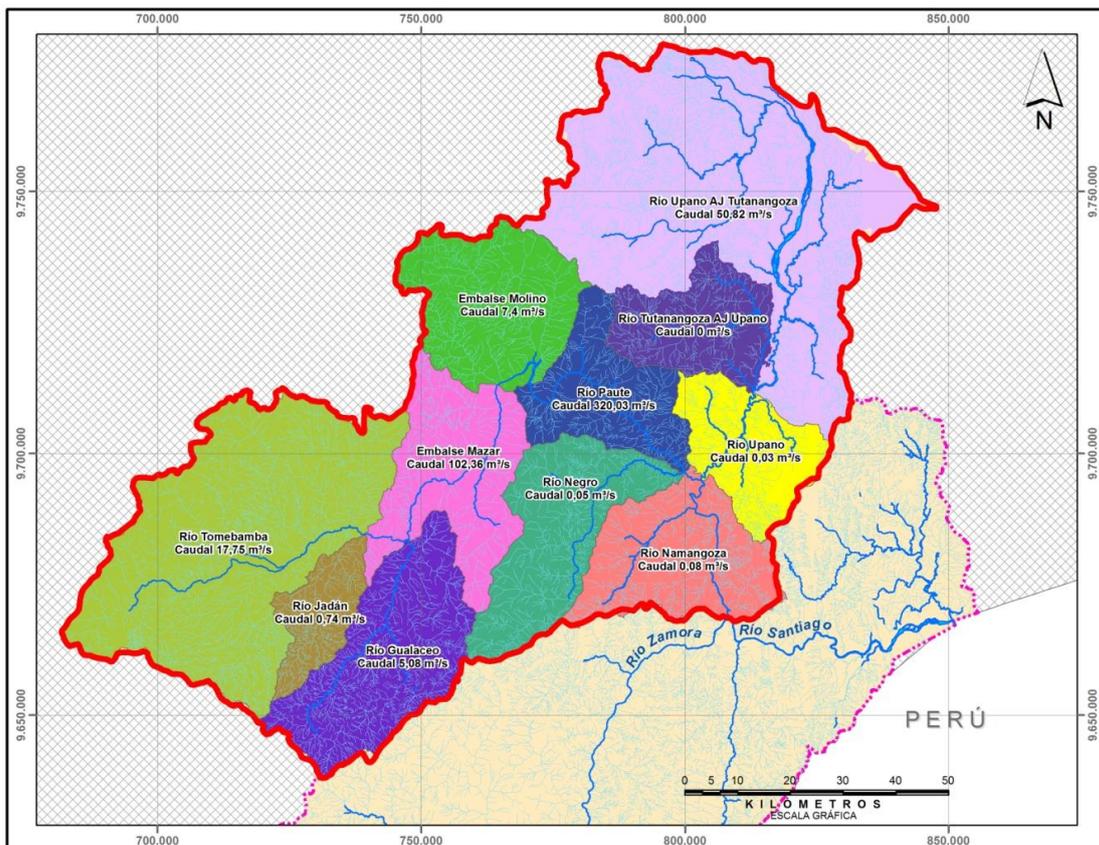


Figura 5.1- 26: Subcuencas de análisis con concesiones de agua del río Namangoza
Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

La Tabla 5.1- 137 muestra los caudales concesionados y el número de concesiones por subcuenca. En la Figura 5.1- 27 se presenta la distribución espacial de las subcuencas con mayor caudal concesionado y la densidad de las concesiones por uso y caudal en la subcuenca del río Namangoza.

Tabla 5.1- 137: Caudales concesionados por subcuenca en el río Namangoza

Subcuenca	Caudal concesionado m ³ /s	Número de Concesiones
Río Upano AJ Tutanangoza	44,823	17
Tutanangoza AJ Upano	0,002	3
Río Upano	0,029	10
Río Paute	160,025	9
Embalse Molino	7,401	38
Embalse Mazar	102,363	1.385
Río Negro	0,045	16
Río Namangoza	0,076	7
Río Tomebamba	17,752	2.405
Río Jadán	0,742	574
Río Gualaceo	5,076	1.227
Total	338,335	5.691

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cia. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cia. Ltda.

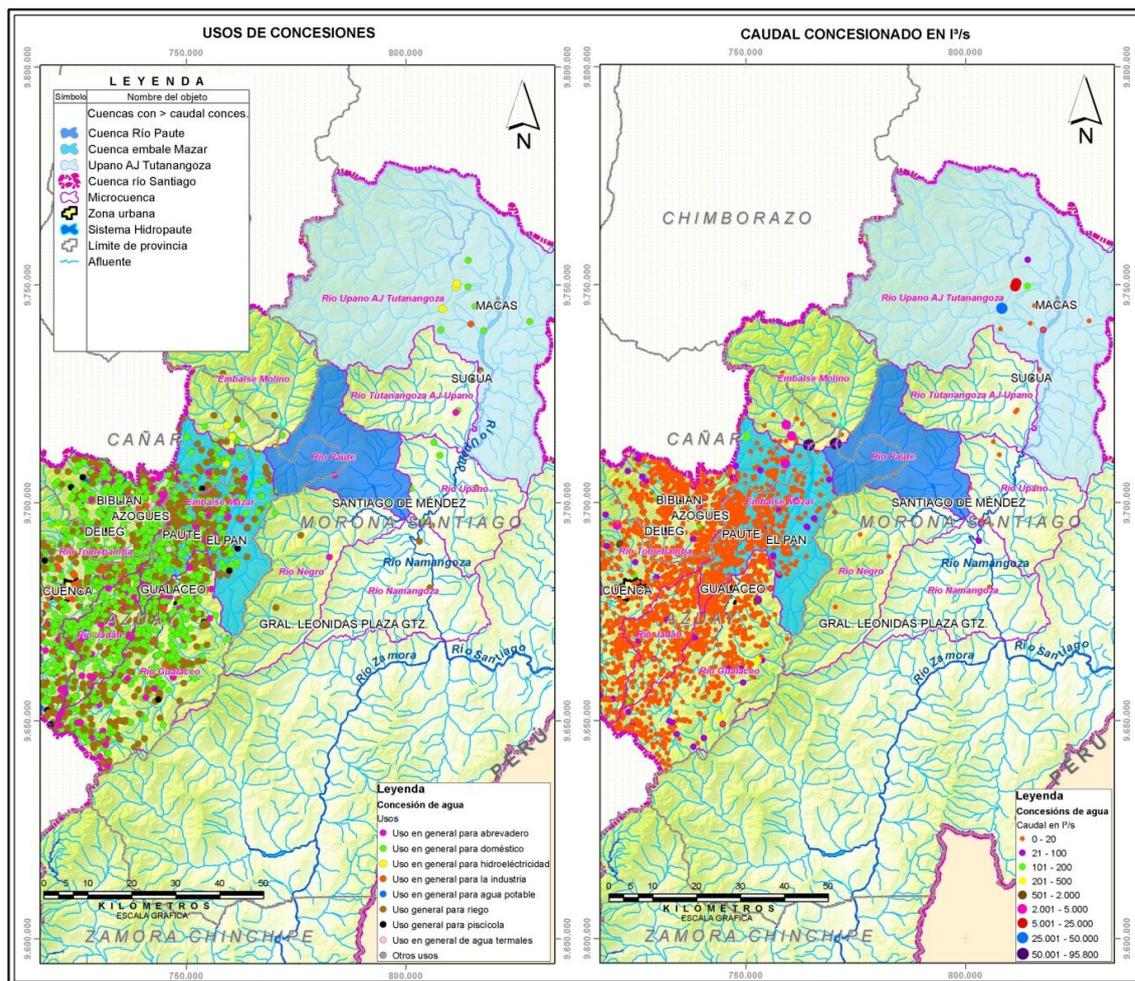


Figura 5.1- 27: Subcuencas del río Namangoza con mayor caudal concesionado

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cia. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cia. Ltda.

Se concluye que en la cuenca del río Santiago se presenta un total de 6278 concesiones de agua de las cuales 23 (0,4%) son para el uso de hidroelectricidad; visto de otra forma, del total del caudal concesionado de 564 m³/s, 536,96 m³/s (95%) está destinado a este uso. Particularmente se localizan en las subcuencas el embalse Mazar, embalse Molino, río Paute, río Tomebamba y río Upano AJ Tutanangoza y del río bajo y alto Zamora. Las provincias que cuentan con este tipo de concesiones dentro de la cuenca son Azuay con 9, Morona Santiago con 4, Zamora Chinchipe con 6 y Cañar con 4.

Las corrientes aprovechables para el uso hidroeléctrico son el río Abanico, Dudas, Galuay, Mazar, Paute, Yanuncay, Saimirín, Blanco, Chacayacu, Chancan, Corrales, Quebrada Achupillas, vertiente Gulag, río alto Zamora/Quebrada Chorrillos, San Francisco/Quebrada Ramón-Quebrada Zurita-Quebrada Milagros. En la Figura 5.1- 28 se observa la localización de las concesiones de agua para uso en la generación de hidroelectricidad.

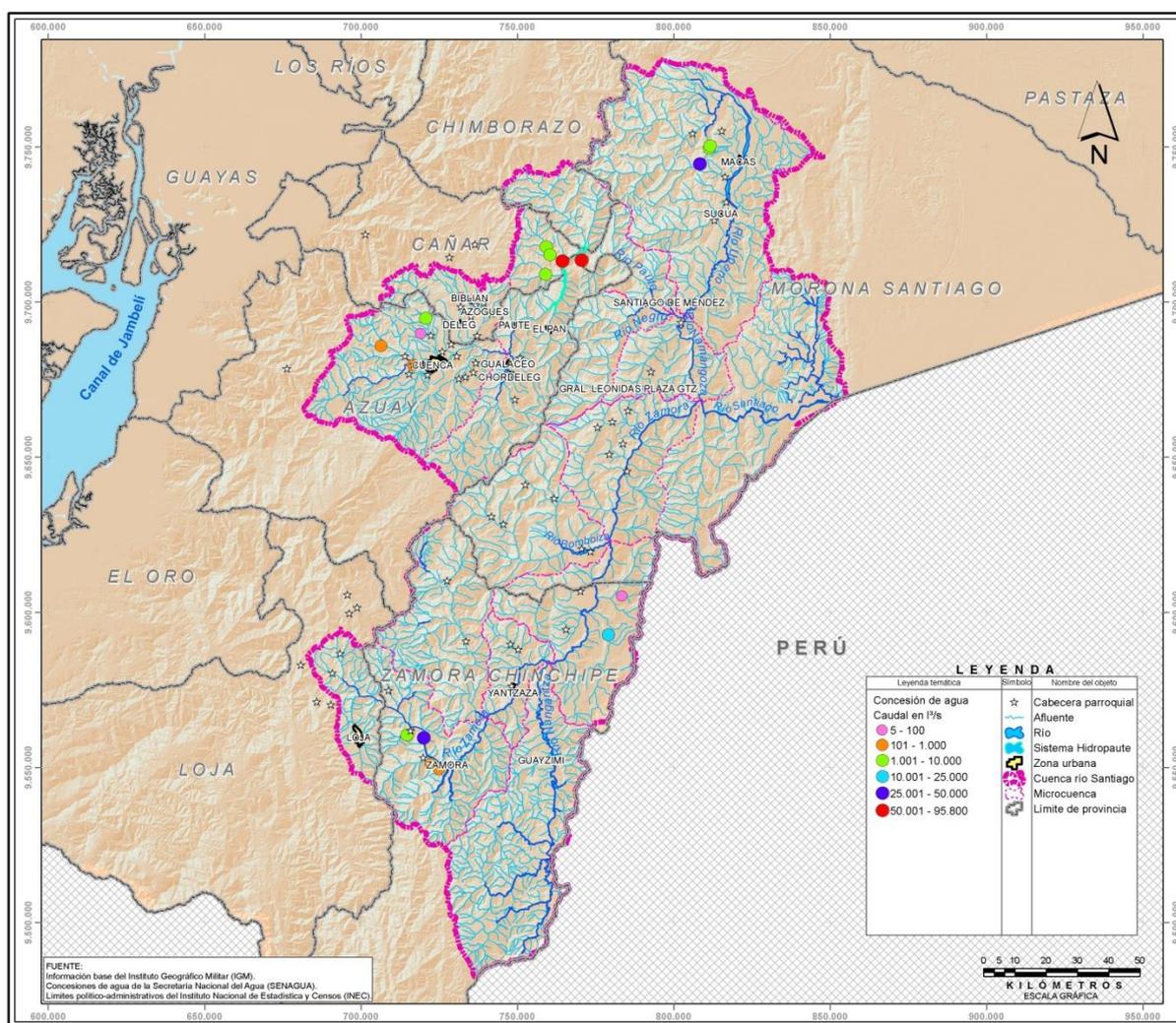


Figura 5.1- 28: Concesiones para generación de hidroelectricidad en la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

De acuerdo con el Plan Maestro de Electrificación 2009-2020 la cuenca del Santiago se clasifica con un alto interés de potencial hidroeléctrico. Uno de los grandes proyectos de generación hidroeléctrica que se han incorporado al Sistema Nacional Interconectado es

Hidroabanico S.A. con su central hidroeléctrica Abanico, ubicada cerca de la ciudad de Macas. Otra es Hidropaute como concesionaria del proyecto hidroeléctrico Paute – Mazar y Paute-Molino.

El Proyecto Hidroeléctrico Abanico está localizado en la Provincia de Morona Santiago en las coordenadas 2°15'30" S y 78°11'54" W al noreste de la ciudad de Macas; en el río Abanico antes de la unión con el río Upano. La obra de toma de agua está localizada a 15 km. de la ciudad de Macas. Es una central a filo de agua (sin reservorio) que utiliza una derivación del río Abanico para generar un total de 37.50 MW de energía limpia, en dos etapas: la primera de 15 MW y la segunda de 22.5 MW. Iniciando la operación en diciembre de 2004 con un caudal firme de 15 m³/s. y un caudal ecológico es de 2.50 m³/s.

El proyecto Paute Integral se compone, de cuatro centrales hidroeléctricas. La Central Mazar tiene una potencia instalada de 170 MW y una producción anual de 800 GWh, la presa de enrocamiento con cara de concreto crea un gran embalse de 410 hm³. Está equipada con dos unidades de generación y turbinas Francis. Inició su operación en el 2010.

La Central Molino, se encuentra aguas abajo de la Central Mazar, tiene una potencia instalada de 1 100 MW y una producción anual de 4 900 GWh. La obra de contención se compone de una presa de arco de gravedad cuyo embalse tiene una capacidad de 120 hm³, cuenta con diez unidades de generación con turbinas tipo Pelton.

El proyecto Paute Sopladora se encuentra aguas abajo de la central Molino, captará los caudales turbinados de hasta 150 m³/s, directamente de los dos túneles de descarga de la Central Paute-Molino, conducirá hasta la casa de máquinas subterránea a través de un sistema de un túnel de presión de 5.5 km de longitud y tubería de presión. El PH Sopladora contará con tres unidades generadoras tipo Francis, diseñadas para un caudal de 150 m³/s y una altura neta de 361.90 m. La potencia de la Central será de 487 MW y aportará anualmente 2.770 GWh al Sistema Nacional Interconectado.

El Proyecto Paute Cardenillo se desarrollará directamente aguas abajo de la central Paute Sopladora, con una conexión directa entre las dos centrales, por lo cual ambas centrales utilizarán el mismo caudal. Se estima una potencia instalada de al menos 400 MW y 2.200 GWh.

Las concesiones de agua para la generación de energía eléctrica para el proyecto Paute Integral son los caudales más altos de todas las concesiones en la cuenca del río Santiago, siendo concesiones de 95 y 80 m³/s.

Otra concesión hidroeléctrica importante es la central Saymirín junto con la central hidroeléctrica Saucay forman parte del Complejo Hidroeléctrico Machángara, localizada al norte de la ciudad de Cuenca en la parroquia de Chiquintad.

Las concesiones de la subcuenca alta del río Zamora se localizan en la parroquia Sabanilla y Zamora cerca de la ciudad de Zamora, una de ellas es la minicentral Carlos Mora y otros proyectos como Chorrillos, ese tramo es aprovechado por la existencia de cascadas de las diferentes quebradas del río Zamora. En la subcuenca baja en la parroquia de Tundayme a margen derecha del río Zamora a unos 25 km aproximadamente aguas abajo después de la confluencia del río Nangaritzza se localizan otras concesiones que aunque no son centrales el Plan Maestro los clasifica como proyectos fijos ya sean públicos y privados debido a que tienen un contrato de concesión.

En la cuenca del río Santiago se encuentran tres proyectos más que cuenta con concesiones para la generación de hidroelectricidad, uno es el PH San Bartolo, en el río Negro, el segundo es el PH Normandía, en el río Upano y uno de los proyectos emblemáticos que aprovecha el caudal del río Zamora es el PH Delsitanisagua.

El Proyecto Hidroeléctrico San Bartolo se encuentra localizado en el Cantón Santiago de la provincia de Morona Santiago, al sur oriente del Ecuador, ubicado en la cuenca baja del río Negro, este proyecto generará una potencia instalada de 50 MW, para una generación de 350 GWh/año. DESHYDRO S.A. ha ejecutado para HIDRO- SANBARTOLO los diseños de Factibilidad, el modelado 3D, video técnico y, el seguimiento y asesoramiento de las investigaciones del modelo hidráulico (DESHYDRO).

Los principales elementos del proyecto comprenden una presa de derivación de poca altura, la estructura de captación de agua, tuberías de acero, tubería de presión, una central eléctrica de superficie, una línea de transmisión y una subestación eléctrica. La longitud del proyecto es de 5500 metros para mantener una carga neta de 183 metros. (Corporación Interamericana de Inversiones).

El PH San Bartolo se ubica en la parroquia Copal, cantón Santiago, provincia Morona Santiago, la obra de captación se ubica en las coordenadas UTM datum WGS84 Latitud 9.697.603 S longitud 791.872 E; con división hidrográfica Cuenca: A3078 Río Santiago, Subcuenca: A307809 Río Paute, Microcuenca: A30780931 Río Negro. Unidad hidrográfica codificación Pfatstetter Nivel 6 499783 del sector San Bartolo.

La empresa HIDROSANBARTOLO S.A. tiene la concesión de un caudal de 30 m³/s para generación eléctrica otorgada en marzo de 2012. El caudal ecológico de este proyecto es de 8 m³/s. La capacidad total de la central será de 92 MW, desarrollado en dos etapas en cascada 53.72 MW y 38.37 MW. El caudal requerido para la potencia de 53.72 MW es de 30 m³/s.

El proyecto hidroeléctrico Normandía aprovecha las aguas del río Upano. Se ubica a 30 km aproximadamente, hacia el Noroeste de la ciudad de Macas, entre las poblaciones de Zuñac y 9 de Octubre o Alshi, se ubica entre las cotas 1802 y 1590 msnm mediante un desarrollo longitudinal de aproximadamente 8,30 km; la central será de pasada y está constituida por obras de derivación y captación de 22 m³/s, para la generación de 38,1 MW, ubicadas en el cauce del río Upano a la elevación 1802 msnm; una tubería a baja presión de 7057,00 m de longitud, de sección transversal circular de 2,90 m de diámetro, una tubería a presión, de acero de 2,90 m de diámetro y 737,50 de longitud hasta la casa de máquinas. La concesión del agua está a nombre de la empresa HIDROWARM S.A. El PH Normandía se ubica en la parroquia Alshi o 9 de octubre en el cantón Morona Santiago con coordenadas UTM datum WGS84 latitud 9.758,102 S longitud 798.654 E en la cota 1800 msnm y la descarga se ubica con las coordenadas UTM datum WGS84 latitud 9.753.614 S longitud 803.693 E.

La concesión para generación eléctrica está referida a los caudales medios mensuales de enero, febrero y diciembre 15,4 m³/s funcionando dos turbinas, en el resto de los meses 23,1 m³/s operando con tres turbinas, respetando el caudal ecológico. Dicha concesión está otorgada por tiempo indeterminado.

El proyecto Hidroeléctrico Delsitanisagua se encuentra ubicado en la provincia amazónica de Zamora Chinchipe, en el cantón Zamora; generará 904 GWh/año con una potencia 115 MW con recursos fiscales y financiamiento del Banco de Desarrollo de China, beneficiará a

91376 habitantes de Zamora Chinchipe de manera directa e indirectamente a 13,4 millones de habitantes del Ecuador con cobertura de servicio eléctrico.

Este proyecto está bajo la responsabilidad de la empresa HYDROCHINA, se ubica sobre el río Zamora en el sector Tanisagua parroquia Sabanilla, cantón Zamora, provincia Zamora-Chinchipe, las coordenadas UTM datum WGS84 de la obra de captación son latitud 9.560.232 S longitud 720.452 E y de la casa de máquinas latitud 9.552.961 S longitud 724.127 E. La concesión para generación eléctrica es de 37 m³/s durante los primeros meses, posteriormente solo se debe mantener un caudal ecológico de 1 m³/s, la concesión ha sido transferida de las empresas HYDROCHINA CORPORATION, GENSUR-CELEC EP, ENERSUR EP a CIA HIDRONOVA S.A, empresa que la posee desde enero de 2012.

De acuerdo a Ley de Aguas (Art.34) los usos energéticos, industriales y mineros ocupan el tercer orden de importancia en la relación para las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas. Los usos poblacional y doméstico siempre tendrán que estar en primer lugar. En la Figura 5.1- 29 se muestra en resumen la distribución espacial de los usos domésticos en la cuenca, donde las concesiones para el consumo humano son un total de 4066 (65%) y aprovechan un caudal de 6,56 m³/s (1%).

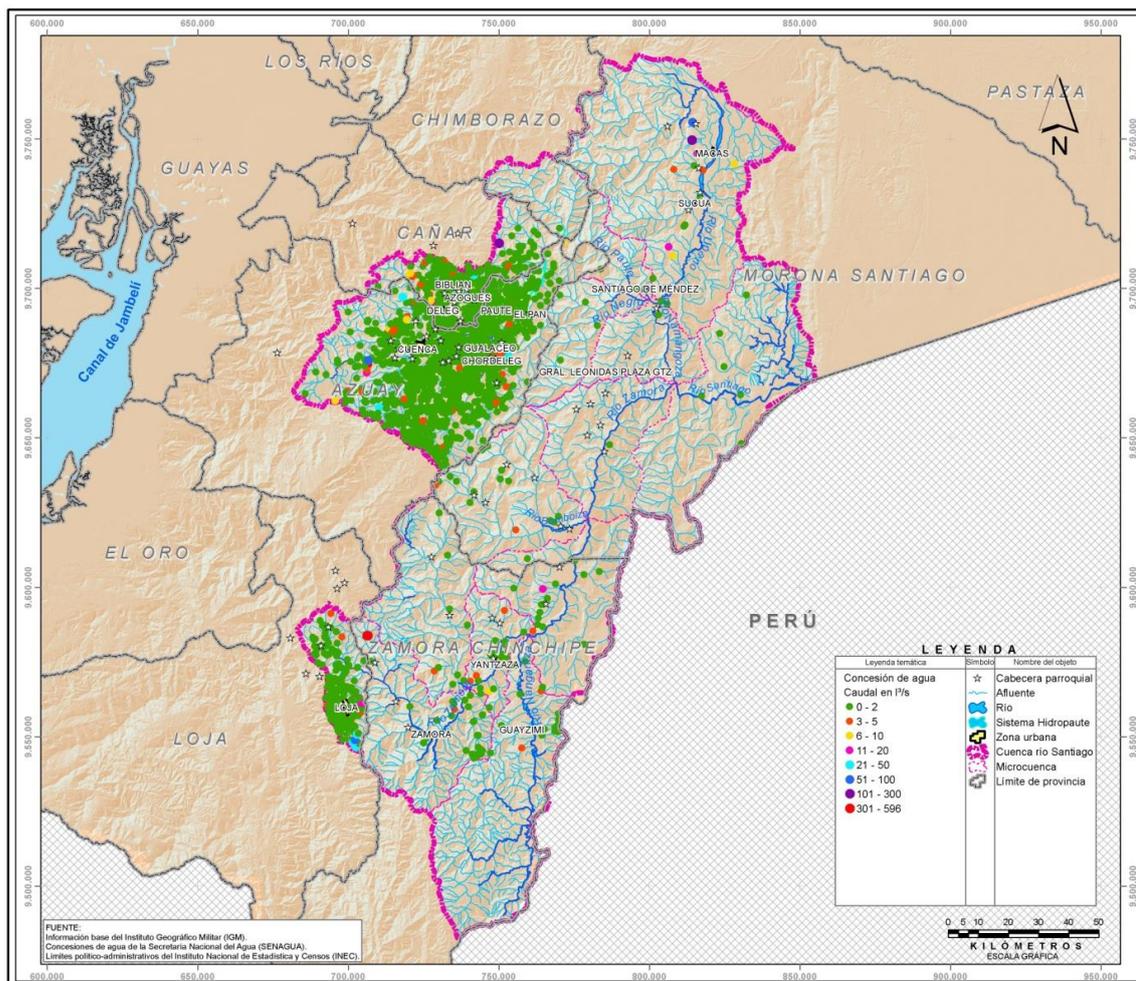


Figura 5.1- 29: Concesiones de agua para consumo humano en la cuenca del río Santiago

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

En resumen, en el caso del río Zamora, aprovecha el agua a través de concesiones en hidroelectricidad con un 96,0%, la industria con 2,3 % y consumo humano con 1,7%. En el caso del río Namangoza, el caudal concesionado en esta subcuenca se distribuye en la hidroelectricidad con un 93,0%, riego con 4,0%, uso doméstico 1,0%, potable 1,0% y los otros usos corresponden al 1,0% aunque está debidamente normada de acuerdo a Ley de Aguas (Art.34) los usos energéticos, industriales y mineros ocupan el tercer orden de importancia en la relación para las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas.

Problemática hídrica

Las presiones e incidencias significativas de las actividades humanas en el estado de las aguas superficiales como consecuencia de la demanda y usos del agua en la cuenca del río Santiago son los siguientes:

- Los principales impactos que generan las actividades agrícolas sobre los recursos hídricos están relacionados con los escurrimientos de agua utilizada para el riego, y que regresa a los cauces hídricos cargada de contaminantes como pesticidas y fertilizantes que se utilizan en los cultivos.
- La contaminación de los ríos por descargas domésticas, industriales, agrícolas y mineras tienen impactos ambientales drásticos, como eutrofización y sedimentación de los ríos, causados por el desmedido aumento de nutrientes y materia orgánica en el agua, así mismo, se registran malos olores y problemas estéticos.
- En lo que respecta a la hidroelectricidad, el impacto de la construcción de presas afecta el estado cualitativo y cuantitativo de las aguas, entre los que se destacan como más importantes los siguientes: alteración del régimen hidrológico de los ríos, pérdidas de aguas evaporativas (cuando se trata de centrales hidroeléctricas de agua embalsada), modificación de las condiciones geomorfológicas del cauce (sedimentación) y alteración de la calidad del agua (alta concentración de nutrientes, turbidez, sobresaturación de gases, etc.).

- **Deforestación e incendios forestales**

Los cantones que se encuentran en la zona amazónica, entre los que se pueden citar a Nangaritza, Yacuambi, Paquisha, Centinela del Cóndor, Yantzaza, Zamora y Gualaquiza, registran alta presión antrópica sobre el recurso bosque. La deforestación, los incendios forestales y la contaminación tienen un impacto directo sobre los cursos de agua y contribuyen a un proceso de deterioro que se da con una cierta velocidad.

Los principales efectos de la deforestación es la pérdida de fuentes de agua, puesto que uno de los servicios ambientales que proporciona el bosque es la producción de agua, tanto a través de la regulación hídrica como de la producción de precipitaciones por evapotranspiración.

Por otra parte, el menor uso de agua ocasionado por la deforestación podría elevar las capas freáticas e incrementar el transporte de sal a la superficie. En tales situaciones, un gran consumo de agua por los árboles puede ser beneficioso (por ejemplo, mediante la reforestación).

La deforestación, así como la falta de protección forestal, podrían tener también efectos hidrológicos perjudiciales. Tras la deforestación de las áreas húmedas, la cantidad de

escorrentía directa aumenta inicialmente con rapidez y, a continuación, se vuelve paulatinamente constante. Esto indica que la deforestación contribuye al aumento de la frecuencia y magnitud de las crecidas y a una menor conservación hídrica. Además algunos posibles cambios de las propiedades del suelo se deben en gran medida a cambios en la hidrología.

Los principales impactos hidrológicos relacionados con la deforestación se enumeran a continuación:

- La erosión aumenta, a veces drásticamente, dependiendo del tipo y duración de la intervención.
- Aumentos en las tasas de sedimentación son probablemente determinados por el tipo de procesos que abastecen y remueven los sedimentos antes de la intervención.
- La escorrentía está relacionada inversamente a la cobertura vegetal, con excepción de bosques nubosos.
- Los flujos estacionales, en particular los flujos de base en época seca, pueden aumentar o disminuir dependiendo del efecto neto de los cambios en la evapotranspiración y en la infiltración.
- El flujo rápido puede aumentar si las condiciones hidrológicas de las pendientes conducen a cambios de flujos subterráneos a flujos superficiales, sin embargo, el efecto es de menor importancia si la distancia desde el sitio y el número de afluentes de un río de la cuenca aumenta.
- La recarga de acuíferos subterráneos es afectada de la misma manera que los flujos estacionales.
- La precipitación a nivel local probablemente no es afectada significativamente por los cambios en la cobertura de bosque.

Las intervenciones en el bosque pueden tomar diferentes formas, desde una simple extracción de productos no comerciales hasta la corta total. Cada tipo de intervención inicial así como las formas subsecuentes del uso de la tierra tendrán su propio impacto en el ciclo hidrológico. Estos pueden dividirse de acuerdo a su relación con la calidad o cantidad de agua. Bajo esta premisa, erosión, sedimentación y flujo de nutrientes pueden agruparse bajo el grupo de impactos en la calidad de agua; y cambios en la cantidad de agua, flujo estacional, respuesta de flujos máximos, nivel freático y precipitación se consideran impactos en la cantidad de agua.

En la Tabla 5.1- 138 se resumen las principales alteraciones hídricas originadas por los problemas o presiones sociales como consecuencia del actual manejo de la cuenca del río Santiago.

Tabla 5.1- 138: Problemática hídrica relacionada con las presiones sociales en la cuenca del río Santiago

Alteraciones	Presiones sociales						
	Usos del agua (Presión demográfica y urbanización)					Tala de bosque y deforestación	Incendios forestales
	Hidroelectricidad	Riego	Doméstico	Minería	Industria		
Pérdida de bienes y servicios ambientales	X	X	X	X	X	X	X
Alteración de la calidad del agua	X	X	X	X	X	X	X
Reducción capacidad captación de agua						X	X
Reducción en la capacidad de retención de agua						X	X
Pérdida de agua por evaporación	X						
Incremento de la escorrentía						X	X
Reducción en la capacidad de generación hídrica						X	X
Alteración del régimen natural de los ríos	X						
Incremento en la sedimentación	X	X	X	X	X	X	X

Fuente y Elaboración: ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.3.1.2.2 Problemática hídrica relacionada con la futura operación del PHS

El empleo de energía renovable, como la energía hidroeléctrica, podría contribuir a la seguridad del suministro eléctrico y a la protección del medio ambiente. Sin embargo, la construcción y futura operación del PHS podría también dar lugar a la aparición de diversas alteraciones, tanto ambientales como hídricas, asociadas a los efectos de la presa y su embalse.

- **Alteraciones ambientales**

Las principales alteraciones ambientales están asociadas a la pérdida de bienes y servicios ambientales como consecuencia de la construcción y futura operación del PHS.

Los ecosistemas naturales de la cuenca del río Santiago proveen los siguientes bienes y servicios ambientales: 1) servicios de aprovisionamiento (agua, alimentos, madera, fibras), 2) servicios de regulación del clima y las precipitaciones, del agua, de los residuos y de la propagación de enfermedades, 3) servicios culturales (belleza, inspiración, valores recreativos y 4) servicios esenciales (formación del suelo, la fotosíntesis y el ciclo de nutrientes).

En lo referente a los servicios hidrológicos, Kaimowitz (2001) los define como el papel o función que algunos usos de la tierra y prácticas de conservación de suelos y aguas desempeñan en mantener la cantidad y calidad del agua dentro de los parámetros requeridos por los usuarios de un sitio particular. Los páramos y ecosistemas forestales proveen importantes servicios hidrológicos y cantidades significativas de agua de alta calidad.

La construcción y futura operación de la presa del PHS supone también la alteración de los bienes y servicios ambientales existentes, los cuales no estarían garantizados como consecuencia del efecto barrera ocasionado por la presa y su impacto sobre los diferentes ecosistemas naturales que conforman la cuenca del río Santiago.

La presa supone una verdadera barrera física para el agua generando alteraciones ambientales como consecuencia de la alteración del régimen hidrológico natural, las cuales pueden dar lugar a:

- La presencia de la presa reduce drásticamente los caudales máximos aguas abajo, la regulación de flujo resulta en ambientes constantes, a los cuales les falta extremos naturales. Estas alteraciones repercuten en ciertos ecosistemas cuyo correcto funcionamiento requiere de las pulsaciones de inundaciones regulares para sobrevivir, por lo que el efecto de la presa puede ser muy dañino.
- La alteración de las zonas bajas perturba el ciclo natural de peces y otros organismos acuáticos, generando una pérdida de los corredores ecológicos naturales.
- Cambios forzados en las actividades de subsistencia.

Al mismo tiempo, el embalse puede generar alteraciones ambientales, las cuales pueden causar:

- Inundación del cauce y los valles, afectando al territorio, a los ecosistemas fluviales, a sus redes ecológicas y a las redes de comunicaciones e infraestructuras antrópicas. Crean nuevos hábitat.
- Los embalses impiden la migración de peces, alteran los ciclos estacionales, bloquean el transporte de nutrientes y pueden acumular metales pesados y otros contaminantes.
- Desaparición de tierras cultivables, dificulta la navegación fluvial.

- **Alteraciones hídricas**

El régimen natural de caudales de un río es el resultado de la integración de todos los factores, procesos y sinergias de su cuenca: clima, topografía, geología, suelos, vegetación, tamaño y forma de la cuenca, tipología de la red de drenaje, usos del suelo, etc. (Baker et al., 2004).

El régimen natural de un río es el factor ambiental que en mayor medida determina la composición, estructura, funciones y dinámica de los ecosistemas fluviales, siendo el principal condicionante de su integridad ambiental (Martínez y Fernández, 2010). El régimen natural de caudales se constituye por tanto como el estado de referencia desde el punto de vista hidrológico para un determinado ecosistema fluvial.

La construcción y futura operación del PHS supone la generación de diversas alteraciones que provocarían la modificación del régimen natural de caudales de un río, así como la modificación de las condiciones geomorfológicas del cauce (sedimentación), el aumento del volumen de agua evaporada, la emisión de gases de efecto invernadero, la modificación de la calidad del agua y la alteración o creación de nuevos hábitat como consecuencia del área de inundación.

Modificación del régimen natural de caudales

De todos los componentes del régimen natural de caudales son los caudales máximos o avenidas los que poseen una mayor significación geomorfológica.

Las avenidas son críticas en la conformación y estabilidad del cauce, manteniendo su morfología en un equilibrio dinámico, tanto en sección como en planta. Los caudales máximos garantizan la conectividad en sentido transversal con la llanura de inundación posibilitando un flujo bidireccional no sólo de agua, también de organismos, sedimentos, propágulos y nutrientes, estimulando la creación y rejuvenecimiento de canales y pozas laterales, la formación de barras, etc. La magnitud, variabilidad y duración de las avenidas tiene implicaciones en la granulometría de los materiales transportados y sedimentados a lo largo del corredor fluvial, en la remoción del lecho y en el mantenimiento de las transferencias con el freático.

En la mayoría de los casos, la alteración del régimen natural de caudales por la regulación como consecuencia de la construcción de la presa, supone la reducción en la magnitud y frecuencia de las avenidas y un cambio en la estacionalidad. Esta alteración en el régimen hidrológico y sedimentológico podría ocasionar la reducción en proporción de zonas de aguas someras y bajas velocidades, necesarias para los peces en su fase juvenil. De igual manera, la reducción de los caudales punta podría propiciar la expansión de vegetación

riparia en zonas sometidas a fuertes erosiones, estrechándose el cauce y aumentando progresivamente la expansión de especies foráneas.

Aumento del volumen de agua evaporada

La creación de una lámina de agua extensa conlleva una serie de cambios en el medioambiente, los cuales pueden incidir directa o indirectamente en las condiciones atmosféricas, a pesar de que su perímetro de influencia queda limitado al entorno espacial más inmediato. La masa de agua almacenada supone un aumento del plano en el que se origina la evaporación, lo que implica intercambios de calor entre el fluido y la atmósfera. Las consecuencias climáticas más inmediatas de este hecho son que las oscilaciones térmicas diarias se reducen, ya que la evaporación se produce durante el día y, por tanto, las temperaturas tienden a ser más bajas.

Incremento de sedimentos

Los embalses desempeñan un papel fundamental en la generación de energía hidroeléctrica, no obstante, con el paso del tiempo, arrastran grandes volúmenes de sedimentos, lo que hace que reduzcan la capacidad de almacenamiento debido a la sedimentación.

La colmatación por sedimentos de un embalse y por ende la pérdida de capacidad de almacenaje de agua, es un proceso complejo que depende de multitud de factores, entre los que se tiene el tamaño y textura de las partículas de sedimento, las variaciones estacionales que existen en el cauce del río que fluye al embalse, la superficie de la cuenca que vierte al embalse, el tamaño, la forma y el manejo que se haga del mismo, también interviene la cobertura vegetal presente en los suelos de la cuenca hidrográfica tributaria.

En la actualidad como consecuencia del cambio climático, existen periodos de intensas lluvias y de extremas sequías, que provocan una degradación de los suelos, tanto por la desecación de los suelos como por la erosión, que facilitan tanto la pérdida del espesor de los horizontes del mismo como la transportación de los sedimentos a través de la red de drenaje local hasta los ríos que fluyen hacia los embalses, pueden incrementar los niveles de azolves en estos ecosistemas acuáticos, disminuyendo la capacidad de almacenaje y por tanto su vida útil. Lo cual se traduce en que las precipitaciones son siempre el elemento fundamental que facilita el traslado del sedimento (suelos y otras partículas) hacia los ecosistemas acuáticos lénticos.

En el proceso de acumulación de sedimento se presentan una serie de factores causales para su ocurrencia, destacándose, los siguientes:

- Composición litológica de las formaciones geológicas en el área que ocupa la cuenca hidrográfica.
- Características morfológicas de la cuenca superficial tributaria al embalse, tales como, pendiente, densidad de red fluvial, etc.
- Uso de la tierra.
- Tipo y extensión de la vegetación natural (cobertura vegetal), que la preserva de la erosión.
- Régimen de precipitaciones que inciden en la región.
- Intervención antrópica en la cuenca hidrográfica.

- Nivel trófico del ecosistema acuático.
- Manejo de las aguas embalsadas.

En la Tabla 5.1- 139 se resumen las principales alteraciones ambientales e hídricas que podría originarse por la futura operación del PHS.

Tabla 5.1- 139: Problemática hídrica relacionada con la generación hidroeléctrica del PHS

Alteraciones	Futura operación del PHS	
	Presa	Embalse
Pérdida de bienes y servicios ambientales	X	X
Reducción de caudales máximos	X	
Cambio en la estacionalidad	X	
Inundación del cauce y valles		X
Modificación del régimen natural de caudales	X	
Aumento del volumen de agua evaporada		X
Modificación de la calidad del agua		X
Incremento en la sedimentación		X

Fuente y Elaboración: ACOTECNIC Cía. Ltda.

5.1.3.1.2.3 Problemática hídrica relacionada con el cambio climático

En los últimos 20 años, el cambio climático ha adquirido notable relevancia tanto política como social. Según la opinión científica internacional, en los últimos 100 años ha habido un incremento de la temperatura media global. Si bien no existe un consenso general sobre las causas, la mayoría de las opiniones indican que ese calentamiento global está provocado por el incremento de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, generada por la quema de los combustibles fósiles.

Las proyecciones climáticas para el siglo XXI auguran fuertes impactos en diferentes sectores básicos. Así, el calentamiento global provocaría entre otros, impactos hidrológicos, tales como los cambios en la disponibilidad del agua.

Las proyecciones del clima futuro se realizan en base a escenarios de cambio climático. Un escenario climático se define como una representación plausible de una variable o conjunto de variables en el futuro (población mundial, actividad industrial, emisión de CO₂, nivel medio del mar, temperatura, precipitación, etc.) que puede ser construida sobre la base de diferentes supuestos o de evoluciones históricas del pasado.

Existen diferentes metodologías para la generación de escenarios climáticos, una de ellas se basa en el empleo de modelos climático globales, los cuales realizan proyecciones del clima futuro tomando en consideración la posible evolución del clima global como consecuencia de la creciente acumulación en la atmósfera de los GEI y de aerosoles emitidos por actividades humanas. Los modelos climáticos globales utilizan como información de partida los escenarios de emisiones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), cuyas principales familias son A1, A2, B1 y B2 (IPCC, 2000), las cuales se clasifican en función de cuatro criterios de hipótesis de evolución global: crecimiento demográfico, desarrollo social, desarrollo económico y cambio tecnológico. Sin embargo, los modelos climáticos globales se caracterizan por tener una baja resolución (100 a 300 km) que a pesar que aportan información de las variables climáticas (precipitación, temperatura, etc.) en grandes celdas de decenas de km, sus resultados muestran razonables semejanzas a escala global, no obstante, cuando se consideran escalas regionales, las distribuciones de temperatura y sobretodo de precipitación muestran notables discrepancias. Por ello se han desarrollado técnicas de regionalización que permiten obtener los resultados de los modelos a una mayor resolución. Así, a partir de las técnicas de regionalización (estadísticas y dinámicas) se pueden pasar de celdas con resolución de por ejemplo 100 - 300 km, a celdas de unos 25 - 50 km de lado. Los métodos dinámicos consisten en anidar en un modelo climático global, un modelo climático de mayor resolución, denominado modelo climático regional.

Entre los distintos esfuerzos llevados a cabo entre el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en años anteriores, con la ayuda del Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una Efectiva Gobernabilidad del Agua en el Ecuador (PACC), y Proyecto GEF/PNUD/MAE Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, se han obtenido salidas numéricas de los modelos climáticos de alta resolución.

En Ecuador existen a la fecha tres modelos dinámicos de alta resolución para estudios de escenarios de cambio climático: el PRECIS (25 km, escenarios A2 y B2, periodo 2071 - 2100) (Centella y Bezanilla, 2008), el ETA (56 km, escenarios A2 y B2, periodo 2071 - 2100)

(Rodrigues Soares y Marengo, 2008) y el TL959 (20km, escenario A1B) (Kusonoki et al., 2008).

En el estudio de "Validación y Análisis de Consenso de Modelos de Escenarios de Cambio Climático para Ecuador" desarrollado por el MAE y el INAMHI (Muñoz, 2010), se presenta una validación de estos modelos dinámicos, comparando con la base de datos CRU de la East Anglia University (periodo 1960 - 1990), así como se hace una revisión de las previsiones de cada modelo y escenario futuro (a largo plazo en el PRECIS y ETA, y a corto plazo para el caso del TL959) por medio de mapas de cambio de las variables precipitación y temperatura en el Ecuador.

El procedimiento estándar para estudiar el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos a escala de cuenca hidrográfica es el downscaling de la variables climáticas, principalmente de las variables precipitación y temperatura, cuyos valores se obtienen a partir de las salidas de las simulaciones de los modelos climáticos regionales, y mediante un modelo hidrológico precipitación - escorrentía, se obtienen las series de aportaciones en las cuencas de interés.

Considerando que las principales variables que influyen en el ciclo hidrológico son la precipitación y la temperatura, los cambios en las mismas nos permitirían determinar la tendencia de los cambios en la variable escorrentía (incremento o disminución) como consecuencia del cambio climático.

La Tabla 5.1- 140 resume los modelos y periodos utilizados para la simulación de las variables precipitación y temperatura en el Ecuador.

Tabla 5.1- 140: Modelos y períodos escogidos para precipitación y temperatura

Modelo	Presente	Futuro	Escenario	Resolución (km)
TL959	1979 - 2000	2015 - 2039	A1B	20
ETA	1960 - 1990	2071 - 2099	A2, B2	56
PRECIS	1961 - 1990	2071 - 2099	A2, B2	25

Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

Cambios en las variables precipitación y temperatura por efecto del cambio climático

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el Ecuador de las salidas numéricas de los tres modelos disponibles con los escenarios descritos anteriormente para la intensidad de la precipitación (mm/día) y para la temperatura (°C). Los cambios en la intensidad de precipitación se expresan porcentualmente con respecto al periodo presente y los cambios en la temperatura se expresan en unidades físicas originales.

Con el objeto de enfatizar los cambios en la intensidad de precipitación y temperatura en la cuenca del río Santiago, en el mapa se resalta mediante un óvalo, el área correspondiente a la cuenca del río Santiago.

- **Modelo TL959**

La Figura 5.1- 30 muestra los cambios porcentuales de intensidad de precipitación para el periodo 2015 - 2039. En la zona de la cuenca del río Santiago se evidencian tanto incrementos

como decrementos porcentuales, no obstante, los mismos se consideran muy ligeros (entre -6% y 6%).

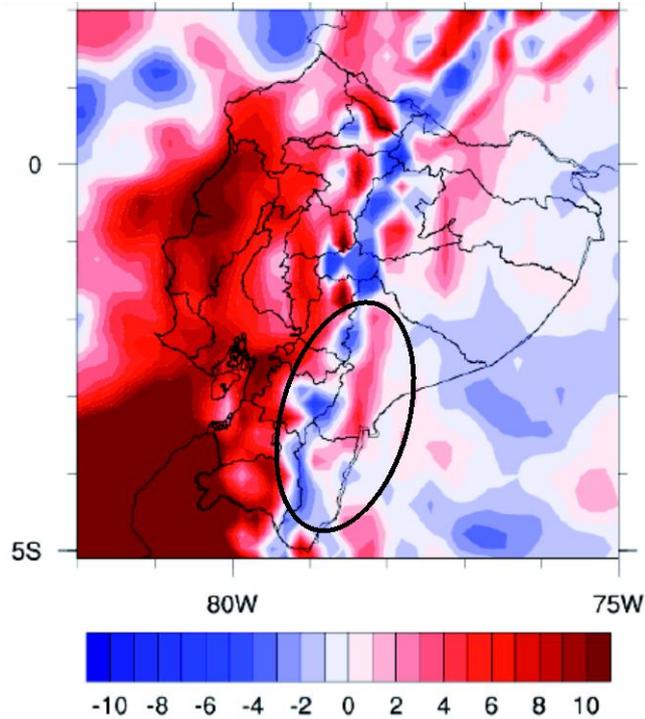


Figura 5.1- 30: Delta (Futuro - Presente) de intensidad de precipitación (%) para el TL959 (A1B)
Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

En lo que respecta a la temperatura, en la Figura 5.1- 31 se muestran los cambios en la temperatura. En la zona de la cuenca del río Santiago se evidencia incrementos en la temperatura del orden de 0,8 – 1,0 °C para el periodo 2015 - 2039.

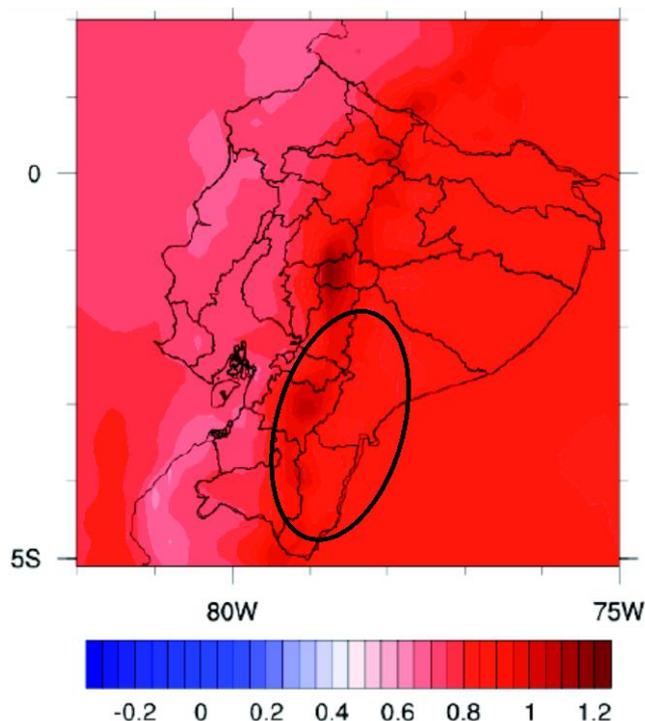


Figura 5.1- 31: Delta (Futuro - Presente) de temperatura (°C) para el TL959 (A1B)
Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

- **Modelo ETA**

La Figura 5.1- 32 muestra los cambios porcentuales de intensidad de precipitación para el periodo 2071 - 2099 bajo los escenarios de emisiones A2 y B2. En la zona de la cuenca del río Santiago, para el escenario de emisiones A2 se evidencia un claro incremento de la intensidad de la precipitación sobre todo al suroeste de la cuenca (40% aproximadamente), por el contrario en la mayor parte de la cuenca, especialmente la zona correspondiente a la Amazonía se observa la disminución de la intensidad de la precipitación, entre el 15% y el 50% aproximadamente, menos importante cerca del pie monte andino.

Para el escenario de emisiones B2 (menor emisión de GEI que el A2) se evidencia un patrón de cambio con estructura muy similares a las del escenario A2, aunque con cambios menos bruscos. Se destaca un claro incremento de la intensidad de la precipitación sobre todo al suroeste de la cuenca (30% aproximadamente), por el contrario en la mayor parte de la cuenca, especialmente la zona correspondiente a la Amazonía se observa la disminución de la intensidad de la precipitación, entre el 5% y el 30% aproximadamente, menos importante cerca del pie monte andino.

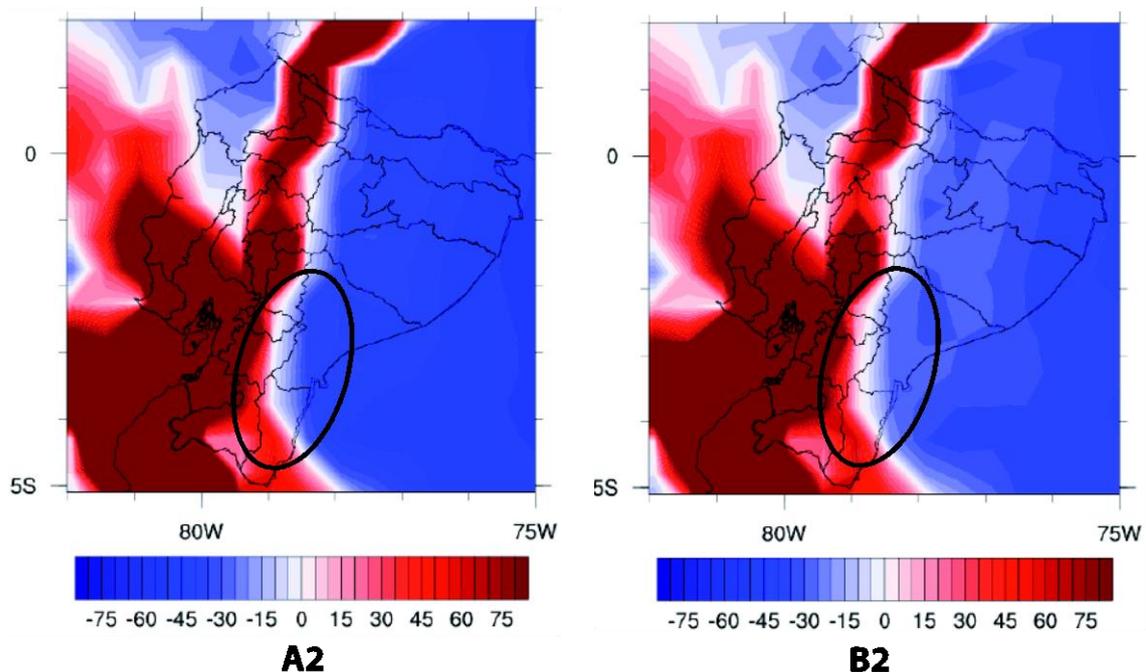


Figura 5.1- 32: Delta (Futuro - Presente) de intensidad de precipitación (%) para el ETA (A2 y B2)
Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

La Figura 5.1- 33 muestra los cambios en la temperatura para el periodo 2071 - 2099 bajo los escenarios de emisiones A2 y B2. Para el escenario de emisiones A2, en la zona de la cuenca del río Santiago, se evidencian incrementos entre 2 y 3.5 °C para la zona de la Amazonía y entre 1 y 2 °C para la zona de la Sierra.

Para el escenario de emisiones B2 es de nuevo semejante a la del caso A2, aunque con cambios menores con respecto al periodo presente. Se destaca un incremento de la temperatura entre 0.5 y 1 °C para la zona de la Sierra y de igual manera se evidencian incrementos en la zona de la Amazonía entre 1 y 2 °C.

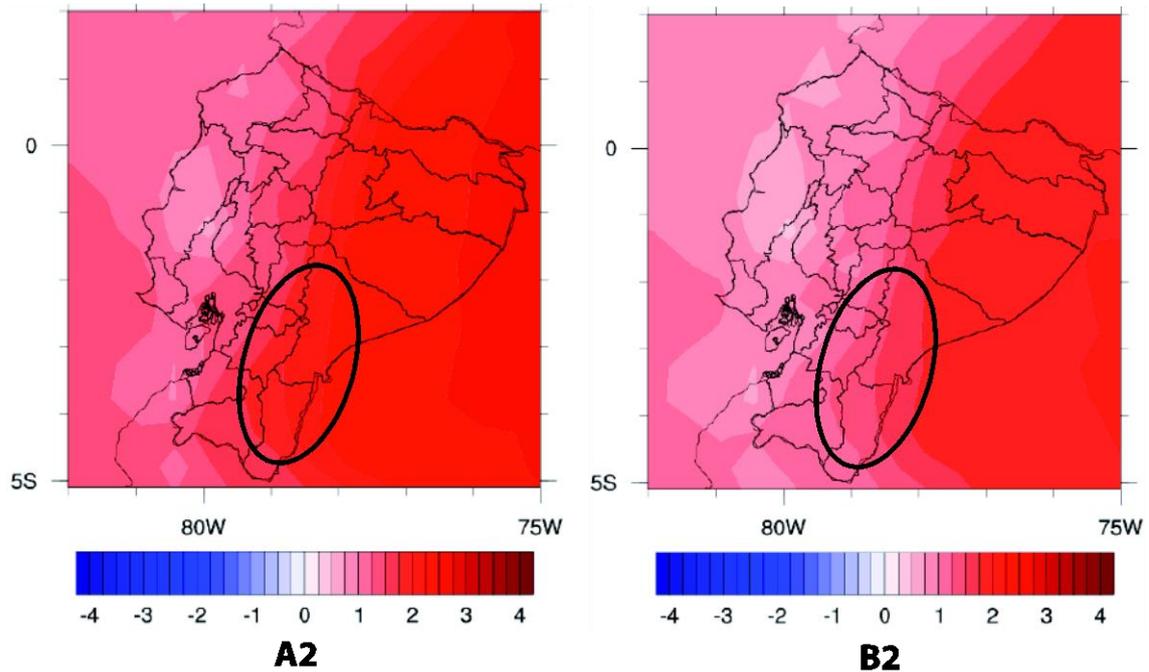


Figura 5.1- 33: Delta (Futuro - Presente) de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para el ETA (A2 y B2)
Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

- **Modelo PRECIS**

La Figura 5.1- 34 muestra los cambios porcentuales de intensidad de precipitación para el periodo 2071 - 2099 bajo los escenarios de emisiones A2 y B2. Los patrones medios de cambio son algo distintos que en el caso del modelo ETA.

En el caso del escenario de emisiones A2 se destaca un incremento de la intensidad de la precipitación en la cuenca del río Santiago. Estos incrementos están por encima del 50% en general, con focos incluso del orden del 75% o superior.

En el caso del escenario de emisiones B2, los resultados son similares a los del escenario A2. Sin embargo, aparecen focos de incrementos, más hacia la parte noroccidental de la cuenca.

La Figura 5.1- 35 muestra los cambios en la temperatura para el periodo 2071 - 2099 bajo los escenarios de emisiones A2 y B2. Para el escenario de emisiones A2, en la zona de la cuenca del río Santiago, se evidencian incrementos por encima de los 3.2°C para la zona de la Amazonía y por encima de 2°C para la zona de la Sierra. Estos rangos son más cálidos que los previstos para el mismo escenario por el modelo ETA.

Finalmente los patrones espaciales de temperatura para el escenario de emisiones B2 son similares que el escenario de emisiones A2 pero con menores incrementos.

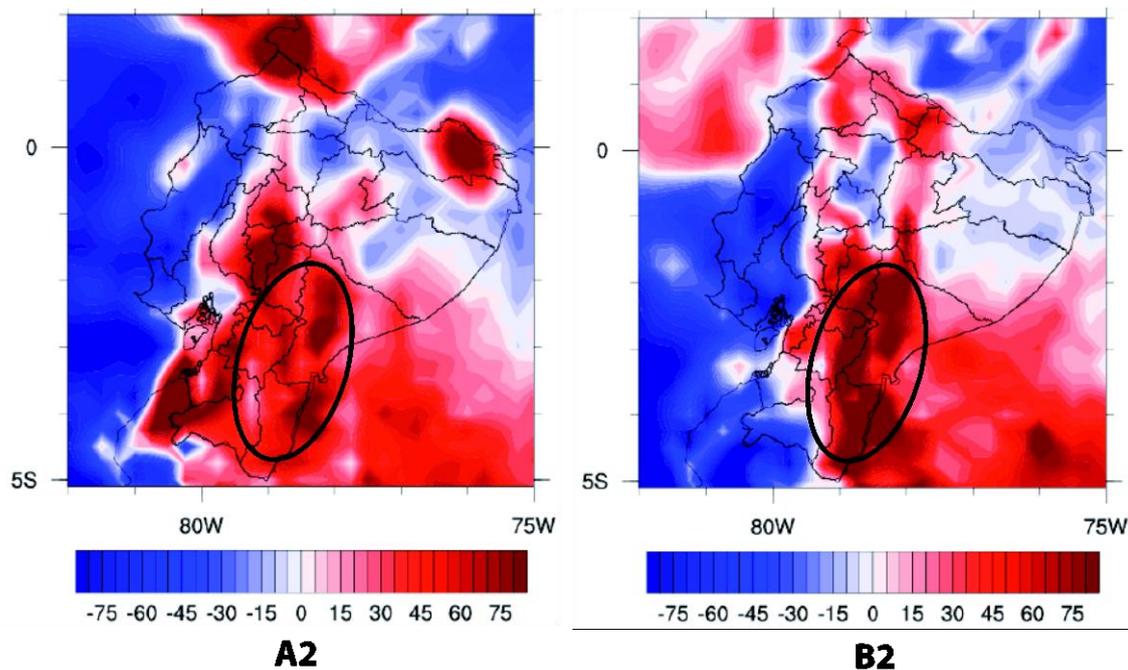


Figura 5.1- 34: Delta (Futuro - Presente) de intensidad de precipitación (%) para el PRECIS (A2 y B2)

Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

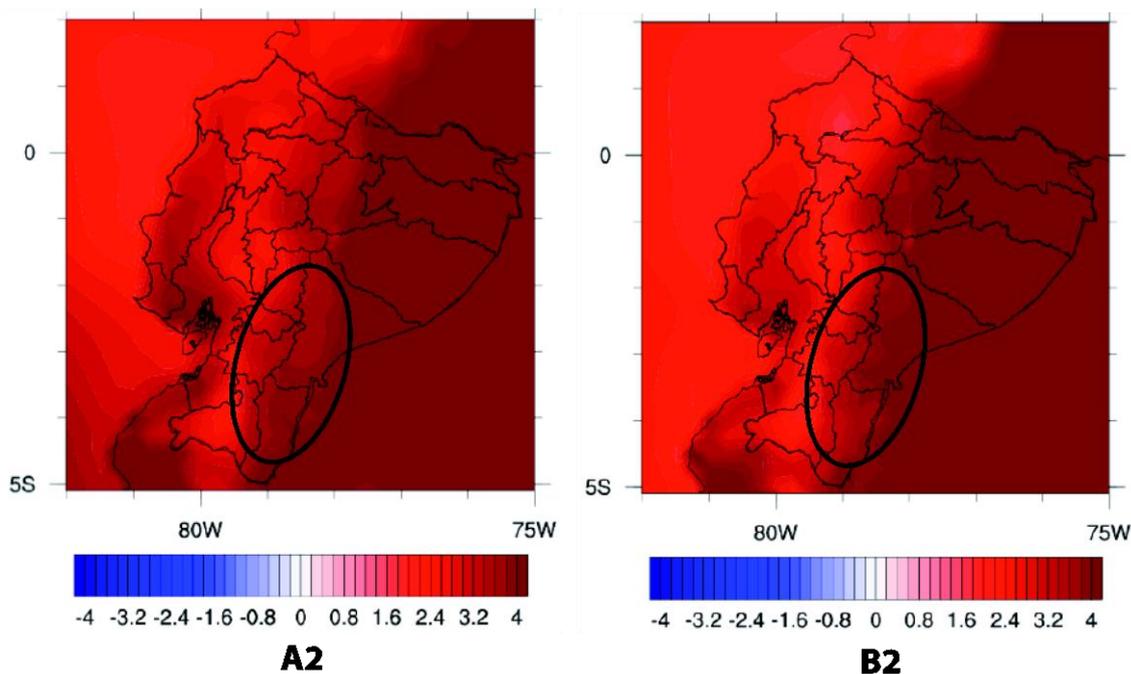


Figura 5.1- 35: Delta (Futuro - Presente) de temperatura (°C) para el PRECIS (A2 y B2)

Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

La Tabla 5.1- 141 resumen los cambios en la intensidad de precipitación y temperatura (incremento o disminución) en la cuenca del río Santiago para los tres modelos dinámicos y para los escenarios de emisiones considerados (A1B, A2 y B2), como consecuencia del cambio climático.

Tabla 5.1- 141: Cambios en la intensidad de la precipitación y la temperatura en la cuenca del río Santiago

Modelo	Precipitación (%)			Temperatura (°C)		
	A1B	A2	B2	A1B	A2	B2
TL959	Incrementos y decrementos ligeros			Incremento		
ETA		Decremento en la zona de la Amazonía	Decremento menos brusco en la zona de la Amazonía		Incremento	Incremento menos brusco
PRECIS		Incremento	Incremento menos brusco		Incremento	Incremento menos brusco

Fuente: Muñoz (2010). / Elaborado por ACOTECNIC Cía. Ltda.

En resumen, el cambio climático supone una alteración sobre las variables climáticas que intervienen en el ciclo hidrológico. Los cambios son mayores o menores dependiendo del escenario de emisiones. En lo que respecta a la variable temperatura todos los modelos concuerdan en el incremento de la temperatura como consecuencia del cambio climático en la cuenca del río Santiago. No obstante, para la variable precipitación, los resultados obtenidos entre el modelo ETA y el modelo PRECIS que utilizan el mismo periodo de simulación (2071 - 2099), es contradictorio. Por una parte, el modelo ETA predice disminución de la intensidad de la precipitación especialmente en la zona de la Amazonía de la cuenca del río Santiago y por otra parte, el modelo PRECIS predice el incremento de la intensidad de la precipitación en la cuenca del río Santiago.

Es necesario tomar en consideración que todavía existen incertidumbres en algunos resultados de los modelos climáticos, las cuales están asociadas en gran medida a deficiencias en las parametrizaciones de algunos procesos físicos determinantes del clima, como son las relaciones con la formación de nubes y la precipitación, la dinámica de los hielos marinos o los intercambios biogeoquímicos en el sistema climático, la circulación termohalina en los océanos, entre otros (IPCC, 2001). Por ello, para evaluar el efecto del cambio climático es recomendable emplear un conjunto de modelos climáticos, de tal manera que se considere un rango de variación de las incertidumbres.

5.1.3.1.3 Contaminación de los ecosistemas acuáticos

Calidad del agua asociada a las fuentes de contaminación en la cuenca del río Santiago

En el país los ríos de agua dulce han constituido un factor indispensable para el desarrollo de asentamientos urbanos y rurales. Sin embargo, los usos consuntivos y no consuntivos han ocasionado grandes problemas de tipo ambiental como son: contaminación con desechos sólidos, aguas servidas, efluentes agrícolas y aguas servidas industriales.

La Secretaría Nacional del Agua, en el año 2008, identificó que el país dispone de limitadas investigaciones sobre la calidad y cantidad de agua, ligadas a un deficiente sistema de monitoreo por cuencas hidrográficas. En otras palabras, existen cuencas hidrográficas estudiadas con un nivel de rigurosidad que permite diseñar planes e intervenciones para regular los usos consuntivos y no consuntivos del agua, y otras cuencas hidrográficas poco estudiadas.

En lo que respecta al área de aporte hidrológico del PHS (Área de estudio 3), irrigada por los ríos Zamora, Paute, Namangoza, Santiago, Upano, Yungantza y Coangos, pertenecientes a la demarcación hidrográfica del río Santiago, presenta la misma dinámica nacional: el río Paute dispone de una diversidad de estudios sobre gestión y monitoreo del agua, situación contraria a lo que sucede con el río Zamora, donde la mayor parte de las investigaciones sistemáticas provienen de tesis de grado de la Universidad Técnica Particular de Loja.

Con el fin de presentar un panorama general de la relación entre los ríos y el emplazamiento de centros poblados, en la Tabla 5.1- 142 se detalla como el río Zamora y Paute, con sus respectivos afluentes, atraviesa por ciudades densamente pobladas como Loja, Cuenca y Azogues y el río Zamora por ciudades pequeñas como Yacuambi y Bomboiza.

Tabla 5.1- 142: Ríos principales y afluentes del Área 3, según principales asentamientos urbanos consolidados por los que atraviesa.

Nombre del río	Principales afluentes	Asentamiento urbano consolidado
Río Paute	Río Tomebamba Río Yanuncay Río Machángara Río Sidcay Río Burgay Río Santa Bárbara Río Collay	Cuenca Cuenca Cuenca Cuenca Azogues Gualaceo, Paute El Pan, Sevilla de Oro, S. de Méndez
Río Zamora	Río Zamora Río Malacatos Río Nangaritza Río Yacuambi Río Bomboiza	Loja y Zamora Zamora Nangaritza Yacuambi Bomboiza
Río Namangoza	Río Paute Río Upano Río Yungantza	Paute Patuca ---

Nombre del río	Principales afluentes	Asentamiento urbano consolidado
Río Santiago	Río Namangoza Río Zamora Río Coangos	Santiago Zamora ----
Río Upano	Río Upano Río Tutanangangoza	Morona, Sucúa, Logroño Sucúa
Río Yungantza		Limón Indanza
Río Coangos		Centro Shuar del cantón Santiago

Fuente: Cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM)

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

La calidad de agua de los ríos Paute y Zamora guardan estrecha relación con la cantidad de descargas de aguas residuales de los centros poblados, así como por la cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos vertidos a los ríos. Por ello se ha sistematizado los indicadores de cobertura de agua potable, alcantarillado y recolección de desechos sólidos para los cantones más representativos del área de aporte hidrológico.



Fotografía 5.1- 43: Río Paute, 2014.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

En la Tabla 5.1- 143, puede observarse la cobertura de red pública de agua, alcantarillado y sistema de recolección de basura de los cantones representativos del área de aporte hidrológico.

Tabla 5.1- 143: Cobertura de agua, alcantarillado y eliminación de basuras, 22 cantones del área de aporte hidrológico.

Cantón	Cobertura de la red pública del agua (%)	Cobertura de alcantarillado (%)	Cobertura del sistema de recolección de basura (%)
Cuenca	87,90	73,64	49,37
Gualaceo	67,39	33,44	45,73
Paute	58,83	36,33	46,04
Sígsig	50,89	22,58	61,77
Chordeleg	71,57	46,42	39,81

Cantón	Cobertura de la red pública del agua (%)	Cobertura de alcantarillado (%)	Cobertura del sistema de recolección de basura (%)
El Pan	67,90	45,72	62,68
Sevilla de Oro	57,78	45,76	87,97
Guachapala	83,23	31,13	76,99
Zamora	72,35	63,54	77,14
Nangaritzza	63,83	44,87	57,74
Yacuambi	40,30	26,40	45,73
Paquisha	48,29	35,34	68,55
Centinela del Cóndor	63,75	55,38	62,17
El Pangui	65,57	48,71	58,20
Yantzaza	63,74	54,99	65,50
Gualaquiza	59,75	46,93	51,76
Limón Indanza	50,70	41,24	54,11
San Juan Bosco	50,55	46,5	56,89
Biblián	60,98	37,2	46,65
Déleg	68,34	17,03	42,23
Azogues	76,95	56,97	73,62
Loja	83,73	74,49	81,91
Alausí	45,99	26,57	23,79

Fuente: Censo Población Vivienda del año 2010.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Obsérvese en la tabla anterior que Loja, Cuenca, Zamora y Azogues registran los índices más altos de cobertura de alcantarillado con el 74,49 %, 73,64 %, 63,54 % y 56,97 % respectivamente. No obstante, las cabeceras cantonales y sus áreas de influencia inmediata presentan alto crecimiento urbanístico producto del desplazamiento campo-ciudad, lo que ocasiona que muchas zonas residenciales desalojen las aguas servidas a canales precarios que desembocan a quebradas y ésta a su vez a los ríos principales.

Las cabeceras cantonales y parroquiales del resto de cantones del área de aporte hidrológico registran baja cobertura de alcantarillado, por citar ejemplos obsérvese los cantones de Sígsig, Yacuambi, Alausí y Déleg, con porcentajes de cobertura inferiores al 25,00 % del total de su jurisdicción.

Sin embargo, altas coberturas de alcantarillado no son garantía para asegurar una buena calidad del agua, pues las aguas servidas, en forma total o parcial, suelen ser vertidas a los ríos. Se puede observar que a excepción de la ciudad de Cuenca y Azogues, ningún asentamiento dispone de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Estas ciudades, pese a disponer de plantas de tratamiento, muchos sectores no están conectados a los colectores marginales.

Contaminación en el río Zamora y sus afluentes

En base a la investigación *“Una revisión de la calidad de agua de los ríos de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe”*, (Carrión Yelitza, 2013), se ha elaborado una tabla que condensa los sitios de mayor contaminación en el área de aporte hidrológico con las principales actividades antrópicas. En la Tabla 5.1- 144 se observa la presencia de parámetros que sobrepasan los límites permitidos por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio de Ambiente, en el caso de la ciudad de Loja

la cantidad de coliformes fecales supera los 8.300.000 mnp/l y en Zamora asciende a 110.000 mnp/l.

Tabla 5.1- 144: Identificación de sitios con parámetros que superan el límite permitido, río Zamora, provincias de Loja y Zamora Chinchipe.

Provincia	Cantón	Sitio	Variable	Valor	Límites permitidos	Actividades antrópicas
Z. Chinchipe	Zamora	Quebrada Japantza, sector San Carlos de las Minas	Oxígeno disuelto	9,2 mg/l	6 ,mg /l	Concesiones mineras Minería artesanal Aguas servidas
Z. Chinchipe	Zamora	El río Bombuscaro Quebrada Chamico Río Nambija en Cumbaratza Quebrada Japantza en San Carlos de las Minas.	Aceites y grasas	1 mg/l	0,3 mg/l	Concesiones mineras Minería artesanal Aguas servidas
Z. Chinchipe	Centinela del Cóndor	Quebrada Nanguipa, parroquia Zumbi	Aceites y grasas	1 mg/l	0,3 mg/	Minería artesanal metálica Aguas servidas
Z. Chinchipe	Zamora	Río Nambija	Plomo	50 Mg/l	0,05	Concesiones mineras Minería artesanal Aguas servidas
Z. Chinchipe	Nangaritza	Quebrada Pangui, Piedras Blancas, Chinapintza y Conguime	Mercurio	0,01 mg/l	0.0002 mg/l	Concesiones mineras Minería artesanal Aguas servidas
Z. Chinchipe	Zamora	Río Nambija	Arsénico	0,6 mg/l	0,1 mg/l	Concesiones mineras Minería artesanal Aguas servidas
Z. Chinchipe	Zamora	Quebrada Chamico, Sector Cumbaratza, Quebrada Japantza en el sector San Carlos de las Minas	Coliformes fecales	110.000 mnp/100 ml	200 mnp/100 ml	Concesiones mineras Minería artesanal Aguas servidas
Loja	Loja	Quebrada El Carmen	Cianuro	4,5 mg/l	0,01 mg/	
Loja	Loja	Río Zamora, ciudad de Loja, en el sector Mercado Mayorista	Coliformes fecales	8.300,000 mnp/100 ml	200 mnp/100 ml	Aguas servidas de uso doméstico e industrial

Fuente: Una revisión de la calidad de agua de los ríos de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Carrión Yelitzta, 2012)
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

La mayor contaminación del agua en el río Zamora se produce por las descargas de aguas residuales industriales y domésticas, principalmente de la ciudad de Loja, además por la contaminación de mercurio y plomo, producto de las actividades mineras en los cantones de Zamora, Nangaritza y Centinela del Cóndor, por citar los más representativos.

Contaminación en el río Paute y sus afluentes

Los ríos Machángara, Tomebamba, Yanuncay y Tarqui, atraviesan la ciudad de Cuenca; el río Burgay la ciudad de Azogues, aguas abajo con dirección a la Cordillera Oriental, el río Paute atraviesa los poblados de Paute, Guachapala, Sevilla de Oro, por citar los principales.

El agua superficial del Paute se encuentra seriamente afectada como resultado del deficiente manejo del recurso hídrico cuyas consecuencias son los aportes de sedimentos debido a vertidos no controlados de aguas servidas domésticas e industriales, uso indiscriminado de agroquímicos y pesticidas utilizados para la actividad agrícola.

En el Atlas de la Cuenca del Paute, elaborado por el Consejo de Gestión de la Cuenca del Paute, en el año 2010, elaboró un mapa de la cuenca del Paute, en base al Índice de Calidad de Agua (WQI) que utiliza nueve parámetros: concentración de oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, demanda bioquímica de oxígeno, concentración de nitratos, fosfatos y sólidos totales, temperatura, turbiedad y concentración de coliformes fecales. El índice está dentro de un rango de 0 y 100, entonces, los valores son los siguientes:

Tabla 5.1- 145: Índice de calidad WQI. Atlas de la cuenca del Paute, CG Paute, 2010.

Índice de calidad WQI	Clasificación de la calidad de agua
91 - 100	Excelente
71 - 90	Buena
51 - 70	Media
26 - 50	Mala
0 - 25	Muy mal

Fuente: CG Paute
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

En base al Índice WQI, en el río Paute y sus afluentes se presentan los siguientes resultados:

Cuenca alta del Machángara: En el Parque Nacional el Cajas el agua registra altos niveles de calidad, con una calificación “Excelente”.

Cuenca media del río Machángara, Yanuncay, Tomebamba y Tarqui, en el Ingreso a la ciudad de Cuenca, antes de los colectores marginales que conducen las aguas residuales a las lagunas de oxigenación, la calidad del agua se la ha catalogado de “Buena”. Las aguas residuales de asentamientos dispersos como Marianza y Gulag, así como las actividades de las centrales hidráulicas de Saucay y Saymirín modifican el WQI.

Cuenca baja del río Tarqui, Yanuncay, Machángara, en la ciudad de Cuenca y la cuenca baja del río Santa Bárbara y Collay, se registra calidad del agua como “Mala”. Los ríos de la ciudad de Cuenca reciben las aguas residuales del Camal Municipal y del Parque Industrial,

así como las aguas residuales de la Quebrada El Salado, junto a la población de El Valle. Por su parte, en la cuenca baja del río Santa Bárbara y Collay se reciben las aguas residuales de los asentamientos consolidados de Gualaceo y Paute.



Fotografía 5.1- 44. Aguas residuales del Parque Industrial y el Camal de Cuenca

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

- En la cuenca media y baja del río Burgay la calidad de agua es “Muy Mala”. Las aguas residuales de toda la ciudad de Azogues han generado un verdadero problema ambiental.

En resumen, se puede señalar la presencia de contaminación de los ríos en la cuenca alta y media del Paute. En las zonas altas, generalmente de páramos, las condiciones del agua son excelentes, y se deterioran en la medida que atraviesan los centros poblados.

En los Planes de Ordenamiento Territorial de los cantones que pertenecen a la cuenca alta y media del Paute se ha extraído la siguiente información sobre las actividades antrópicas que inciden en la calidad del agua del río Paute y sus afluentes:

- Contaminación del río en el cantón Paute por presencia de agroquímicos y pesticidas para la producción florícola de exportación.
- Contaminación del río en los cantones de Paute, Guachapala, Sevilla de Oro y El Pan por el desalojo de desechos sólidos en diferentes puntos, el relleno sanitario regional vendría a mejorar la recolección y tratamiento de 31,37 ton/día para los 4 cantones.



Fotografía 5.1- 45: Desechos sólidos en recursos hídricos.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

- En la cuenca del río Collay, en los afluentes conocidos con los nombres de río Pilares, Bolice, Zambrano y Namecer son usados como abrevaderos y se ha detectado contaminación por heces fecales del ganado vacuno. El embalse de la central Mazar con una longitud de 31 km², cubre los cantones de Sevilla de Oro, El Pan y Guachapala ha sido calificado como “Medio” el estado de conservación, a pesar de los esfuerzos por controlar el aumento del nivel de residuos que se acumulan en las barreras de control del agua.



Fotografía 5.1- 46: Actividades ganaderas cerca del embalse de la Central Mazar.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

- Las riberas de los ríos del cantón Azogues se encuentran contaminadas con desechos orgánicos, aguas servidas, abonos, sedimentos, desechos de animales, basura, escombros, etc. El río Burgay que atraviesa la cabecera cantonal tiene los mismos problemas que se agravan por descargas de efluentes y lixiviados del camal, feria de ganado entre otros. Según el estudio “Recuperación de Quebradas de Azogues” (L. Timbe, 2010), se señala que la contaminación del río por aguas

servidas y estiércol de ganado incrementa la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), incrementa la carga de nutrientes y altera el estado trófico de la comunidad biológica acuática.

- El desorganizado crecimiento urbanístico del área de influencia inmediata de Azogues, sin las adecuadas obras de infraestructura permite que las aguas servidas sean evacuadas directamente al drenaje natural de la cuenca lo cual ocasiona la contaminación del río Tabacay y posteriormente del río Burgay.



Fotografía 5.1- 47: Contaminación del río Burgay por aguas servidas.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Contaminación en el río Upano y sus afluentes

El río Upano posee como principales afluentes la microcuenca del río Upano, la cual recorre los cantones de Morona, Sucúa y Logroño; y la microcuenca del río Tutanangoza que atraviesa el cantón Sucúa.

El principal problema que presenta la calidad de agua del río Upano, es la presencia de desechos sólidos y coliformes fecales por sobre el límite del rango permitido. Este hecho se relaciona directamente con la falta de una planta de tratamiento de aguas servidas para los diferentes cantones por donde recorre. Por citar algunos casos, el cantón Sucúa elimina sus aguas servidas sin previo tratamiento directamente en el río Tutanangoza, mientras que en cantón Morona lo hace directamente hacia el río Upano. Este suceso ya presenta sus consecuencias, ya que por ejemplo, entre las principales causas de morbilidad del cantón Sucúa, se encuentran las enfermedades producto de la calidad del agua como parasitosis, gastroenteritis, entre otras.



Fotografía 5.1- 48: Descarga de aguas servidas hacia el río Tutanangoza (Izq.) y Upano (Der.).

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA. / Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Por otro lado, se encuentran los asentamientos humanos no planificados en los diferentes cantones en donde la descarga de sus residuos, ya sea sólidos o aguas servidas, se la realiza directamente a los ríos. El cantón Morona, específicamente la parroquia Zuñac, de acuerdo al Plan de Manejo Territorial del Cantón Morona, 2010, presenta un 40 % de crecimiento desorganizado y disperso. Esta población arroja sus desechos directamente a los ríos Playa y Tugle, los cuales desembocan al río Upano.

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa, en el agua del río Upano se ha detectado la presencia de metales pesados por encima del límite permitido. Este hecho es una consecuencia de la actividad minera que presenta la zona. Sólo en el cantón Sucúa se tiene registro de 11 concesiones mineras.

Contaminación del río Namangoza y sus afluentes

En la confluencia del río Paute y Negro se forma el río Namangoza, el cual fluye en dirección sureste, sigue su curso hasta la unión con el río Upano, cerca de la población de Patuca, donde cambia de orientación norte-sur. En el río Paute, en su zona baja se integran las microcuencas correspondientes a: río Cardenillo, río Cuchentza, río Pescado, río Singuiantza y río Yucal. Por otro lado, según el Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Méndez, 2010, las microcuencas de la sub-cuenca río Negro corresponden a: río Arenillas, río Arquerones, río Buena Esperanza, río Ishpingo, río Negro, río Shiro, río Wawaime y Drenajes Menores.

El principal problema del río Namangoza es que en su formación ya intervienen ríos contaminados. Como se mencionó en el apartado anterior, el río Paute posee un alto grado de contaminación, debido uso inadecuado del recurso hídrico en los poblados de Azuay y Cañar. En el río Negro se ha determinado una elevada contaminación, principalmente por la carencia de un sistema de tratamiento de aguas servidas de las poblaciones cercanas. De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Santiago de Méndez, 2010, existe un alto grado de enfermedades intestinales y parásitos, situaciones que se relacionan con la deficiente calidad del agua del río Negro; incluso se menciona de la desaparición de varias especies de peces.



Fotografía 5.1- 49: Descarga de aguas servidas sin tratamiento al río Paute en su zona baja.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.
Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

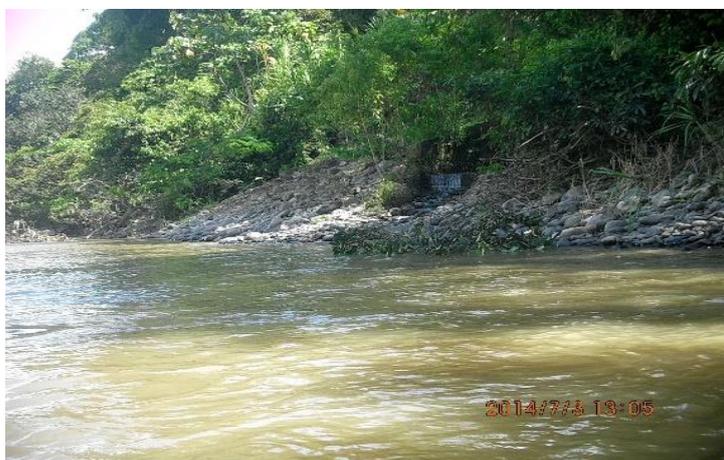
Adicionalmente a la eliminación directa al río de aguas servidas sin previo tratamiento, dentro del cantón Santiago de Méndez, se adiciona una mayor contaminación al río Namangoza, por la presencia de minería artesanal (Patuca y Chupianza), trabajos de apertura y construcción de vías, deslaves, entre otros.

Contaminación en el río Santiago y sus afluentes

El río Santiago nace de la unión del río Namangoza con el río Zamora, posteriormente, cerca de la comunidad de Coangos se integra el río Coangos con una dirección norte-sur. El río Santiago posee una longitud de 285 km, de los cuales 55 km corresponden a territorio ecuatoriano, dentro del cantón Tiwintza.

Según el análisis de calidad de agua del estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Río Zamora, realizado en los años 2011-2013 (CELEC. EIAP PHRZS 2013), se ha determinado que aguas abajo de la cuenca del río Santiago, se posee una calidad de agua “contaminada” a “medianamente contaminada”. Este hecho es consecuencia de varios factores: (i) el cantón Tiwintza arroja sus aguas residuales sin previo tratamiento directamente al río Santiago; (ii) se ha verificado la extracción de materiales pétreos lo que afecta el hábitat de los macroinvertebrados; y, (iii) la minería artesanal se realiza a orillas del río Santiago, evidenciándose incluso la presencia de dragas.

Según el censo del 2010, la principal fuente de agua para consumo humano en el cantón Tiwintza proviene de río y vertiente con un 46,92%, y un 32,82% proviene de la red pública. La contaminación del agua del río es una de las principales causas de las enfermedades dentro del cantón.



Fotografía 5.1- 50: Descarga de aguas servidas sin tratamiento al río Santiago.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

5.1.3.2 Problemática en las áreas bajo régimen de manejo especial en el área de aporte hidrológico

5.1.3.2.1 Inventario de las áreas bajo régimen de manejo especial

Las áreas bajo régimen de manejo especial, constituyen aquellas áreas que, dado su valor naturalístico, ecológico y de servicios ambientales que proporcionan a la población y al

medio ambiente, se encuentran bajo la protección del Estado ecuatoriano y su manejo se encuentra enmarcado bajo las disposiciones de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, dentro de las categorías del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado Ecuatoriano (PANE), y que determinan consideraciones especiales en su uso y manejo.

En el área de aporte hidrológico del PHS (Área de estudio 3), se identifican superficies que han sido declaradas dentro de las categorías especiales de manejo, que incluye el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y de Áreas de Bosques y Vegetación Protectores (ABVP), condición que ha permitido mantener un significativo remanente de vegetación nativa en el área bajo estudio, lo cual es muy importante para los objetivos del proyecto, esto es, mantener los servicios ambientales de los ecosistemas naturales y particularmente de aquellos relacionados con la aporte hídrico requerido para la generación hidroeléctrica proyectada en el PHS.

A continuación, en la Tabla 5.1- 146 se registran las características de las áreas declaradas bajo régimen de manejo especial en la cuenca del río Santiago y su ubicación espacial se la visualiza en el Mapa AEM-001 Área 3. Áreas bajo régimen de manejo especial.

Tabla 5.1- 146: Áreas bajo régimen de manejo especial. Área de estudio 3

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
ÁREAS DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP)							
Áreas del Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas (PANE)							
Parque Nacional Podocarpus	Acuerdo Ministerial No. 398 del 15/12/1982- Registro Oficial No. 404 del 05/01/1983	Sin Modificación	Estatal	138500	86654,06	63	3,62
Reserva Biológica Cerro Plateado	Acuerdo No. 146 del 31/08/2010 - Registro Oficial No. 188/ del 07/05/201	Registro Oficial No. 316 del 09 de noviembre de 2010	Estatal	26670	25569,13	96	1,07
Reserva Biológica El Quimi	Acuerdo No. 120 del 30/10/2006 - Registro Oficial No. 424 del 26/12/2006	Sin Modificación	Estatal	9026,70	8621,55	96	0,36
Refugio de Vida Silvestre El Zarza	Acuerdo No. 077 del 26/06/2006 - Registro Oficial No. 314 del 17/07/2006	Acuerdo Ministerial 240 de 12 de diciembre del 2011	Estatal	3696,31	3696,31	100	0,15
Parque Nacional El Cajas	Acuerdo Interministerial No. 203 del 06/06/1977- Registro Oficial No. 371 del 04/07/1977	Registro Oficial No. 69 del 20 de noviembre de 1979; Registro Oficial No. 02 del 17 de enero de 2003	Estatal	29390	19188,69	65	0,80
Área Nacional de Recreación Quimsacocha	Acuerdo Ministerial No. 007 del 25 de enero de 2012	Sin Modificación	Estatal	3217,15	3184,51	99	0,13
Parque Nacional Sangay	Acuerdo Ministerial No. 190 del 16/06/1975 - Registro Oficial No. 840 del 07/07/1975	Registro Oficial No. 69 del 20 de noviembre de 1979; Registro Oficial No. 939	Estatal	486600	245346,65	50	10,25

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
		del 20 de mayo de 1992; Registro Oficial No. 330 del 07 de mayo de 2004					
El Cóndor	Decreto No. 396 del 04/06/1999 - Registro Oficial No. 210 del 11/06/1999	Registro Oficial No. 137 del 26 de febrero de 1999	Estatal	7904,19	2266,18	29	0,09
TOTAL SNAP				705004,35	394527,08	55,96	16,48
Áreas Protegidas Municipales (APGS)							
Área Ecológica Siete Iglesias	Ordenanza Municipal: Aprobación del MAE: 31 de mayo del 2012 Acuerdo Ministerial 050		Municipal	16010	16007,30	100	0,67
Área de Conservación y Reserva Ecológica El Paraíso	Ordenanza Municipal 26 junio 2008		Municipal	523,09	523,09	100	0,02
Zona de Reserva y Protección Natural Yumaza y San Francisco	Ordenanza Municipal: Jueves 8 de Septiembre de 2005 - N° 99		Municipal	1.935,97	1.935,97	100	0,08
Saraguro- Yacuambi				47.26	47262,77	100	1,97
TOTAL APGS				65.729,06	65729,13	100	2,75

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
ÁREAS DE BOSQUES Y VEGETACION PROTECTORES (ABVP)							
AVBP Coop. Jima Ltda.	Registro Oficial No. 658 del 8 de abril de 1991 con Resolución Ministerial No. 159 del 25 de marzo de 1991	BP207	Privado	5.290,45	5.290,45	100	0,22
AVBP Samikimi	Registro Oficial No. 597 del 1 de junio de 2002 con Resolución Ministerial No.57 del 17 de mayo de 2002	BP211	Estatal	550,20	550,20	100	0,02
AVBP Subcuenca alta del Río León y microcuencas de los Ríos San Felipe de Oña y Shincata	Registro Oficial No. 182 del 29 de abril de 2010 con Resolución Ministerial No.3 del 2 de junio de 2009	BPN14	Estatal	51.970	15.632,32	30	0,65
AVBP Hoya de Loja Flaco Occidental	Registro Oficial No. 303 del 9 de agosto de 1982 con Resolución Ministerial No. 228 del 23 de julio de 1982	BP015	Estatal	3.282,50	3.020,34	92	0,13
AVBP Hoya de Loja Flanco Oriental	Registro Oficial No. 96 del 28 de diciembre de 1988 con Resolución Ministerial No.90 del 17 de noviembre de 1988	BP084	Estatal	5.174,73	5.117,62	99	0,21
ABVP Micha Nunke	Registro Oficial No. 340 del 19 de mayo de 2008	BPN8	Privado	1.613,32	1.613,32	100	0,07

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
ABVP Zhique – Salado	Registro Oficial No. 363 del 20 de enero de 1994 con Resolución Ministerial No.41 del 19 de noviembre de 4 1993	BP166	Privado	137,98	137,98	100	0,01
AVBP Corazón de Oro	Registro Oficial No. 99 del 15 de junio de 2000 con Resolución Ministerial No.15 del 11 de mayo de 2000	BP191	Estatal	51.470	50.852,75	99	2,12
ABVP Cuenca Alta del Río Nangaritzá	Registro Oficial No. 508 del 4 de febrero de 2002 con Resolución Ministerial No.8 del 11 de enero de 2002	BPN13	Estatal	100.200	99.726,40	100	4,17
ABVP Cuenca del río Paute	Registro Oficial No. 255 del 22 de agosto de 1985 con Resolución Ministerial No. 292 del 30 de julio de 1985	BP042	Estatal	128.700	128.039,76	99	5,35
ABVP de las Cuencas que forman los Ríos: San Francisco, San Ramón y Sabanilla	Registro Oficial No. 79 del 14 de noviembre de 1970 con Resolución Ministerial No.426 del 29 de septiembre de 1970	BP272	Estatal	8.427,36	8.427,36	100	0,35
ABVP Cordillera del Cóndor	Registro Oficial No. 550 del 23 de marzo de 2005 con Resolución Ministerial No. 137	BP285	Estatal	17.600	17.029,62	97	0,71

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
	del 3 de febrero de 2005						
ABVP Tiwi Nunka	Registro Oficial No. 340 del 19 de mayo de 2008	BPN10	Estatal	6.976,11	6.976,11	100	0,29
ABVP Tukupi Nunke	Registro Oficial No. 340 del 19 de mayo de 2008 con Resolución Ministerial No.67 del 29 de mayo de 2008	BPN9	Estatal	5.000,08	5.000,08	100	0,21
ABVP Dr. Servio Aguirre Vilamagua	Registro Oficial No. 214 del 29 de noviembre de 2000 con Resolución Ministerial No. 125 del 9 de noviembre de 2000	BP188	Privado	36,13	36,13	100	0,00
ABVP El Sayo	Registro Oficial No. 207 del 20 de noviembre de 2000 con Resolución Ministerial No.120 del 30 de octubre de 2000	BP189	Estatal	115,78	115,78	100	0,00
AVBP Abanico	Registro Oficial No.312 del 13 de julio de 2006 con Resolución Ministerial No.70 del 13 de julio de 2006	BP062	Privado	4.456,66	4.456,66	100	0,19
AVBP Chorro	Registro Oficial No. 143 del 4 de marzo de 2010 con Resolución Ministerial No. 12 del 26 de febrero de 2009	BPN17	Estatal	4.807,03	3,92	0	0,00

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
ABVP Cubilán	Registro Oficial No. 303 del 9 de agosto de 1982 con Resolución Ministerial No. 228 del 23 de julio de 1982	BP015	Estatal	1.011,10	1.011,10	100	0,04
AVBP Mazán	Registro Oficial No. 303 del 09 de agosto de 1982	BP103	Estatal	2.395,86	2.395,86	100	0,10
AVBP Microcuenca del Río Blanco	Registro Oficial No. 84 del 8 de mayo de 2000 con Resolución Ministerial No.13 del 5 de mayo de 2000	BP380	Estatal	1.886,90	1.886,90	100	0,08
AVBP Molleturo y Mollepungo	Registro Oficial No. 363 del 20 de enero de 1994 con Resolución Ministerial No.37 del 17 de noviembre de 1993	BP108	Estatal	140,60	330,14	0	0,01
AVBP Papaloma Charum	Registro Oficial No. 269 del 22 de junio de 1982 con Resolución Ministerial No.162 del 17 de mayo de 1982	BP195	Privado	146,44	146,44	100	0,01
Subcuenca del Río Dudahuaycu	Registro Oficial No. 303 del 9 de agosto de 1982 con Resolución Ministerial No.227 del 28 de julio de 1982	BP204	Estatal	531,45	531,45	100	0,02
ABVP SunSun Yanasacha	Registro Oficial No. 552 del 8 de agosto de 1983 con Resolución Ministerial No.206	BP151	Estatal	4.851,46	4.851,45	100	0,20

DENOMINACION	DECLARATORIA LEGAL ACUERDO MINISTERIAL / REGISTRO OFICIAL	R. O. MODIFICATORIO	TENENCIA	SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL (ha)	SUPERFICIE DEL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL EN LA CUENCA (ha)	% CON RELACIÓN AL ÁREA DE MANEJO ESPECIAL	% CON RELACIÓN A LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO
	del 8 de julio de 1983						
AVBP Tinajillas Río Gualaceño	Registro Oficial No. 597 del 14 de junio de 2002 con Resolución Ministerial No.58 del 17 de mayo de 2002	BP213	Estatal	33.120	33.120	100	1,38
AVBP Totorillas	Registro Oficial No. 303 del 9 de agosto de 1982 con Resolución Ministerial No.229 del 23 de julio de 1982	BP162	Privado	778,27	778,27	100	0,03
ABVP Cordillera Kutucú y Shaimi	Registro Oficial No. 476 del 10 de julio de 1990 con Resolución Ministerial No.402 del 3 de julio de 1990	BP202	Estatal	344.000	74.490,53	22	3,11
TOTAL ABVP				925.129,80	471.572,12	51	19,70

Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

FUENTE: RED DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS AMAZÓNICAS RANPA: http://ecosynapsis.net/RANPA_SP/EC_AreaList.htm
 ODEPLAN 2002 PARQUES Y RESERVAS ECOLÓGICAS DEL ECUADOR: <http://blog.espol.edu.ec/karlis/2011/09/05/parques-y-reservas-ecologicas-del-ecuador/>
 Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

Conclusiones

La información sobre las áreas bajo régimen de manejo especial en el área de aporte hidrológico destaca las siguientes conclusiones:

- El total de áreas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) suman 394527,08 ha que representan el 16,48% del total de la cuenca hidrográfica (2394304,11 ha).
- El total de superficie que comprenden las Áreas Protegidas Municipales (APGS) es de 65729,13 ha, que representan el 2,75% de la superficie total de la cuenca.
- El total de superficies que forman parte de las Áreas de Bosques y Vegetación Protectoras (ABVP) es de 471572,12 ha que representan el 19,70% de la cuenca hidrográfica.
- Lo anterior permite establecer la presencia de una significativa superficie que se halla amparada bajo las diversas categorías de protección en la cuenca del río Santiago, las mismas que alcanzan 931828,33 ha, que representan el 38,93% de la superficie total de la cuenca.

5.1.3.2 Presiones antrópicas en las áreas bajo régimen de manejo especial

A continuación se detalla las presiones antrópicas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y, Áreas de Bosques y Vegetación Protectores (ABVP) en las áreas en donde ha sido posible obtener la información requerida para el análisis y que permiten establecer la situación actual de éstas y el peligro a su permanencia:

Parque Nacional El Cajas (PNC)

Según el Plan de Manejo Integral. Empresa de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado ETAPA, 2005, el Parque Nacional El Cajas está ubicado en la Cordillera Occidental del sur de los Andes, en las parroquias de Chaucha, Molleturo, San Joaquín y Sayausí, pertenecientes al cantón Cuenca, provincia del Azuay. Incluye las cuencas altas de los ríos Llaviuco, Mazán, Soldados, que drenan hacia el Atlántico y Luspa, Sumincocha, Atugyacu, Yantahuaico, Jerez, Angas, hacia el Pacífico. El 90,6% del área corresponde al ecosistema de páramo herbáceo; los sectores norte (Patul), y sur (Soldados), incluyen a un sistema lacustre de 235 lagunas de origen glacial.



Fotografía 5.1- 51: Parque Nacional El Cajas

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

A continuación se detallan las principales actividades antrópicas en el PNC y sus consecuencias sobre los ecosistemas naturales:

- Se identifican como principales problemas antrópicos el pastoreo de ganado vacuno, las quemas, la extracción de leña y plantas ornamentales y el turismo desordenado; acciones que amenazan el páramo de almohadillas y su sistema de drenaje, a los bosques de quinoa y al bosque nublado.
- Actividades antrópicas de cacería, caso de las especies de osos, dantas, pumas, venados en las áreas de las lagunas Llaviuco y Luspa, en las riberas del río Canoas y la cuenca del río Mazán.
- Pérdida bosques y hábitats por la expansión de la frontera agrícola, en especial en el lado occidental del PNC. La quema como hábito de la población para el mejoramiento de cultivos contribuye en la disminución de anfibios y reptiles, y en general de la flora y fauna de los ecosistemas. Especies de anfibios y reptiles han sido vendidas a extranjeros por parte de los moradores; además, la ampliación de la frontera agrícola y el cultivo de truchas han afectado a la ictiofauna.

ABVP Cordillera del Cóndor (CC)

La ABVP Cordillera del Cóndor, compartida entre Ecuador y Perú, es muy rica en biodiversidad con un alto nivel de endemismo en especies de aves, anfibios y reptiles. El pueblo shuar Arutam (PSHA) tiene un territorio de 200.000 ha de bosque en donde habitan 10.000 personas en 45 centros organizados en 5 asociaciones. En el sur de la CC y dentro del área de aporte hidrológico, se encuentran dos áreas protegidas, Refugio de Vida Silvestre El Zarza y Reserva Biológica El Quimi, con una superficie de 3.696 ha y 9.027 ha

respectivamente; además, se encuentra el ABVP Cordillera del Cóndor con una extensión total de 17.599 ha. Tanto las áreas protegidas como el bosque protector registran más del 96,00 % de su superficie dentro del área de aporte hidrológico.

El ABVP Cordillera del Cóndor se encuentra ubicada en los cantones de Gualaquiza, Yantzaza, El Pangui y San Juan Bosco y dentro del territorio se asienta población shuar que ejercen presión sobre los recursos naturales por su calidad de recolectores y mantienen sistemas tradicionales de huertos y cacería. En los centros shuar ubicados en la margen derecho del río Zamora se tiene un estilo de vida dependiente del bosque; por el contrario, los centros shuar ubicados en la margen izquierda, cercanos a los centros poblados mestizos realizan actividades extractivas del bosque, agricultura, en menor extensión, venta de animales menores y minería artesanal

Refugio de Vida Silvestre El Zarza

El Refugio de Vida Silvestre El Zarza, se encuentra en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Yantzaza, al sur de la cordillera y se constituye como Refugio de Vida Silvestre en el año 2006. Las especies más representativas de flora son el caucho, romerillo. En la zona se observa un corredor de bosque de galería de 26 km desde el origen del río Zamora y dentro del mismo habitan especies faunísticas conectadas con el río Machinaza. En el corredor en mención la presión antrópica es alta y orientada a la ganadería extensiva, mientras que alrededor de dicho corredor se encuentra en un buen estado de conservación (Universidad Técnica Particular de Loja, 2012).

Según el estudio de la Universidad Técnica Particular de Loja, los principales problemas ambientales se relacionan con la tala indiscriminada de bosques por la expansión de las actividades de ganadería extensiva, pérdida de la biodiversidad y el deterioro del suelo, pesca con productos tóxicos que ocasiona la desaparición de la ictiofauna, minería a pequeña escala que contamina los acuíferos y los asentamientos humanos a lo largo de la vía.

Reserva Biológica El Quimi

Ubicada en la zona sur de la cordillera El Cóndor, en la provincia de Morona Santiago. La atraviesan los ríos Yukutais, Quimi y Chiguine (Yakatais Fachin). El área comprende la microcuenca de El Quimi (MAE, 2007). En las cercanías de la reserva se encuentra la Asociación Bomboiza, cuya población shuar representa el 36 % del total de la asentada en la Cordillera de El Cóndor. La mencionada asociación tiene el 58 % del total de la superficie de la Reserva Biológica El Quimi con cuatro centros shuar Piunts, Kampanak Entsa y Shiram Entsa, en una extensión mayor a 9.000 ha, con una superficie de bosques mayor al 75 %, asentada en los ríos Zamora, Chuchumbletza y Bomboiza. La producción agrícola en los centros shuar es para el autoconsumo con huertas de cacao, café, mandarinas, guineo y papa china.

En lo que respecta a los factores de degradación ambiental en las cercanías de la reserva se explota las minas y canteras de material para construcción y la industria de cerámica (sílice, calizas); además, se observa la ampliación de la zona ganadera en la parte baja de la meseta, la pérdida de la fauna ictiológica es alta por la captura con tóxicos, la extracción

de madera con fines comerciales es limitada en zonas de difícil acceso y alta en las cercanías de las carreteras.

Parque Nacional Podocarpus (PNP)

Fue creado mediante acuerdo ministerial en el año 1982 debido a la existencia de zonas de alta diversidad y endemismo. Se encuentra ubicado en el extremo oriental de la provincia de Loja, cantón del mismo nombre y se extiende a los territorios de Zamora Chinchipe. Tiene una superficie de 138.500 ha. Dentro del área de aporte hidrológico se encuentran 86.654,06 ha del PNP, lo que representa el 62,57 % del total de la superficie del parque; a nivel político administrativo, el parque dentro del área de estudio se encuentra en los cantones Zamora, Nangaritza y Loja; el primer cantón concentra el 51,61 % de la superficie total, el segundo el 45,72 % y el tercero el 2,67 %.



Fotografía 5.1- 52: Parque Nacional Podocarpus, 2014

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

La población del área de influencia inmediata al PNP se encuentra relacionada con la tierra, el agua y los bosques. Las prácticas agrarias de esta población y los limitantes biofísicos relacionados al clima y suelos, han determinado que los sistemas de producción sean extensivos, sobre todo la ganadería y el sobrepastoreo. La minería artesanal que se encuentra en yacimientos superficiales, en cuyo alrededor han surgido asentamientos desordenados, como es el caso de San Luis.

Los principales problemas antrópicos del PNP son tres: (i) Actividad colonizadora que presiona sobre los límites nororiental y suroriental del área protegida, caso de las parroquias El Porvenir del Carmen y Loyola; (ii) Las invasiones de mineros artesanales en el sector de San Luis; se estiman más de 250 mineros que residen en Zamora y migrantes de otros asentamientos mineros organizados; y, (iii) Conflictos de tenencia de la tierra, grupos que reclaman para sí la propiedad de los predios que se incluyeron dentro del área protegida, se encuentran en el sector nororiental y noroccidental y a lo largo del límite

occidental, entre Vilcabamba y Cajanuma, cuyos propietarios demandan como propiedad suya grandes extensiones de territorio.

Un alto porcentaje de los ecosistemas del PNP se encuentran poco intervenidos debido a lo accidentado del terreno y al difícil acceso. No obstante, el área registra tala selectiva de especies, quema, cacería, explotación de especies como la orquídea y aves con fines comerciales.

Reserva Biológica Cerro Plateado

Tiene una superficie de 26.670 ha. Se encuentra ubicado mayoritariamente en el cantón Nangaritza, parroquia Nuevo Paraíso. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Nangaritza elaborado en el año 2011, el bosque en mención posee relictos de bosque prístino dentro de los que se ha identificado nuevas especies de anfibios. El difícil acceso a la zona ha coadyuvado que se mantenga en buen estado de conservación.

EL bosque protector tiene dos ecosistemas únicos; uno, el páramo azonal del Cerro Plateado, localizado en la parte más alta de la cordillera del Cóndor; y dos, un complejo de bosque y chaparro asentado sobre una geología de areniscas de las formaciones de Hollín y Napo.

El área tiene un alto potencial minero, por lo que se encuentra concesionada para exploración y explotación. Por otra parte, por la difícil accesibilidad se estima que aún no se ha podido estudiar en forma sistemática y rigurosa la diversidad de especies de flora y fauna. Sin embargo, de estudios similares efectuados en el Perú en la Cordillera del Cóndor, cerca del área, se encontró que 26 de las 40 especies de orquídeas encontradas podrían ser nuevas. Se registró un ejemplar de marsupial no conocido anteriormente. De las 474 especies de mariposas, 21 pueden ser nuevas para la ciencia (Nangaritza, 2011).

Área Nacional de Recreación Quimsacocha ANRQ

Se encuentra dentro de la subcuenca del río Tarqui, es una de las áreas más estudiadas entre las subcuencas de los ríos Machángara, Tomebamba y Yanuncay. La microcuenca del río Irquis es parte de la subcuenca del río Tarqui, afluente del río Paute y se encuentra en la jurisdicción parroquias de Victoria del Porte, cantón Cuenca, Provincia del Azuay. Tiene un área de 3.217,15 ha.

La microcuenca del río Irquis es el afluente principal del río Tarqui, el mismo que aguas abajo se une con el río Yanuncay, Tomebamba y Machángara, formando el río Cuenca que al unirse con el Burgay, Jadán y Santa Bárbara formar el río Paute.

La zona alta está compuesta por un conjunto de pequeñas lagunas de origen glaciar, de manera regional los drenajes se distribuyen de forma radial a la caldera Quimsacocha, el río Irquis nace en el borde Noreste y Oeste de la caldera Quimsacocha y drena hacia el Sureste (Ochoa, 2010).

En el año 2012 el Ministerio del Ambiente (MAE) y el Municipio de Cuenca, suscribieron un convenio para mejorar la gestión del Área Nacional de Recreación Quimsacocha y proteger la flora y fauna de la Reserva Biósfera El Macizo del Cajas. El área está cubierta por

ecosistemas frágiles, por ello el MAE canceló las concesiones mineras que se encuentran a su interior.

El ANRQ tiene una extensión de 3.184,51 ha, dentro del área de aporte hidrológico ingresa el 99 % de su superficie y en él área habitan aproximadamente 800 personas de las parroquias de Victoria del Portete y en mínima proporción, la parroquia Baños, perteneciente al cantón Cuenca.

Las actividades antrópicas en ANRQ se resumen a continuación:

La parte alta o zona de páramos tiene una mínima intervención y la parte media tiene pendientes fuertes donde se emplaza el bosque montano y pastizales, en la parte baja el suelo es ocupado por pastizales y cultivos de ciclo corto. A pesar de las intervenciones antrópicas agropecuarias, es un ecosistema preservado con especies en buen estado de conservación.



Fotografía 5.1- 53: Cuenca alta del río Tarqui.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

ABVP Cuenca del río Paute

El ABVP cuenca del río Paute se encuentra en el centro sur del Ecuador, tiene una superficie de 128.700 ha. Se ubica en la depresión interandina de las cordilleras Occidental y Oriental de donde nacen los ríos que luego desembocan en el río Paute y este a su vez se une con el río Upano y el Zamora para formar el Santiago. Tres provincias tienen territorio dentro de la cuenca, Azuay tiene el 54 %, Cañar 24,10 % y Morona Santiago 19,50 %.



Fotografía 5.1- 54: Área de la cuenca del río Paute (Reserva Cubilan).

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Dentro del área de aporte hidrológico se encuentra 128.039,76 ha del ABVP Cuenca de río Paute, lo que representa el 99,48 % del total de su superficie. Los cantones que forman parte de la cuenca del Paute y que se encuentran además dentro del área de aporte hidrológico son: Cuenca, Biblián, Azogues, Déleg, Cañar, Gualaceo, Paute, Sígsig, Chordeleg, El Pan, Sevilla de Oro y Santiago de Méndez

Por ubicarse en una zona de transición de la cordillera de los Andes hacia la Amazonía, existen gradientes con potencial de generación energética que están siendo aprovechadas a través de centrales hidroeléctricas, como la de Paute, que abastece con aproximadamente el 35 % de la demanda actual de energía eléctrica del país.

El ABVP Cuenca del río Paute, sobre todo en las partes altas, está sometida a una agresiva deforestación, acelerados procesos erosivos, inestabilidad geológica y manejo irracional e inadecuado del recurso hídrico. Esto se suma a que en todas ellas se encuentran poblaciones social y económicamente deprimidas, que se caracterizan por bajos niveles de ingreso, altas tasas de desocupación, subempleo y analfabetismo, lo que ha provocado el éxodo rural a las ciudades y la migración al exterior. De allí la importancia de iniciar, cuanto antes, procesos de ordenamiento y gestión territorial que recojan los planteamientos técnico-políticos del Ejecutivo y de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), cuyas competencias incidirán en la gestión del territorio (SENPLADES, 2010).

Entre las potencialidades más importantes se observa la gran cantidad de recursos hídricos estimados en 46 mil millones de m³/año y los ecosistemas naturales, por ello se explica la concentración de estudios y obras hidroeléctricas impulsadas por el Ministerio De Energías Renovables. Entonces se cita la terminación del Complejo Hidroeléctrico Paute, los sistemas Mazar, Paute – Molino, Cardenillo y Sopladora, y el Proyecto Minas – San Francisco – La Unión (GP Paute).

ABVP Cuenca Alta del Nangaritza CADN

La CADN se localiza en el extremo sur oriental del país, al oeste de la Cordillera del Cóndor, tiene una superficie de 100.200 ha, con el 99,00 % de su territorio dentro del área de aporte hidrológico. Los bosques de la CADN han sido catalogados como los más extensos e intactos, dentro de la cual existen especies aún desconocidas para la ciencia.

En la parte alta del río Numpatakaima se pueden encontrar asentamientos producto de invasiones, a lo largo de las zonas de Loyola – Porvenir, Chinchipe y la parte baja de los centros shuar de Yawi, Yayu y Saarentza, además de poblados de colonos en Nuevo Paraíso, Selva Alegre y la Asociación Valle del Nangaritza.

Entre los ríos de Nangaritza y Numpatakaima se puede encontrar una zona de colonización por parte de diversas asociaciones y en las parroquias de Zurmi y Guaysimi se detectan nuevos asentamientos de colonos.

El área se ve afectada por las actividades extensivas de pastoreo y la extracción agresiva de madera, leña y productos no maderables. Las especies más explotadas son el copal, amarillo, zeique, Juan Colorado, laurel, payanchillo, cedro y alcanfor.

La cacería es parte de la cotidianidad de los pueblos shuar asentados en el área, son habitantes que otorgan mucha importancia al bosque por ser proveedor de proteínas; la cacería de animales se ha incrementado debido al crecimiento demográfico, a la modernización de la tecnología para la caza y por ser la carne animal fuente “barata” de alimento (Universidad Particular de Loja, 2006)

A lo largo del río Nangaritza, las riberas son utilizadas para la pesca por parte de los habitantes shuar; existe una cascada catalogada como sagrada para el pueblo shuar, conocida con el nombre de Napints.

La mayor amenaza para el futuro de la biodiversidad de la zona es la minería de oro en la Cordillera de Tzunantza, que es la prolongación del filón de Nambija, dicha actividad se puede observar especialmente en Shamatak Alto donde las empresas mineras a gran escala han realizado exploraciones y la minería artesanal se ha realizado en las orillas del río. La segunda mayor amenaza es la presión colonizadora ligada al proceso desorganizado de titulación de más de 11.000 ha, situación que ha generado conflictos con los territorios ancestrales shuar y ha limitado su espacio de subsistencia y pesca, además del incremento del procesos de degradación y erosión en suelos con altas pendientes por el cambio de la cobertura vegetal nativa a potreros.

Como actividades potenciales degradativas dentro de la zona se puede citar la construcción de la carretera Zamora - Guayzimi con Zumba y la actividad minera a gran escala sin planificación que acarrearía impactos socio-ambientales como son los asentamientos dispersos y desorganizados, deforestación y deterioro de la flora y fauna nativa.

AVBP Corazón de Oro

Tiene una superficie de 51.470 ha, se ubica en la región sur del Ecuador, en el flanco oriental de Los Andes, en los cantones de Loja y Saraguro, provincia de Loja y en el cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Dentro del área de aporte hidrológico se encuentra más del 98 % de la superficie total.

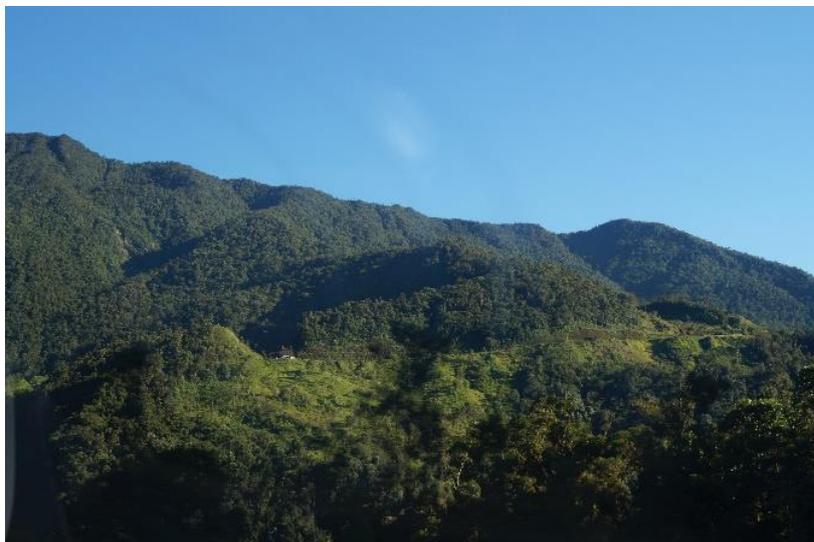
Se asienta en los territorios del bosque la etnia Saraguro que ha ocupado históricamente el suelo. Sin embargo, las actividades agropecuarias en pendientes no aptas para dicha actividad y las inadecuadas prácticas ganaderas han degradado y fragmentado los ecosistemas; como resultado se observa relictos de bosques relegados a áreas de difícil acceso y con una gran superficie deforestada y transformada a pastizales, susceptible de procesos erosivos, incendios y quemas.

En los sitios Shucos y Cerro Tambo Blanco se capta agua que abastece a la ciudad de Loja. La población de Jimbilla, Imbana y La Libertad practica actividades extractivas del bosque, en forma particular el romerillo, cedro, cedrillo; además se extrae palma de ramos, y plantas medicinales. En Jimbilla existe una Asociación de Madereros que con sus propios recursos realizan actividades de explotación y se desplazan a otras zonas principalmente de Zamora Chinchipe para extraer madera en forma clandestina y cumplir con contratos con empresas madereras de la ciudad de Loja.

Parque Nacional Sangay (PNS)

El Parque Nacional Sangay ocupa las partes altas y estribaciones orientales de la Cordillera Oriental (Proyecto INEFAN-GEF, 1998).

El PNS se encuentra dentro de las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Morona Santiago y Cañar. Tiene una superficie de 486.600 ha, de los cuales el 50 % forma parte del área de aporte hidrológico y se adscriben principalmente a las jurisdicciones político administrativas de los cantones Alausí, Sevilla de Oro y Cañar.



Fotografía 5.1- 55: Parque Nacional Sangay, 2014.

Fuente: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA.LTDA.

Entre los problemas socio-ambientales del PNS se citan:

- Actividades humanas no compatibles: los procesos de colonización han dado lugar a la ampliación de la frontera agrícola y a la reducción de territorios ancestrales, que ocasiona intensificación de actividades caza y pesca e incorporación de actividades extractivas del bosque.

- Producción del monocultivo de tomate en las partes altas, la producción de naranjilla e incremento de pastizales en la zona baja, ligado al uso intensivo de agroquímicos ocasionado la pérdida de la microfauna del suelo, y en general, de la flora y fauna.
- Depredación de los recursos naturales: explotación de madera de especies como el aliso, arrayán, guishcas y pujín; cacería furtiva de danta, venado, osos, conejo, leopardo y pesca con barbasco, dinamita y descargas eléctricas; y finalmente, la quema de pajonales.
- Ampliación del parque sin considerar terrenos de propiedad o posesión de comunidades o de personas naturales, lo que ha ocasionado conflictos de tenencia del suelo.

Área Ecológica Siete Iglesias

El Área Ecológica Siete Iglesias se encuentra en el cantón San Juan Bosco, de la provincia de Morona Santiago, representando su área el 0,40 % de la provincia y el 10,20 % del cantón.

De acuerdo a un análisis presentado por el plan de manejo del área (Fundación Ecológica Arcoiris, 2009), se detectó que el 60,91 % del territorio presenta amenazas potenciales de erosión o deslizamientos; mientras que el 39,09 % del territorio presenta niveles bajos de amenazas potenciales de estabilidad con posibilidad de erosión puntual.

En la parte alta del área ecológica se presentan asentamientos humanos permanentes, correspondientes a fincas y propiedades privadas. En la parte baja del área ecológica la zona se encuentra despoblada.

El área contiene un territorio concesionado de 12.392,08 ha, correspondiente al 76,38 % de su territorio. De este terreno concesionado aproximadamente el 2,34 % tiene la tenencia de "Con Título Minero No Autorizado a Explotar"; el 21,42 % se encuentra en trámite de adjudicación; y el 76,24 % son áreas archivadas

En las zonas adyacentes a la Cordillera Siete Iglesias, actualmente no se realiza extracción forestal con fines comerciales, la madera aprovechada es únicamente para autoconsumo.

Resumen de presiones antrópicas en áreas bajo régimen de manejo especial

La expansión de la frontera agrícola es una actividad constante en todas las áreas bajo régimen de manejo especial. Ha sido causa de varios problemas ambientales, como la deforestación y la destrucción o disminución de bosques primarios y páramos para convertirlos en pastizales. La pérdida de la cobertura vegetal genera reacciones adversas como la disminución de caudales causados por la modificación de los ecosistemas naturales y ello ocasiona, a su vez, problemas de abastecimiento de agua en las ciudades y asentamientos que se ubican aguas abajo de cuenca. En el Parque Nacional El Cajas, la expansión de la frontera agrícola se encuentra regulada debido a la ejecución de programas de control y concientización a los pobladores de las comunidades de Miguir y Soldados; en el resto de áreas bajo régimen de manejo especial la expansión de la frontera agrícola es una constante, pese a diversas intervenciones públicas, privadas y bajo asistencia de la cooperación internacional.

Las actividades extractivas de la flora y la fauna con fines comerciales son una constante en sitios cercanos al río Zamora dentro del Refugio de Vida Silvestre El Zarza, en la Reserva Biológica El Quimi a lo largo del río Zamora, Chuchumbletza y Bomboiza; en el nororiente y suroriente del Parque Nacional Podocarpus; en la Cuenca Alta del Nangaritzza, en la ABVP Corazón de Oro, particularmente las poblaciones de Jimbilla, Imbana y La Libertad; en el Parque Nacional Sangay y en la parte alta del Área Ecológica Siete Iglesias.

Los incendios forestales son más frecuentes en la ABVP Cuenca del río Paute, ABVP Corazón de Oro y en el Parque Nacional Sangay. Las áreas de mayor presión minera, a pequeña y gran escala, se encuentran dentro del Parque Nacional Podocarpus en la zona de San Luis, en ABVP Cuenca Alta del Nangaritzza, en la cordillera de Tzunantza, Área Ecológica Siete Iglesias y en la ABVP Cordillera del Cóndor.

En general las áreas bajo régimen de manejo especial dentro del área de aporte hidrológico reciben la presión antrópica para satisfacer las siguientes demandas de la población que se encuentra en las zonas intermedias y bajas de la cuenca:

- Demanda de agua para consumo humano, comercial e industrial para los asentamientos consolidados y dispersos de la cuenca, en particular los de mayor concentración poblacional como son las ciudades de Cuenca, Loja y Azogues, catalogados como nodos de desarrollo para la región 6 de planificación, según la SENPLADES.
- Demanda suntuaria de especies maderables para la confección de muebles y decoración de viviendas urbanas, situación que se agudiza por el crecimiento del sector inmobiliario y la expansión de zonas residenciales en la periferias de las ciudades.
- Crecimiento del mercado aurífero y el mejoramiento de la capacidad adquisitiva de la población por productos suntuarios de joyas.
- Demanda de productos alimenticios en las ciudades, ligada a la baja productividad del suelo que obliga a la expansión de la frontera agrícola.
- Demanda colonizadora de población urbana sobre áreas protegidas orientadas a la explotación del suelo con fines mercantilistas y expansivos.
- Demanda de obras hidroeléctricas que cubrirán las necesidades energéticas para impulsar los cambios de la matriz productiva nacional, centrada en la generación de productos con valor agregado.

Las actividades antrópicas en las áreas bajo régimen de manejo especial ha generado los siguientes conflictos socio ambientales:

- Conflictos de tenencia de la tierra entre colonos y población ancestral.
- Conflictos entre artesanos mineros y minería a gran escala.
- Conflictos políticos y partidistas, entre sociedad civil y Estado, por la explotación de los recursos hídricos y por la explotación de la riqueza minera.
- Conflictos entre el Estado proteccionista e interventor que impulsa obras de interés nacional, desde el año 2007, y la cooperación internacional de corte desarrollista, que cuestiona las políticas de planificación e inversión nacional.

5.1.3.2.3 Gestión ambiental en las áreas bajo régimen de manejo especial (planes de manejo, acciones de control y protección)

De las 50 áreas bajo régimen de manejo especial reconocidas por el Ministerio de Ambiente del Ecuador, 7 se encuentran dentro del área de aporte hidrológico y son: Parque Nacional El Cajas (PNC), Parque Nacional Podocarpus, Refugio de Vida Silvestre El Zarza, Reserva Biológica El Quimi, ABVP Cordillera del Cóndor, Reserva Biológica Cerro Plateado y Parque Nacional Sangay.

A nivel de planificación, las 7 áreas arriba descritas, disponen de planes de manejo aprobados por el MAE, siendo solamente el Parque Nacional El Cajas el único que cuenta con un acuerdo de descentralización para la gestión y manejo, luego de que el Ministerio de Turismo en el año 2002 delegara las obligaciones y responsabilidades del cuidado y la preservación a la Municipalidad del cantón Cuenca. A su vez, la Municipalidad resuelve entregar a la Empresa Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Saneamiento ETAPA la gestión del parque.

ETAPA con el fin de ejecutar los programas de preservación procede a cobrar un porcentaje del cobro de la tarifa de agua a los usuarios del agua de la ciudad de Cuenca. En el año 2013 el Ministerio de Ambiente, entidad con competencias para regular y supervisar la ejecución de los planes de manejo, dentro de las áreas bajo régimen de manejo especial, reconoce al PNC como una de las áreas con administración exitosa en lo que se refiere a su preservación. Los programas que son ejecutados por un departamento creado para el efecto son: Regularización y monitoreo de uso de los territorios del PNC, monitoreo de control de desechos, implementación de guardianía y centro de control de paso, sistemas de patrullaje, investigación, producción y forestación de especies nativas y diversos programas de desarrollo productivo social para revertir la expansión de la frontera agrícola dentro del PNC.

En lo que respecta a la gestión de las restantes 6 áreas bajo régimen de manejo especial, el Ministerio de Ambiente ha asumido las siguientes responsabilidades:

- Elaboración de mapas e indicadores sobre biodiversidad que faciliten la toma de decisiones. Para el efecto el MAE dispone dentro de su página web un sitio donde se puede acceder a información digitalizada.
- Formación de guías y guardaparques que puedan ejecutar las actividades de control y regularización de las actividades degradativas dentro de las áreas protegidas. Sin embargo, la inversión de recursos financieros son limitados en comparación con la magnitud de la superficie a ser preservada.
- A nivel de planificación el MAE es el responsable de administrar el acceso de visitantes a las áreas protegidas. A la fecha el MAE ha ejecutado en forma sostenida dicha actividad en tres áreas: Parque Nacional El Cajas (ETAPA tiene la responsabilidad de ejecutar la gestión), Parque Nacional Podocarpus y Parque Nacional Sangay. En el año 2013, según la base de datos del MAE sobre Ingreso de turistas a las áreas protegidas, de un total de 570.000 visitantes, 25.000 acudieron a conocer el Parque Nacional El Cajas, 11.000 visitantes fueron al Parque Nacional Sangay y 7.000 aproximadamente visitaron el Parque Nacional Podocarpus. En términos porcentuales, del total de visitantes a las áreas bajo régimen de manejo

especial a nivel nacional, el 7,00% acudió a 3 áreas que se encuentran dentro del área de aporte hidrológico.

Es necesario enfatizar que actualmente el MAE permite el ingreso gratuito a todas las áreas de manejo especial, debiendo destinar de su presupuesto ministerial un porcentaje para solventar los gastos administrativos y técnicos para el mantenimiento de refugios, oficinas administrativas y pago de personal. No obstante, los gobiernos municipales autónomos han logrado realizar diversos proyectos de preservación, con financiamiento determinado, situación que ha coadyuvado a mejorar la gestión ambiental de las áreas bajo régimen de manejo especial. La mayor limitación, en la mayor parte de los GADs municipales, es la limitación de generar ordenanzas y recolección de tasas para disponer de recursos permanentes, como lo hace ETAPA en relación al Parque Nacional El Cajas.

La gestión del MAE para la preservación del Parque Nacional Sangay, el Refugio de Vida Silvestre El Zarza, la Reserva Biológica El Quimi y ABVP Cordillera del Cóndor es la ejecución del Programa Socio Bosque en coordinación con las organizaciones de base que representan a la población ancestral asentada. Proyecto que ha logrado disminuir la presión sobre el suelo, la flora y la fauna en extensos territorios ancestrales.

ESQUEMA DE LA PROBLEMÁTICA SOCIO-AMBIENTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO 3

ECOSISTEMAS NATURALES	PRESIONES	ESTADO ACTUAL	FACTORES CONDICIONANTES
Ecosistemas naturales terrestres y áreas protegidas	Ampliación frontera agrícola Crecimiento demográfico y avance urbano desordenado Talas bosque nativo Quemas Sobrepastoreo Sobreuso del suelo Minería metálica y no metálica	<p>Alteraciones ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Pérdida de ecosistemas . Pérdida o reducción de bienes y servicios ambientales <p>Alteraciones hídricas:</p> <p>Reducción:</p> <ul style="list-style-type: none"> .Capacidad de captación .Capacidad de retención .Capacidad de generación hídrica <p>Incremento de escurrimiento superficial y erosión</p> <p>Incremento y alteraciones en las crecidas y en los volúmenes aprovechables de agua y cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Predominio de tierras frágiles de ladera ❖ Bajo potencial agrícola y escasez de tierras agrícolas ❖ Bajo nivel de producción y rendimiento agroproductivo ❖ Pobreza ❖ Estructura agraria ❖ Sistemas de explotación tradicionales: bajos niveles de tecnología, inversión, asistencia técnica ❖ Bajo nivel educativo ❖ Déficit de servicios básicos: aguas residuales / basura ❖ Débil presencia y gestión Institucional
Ecosistemas naturales acuáticos	Vertidos de aguas residuales domésticas e industriales Efluentes agropecuarios	<p>Contaminación orgánica e inorgánica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Incremento de sedimentos Incremento de coliformes Presencia de metales pesados y tóxicos 	